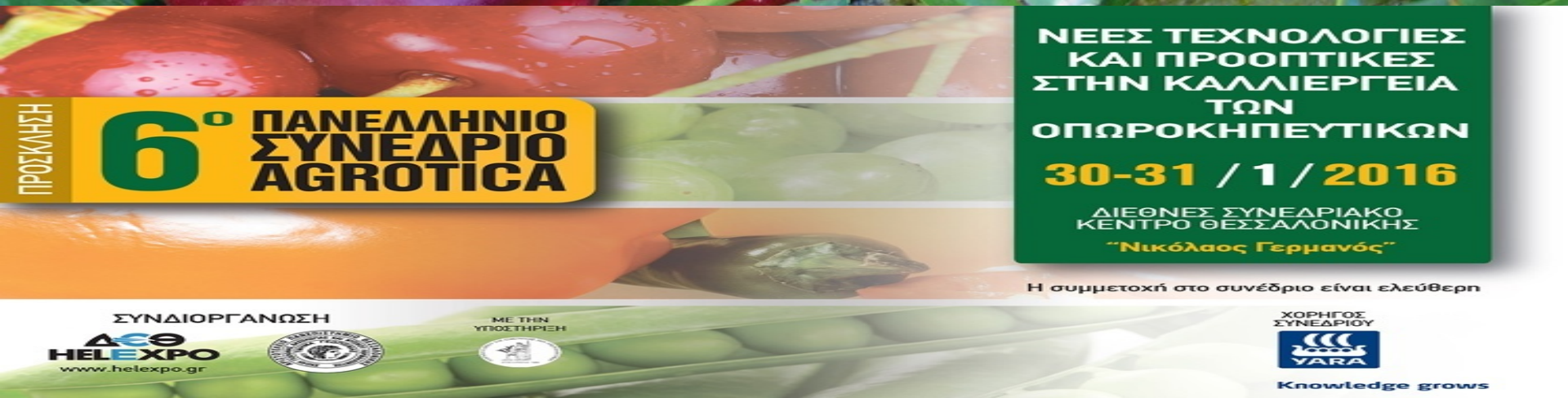
Νέες προσεγγίσεις στην αντιμετώπιση ασθενειών των οπωροκηπευτικών

Γεώργιος Καραογλανίδης, Νικόλαος Κατής, Βαρβάρα Μαλιόγκα και Αναστασία Λαγοπόδη

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας, Θεσσαλονίκη



Περίγραμμα παρουσίασης

- Μέθοδοι αντιμετώπισης ασθενειών – δυσκολίες - μειονεκτήματα
- Τεχνολογία VIGS: Εμβόλια για προστασία από ιούς (αρχές μεθοδολογίας, εφαρμογές, προοπτικές)
- Επαγωγείς αντοχής (αρχές μεθοδολογίας, εφαρμογές, προοπτικές)
- Συμπεράσματα

Οπωροκηπευτικά στην Ελλάδα – Προοπτικές - Στόχοι?

- Βελτίωση παραγόμενου προϊόντος
- Αύξηση εξαγωγών με υψηλές τιμές

- Εκσυγχρονισμός καλλιεργητικών πρακτικών

- Τυποποίηση – αναγνωρισιμότητα προϊόντος – βελτίωση ποιότητας

Μπορεί σε αυτό να συμβάλλει η επιτυχέστερη αντιμετώπιση των ασθενειών ???

Αντιμετώπιση ασθενειών στα οπωροκηπευτικά

- **Ανθεκτικές ποικιλίες**

  Κυρίως για ιούς και εδαφογενή παθογόνα

- **Πιστοποιημένο πολλαπλασιαστικό υλικό**

  Κυρίως για ιούς

- **Καλλιεργητικές πρακτικές**

  Περιορισμός ή αποφυγή μολύσματος

- **Χημική καταπολέμηση**

  Υψηλή αποτελεσματικότητα για πολλά παθογόνα αλλά και με πολλά μειονεκτήματα

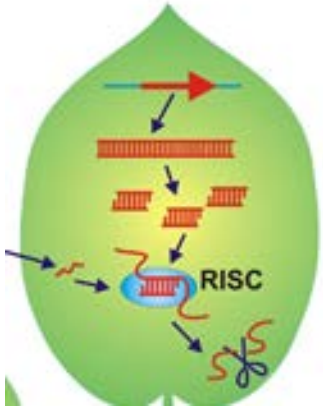
Δυσχέρειες στην αντιμετώπιση ασθενειών στα οπωροκηπευτικά

- Έλλειψη γονιδίων αντοχής για πολλές ασθένειες
- Αδυναμία αντιμετώπισης ιολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών με χρήση χημικών
- Ανθεκτικότητα σε μυκητοκτόνα
- Περιορισμοί στον αριθμό δ.ο. με ανιχνεύσιμα υπολείμματα
- Περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί περιορισμοί για τη χρήση χημικών

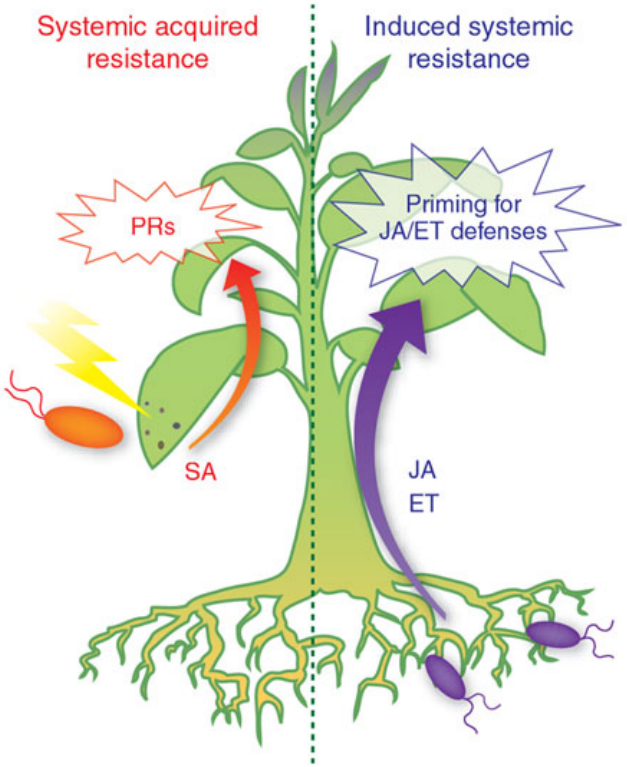
Αναγκαιότητα: Ανάπτυξη και εφαρμογή νέων μεθοδολογιών κατάλληλων για ένταξη σε σχήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης (IPM)

Ενεργοποίηση των μηχανισμών άμυνας των φυτών για την προστασία από μύκητες, βακτήρια, ιούς

- Σίγηση RNA (RNA silencing)



- Επίκτητη διασυστηματική αντοχή (Systemic Acquired Resistance, SAR)



- Επαγώμενη διασυστηματική αντοχή (Induced Systemic Resistance, ISR)

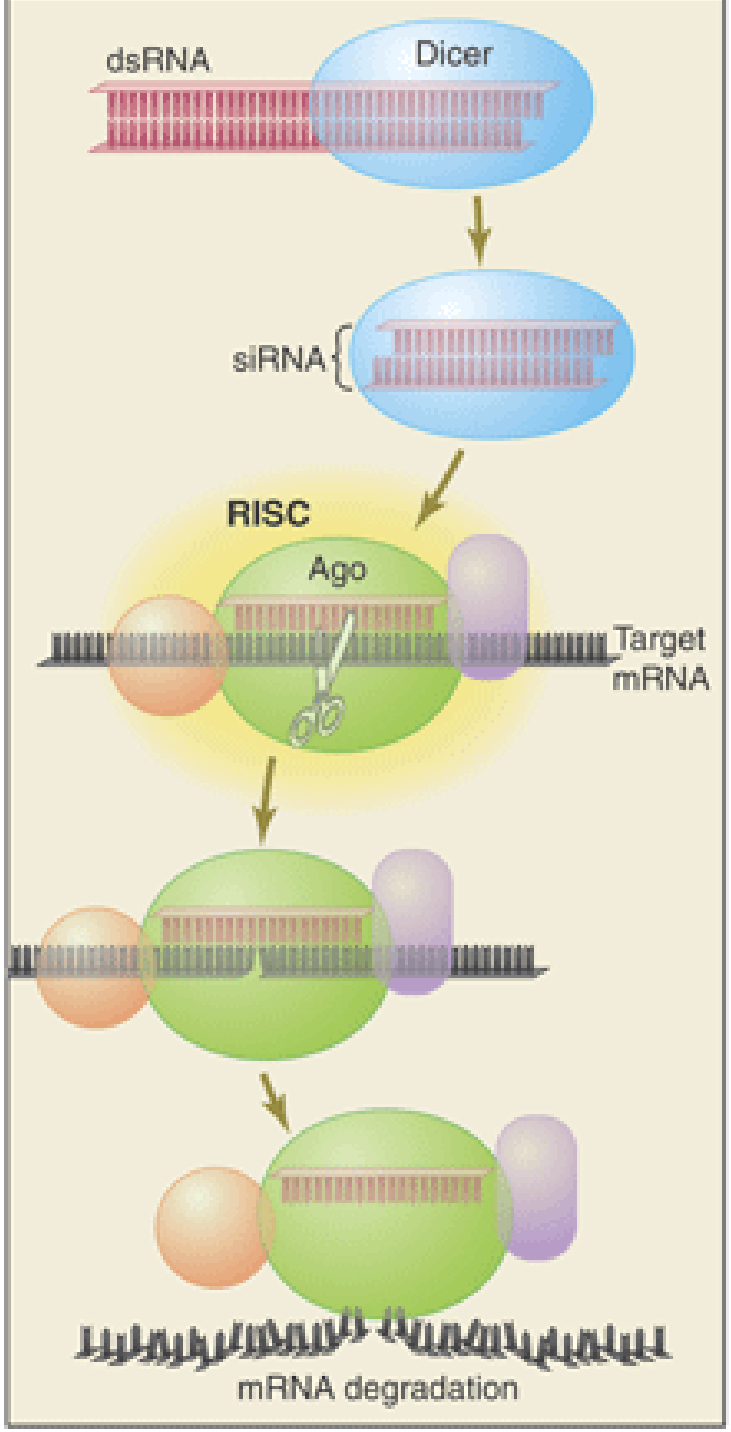
Τεχνολογία VIGS: Εμβόλια για προστασία από ιούς

Σίγηση RNA

•Μηχανισμός άμυνας των φυτών έναντι των ιικών μολύνσεων

•**Εξειδικευμένη ως προς την αλληλουχία αποδόμηση του RNA στόχου**

•Συντηρημένος μηχανισμός στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς



Τεχνολογία VIGS: Εμβόλια για προστασία από ιούς

•Φορείς VIGS: πλασμίδια τα οποία φέρουν τον μολυσματικό κλώνο ενός φυτικού ιού που δεν προκαλεί ασθένεια

➢ Μεταφορά στο φυτικό κύτταρο: συνήθως με αγροβακτήριο (*Agrobacterium tumefaciens*)

➢ Το ιικό γονιδίωμα πολλαπλασιάζεται μολύνοντας διασυστηματικά το φυτό και ενεργοποιεί τον αμυντικό μηχανισμό σίγησης

➢ Η ενσωμάτωση στην αλληλουχία του VIGS φορέα μιας μικρού μήκους αλληλουχίας ενός άλλου ιού έχει ως αποτέλεσμα την ενεργοποίηση της σίγησης (άμυνα) και έναντι του ιού αυτού

Τεχνική αντίστοιχη του εμβολιασμού στα θηλαστικά

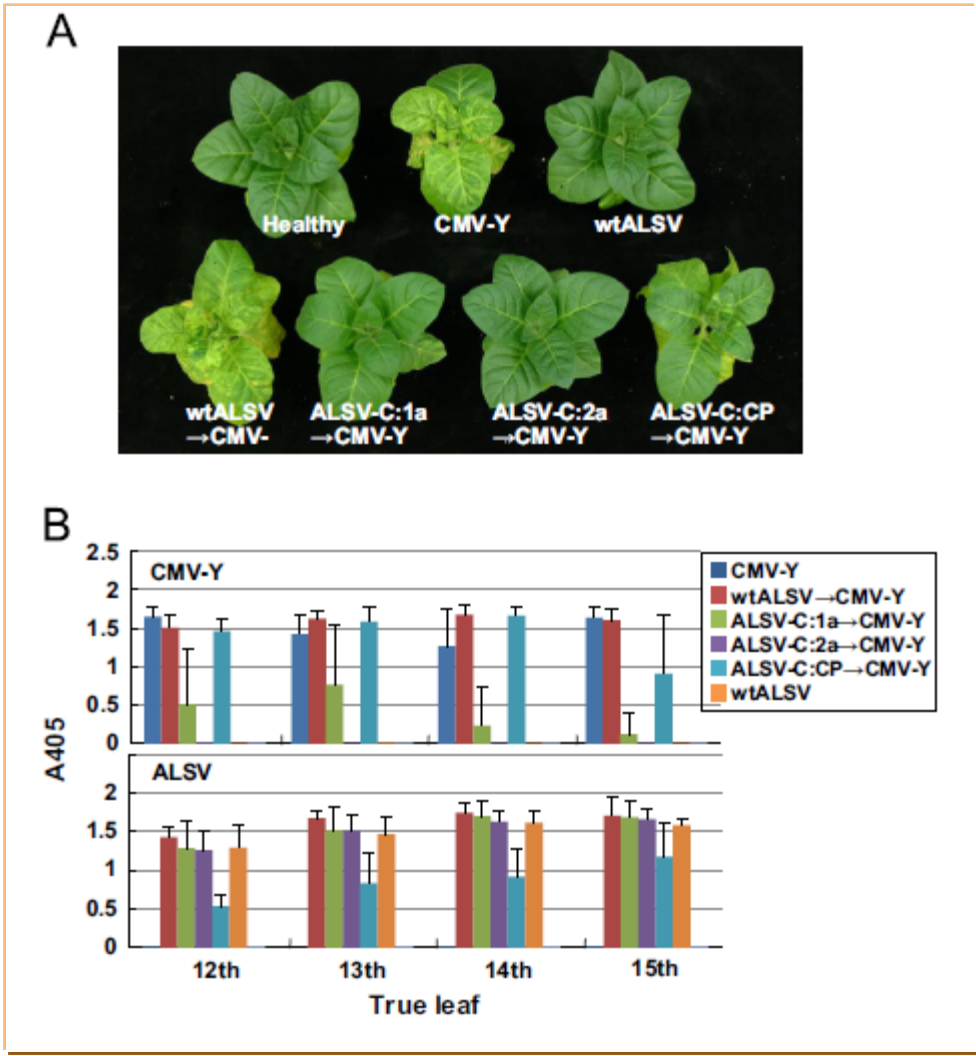
Εφαρμογές

- **VIGS: Ανασυνδιασμένο γονίδιωμα του λανθάνοντος ιού της μηλιάς (ALSV) για την προστασία από τον ιό του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV)**

Προεμβολιασμός φυτών καπνού και μόλυνση από τον CMV

•Ήπια συμπτώματα ή απουσία συμπτωμάτων

•Μείωση της συγκέντρωσης του CMV



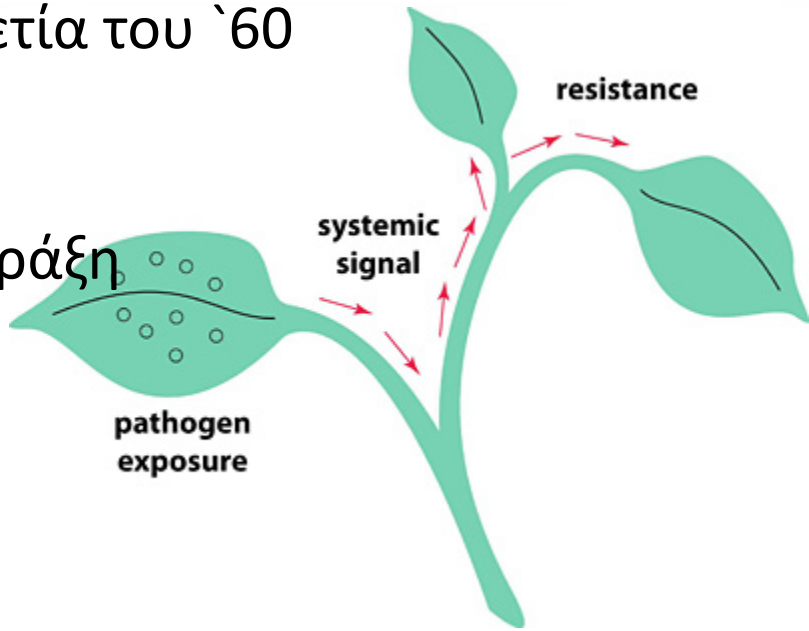
Πλεονεκτήματα – Προοπτικές των εμβολίων VIGS

- Δεν γίνεται γενετική τροποποίηση των φυτών ή χρησιμοποίηση επικίνδυνων χημικών ουσιών
- Είναι ταχύτερη σε σχέση με τις άλλες μεθόδους παραγωγής ανθεκτικών φυτών
- Εφαρμογή για ανάπτυξη «εμβολίων» προστασίας των φυτών από ένα ευρύ φάσμα ιών ή άλλων παθογόνων με ευαισθησία στο μηχανισμό της σίγησης RNA

Ενεργοποιητές αντοχής

•Ερευνητικές προσπάθειες από τη δεκαετία του `60

•Διαθέσιμες λύσεις για εφαρμογή στη πράξη

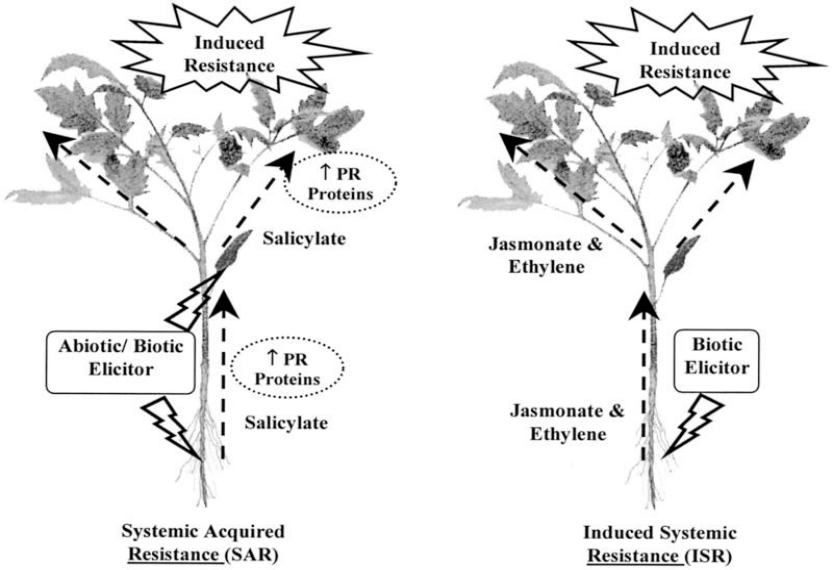


Επαγωγή αντοχής: ενεργοποίηση λανθανόντων αμυντικών μηχανισμών

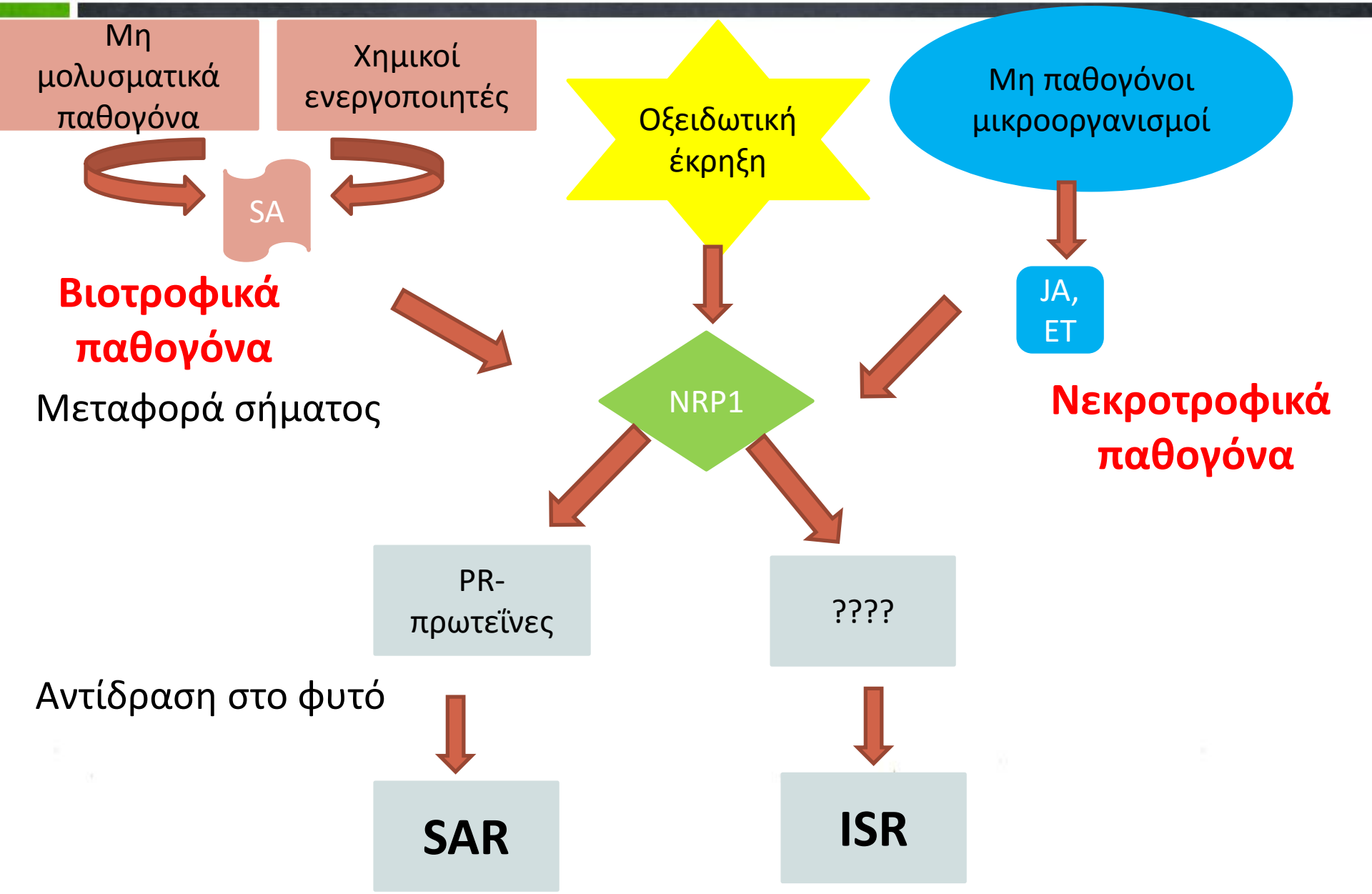
<u>Τύποι επαγώμενης αντοχής</u>

SAR = Systemic Acquired Resistance

ISR= Induced Systemic Resistance



Τύποι επαγώμενης αντοχής



Διεγέρτες Αντοχής των Φυτών

χημικοί

- Φυσικοί οργανικοί διεγέρτες (SA, JA, χιτοζάνη, λαμιναρίνη)
- Φυσικοί ανόργανοι διεγέρτες (φωσφονικά άλατα)
- Συνθετικοί οργανικοί διεγέρτες (INA, ASM)

φυσικοί

- Έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες
- UV ακτινοβολία
- Έκθεση σε όζον

Βιολογικοί

- Μικροοργανισμοί (μύκητες, ζύμες, βακτήρια)
- Βιολογικά Εκχυλίσματα (βακτηριακές πρωτεΐνες, εκχυλίσματα κυτταρικών τοιχωμάτων ζυμών)

Χημικοί διεγέρτες αντοχής των φυτών

Χαρακτηριστικά

- Δεν έχουν αντιμικροβιακή δράση και δεν μεταβολίζονται σε ουσίες με αντιμικροβιακή δράση

- Επιφέρουν αλλαγές στην αντίδραση του φυτού παρουσία του παθογόνου (μετατροπή της σχέσης ξενιστή/παθογόνου από συμβατή σε ασύμβατη)

- Προστασία των φυτών από διάφορα παθογόνα (μη εξειδικευμένη δράση)

Χημικοί διεγέρτες αντοχής των φυτών

Journal of Experimental Botany
doi:10.1093/jxb/ert026

Journal of Experimental Botany
www.jxb.oxfordjournals.org

REVIEW PAPER

Controlling crop diseases using induced resistance: challenges for the future

Dale R. Walters*, Jaan Ratsep and Neil D. Havis

Crop & Soil Systems Research Group, SRUC, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JG, UK

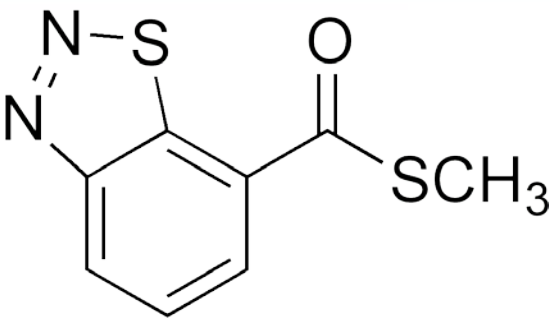
*To whom correspondence should be addressed. E-mail: dale.walters@sruc.ac.uk

Received 16 November 2012; Revised 7 January 2013; Accepted 15 January 2013

- Μελέτη πληθώρας χημικών ουσιών ως διεγερτών αντοχής
- Εφαρμογή στη πράξη κάποιων από αυτές

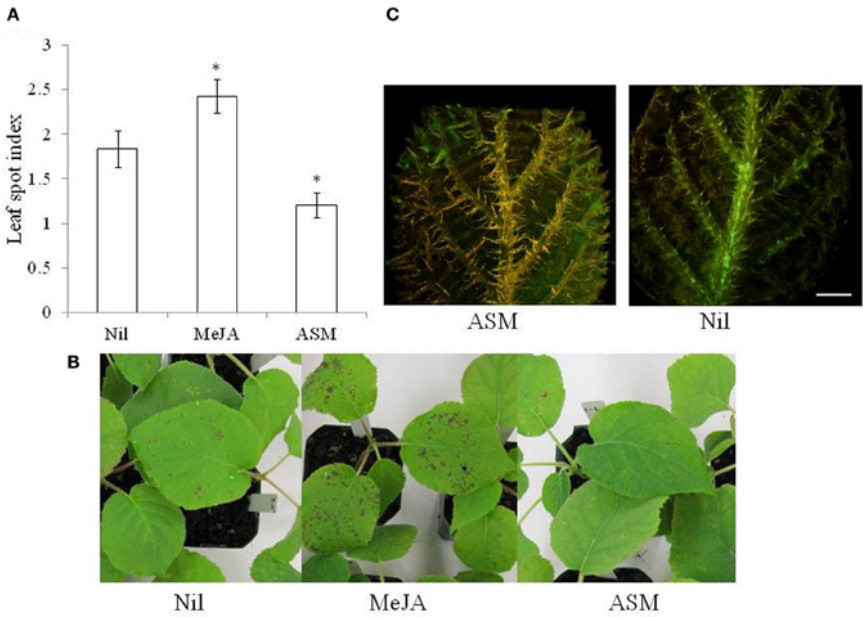
Χημικοί διεγέρτες αντοχής των φυτών -ASM

acibenzolar –S - methyl



- Ο παλαιότερος και πλέον μελετημένος χημικός επαγωγέας
- Δομικό και λειτουργικό ανάλογο του SA
- Δεν έχει μυκητοκτόνο ή βακτηριοκτόνο δράση
- Επάγει το μονοπάτι του SA (SAR)
- Συσσώρευση PR πρωτεϊνών (PR1-PR4)

Αντιμετώπιση του *Psa* στην ακτινιδιά με χρήση του ASM

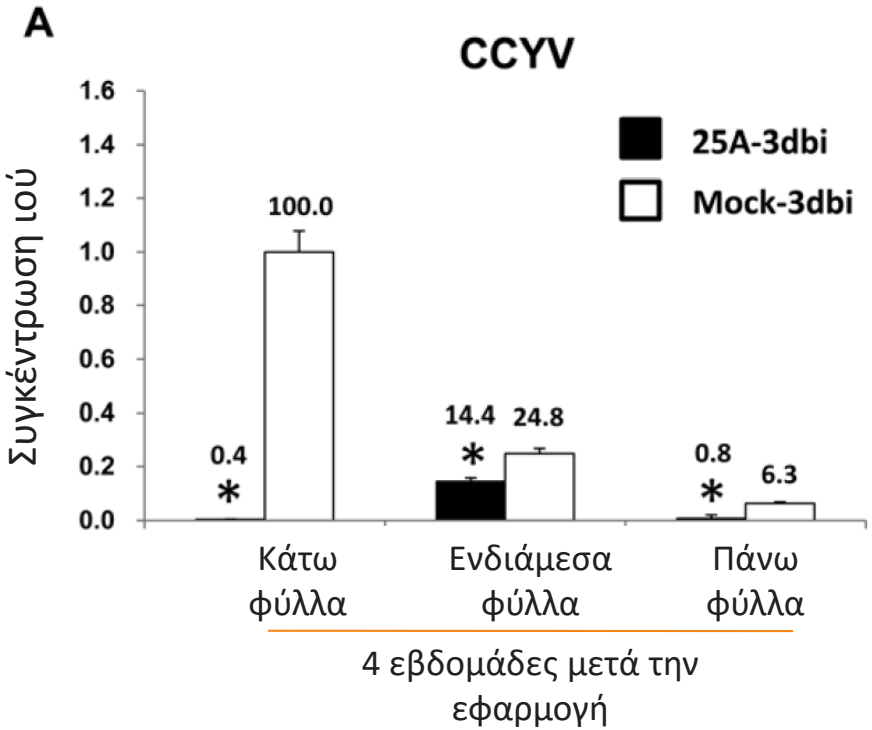


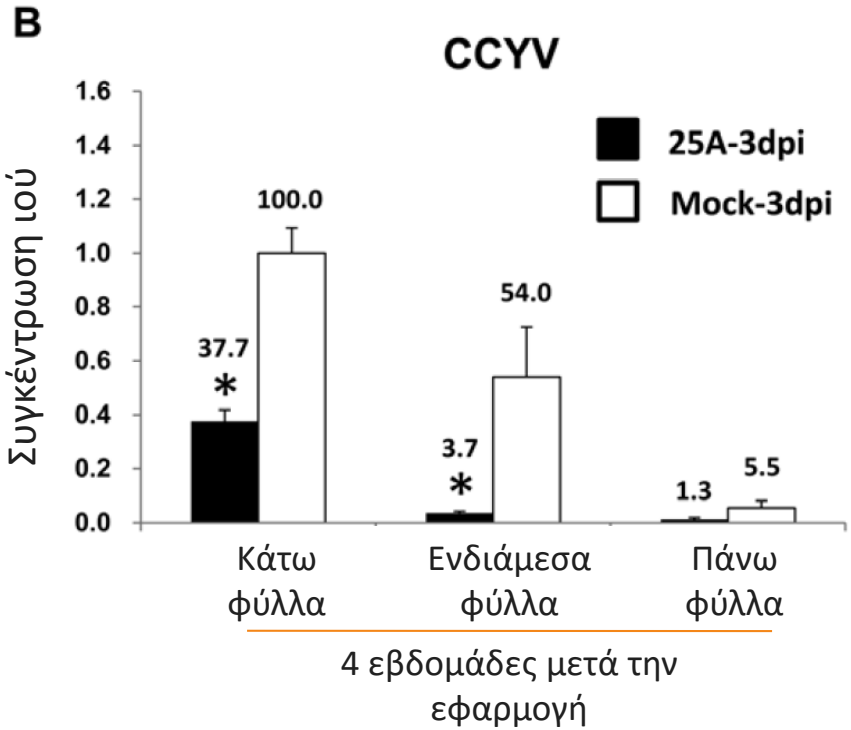
- Τουλάχιστον 2 εφαρμογές με μεσοδιάστημα 21 ημερών
- Μέγιστος αριθμός ψεκασμών 6
- Έναρξη ψεκασμών με την έκπτυξη των φύλλων
- Ολοκλήρωση ψεκασμών με την καρπόδεση (μέσα Ιουνίου)
- Επιβάλλονται συνδυασμοί με χαλκούς σε βροχερές περιόδους

Αντιμετώπιση του CCYV σε φυτά πεπονιάς με την εφαρμογή του ASM

Εφαρμογή ASM πριν την μόλυνση από τον ιό

Εφαρμογή ASM μετά την μόλυνση από τον ιό

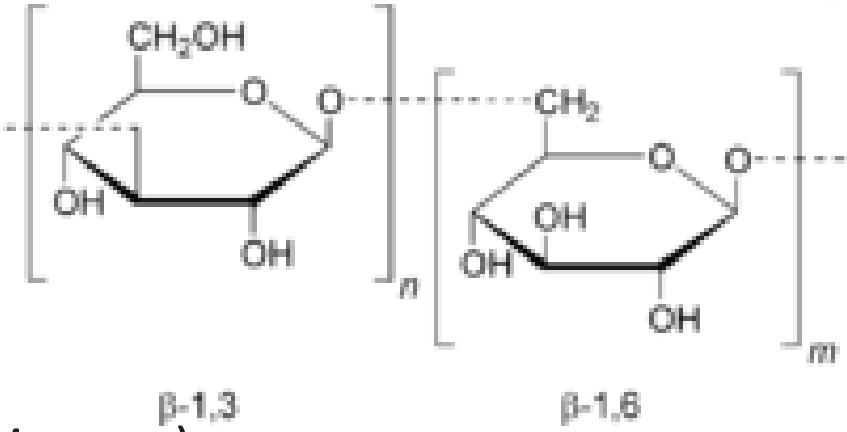




Το **ASM περιορίζει την συγκέντρωση του CCYV και μειώνει ή καθυστερεί την ανάπτυξη συμπτωμάτων**

Χημικοί διεγέρτες αντοχής των φυτών -Laminarin

Laminarin

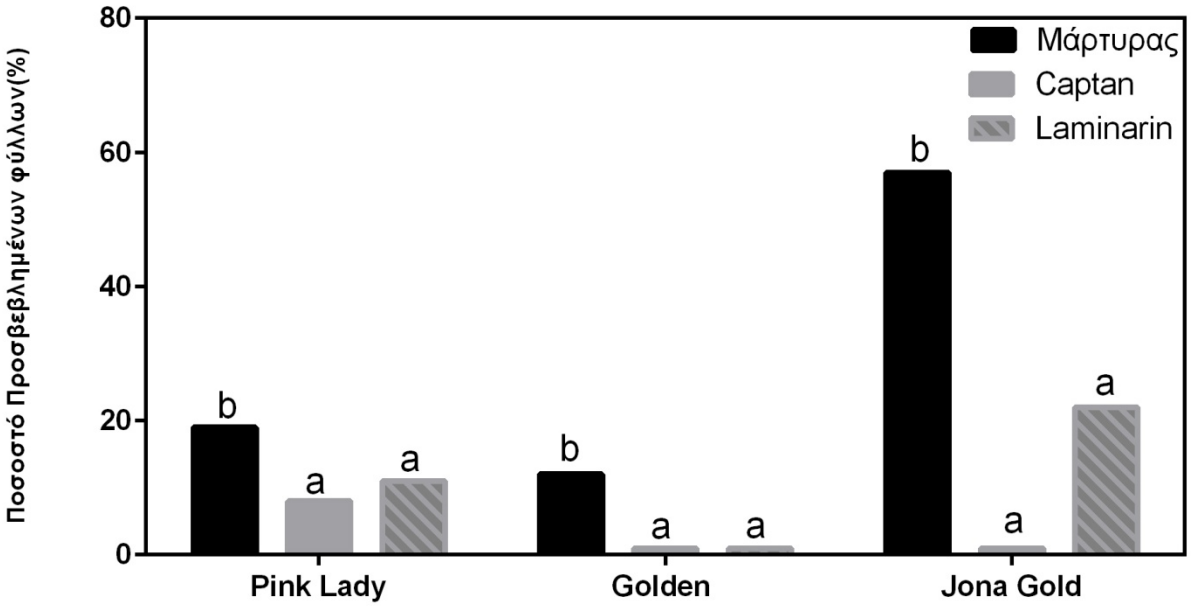


- Χαμηλού μοριακού βάρους β-1,3- γλουκάνη
- Φυσική προέλευση (φαιοφύκη *Laminaria* spp.)
- Επάγει το μονοπάτι του SA (SAR)
- Συσσώρευση PR πρωτεϊνών (PR1-PR4) και φυτοαλεξινών
- Δεν επάγει αντίδραση υπερευαισθησίας (HR)
- Αντιμετώπιση ασθενειών σε μηλοειδή, φράουλα, αμπέλι, τομάτα, μαρούλι

Αντιμετώπιση του φουζικλαδίου της μηλιάς με χρήση του laminarin

- Αποτελεσματική προ-στασία (≈ 60%)

- Σημαντική μείωση προσβολής από μετασυλλεκτικό φουζικλάδιο



- Εφαρμογές που στοχεύουν στην αποτροπή δευτερογενών μολύνσεων και λιγότερο των πρωτογενών

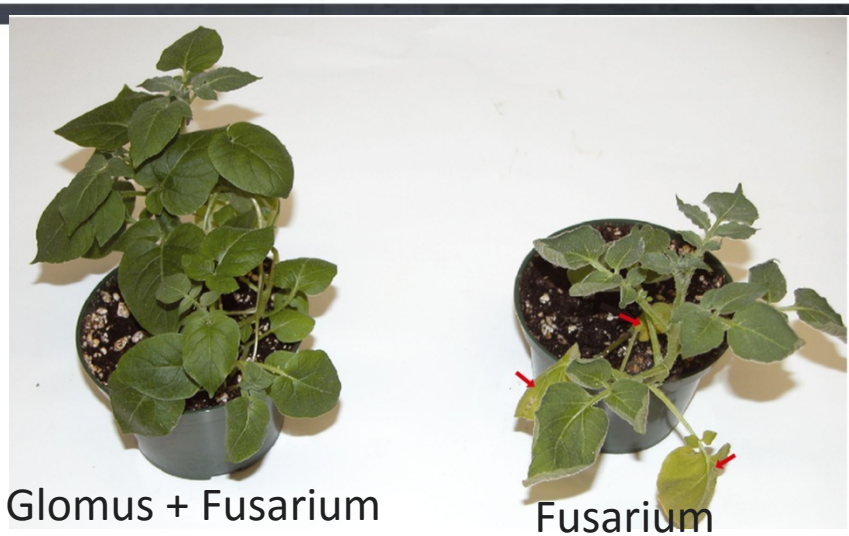
- Μεσοδιάστημα εφαρμογών 8-10 ημέρες

- Αποτελεσματικότητα αντίστοιχη των **προστατευτικών** φουζικλαδιοκτόνων (dithianon, captan)

Βιολογικοί διεγέρτες αντοχής των φυτών

Μυκορριζικοί μύκητες

- *Glomus* spp.
- Επαγωγή PR-πρωτεϊνών
- Κυρίως εναντίον νεκροτροφικών παθογόνων



Μύκητες – Βιοπαράγοντες

- *Trichoderma* spp., *Clonostachys rosea*
- Επαγωγή SAR (μονοπάτι SA) και ISR (μονοπάτι ISR)
- Αποτελεσματικότητα εξαρτώμενη από το γενότυπο (ποικιλία)

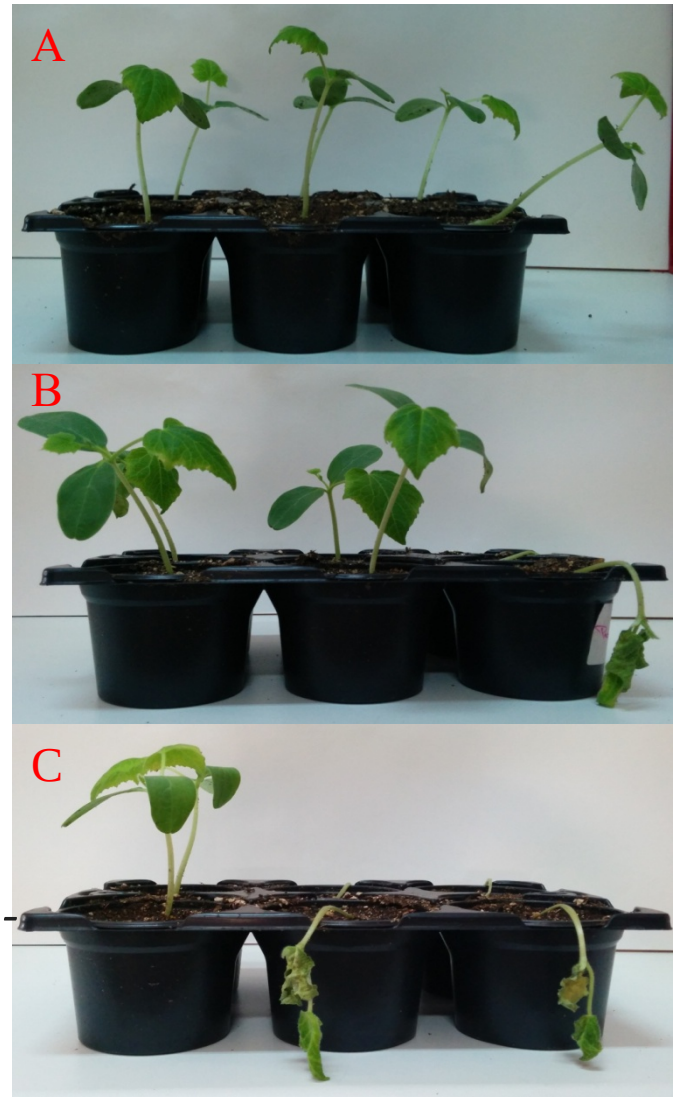
Βιολογικοί διεγέρτες αντοχής των φυτών

Βακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών (PGPR)

- *Pseudomonas spp*. & *Bacillus* spp.
- Συνδυαστική δράση επαγωγής άμυνας και αντιβίωσης
- Επαγωγή ISR (JA & ET μονοπάτια)
- Αυξημένη σύνθεση PR-πρωτεϊνών, φυτοαλεξινών και καλλόζης
- Επιτυχείς εφαρμογές σε κηπευτικά και φράουλα

Αντιμετώπιση *Fusarium* και *Pythium* σε τομάτα και αγγουριά με το *B. amyloliquefaciens* MBI 600

B. subtilis μάρτυρας



Pythium-Previcur

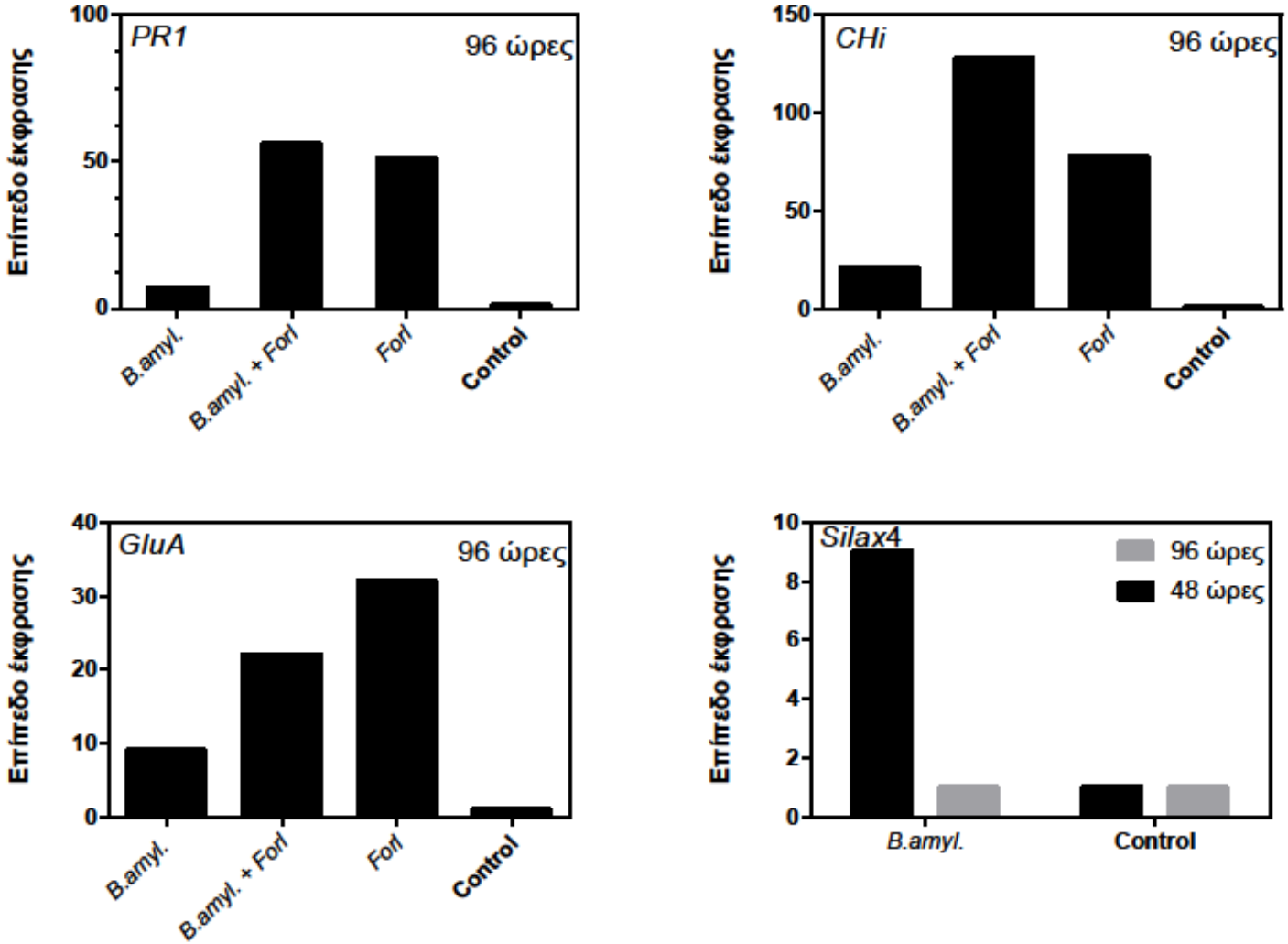
Pythium-*B. subtilis*

Pythium-control

- προαγωγή αύξησης και στους 2 ξενιστές
- Αποτελεσματικότητα > 50% τόσο εναντίον του *F. oxysporum* όσο και του *P. aphanidermatum*

Αντιμετώπιση *Fusarium* και *Pythium* σε τομάτα και αγγουριά με το *B. amyloliquefaciens* MBI 600

Τρανσκριπτομική ανάλυση PR- γονιδίων και γονιδίων αυξίνης σε φυτά τομάτας (Samaras et al., 2016)



Αντοχή στις μετασυλλεκτικές σήψεις

Άγουρος καρπός

Φυσική Ανθεκτικότητα στις Ασθένειες (ΦΑΑ)

Ώριμος καρπός

Παράγοντες μείωσης της ΦΑΑ

1. Θρεπτικές απαιτήσεις του παθογόνου
2. Φυτοαντισιπίνες (προϋπάρχουσες ενώσεις)
3. Φυτοαλεξίνες (επαγώγιμες ενώσεις)
4. Ενεργοποίηση παραγόντων παθο-γένειας από το παθογόνο

Διεγέρτες αντοχής των καρπών σε μετασυλλεκτικές ασθένειες

ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com
SCIENCE DIRECT®

Postharvest Biology and Technology 32 (2004) 1–13

Postharvest Biology and Technology
www.elsevier.com/locate/postharvbio

Review

Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review

Leon A. Terry [a,*], Daryl C. Joyce [b]

[a] Plant Science Laboratory, Institute of BioScience and Technology, Cranfield University, Silsoe, Bedfordshire MK45 4DT, UK
[b] The Centre for Native Floriculture, School of Agronomy and Horticulture, The University of Queensland, Gatton Qld 4343, Australia

Received 14 May 2003; accepted 29 September 2003

χημικοί
- Φυσικοί οργανικοί διεγέρτες (SA, JA, χιτοζάνη)
- Φυσικοί ανόργανοι διεγέρτες (φωσφονικά άλατα)
- Συνθετικοί οργανικοί διεγέρτες (INA, ASM)

φυσικοί
- Έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες
- UV ακτινοβολία
- Έκθεση σε όζον

Βιολογικοί
- Μικροοργανισμοί (ζύμες, βακτήρια)
- Βιολογικά Εκχυλίσματα (βακτηριακές πρωτεϊνες, εκχυλίσματα κυτταρικών τοιχωμάτων ζυμών)

Επίδραση όζοντος στην ανάπτυξη της τεφράς σήψης σε ακτινίδια

Postharvest Biology and Technology 58 (2010) 203–210

Contents lists available at ScienceDirect

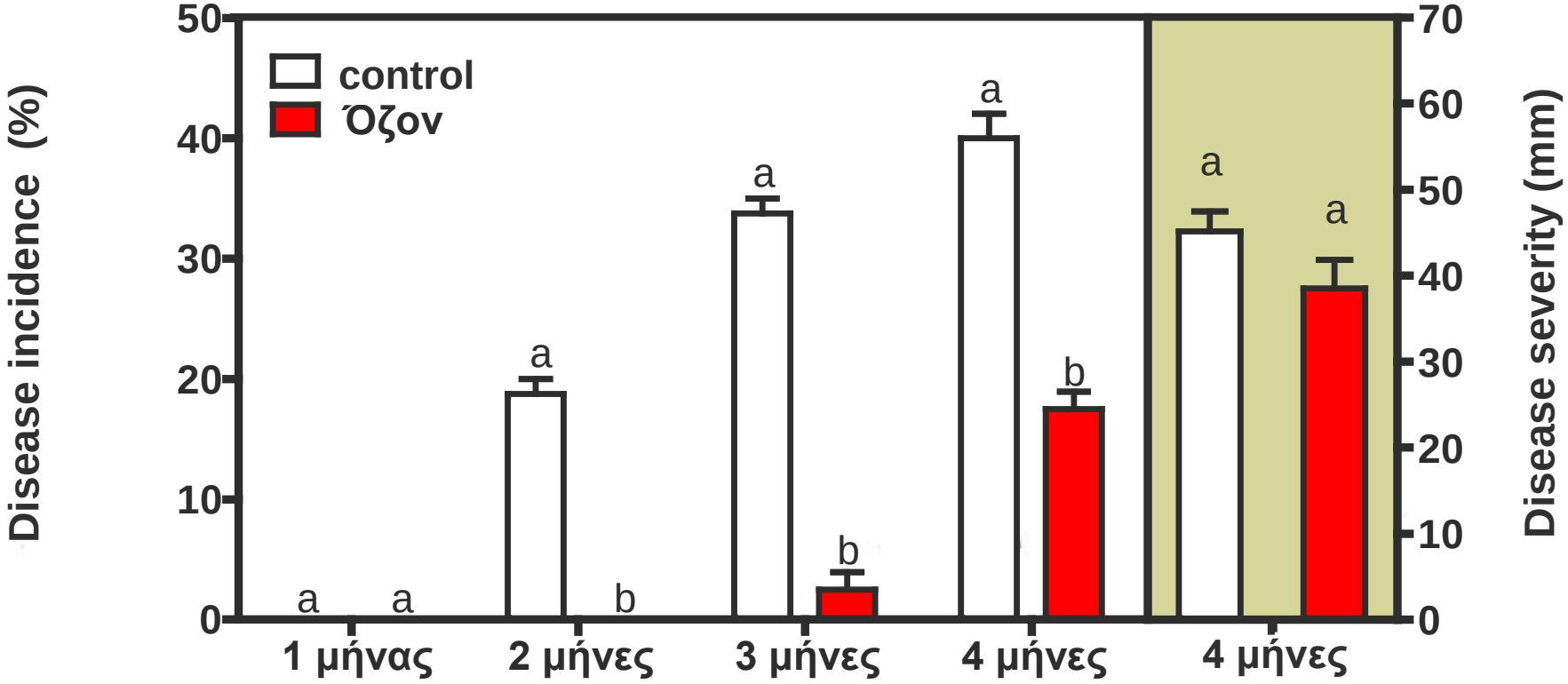
Postharvest Biology and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/postharvbio

Effect of ozone application during cold storage of kiwifruit on the development of stem–end rot caused by *Botrytis cinerea*

Ioannis S. Minas[a], George S. Karaoglanidis[b,*], George A. Manganaris[c], Miltiadis Vasilakakis[a]

[a] Laboratory of Pomology, School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki 54124, Greece
[b] Laboratory of Plant Pathology, School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki 54124, Greece
[c] Department of Agricultural Sciences, Biotechnology and Food Science, Cyprus University of Technology, Lemessos 50329, Cyprus



Επίδραση όζοντος στην ανάπτυξη της τεφράς σήψης σε ακτινίδια

Μάρτυρας **Όζον**

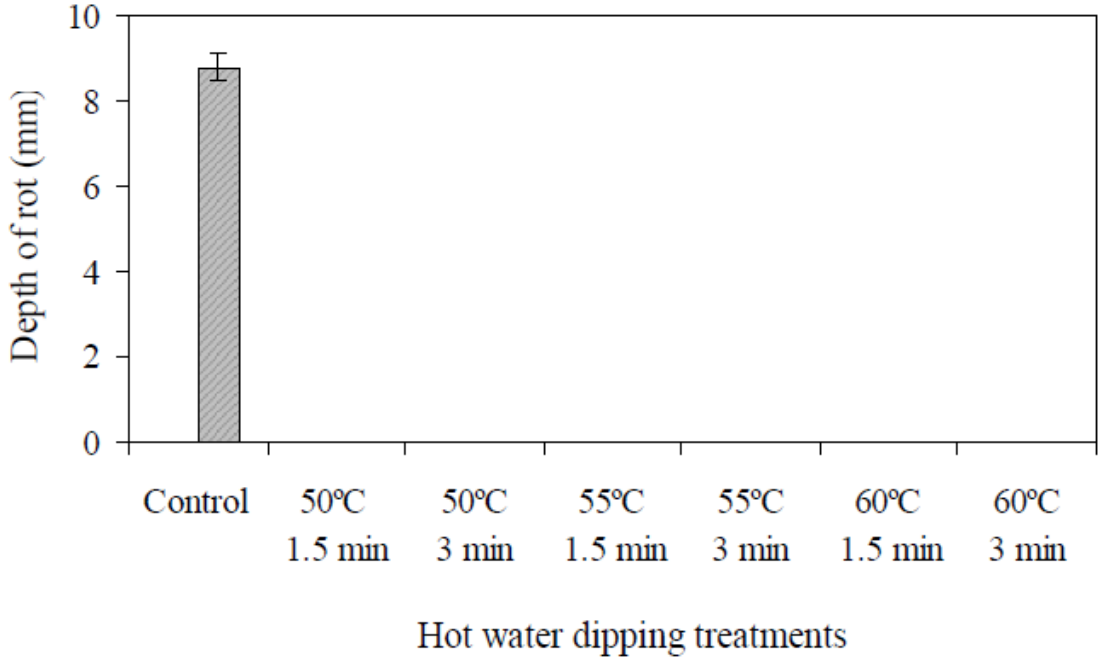
Επίδραση θερμού νερού στην ανάπτυξη της τεφράς σήψης σε ακτινίδια

Fresh Produce ©2008 Global Science Books

The Effect of Post-storage Hot Water Dipping on Control of *Botrytis cinerea* Rot and on Preservation of Quality of 'Hayward' Kiwifruit

Athanasios Koukounaras[1*] · Anastasia L. Lagopodi[2] · Kamer Cetiz[3] · Evangelos Sfakiotakis[1]

[1] Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture, Aristotle University, 54124, Thessaloniki, Greece
[2] Laboratory of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Aristotle University, 54124, Thessaloniki, Greece
[3] Mediterranean Agronomic Institute of Chania, 73100, Chania, Greece
Corresponding author: * thankou@agro.auth.gr or koukounarasathanasios@yahoo.gr



Παράγοντες που επηρεάζουν την έκφραση της αντοχής

- Μεγάλη παραλλακτικότητα στην αποτελεσματικότητα καταπολέμησης
- Σε πολλές περιπτώσεις αποτελεσματικότητα >85%
- Αλλά και πλήρης απουσία αποτελεσματικότητας

Από τι επηρεάζεται η αποτελεσματικότητα??????

Γενότυπος ξενιστή

Κόστος προσαρμοστικότητας

Αβιοτικές καταπονήσεις

Επαγωγή Αντοχής

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πράξη??

<u>Επαγωγείς αντοχής</u> – Αναγκαιότητα ένταξής τους σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης

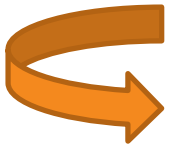
Έναντι ποιων ασθενειών????

Ευκολότερη η αξιοποίησή τους έναντι ασθενειών που δεν καταπολεμούνται με συμβατικά χημικά ή ασθενειών για τις οποίες δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες

Επαγωγή Αντοχής
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πράξη??

<u>Επαγωγείς αντοχής & μυκητοκτόνα</u> : Μπορούν να συνδυασθούν???

- Σπάνια οι επαγωγείς προσφέρουν υψηλότερη αποτελεσματικότητα σε σχέση με τα συμβατικά μυκητοκτόνα
- Συνδυασμός επαγωγέων με συμβατικά μυκητοκτόνα μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα καταπολέμησης
- Αποτελεσματικότερη η εφαρμογή επαγωγέων στην έναρξη της βλαστικής περιόδου



- Χαμηλές εντάσεις προσβολής
- Παραγωγή λιγότερου δευτερογενούς μολύσματος
- Μείωση του συνολικού αριθμού εφαρμογών με συμβατικά χημικά
- Τα νεαρά φυτά είναι πιο ευπαθή στη μόλυνση από ιούς

Επαγωγή Αντοχής
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πράξη??

Επαγωγείς αντοχής – Συχνότητα εφαρμογών

- Συνήθως αναγκαιότητα για επαναλαμβανόμενες εφαρμογές
- Πτώση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής 9-12 μέρες μετά την εφαρμογή

Επαγωγείς αντοχής & Βιολογική Καταπολέμηση : Μπορούν να συνδυασθούν???

- δυνατότητα βελτίωσης της αποτελεσματικότητας της βιολογικής καταπολέμησης με συνδυαστική της χρήση με επαγωγείς άμυνας

Συμπεράσματα

- Απαιτούνται νέες μέθοδοι καταπολέμησης με ικανοποιητικά επίπεδα και μεγάλη διάρκεια αποτελεσματικότητας

- Προσθήκη των επαγωγέων ως συμπληρωματικών μέσων καταπολέμησης

- Μειονέκτημα το ευμετάβλητο της αποτελεσματικότητας των επαγωγέων

- Αποδοχή εκ μέρους των παραγωγών της μικρότερης αποτελεσματικότητας

Ευχαριστίες

Σαμαράς Αναστάσιος, Μετ. Φοιτητής
Εργ. Φυτοπαθολογίας Α.Π.Θ.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Ευχαριστώ για τη προσοχή σας!!
Τμήμα Γεωπονίας
Α.Π.Θ