



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας

**Επίδραση των δραστικών ουσιών azoxystrobin,
propiconazole, pyrimethanil και chlorothalonil στην ανά-
πτυξη μυκηλίου του μύκητα *Phomopsis amygdali* (Delacr.)
J.J. Tuset & M.T. Portilla**

ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

Επιβλέπων καθηγητής: Ευάγγελος Βέλλιος

ΒΟΛΟΣ 2020

“Επίδραση των δραστικών ουσιών azoxystrobin, propiconazole, pyrimethanil και chlorothalonil στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα *Phomopsis amygdali* (Delacr.) J.J. Tuset & M.T. Portilla”

“Sensitivity of *Phomopsis amygdali* (Delacr.) J.J. Tuset & M.T. Portilla isolates to azoxystrobin, propiconazole, pyrimethanil and chlorothalonil”

Τριμελής εξεταστική επιτροπή: Ευάγγελος Βέλλιος, Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)

Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής

Dr Φεβρωνία Λιολιοπούλου, μέλος ΕΔΙΠ

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΦ.

Ζαχαροπούλου Αικατερίνη

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου κ. Ευάγγελο Βέλλιο, Επίκουρο Καθηγητή Φυτοπαθολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθεια του καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ανέστη Καρκάνη, Επίκουρο Καθηγητή Ζιζανιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την αξιολόγηση της εργασίας.

Στην Δρ Φεβρωνία Λιολιοπούλου, μέλος της ΕΔΙΠ, οφείλω θερμές ευχαριστίες για την υπομονή και την βοήθεια της στην αποπεράτωση του πειράματος.

Ευχαριστώ από βάθη καρδιάς τον Δρ Αθανάσιο Γιατρόπουλο, Εντομολόγο του Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, για τις πολύτιμες συμβουλές του για την ανάλυση και συγγραφή της εργασίας, χωρίς την βοήθεια του οποίου η εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξη σε όλη την διάρκεια της εργασίας και της σταδιοδρομίας μου.

Περιεχόμενα

Κατάλογος εικόνων.....	vii
Κατάλογος διαγραμμάτων.....	viii
Περίληψη.....	ix
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Καλλιέργεια της αμυγδαλιάς.....	1
1.2 Έλκος κλαδίσκων αμυγδαλιάς.....	1
1.3 Παθογόνο αίτιο.....	1
1.4 Αντιμετώπιση έλκους κλαδίσκων αμυγδαλιάς.....	2
1.5 Azoxystrobin.....	3
1.6 Sham (Salicylhydroxamic acid).....	3
1.7 Propiconazole.....	6
1.8 Pyrimethanil.....	6
1.9 Chlorothalonil.....	6
1.10 Αξιολόγηση μυκητοκτόνων.....	8
1.11 Ελάχιστη Παρεμποδιστική Συγκέντρωση (MIC).....	8
1.12 Υπολογισμός της EC ₅₀	8
1.13 Σκοπός της εργασίας.....	8
2. Υλικά και μέθοδοι.....	9
2.1 Δειγματοληψία, απομόνωση και ταυτοποίηση παθογόνου.....	9
2.2 Θρεπτικό υλικό.....	9
2.3 Αποτελεσματικότητα μυκητοκτόνων στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα <i>P.amygdali</i>	10
2.4 Στατιστική ανάλυση.....	11
2.5 Μετρήσεις.....	11

3. Αποτελέσματα.....	12
3.1 Απομονώσεις του φυτοπαθογόνου μύκητα <i>P.amygdali</i>	12
3.2 Φαινότυπος των απομονώσεων του μύκητα στις διαφορετικές επεμβάσεις.....	12
3.3 Αποτελεσματικότητα μυκητοκτόνων στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα <i>P.amygdali</i>	20
3.3.1 EC ₅₀	20
3.3.2. Επίδραση μυκητοκτόνων στην ακτινωτή ανάπτυξη αποικιών του μύκητα <i>P. amygdali</i>	24
3.4 Σύγκριση της επίδρασης των μυκητοκτόνων.....	32
3.4.1 Συγκέντρωση 1 ppm δραστικής ουσίας.....	33
3.4.2 Συγκέντρωση 10 ppm δραστικής ουσίας.....	34
3.4.3 Επίδραση SHAM.....	34
4. Συζήτηση.....	35
4.1 Σύγκριση δραστικών ουσιών.....	35
4.2 Απομονώσεις.....	37
5. Συμπεράσματα.....	39
6. Βιβλιογραφία.....	40
6.1 Ελληνική βιβλιογραφία.....	40
6.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	40
7. Παράρτημα.....	44
7.1 Σύγκριση των μυκητοκτόνων και της συγκέντρωσης.....	44
7.2 Σύγκριση της απόκρισης των απομονώσεων ανά δραστική ουσία και συγκέντρωση.....	45
7.3 Σύγκριση των μυκητοκτόνων σε συγκέντρωση 1 ppm ανά απομόνωση.....	50

7.4 Σύγκριση των μυκητοκτόνων σε συγκέντρωση 10 ppm ανά απομόνωση.....	58
7.5 Σύγκριση της απόκρισης των απομονώσεων στις δόσεις SHAM.....	65
7.6 Σύγκριση της απόκρισης των απομονώσεων ανά συγκέντρωση azoxystrobin και SHAM.....	66

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Συντακτικός τύπος azoxystrobin.....	5
Εικόνα 2. Συντακτικός τύπος SHAM.....	5
Εικόνα 3. Συντακτικός τύπος propiconazole.....	7
Εικόνα 4. Συντακτικός τύπος pyrimethanil.....	7
Εικόνα 5. Συντακτικός τύπος chlorothalonil.....	7
Εικόνα 6. Μαύρες κατασκευές στην επιφάνεια του μυκηλίου αποικίας της απομόνωσης X1, μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι.....	14
Εικόνα 7. Μυκήλιο με «ζωνωτό» μοτίβο και καστανές κατασκευές σε αποικίες της απομόνωσης B3, μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι.....	15
Εικόνα 8. Μεταχρωματισμός στο θρεπτικό υλικό από επώαση στους 25°C σε συνεχές σκοτάδι μετά το πέρας 10 ημερών.....	15
Εικόνα 9. Κατασκευές και διάφανες εξιδρώσεις σε αποικία της απομόνωσης Φ4, μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 10 ppm chlorothalonil.....	17
Εικόνα 10. Μεταχρωματισμός στα όρια του μυκηλίου σε αποικία της απομόνωσης A5 μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 10 ppm chlorothalonil.....	17
Εικόνα 11. Μυκήλιο με "ζωνωτό" μοτίβο μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA χωρίς προσθήκη μυκητοκτόνου.....	18
Εικόνα 12. Ακανόνιστο μοτίβο μυκηλίου μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 10 ppm pyrimethanil.....	19
Εικόνα 13. Ακανόνιστο μοτίβο μυκηλίου μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 1 ppm pyrimethanil.....	19

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) της σχέσης της συγκέντρωσης chlorothalonil (x) με την απόκριση του παθογόνου (y).....	22
Διάγραμμα 2. Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) της σχέσης της συγκέντρωσης pyrimethanil (x) με την απόκριση του παθογόνου (y).....	22
Διάγραμμα 3. Γράφημα στο οποίο απεικονίζεται η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) της σχέσης της συγκέντρωσης azoxystrobin (x) με την απόκριση του παθογόνου (y).....	23
Διάγραμμα 4. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ7, A1, Φ8, X1, B3, Φ4, A5, B4 και A6 μετά από προσθήκη chlorothalonil.....	25
Διάγραμμα 5. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ4, A6, B4, Φ8, B2, B3, Φ7, A5 και A1 μετά από προσθήκη pyrimethanil.....	27
Διάγραμμα 6. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ7, X3, X1, A5, B3, A6, A1, B2, Φ8, B4 και Φ4 μετά από προσθήκη propiconazole.....	27
Διάγραμμα 7. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων X1 και B2 μετά από προσθήκη azoxystrobin.....	29
Διάγραμμα 8. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ8, B4, B2, A5, Φ7 και B3 μετά από προσθήκη azoxystrobin και 33 ppm SHAM.....	29
Διάγραμμα 9. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ7, B2, X1, A6, Φ4 και X3 μετά από προσθήκη azoxystrobin και 100 ppm SHAM.....	31
Διάγραμμα 10. Μέσος όρος της μυκηλιακής ανάπτυξης (διάμετρος αποικίας σε cm) όλων των απομονώσεων στις συγκεντρώσεις 0 (μάρτυρας), 1 και 10 ppm μετά την προσθήκη των υπό εξέταση δραστικών ουσιών.....	32
Διάγραμμα 11. Σύγκριση της μυκηλιακής ανάπτυξης της απομόνωσης B2 μετά από προσθήκη azoxystrobin χωρίς SHAM, azoxystrobin με 33 ppm SHAM και azoxystrobin με 100 ppm SHAM.....	32

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της δράσης των μυκητοκτόνων propiconazole, chlorothalonil, pyrimethanil και azoxystrobin σε συνδυασμό με SHAM ως προς την παρεμπόδιση της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα *Phomopsis amygdali*, όπως επίσης και ο καθορισμός της EC₅₀ για το καθένα. Το παθογόνο επωάστηκε σε τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα PDA μετά την προσθήκη μυκητοκτόνων σε συγκεντρώσεις 0.001, 0.01, 0.1, 1 και 10 ppm για 14 ημέρες στους 25°C σε συνεχές σκοτάδι. Οι τιμές EC₅₀ ήταν για το chlorothalonil 1.673 mg/L, για το azoxystrobin χωρίς SHAM 0.520 mg/L και για το pyrimethanil > 6.338 mg/L. Η σειρά αποτελεσματικότητας των μυκητοκτόνων που εξετάστηκαν ήταν propiconazole > azoxystrobin με SHAM > chlorothalonil > pyrimethanil, όπου τα πρώτα τρία παρεμπόδισαν ικανοποιητικά την ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα, ενώ το pyrimethanil δεν παρεμπόδισε την ανάπτυξη μυκηλίου του *P. amygdali*.

Λέξεις-κλειδιά: Salicylhydroxamic acid, EC₅₀, *Fusicoccum amygdali*, *Diaporthe amygdali*.

1 Εισαγωγή

1.1 Καλλιέργεια της αμυδαλιάς

Η αμυδαλιά (*Prunus dulcis*), ανήκει στην οικογένεια *Rosaceae*. Είναι φυλλοβόλο δέντρο, και μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 6 μέτρα ύψος. Η ανθική περίοδος λαμβάνει χώρα από τον Μάρτιο μέχρι τον Απρίλιο, ενώ οι καρποί της ωριμάζουν τον Οκτώβριο. Η καλλιέργειά της είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο, με την παγκόσμια παραγωγή να ανέρχεται στους 3182902 τόνους το 2018. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή το 2018 ήταν οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής με παραγωγή 1872500 τόνους αμύγδαλα, η Ισπανία, το Ιράν και το Μαρόκο, ενώ η Ελλάδα, στην 11^η θέση, είχε παραγωγή 38352 τόνους (FAO 2018).

1.2 Έλκος κλαδίσκων αμυδαλιάς

Το έλκος κλαδίσκων εμφανίζεται στην αμυδαλιά, στην ροδακινιά και στην βερικοκιά, όπως επίσης και στην ιαπωνική ανδρομέδα (*Pieris japonica*) όπου είναι το πρώτο καλλωπιστικό φυτό που παρατηρήθηκε να προσβάλλεται από το παθογόνο αυτό (Bienapfl and Balci 2013). Προσβάλλονται τα κλαδιά, παρουσιάζοντας σταχτόχρωμα, συνήθως ελαφρώς βυθισμένα έλκη, στην επιφάνεια των οποίων πολλές φορές εμφανίζονται πολλά μικρά μαύρα στίγματα, τα οποία είναι τα πυκνίδια του μύκητα. Τα έλκη είναι πιθανόν να εμφανίζουν ένα μοτίβο «ζωνών» (Rhouma et al. 2008). Επιπλέον μπορεί να παρατηρηθούν σπειράματα στα προσβεβλημένα σημεία (Παναγόπουλος 2007). Οι καρποί που αναπτύσσονται σε προσβεβλημένους κλάδους παρουσιάζονται συρρικνωμένοι, παραμορφωμένοι και εν τέλει αποκόπτονται και πέφτουν (Rhouma et al. 2008). Το παθογόνο εισέρχεται στο φυτό μέσω των τραυματισμένων φύλλων το φθινόπωρο, ενώ την άνοιξη μπορεί να εισέλθει μέσω των άνθων, μέσω πληγών στους οφθαλμούς και στους καρπούς, όπως επίσης και μέσω των κοιμώμενων οφθαλμών (Rhouma et al. 2008).

Η ασθένεια αυτή προκαλεί σημαντικές απώλειες στη σοδειά, καθώς μπορεί να οδηγήσει και στην νέκρωση του δέντρου (Lalancette and Polk 2000).

1.3 Παθογόνο αίτιο

Το αίτιο είναι ο μύκητας *Phomopsis amygdali* συν. *Fusicoccum amygdali* (Tuset και Portilla 1989). Ανήκει στους αδηλομύκητες, στην κλάση Coelomycetes και στην τάξη Sphaeropsidales (Τζάμος 2007). Το είδος πρόσφατα μετονομάστηκε σε *Diaporthe amygdali* (Delacr.), και βάσει της νέας ταξινόμησης ανήκει στην κλάση Sordariomycetes και στην τάξη Diaporthales (Mycobank 2020). Τα

κονιδιώματα είναι ευστρωματικά και υποστρόγγυλα, πεπλατυσμένα, υποδερματικά, χρώματος σκούρου καφέ έως μαύρο. Τα κονίδια εξέρχονται από τα πυκνίδια με τη μορφή σπειραμάτων. Οι κονιδιοφόροι είναι υποκυλινδρικοί, υαλώδεις, με σπάνιες διακλαδώσεις, 7.4 - 36.3 μm έως 1.5 - 3.2 μm. Έχουν παρατηρηθεί κονίδια Α τύπου, τα οποία είναι ατρακτοειδή έως και ελλειψοειδή, συνήθως με ένα οξύληκτο άκρο. Κονίδια τύπου Β δεν έχουν παρατηρηθεί, όπως έχουν παρατηρηθεί για άλλα είδη του γένους (Παναγόπουλος 2007, Mycobank 2020). Το μυκήλιο αποικιών του μύκητα σε θρεπτικό υλικό είναι λευκό με χαρακτηριστική βαμβακώδη όψη (Farr et al. 1999).

Το γένος *Phomopsis amygdali* περιλαμβάνει ετεροθαλλικά (self-sterile), ομοθαλλικά (αυτογόνιμα) και ασεξουαλικά είδη. Επιπλέον παράγει μια ουσία, τη φουζικοκίνη, η οποία έχει την ιδιότητα να προκαλεί το άνοιγμα των στομάτων των φυτών (Assmann and Schwartz 1992). Το είδος προσβάλλει πολλά καρποφόρα δέντρα εκτός από την αμυγδαλιά και τη ροδακινιά, όπως το πικραμύγδαλο, τη δαμασκηνιά, το αβοκάντο και το αμπέλι.

Προσβολές από τον μύκητα έχουν καταγραφεί στην Ελλάδα, την Πορτογαλία, την Ισπανία, την Ιταλία, την Κίνα, την Ιαπωνία, την Τυνησία, την Νότιο Αφρική, τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, τον Καναδά και την Βραζιλία (Tuset and Portilla 1989, Mostert et al. 2001, Παναγόπουλος 2007, Chi et al. 2007, Rhouma et al. 2008).

1.4 Αντιμετώπιση έλκους κλαδίσκων αμυγδαλιάς

Σύμφωνα με τον EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) οι καλλιεργητικές μέθοδοι που ακολουθούνται για την πρόληψη της ασθένειας αφορούν κυρίως την αποφυγή μεταφοράς μολύσματος και στην διατήρηση χαμηλής υγρασίας στο χωράφι. Πρέπει να απομακρύνονται τα προσβεβλημένα κλαδιά από την καλλιέργεια, το κλάδεμα να πραγματοποιείται σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας και πάντα με απολυμάνσεις των κλαδευτικών μέσων και των πληγών. Επίσης συστήνεται στάγδην άρδευση και όχι διαβροχή (μπεκ) (EPPO 2004). Η ισορροπημένη αζωτούχος λίπανση παίζει ρόλο στην διαχείριση της ασθένειας, καθώς αμφότερες η έλλειψη και η υπερχρή αζωτούχου λίπανσης υποβοηθά στην έξαρση της ασθένειας (Simões et al. 2005).

Διάφορα μυκητοκτόνα έχουν δοκιμαστεί ανά τα χρόνια για τον αποτελεσματικό έλεγχο και την αντιμετώπιση της ασθένειας, σε πειραματικό επίπεδο καθώς και σε αγρούς. Στην Ελλάδα το υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης και τροφίμων για την ασθένεια της του έλκους κλαδίσκων συστήνει το captan, βασικό προστατευτικό μυκητοκτόνο της ομάδας των φθαλιμιδίων (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Ο EPPO συστήνει τα carbendazim και thiophanate-methyl για την αντιμετώπιση της ασθένειας στη ροδακινιά. Σε μελέτες έχει εξεταστεί η δράση του tebuconazole (Thomidis et al. 2009),

η δράση των difenoconazole και diniconazole (Zhaolin et al. 2013), το chlorothalonil και το azoxystrobin (Lalancette and Robison 2007), με θετικά αποτελέσματα. Τα diniconazole και chlorothalonil δεν έχουν έγκριση στην Ελλάδα πλέον.

1.5 Azoxystrobin

Το azoxystrobin (Εικόνα 1) είναι διασυστηματικό μυκητοκτόνο της τάξης των στρομπιλουρίνων (Lewis et al. 2016). Οι στρομπιλουρίνες είναι παράγωγα του βασιδιομύκητα *Strobilurus tenacellus* και δρουν παρεμποδίζοντας την μιτοχονδριακή αναπνοή μέσω της πρόσδεσης της (E)-β-μεθοξύ-ακρυλικής ομάδας στην θέση Q₀ του συμπλόκου III των κυτοχρωμάτων bc1 (Bartlett et al. 2002). Η δραστική αυτή ουσία χρησιμοποιείται ευρέως για την πρόληψη ασθενειών με υψηλή αποτελεσματικότητα (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010), όπως επίσης για την αντιμετώπιση και τον έλεγχο ασθενειών, αν και παρουσιάζει μειωμένη αποτελεσματικότητα στην περίπτωση εκτεταμένης ανάπτυξης του παθογόνου. Επιπλέον παρεμποδίζει την βλάστηση σπορίων σε μερικούς μύκητες (Wood and Hollomon 2003).

1.6 Sham (Salicylhydroxamic acid)

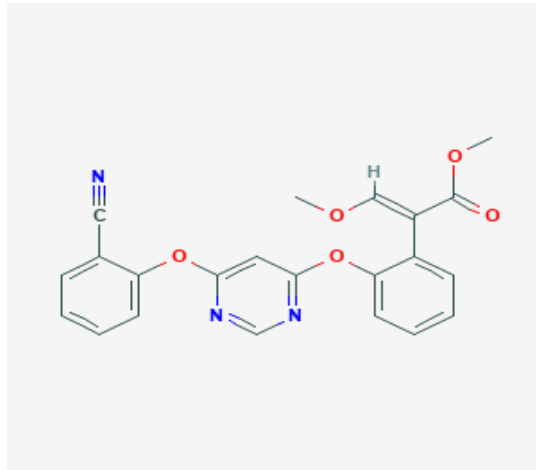
Το SHAM είναι ένα υδροξαμικό οξύ και ανήκει στην τάξη των φαινολών (Εικόνα 2). Δρα μέσω της παρεμπόδισης της εναλλακτικής αναπνοής των μυκήτων (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010).

Η διαδικασία αναπνοής των μυκήτων (όπως και των φυτών) ακολουθεί μια σειρά αντιδράσεων η οποία δεν ακολουθεί μόνο μία κατεύθυνση. Σημείο ενδιαφέροντος αποτελεί ο ρόλος της εναλλακτικής οξειδάσης (AOX) η οποία είναι υπεύθυνη για την εναλλακτική αναπνοή και δεν συνδέεται με το σύμπλοκο III οπότε και δεν παρεμποδίζεται η ομαλή λειτουργία της από την δράση των στρομπιλουρίνων (Wood and Hollomon 2003). Βέβαια, λόγω της μειωμένης παραγωγής ATP, τα συμπτώματα δεν εκτείνονται σε μεγάλο βαθμό, καθώς μειώνεται ο ρυθμός ανάπτυξής του, αλλά αυτός ο μηχανισμός αποτελεί ένα μέσο επιβίωσης του παθογόνου υπό συνθήκες οξειδωτικού στρες σε ξενιστή (Avila-Adame and Köller 2002).

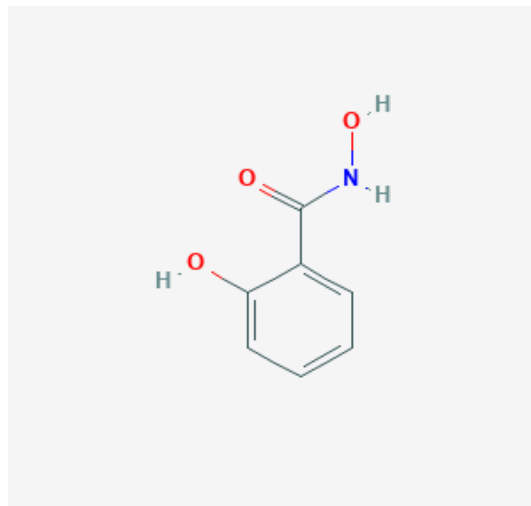
Αποκλειστικά *in vitro*, εξετάζεται ο συνδυασμός στρομπιλουρίνων με σαλικυλδροξαμικό οξύ για την παρατήρηση πιθανής συνέργειας των δύο ουσιών (Wood and Hollomon 2003).

Σύμφωνα με άλλες μελέτες 2.5 ppm SHAM και 0.1 ppm azoxystrobin προκάλεσαν 50% παρεμπόδιση της βλάστησης σπορίων στο *Mycosphaerella graminicola* (Wood and Hollomon 2003). Επιπλέον

βρέθηκε πως ο συνδυασμός azoxystrobin και SHAM δεν είχε ιδιαίτερη επίδραση στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης του μυκηλίου του μύκητα *Venturia inaequalis*, αλλά η προσθήκη 30.62 ppm SHAM παρεμπόδισε την βλάστηση των σπορίων σε στελέχη του μύκητα που βρέθηκαν ανθεκτικά στις στρομπιλουρίνες (Steinfeld et al. 2001).



Εικόνα 1. Συντακτικός τύπος azoxystrobin (National Center for Biotechnology Information 2020a).



Εικόνα 2. Συντακτικός τύπος SHAM (National Center for Biotechnology Information 2020e).

1.7 Propiconazole

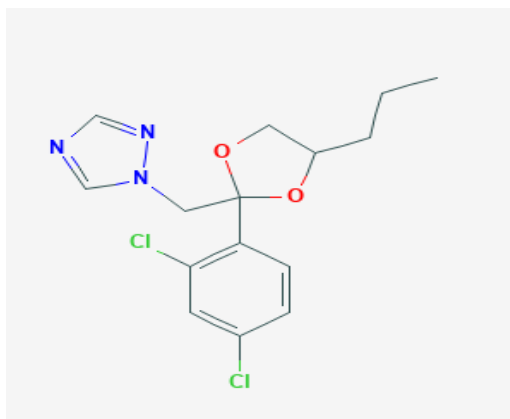
Το propiconazole είναι διασυστηματικό μυκητοκτόνο με πολλές χρήσεις στην πρόληψη και την αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων (Εικόνα 3). Ανήκει στις τριαζόλες, και κατά συνέπεια στους παρεμποδιστές βιοσύνθεσης στερολών (SBI). Πρόκειται για παρεμποδιστές της «απομεθυλίωσης του C-14» ή αλλιώς DMIs (Demethylation Inhibitors) (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Αντιμετωπίζει αποτελεσματικά πολλές ασθένειες των σιτηρών και ψυχανθών όπως την ανθράκωση της σόγιας αλλά η έγκριση του έληξε το 2013 (Lewis et al. 2016).

1.8 Pyrimethanil

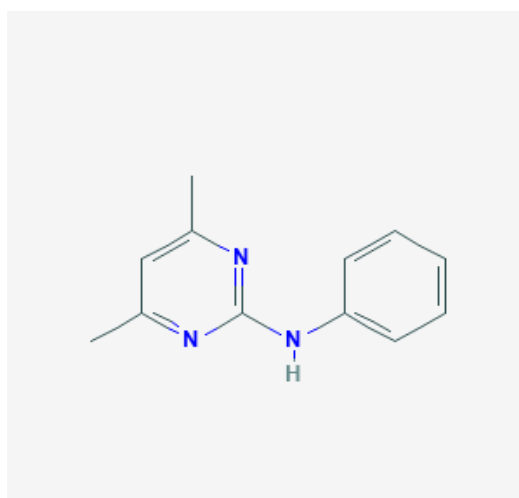
Το pyrimethanil είναι μυκητοκτόνο της ομάδας των ανιλνοπυριμιδίνων (Εικόνα 4). Παρουσιάζει διασυστηματική δράση. Παρόλο που ο τρόπος δράσης του μυκητοκτόνου αυτού δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως, θεωρείται ότι η παρεμπόδιση της έκκρισης λυτικών ενζύμων των παθογόνων μικροοργανισμών έχει τον πρωταγωνιστικό ρόλο στον μηχανισμό του pyrimethanil. Η παρεμπόδιση της σύνθεσης της μεθειονίνης φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Η δραστηριότητα είναι αποτελεσματική κατά του ωιδίου, του βοτρύτη και άλλων σημαντικών ασθενειών. Ενδείκνυται για καλλιέργειες αμυγδαλιάς, φιστικιάς, τομάτας και άλλων, καθώς συστήνεται και για την αντιμετώπιση της φόμοψης (Lewis et al. 2016).

1.9 Chlorothalonil

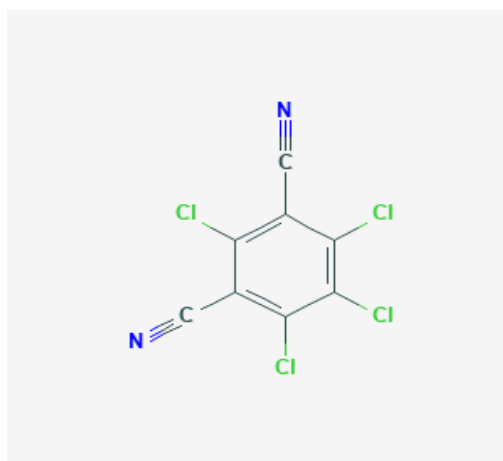
Το chlorothalonil (Εικόνα 5) ανήκει στην τάξη των χλωροφαινυλίων. Παρεμποδίζει σε μεγάλο βαθμό την οξειδωση της γλυκόζης μέσω της αντικατάστασης του χλωρίου με σουλφυδριλιακές ομάδες της γλουταθειόνης και άλλες θειόλες χαμηλού μοριακού βάρους (Tillman et al. 1973). Ενδείκνυται για χρήση ως προστατευτικό μυκητοκτόνο για πολλές σημαντικές ασθένειες όπως η ανθράκωση και ο βοτρύτης. Πλέον δεν έχει έγκριση στην ΕΕ (Lewis et al. 2016).



Εικόνα 3. Συντακτικός τύπος propiconazole (National Center for Biotechnology Information 2020c).



Εικόνα 4. Συντακτικός τύπος pyrimethanil (National Center for Biotechnology Information 2020d).



Εικόνα 5. Συντακτικός τύπος chlorothalonil (National Center for Biotechnology Information 2020b).

1.10 Αξιολόγηση μυκητοκτόνων

Η αξιολόγηση μιας δραστικής ουσίας ξεκινάει από τον καθορισμό ενός σημείου αναφοράς έτσι ώστε να καθοριστεί αν το παθογόνο είναι ευαίσθητο ή ανθεκτικό στο σκεύασμα, και σε τι ποσότητα του φαρμάκου εκδηλώνεται η αποτελεσματικότητά του. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω του καθορισμού της τιμής MIC ή της τιμής EC₅₀ (Russell 2002).

1.11 Ελάχιστη Παρεμποδιστική Συγκέντρωση (MIC)

Η Ελάχιστη Παρεμποδιστική Συγκέντρωση ή MIC (Minimum Inhibitory Concentration) αναφέρεται στην ελάχιστη συγκέντρωση μιας δραστικής ουσίας που απαιτείται για να παρεμποδίσει πλήρως την ανάπτυξη ενός μικροοργανισμού (Andrews 2001).

1.12 Υπολογισμός της EC₅₀

EC₅₀ (Effective Concentration) είναι η συγκέντρωση μίας δραστικής ουσίας στην οποία προκαλείται 50% απόκριση. Σχετική και απόλυτη EC₅₀ χαρακτηρίζονται αντίστοιχα, ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι σφάλματος. Στην περίπτωση ύπαρξης σφάλματος είναι απαραίτητο να υπολογίζεται η σχετική EC₅₀. Η 50% απόκριση που υπολογίζεται δεν αναφέρεται στο ακριβές ποσοστό 50%, αλλά στο μέσο των δύο ορίων. Δηλαδή, εάν ο μάρτυρας έγκειται σε ποσοστό 20% και η μέγιστη απόκριση σε ποσοστό 90%, τότε η EC₅₀ αναφέρεται στο μέσο αυτών των δύο ορίων, δηλαδή στο 55% (Sebaugh 2011).

1.13 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η αξιολόγηση της δράσης των μυκητοκτόνων propiconazole, chlorothalonil, pyrimethanil και azoxystrobin με SHAM στην μυκηλιακή ανάπτυξη του μύκητα *Phomopsis amygdali*.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Δειγματοληψία, απομόνωση και ταυτοποίηση του παθογόνου

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 28/11/18 στις Γλαφυρές Βόλου (Lat: 39,4359, Lon: 22,8918) και στις 31/03/19 στα Κανάλια Βόλου (a. Lat: 39,4837, Lon: 22,8866, b. Lat: 39,4351, Lon: 22,8924). Από τις Γλαφυρές συλλέχθηκαν φρέσκα και ξηρά κλαδιά, ενώ από τα Κανάλια συλλέχθηκαν φρέσκα δείγματα, με προσβολές της ίδιας περιόδου.

Η απομόνωση δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με λήψη τεμαχιδίου από κλαδιά από το όριο της προσβολής ασηπτικά. Με νυστέρι αφαιρέθηκε ο φλοιός των κλάδων στην περιοχή των ελκών και ελήφθη δείγμα διαστάσεων 5 mm από τα όρια του έλκους το οποίο τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα με θρεπτικό υλικό PDA (Potato Dextrose Agar). Η ταυτοποίηση του μύκητα βασίστηκε στον φαινότυπο του μυκηλίου.

Όσες απομονώσεις αναπτύχθηκαν στους δοκιμαστικούς σωλήνες μεταφέρθηκαν εκ νέου σε καινούργιους σωλήνες στους οποίους, μόλις αναπτύχθηκε το μυκήλιο, προστέθηκε παραφινέλαιο ώστε να καλυφθεί πλήρως το θρεπτικό υλικό και το μυκήλιο και τοποθετήθηκαν στο ψυγείο για μακροχρόνια συντήρηση. Παράλληλα έγιναν μεταφορές σε τρυβλία τα οποία τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο σε θερμοκρασία 25°C σε συνεχές σκοτάδι.

2.2 Θρεπτικό υλικό

Το θρεπτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη και διατήρηση του παθογόνου ήταν το PDA (Potato Dextrose Agar) (Adaskaveg et al. 1999). Σύμφωνα με το πρωτόκολλο παρασκευής 200 g ψιλοκομμένης πατάτας προστίθενται σε 500 mL νερό και θερμαίνονται μέχρι βρασμού για 15 περίπου λεπτά, και κατά τη διάρκεια ανακινούνται τακτικά. 15 g άγαρ προστίθενται σε 500 mL νερό και τοποθετούνται σε θερμαινόμενη εστία ώσπου το διάλυμα να γίνει διαυγές. Ο ζωμός πατάτας μετά το πέρας των 15 λεπτών διηθείται και προστίθεται στο διαυγές διάλυμα άγαρ μαζί με 16.5 g γλυκόζης (D(+)-glucose monohydrate, C₆H₁₂O₆·2H₂O). Το τελικό διάλυμα ογκομετρείται, και συμπληρώνεται νερό μέχρι το τελικό διάλυμα να είναι 1 λίτρο (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Συστατικά και δοσολογίες για την παρασκευή θρεπτικού υλικού PDA.

Πατάτα	200 g
Γλυκόζη	16,5 g
Άγαρ	15 g
Νερό	1000 ml

2.3 Αποτελεσματικότητα μυκητοκτόνων στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα *P. amygdali*

Τα μυκητοκτόνα που δοκιμάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία ήταν το azoxystrobin (Ortiva 25 SC, Syngenta), το chlorothalonil (Daconil 50 SC, Syngenta), το propiconazole (Bumper 25 EC, ADAMA) και το pyrimethanil (Scala 40 SC, BASF). Το azoxystrobin δοκιμάστηκε μόνο του, και στη συνέχεια μαζί με SHAM.

Αρχικά, για μια απομόνωση για κάθε μυκητοκτόνο, καθορίστηκε η MIC, όταν δοκιμάστηκαν οι συγκεντρώσεις 0.001 ppm, 0.01 ppm, 0.1 ppm, 1 ppm και 10 ppm.

Οι απομονώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στις δοκιμές ήταν ηλικίας 14 ημερών.

Πρώτο βήμα αποτέλεσε η δημιουργία πυκνών διαλυμάτων, αναμιγνύοντας τις δραστικές ουσίες με αποστειρωμένο νερό, από τα οποία μέσω διαδοχικών αραιώσεων δημιουργήθηκαν διαλύματα των 3000 [30 mg δραστικής ουσίας (δ.ο.) /10 mL διαλύματος (δ.)], 0.3 (1.2 mg δ.ο./ 4 mL δ.), 0.03 (0.12 mg δ.ο./4 mL δ.), 0.003 (0.012 mg δ.ο./4 mL δ.) και 0.0003 (0.0012 mg δ.ο./4 mL δ.) ppm. Θρεπτικό υλικό 60 mL αποστειρώθηκε σε αυτόκαυστο, στο οποίο μετά την αποστείρωση και αφού η θερμοκρασία του κατέβηκε στους 45°C προστέθηκαν τα υδατικά διαλύματα των δραστικών ουσιών με μηχανική πιπέτα σταθερού όγκου 200 μL. Το μίγμα που δημιουργήθηκε αναδεύθηκε και ύστερα απλώθηκε ισόποσα σε τρία αποστειρωμένα τρυβλία.

Στη συνέχεια, αφού το υλικό στερεοποιήθηκε, με τη χρήση φελλοτρυπητήρα προστέθηκε σε κάθε τρυβλίο ένας δίσκος από τα όρια του μυκηλίου της αποικίας της εκάστοτε απομόνωσης διαμέτρου 5 ή 6 mm.

Η διαδικασία της μεταφοράς του θρεπτικού υλικού και του εμβολιασμού πραγματοποιήθηκε σε θάλαμο νηματικής ροής.

Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε 12 απομονώσεις του μύκητα *Phomopsis amygdali*.

2.4 Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικώς με τα προγράμματα Microsoft Excel και IBM SPSS Statistics (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp). Στο Microsoft Excel υπολογίσθηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων, όπως επίσης δημιουργήθηκαν τα ραβδογράμματα. Στο IBM SPSS Statistics πραγματοποιήθηκε one-way ANOVA, two-way ANOVA, post-hoc tests (Tukey's test) και ο υπολογισμός της EC₅₀ (probit analysis).

Για τον υπολογισμό του ποσοστού αναστολής της μυκηλιακής ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του Abbott (Abbott 1987), προκειμένου να διορθωθούν τα σφάλματα στην ανάπτυξη που δεν προκλήθηκαν από την χρήση των δραστικών ουσιών.

Abbott's formula:

$$\frac{X - Y}{X} * 100 = \textit{per cent control}$$

Όπου X: μάρτυρας (cm)

Y: μυκηλιακή ανάπτυξη (cm)

2.5 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με υποδεκάμετρο και μιλιμετρέ χαρτί.

3 Αποτελέσματα

3.1 Απομονώσεις του φυτοπαθογόνου μύκητα *P. amygdali*

Κατά την δειγματοληψία οι απομονώσεις ονομάστηκαν και χωρίστηκαν με βάση την περιοχή προέλευσης τους. Απομονώθηκαν 26 δείγματα, εκ των οποίων τα 12 ανήκαν στο είδος *Phomopsis amygdali*. Στις υπόλοιπες απομονώσεις εμφανίστηκαν επιμολύνσεις κυρίως από βακτήρια. Οι απομονώσεις που ταυτοποιήθηκαν και αξιοποιήθηκαν δίνονται στον πίνακα

Πίνακας 2. Κωδικοί απομονώσεων και προέλευση.

Κωδικός Απομόνωσης	Προέλευση
A1	Κανάλια Βόλου α΄
A5	Κανάλια Βόλου α΄
A6	Κανάλια Βόλου α΄
B2	Κανάλια Βόλου β΄
B3	Κανάλια Βόλου β΄
B4	Κανάλια Βόλου β΄
B5	Κανάλια Βόλου β΄
Φ4	Γλαφυρές Βόλου
Φ7	Γλαφυρές Βόλου
Φ8	Γλαφυρές Βόλου
X1	Γλαφυρές Βόλου
X3	Γλαφυρές Βόλου

3.2 Φαινότυπος των απομονώσεων του μύκητα στις διαφορετικές επεμβάσεις

Οι απομονώσεις που αναπτύχθηκαν σε PDA στο εργαστήριο στους 25°C σε συνεχές σκοτάδι παρουσίασαν έναν συγκεκριμένο φαινότυπο, ο οποίος άλλαξε μετά την προσθήκη των ουσιών. Ο

αρχικός φαινότυπος των απομονώσεων εμφάνισε βαμβακώδες μυκήλιο χρώματος λευκού της κλίμακας Neutral Gray (Ridgway 1912), με ένα μοτίβο κυματισμών. Επιπλέον οι μισές απομονώσεις παρουσίασαν κάποιες σφαιρικές κατασκευές χρώματος σκούρου καστανού απόχρωσης Mummy Brown (Ridgway 1912) έως μαύρου χρώματος της κλίμακας Neutral Gray, μεγέθους 0.05 cm – 0.5 cm (Εικόνες 6 και 7).

Μετά το πέρας 10 ημερών στον θάλαμο ανάπτυξης δύο απομονώσεις εμφάνιζαν σταθερά έναν καστανό μεταχρωματισμό απόχρωσης Light Drab (Ridgway 1912) στο θρεπτικό υλικό (Εικόνα 8). Ο μεταχρωματισμός αυτός δεν εμφανιζόταν μετά την ανάπτυξη των απομονώσεων σε θρεπτικό υλικό με μυκητοκτόνα.



Εικόνα 6. Μαύρες κατασκευές στην επιφάνεια του μυκήλιου αποικίας της απομόνωσης XI, μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι.



Εικόνα 7. Μυκήλιο με «ζωνωτό» μοτίβο και καστανές κατασκευές σε αποικίες της απομόνωσης B3, μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι.



Εικόνα 8. Μεταχρωματισμός στο θρεπτικό υλικό από επόαση στους 25°C σε συνεχές σκοτάδι μετά το πέρας 10 ημερών.

Με την προσθήκη μυκητοκτόνων παρατηρήθηκαν μεταβολές και στα 3 χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω (χρώμα, μοτίβο μυκηλίου, κατασκευές).

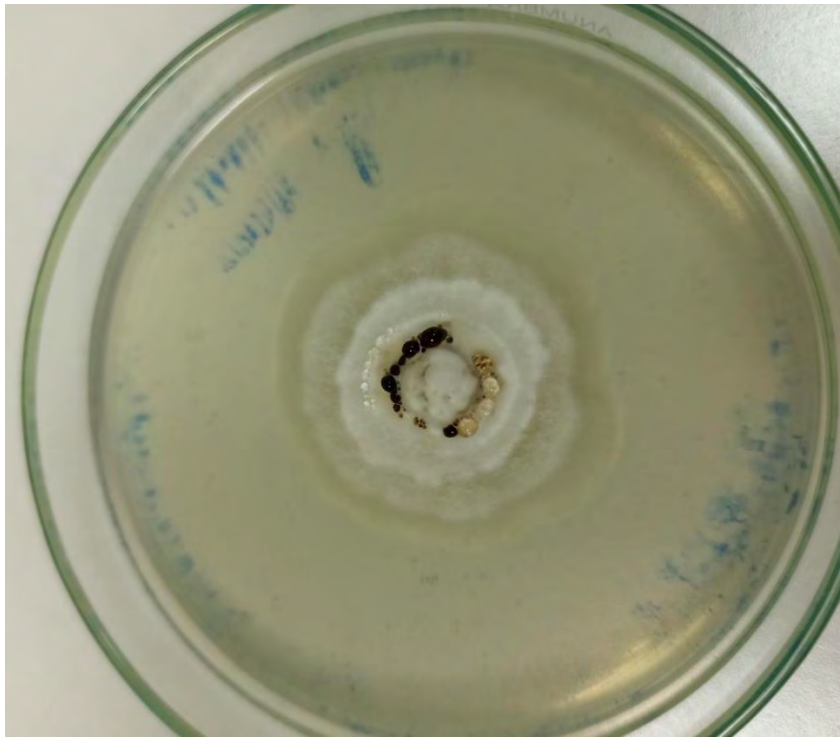
Το μυκήλιο των απομονώσεων που αναπτύχθηκαν σε PDA στο οποίο είχε προστεθεί chlorothalonil, στις δύο συγκεντρώσεις 1 και 10 ppm, ήταν φανερά πιο πυκνό, το μοτίβο κυματισμού δεν ήταν πλέον εμφανές, ενώ στα όρια του μυκηλίου παρατηρήθηκε ένας ροζ μεταχρωματισμός (Εικόνα 10), απόχρωσης Salmon Buff (Ridgway 1912). Οι κατασκευές μετά την προσθήκη της δραστικής ουσίας ήταν φανερά διογκωμένες και προσομοίαζαν σε σταγόνες καθώς σε μερικές περιπτώσεις εμφανίστηκαν και κάποιες διάφανες εξιδρώσεις (Εικόνα 9). Αυτό το φαινόμενο παρατηρήθηκε σε όλες τις απομονώσεις που έφεραν κατασκευές σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil, ενώ σε συγκέντρωση 1 ppm της δραστικής ουσίας, δεν ήταν τόσο έντονο.

Μετά την προσθήκη 1 ppm και 10 ppm pyrimethanil παρατηρήθηκε διαφορά στον φαινότυπο και συγκεκριμένα η «ζωνωτή» ανάπτυξη του μυκηλίου δεν ήταν τόσο έντονη (Εικόνες 11,12 και 13).

Η προσθήκη azoxystrobin και SHAM όπως και το propiconazole, δεν είχαν ιδιαίτερη επίδραση στην εμφάνιση του μυκηλίου του *P. amygdali*, αλλά στον σχηματισμό των κατασκευών.

Σε θρεπτικό υλικό PDA που περιείχε azoxystrobin 1 ppm και 100 ppm SHAM παρατηρήθηκε αδυναμία σχηματισμού σκουρόχρωμων κατασκευών. Παρόμοια εικόνα παρατηρήθηκε και με την προσθήκη 0.1 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM, 0.01 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM, 1 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM, 0.1 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM, όπως επίσης και με την προσθήκη propiconazole, τόσο σε συγκέντρωση 1 ppm όσο και σε συγκέντρωση 10 ppm.

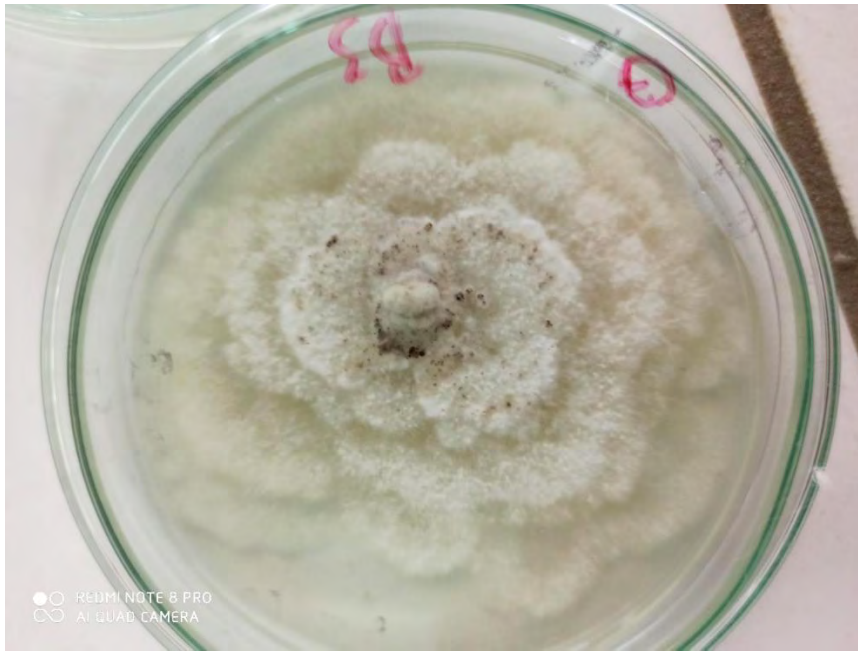
Η προσθήκη 0.01 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM σε θρεπτικό υλικό PDA δεν παρεμπόδισε τον σχηματισμό των κατασκευών, οι οποίες ήταν όμοιες με αυτές που σχηματίστηκαν στον μάρτυρα.



Εικόνα 9. Κατασκευές και διάφανες εξιδρώσεις σε αποικία της απομόνωσης Φ4, μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 10 ppm chlorothalonil.



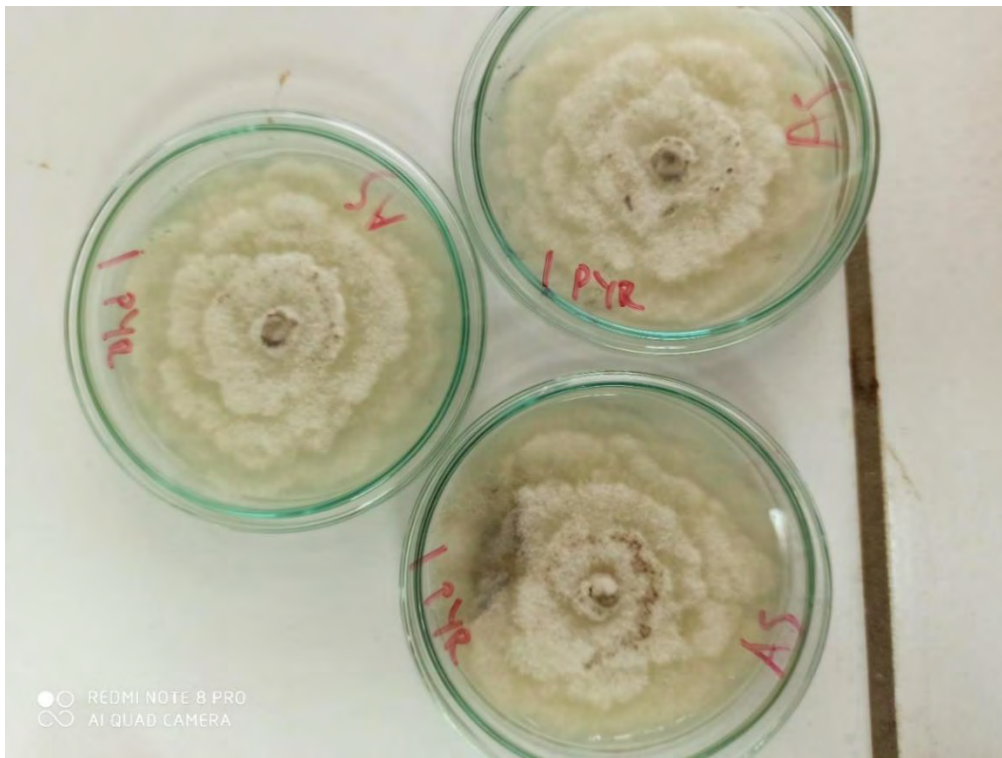
Εικόνα 10. Μεταχρωματισμός στα όρια του μυκηλίου σε αποικία της απομόνωσης A5 μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 10 ppm chlorothalonil.



Εικόνα 11. Μυκήλιο με "ζωνωτό" μοτίβο μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA χωρίς προσθήκη μυκητοκτόνου.



Εικόνα 12. Ακανόνιστο μοτίβο μυκηλίου μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 10 ppm pyrimethanil.



Εικόνα 13. Ακανόνιστο μοτίβο μυκηλίου μετά από επώαση στους 25°C, σε συνεχές σκοτάδι, σε PDA με προσθήκη 1 ppm pyrimethanil.

3.3 Αποτελεσματικότητα μυκητοκτόνων στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα *Phomopsis amygdali*

3.3.1 EC₅₀

Πίνακας 3. Τιμές EC₅₀ των μυκητοκτόνων chlorothalonil, pyrimethanil και azoxystrobin.

Δραστική ουσία	Κλίση ευθείας (±Τ.Σ.)	EC ₅₀ (95% Ο.Ε.) ^α	X ²	Βαθμοί Ελευθερίας
chlorothalonil	1,077 (± 0,196)	1,673 (0,831-3,858)	0,596	13
pyrimethanil	0,414 (± 0,116)	> 6,338	3,504	13
azoxystrobin	0,368 (± 0,107)	0,520 (0,078- 7,897)	7,378	11

^α Οι τιμές EC₅₀ εκφράζονται σε mg/L και υπάρχει μεταξύ τους στατιστικώς σημαντική διαφορά όταν τα όρια εμπιστοσύνης (Ο.Ε.) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$ (95%) δεν επικαλύπτονται.

Κατά την διαδικασία εύρεσης της MIC σε καμία δραστική ουσία δεν ξεπεράστηκε η συγκέντρωση των 10 ppm. Η MIC των azoxystrobin, chlorothalonil και pyrimethanil βρέθηκε μεγαλύτερη από 10 ppm.

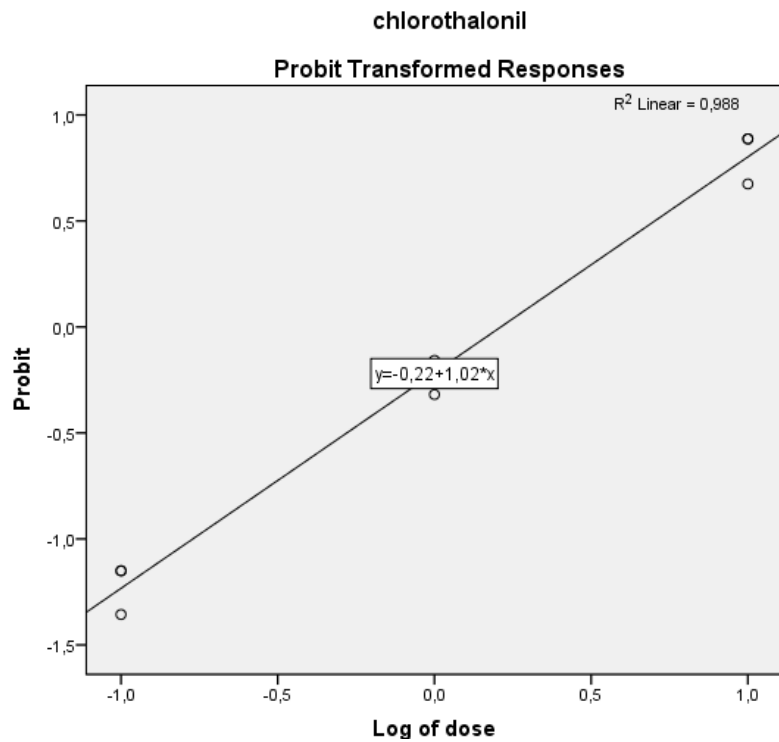
Ο υπολογισμός EC_{50} πραγματοποιήθηκε αξιοποιώντας δεδομένα από δοκιμές σε μία μόνο απομόνωση για κάθε μυκητοκτόνο, οι οποίες έλαβαν χώρα για τον καθορισμό της MIC του κάθε μυκητοκτόνου. Για την περίπτωση του azoxystrobin, έγιναν δύο δοκιμές καθώς η πρώτη έδειξε μη αναμενόμενα αποτελέσματα (η επίδραση συγκέντρωσης 1 ppm ήταν μεγαλύτερη από την επίδραση συγκέντρωσης 10 ppm, και αντίστοιχα για 0.001 και 0.01 ppm). Τα αποτελέσματα της δεύτερης ακολούθησαν το ίδιο μοτίβο με μικρότερες όμως αποκλίσεις, αλλά τα δεδομένα που αξιοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της EC_{50} ήταν αυτά της πρώτης. Ο υπολογισμός της EC_{50} για το azoxystrobin χωρίς την προσθήκη SHAM έγινε ενδεικτικά, καθώς οι υπόλοιπες δοκιμές πραγματοποιήθηκαν με την προσθήκη SHAM στις δύο αναφερόμενες συγκεντρώσεις. Λόγω έλλειψης επαρκών δεδομένων, καθώς είναι απαραίτητο να υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις διαφορετικές συγκεντρώσεις για τον υπολογισμό της EC_{50} , δεν υπολογίστηκε η EC_{50} για το azoxystrobin μαζί με την προσθήκη SHAM.

Το azoxystrobin χωρίς την προσθήκη SHAM είναι η πιο αποτελεσματική ουσία από τις τέσσερις, καθώς σε συγκέντρωση 0.520 mg/L που είναι αρκετά χαμηλή, προκαλεί 50% αναστολή ανάπτυξης του μυκηλίου.

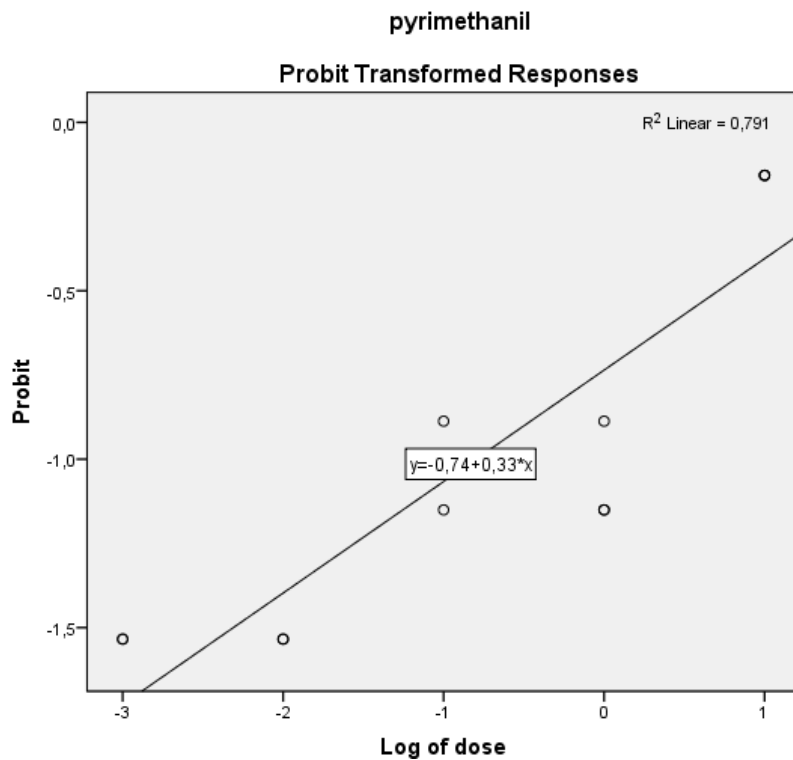
Το azoxystrobin και το chlorothalonil δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, καθώς υπάρχει αλληλοεπικάλυψη στα όρια εμπιστοσύνης. Το chlorothalonil είναι μια φανερά αποτελεσματική ουσία για την παρεμπόδιση ανάπτυξης μυκηλίου του μύκητα *P. amygdali*.

Η τιμή EC_{50} του pyrimethanil είναι πολύ υψηλή, με κατώτατο όριο την τιμή 6.338 mg/L, η οποία καθιστά την συγκεκριμένη ουσία ανίκανη να παρεμποδίσει την ανάπτυξη του μυκηλίου του παθογόνου.

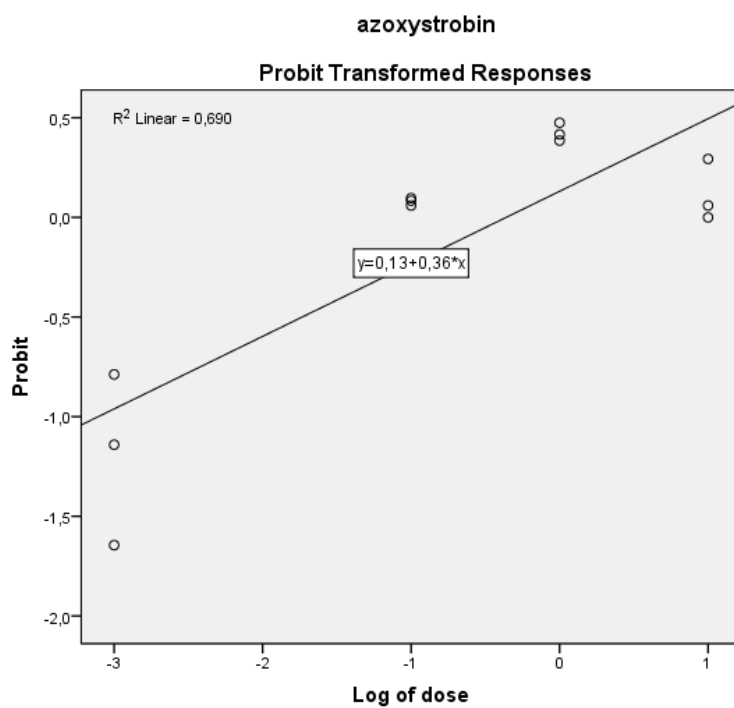
Το propiconazole είναι, αν όχι το ίδιο αποτελεσματική με τη δραστική ουσία azoxystrobin, τότε η δεύτερη αποτελεσματικότερη δραστική ουσία για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης του μυκηλίου, όμως λόγω έλλειψης επαρκών δεδομένων, δεν μπορεί να υπολογισθεί η EC_{50} . Αυτό προκύπτει από τα δεδομένα που θα αναλυθούν παρακάτω, καθώς η MIC του propiconazole είναι μεταξύ των συγκεντρώσεων 1 και 10 ppm.



Διάγραμμα 1. Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) της σχέσης της συγκέντρωσης chlorothalonil (x) με την απόκριση του παθογόνου (y).



Διάγραμμα 2. Διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) της σχέσης της συγκέντρωσης pyrimethanil (x) με την απόκριση του παθογόνου (y).



Διάγραμμα 3. Γράφημα στο οποίο απεικονίζεται η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) της σχέσης της συγκέντρωσης azoxystrobin (x) με την απόκριση του παθογόνου (y).

3.3.2 Επίδραση μυκητοκτόνων στην ακτινωτή ανάπτυξη αποικιών του μύκητα *Phomopsis amygdali*

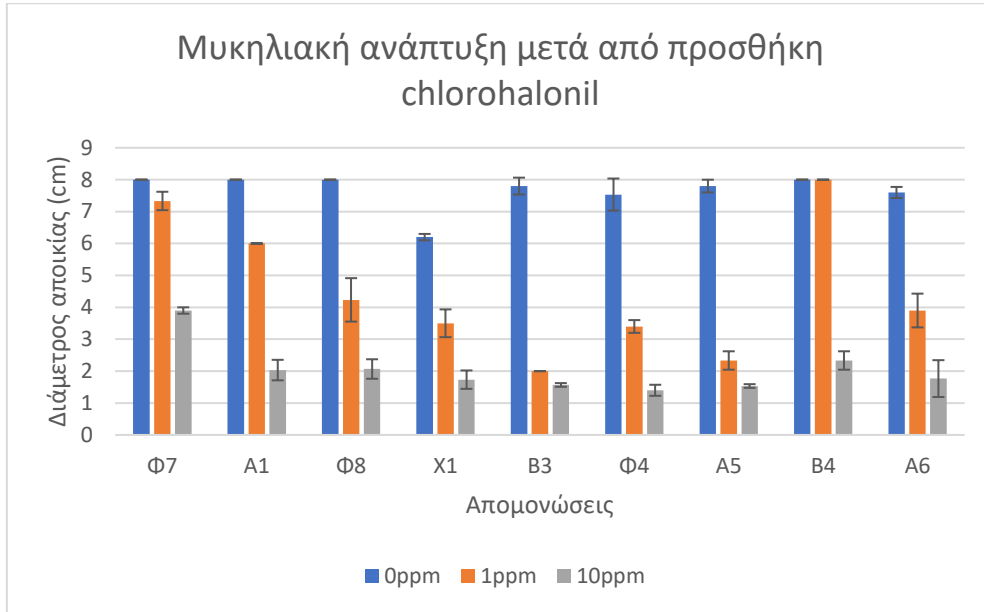
Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν έδειξαν μεγάλο εύρος στις αντιδράσεις που είχαν οι απομονώσεις σε κάθε δραστική ουσία, για αυτό και εξετάστηκε ο παράγοντας «απομόνωση».

Το chlorothalonil σε συγκέντρωση 1 ppm δεν είχε την ίδια επίδραση σε όλες τις απομονώσεις. Συγκεκριμένα, οι απομονώσεις Φ7 και Β4 αναπτύχθηκαν κανονικά, ενώ η Α1 αναπτύχθηκε κατά 75% και η Φ8 κατά 53%. Οι υπόλοιπες είχαν φανερά μειωμένη ανάπτυξη σε σχέση με τις προαναφερθείσες. Η δραστική ουσία εμφάνισε μεγάλη αποτελεσματικότητα σε συγκέντρωση 10 ppm με ελάχιστη ανάπτυξη σε σχέση με τον μάρτυρα, σε ποσοστό 18.6% (απομόνωση Φ4) και μέγιστη 48.7% (απομόνωση Φ7) (Διάγραμμα 4).

Οι απομονώσεις βάσει της στατιστικής ανάλυσης διέφεραν σημαντικά, και μέσω των post hoc tests διακρίθηκαν υποομάδες.

Σε συγκέντρωση 1 ppm, δημιουργήθηκαν 4 υποομάδες απομονώσεων. Η πρώτη υποομάδα περιλάμβανε τις απομονώσεις Β4 και Φ7 ($p = 0.605$), η δεύτερη τις Χ1, Φ8, Α6 και Φ4 ($p = 0.261$), η τρίτη τις Α5 και Β3 ($p = 0.984$) ενώ η απομόνωση Α1 διέφερε σημαντικά από όλες (Πίνακας 5).

Σε συγκέντρωση 10 ppm, διακρίνονται αντίστοιχα τέσσερις ομάδες. Οι απομονώσεις Α6, Φ8, Α1, Β4, Α5 και Χ1 ($p = 1.000$) αποτελούν την πρώτη ομάδα. Η δεύτερη περιλαμβάνει τις Α6, Φ8, Α1, Β3, Α5 και Χ1 ($p = 0.080$). Οι απομονώσεις Α6, Φ8, Α1, Β3, Φ4 και Α5 ($p = 0.124$) σχηματίζουν την τρίτη ομάδα, ενώ η απομόνωση Φ7 διέφερε σημαντικά από τις υπόλοιπες (Πίνακας 7). Παρατηρείται μεγάλο ποσοστό αλληλοεπικάλυψης στην δόση των 10 ppm και αυτό οφείλεται στο ότι οι διαφορές ήταν οριακές, καθώς η συμπεριφορά των απομονώσεων ήταν παρόμοια στην δράση του chlorothalonil.



Διάγραμμα 4. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ7, A1, Φ8, X1, B3, Φ4, A5, B4 και A6 μετά από προσθήκη 0 (μάρτυρας), 1 και 10 ppm chlorothalonil.

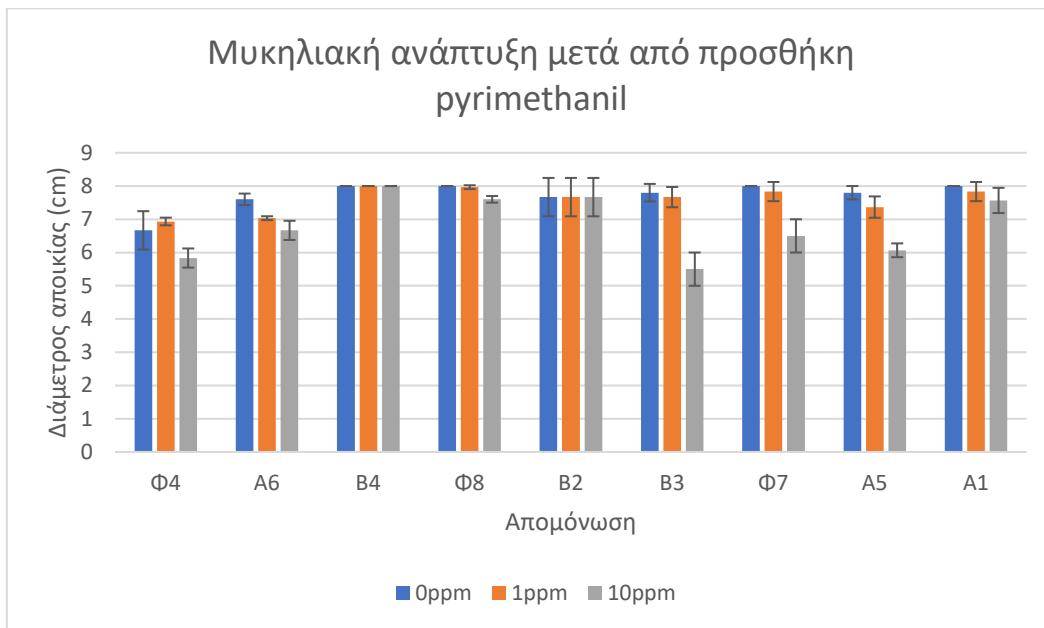
Η προσθήκη pyrimethanil όπως φαίνεται και στο γράφημα δεν είχε ιδιαίτερη επίδραση στην αναστολή της ανάπτυξης των αποικιών των απομονώσεων. Στην απομόνωση B3 που φαίνεται να υπάρχει η μεγαλύτερη επίδραση, η ανάπτυξη φτάνει στο 70,52% σε σχέση με τον μάρτυρα μετά την προσθήκη 10 ppm pyrimethanil. Στην περίπτωση των απομονώσεων B4 και B2 δεν υπήρξε καμία επίδραση, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις η αναστολή της ανάπτυξης που παρατηρήθηκε κυμάνθηκε από 92,6% (απομόνωση A6) έως 99,6% (απομόνωση Φ8) σε συγκέντρωση 1 ppm και από 77,8% (απομόνωση A5) έως 95% (απομόνωση Φ8) σε συγκέντρωση 10 ppm pyrimethanil (Διάγραμμα 5).

Σε συγκέντρωση 1 ppm η ανάπτυξη των αποικιών των απομονώσεων ήταν στατιστικώς όμοια ($p = 0.176$), οπότε δεν παρατηρούνται ομάδες (Πίνακας 8).

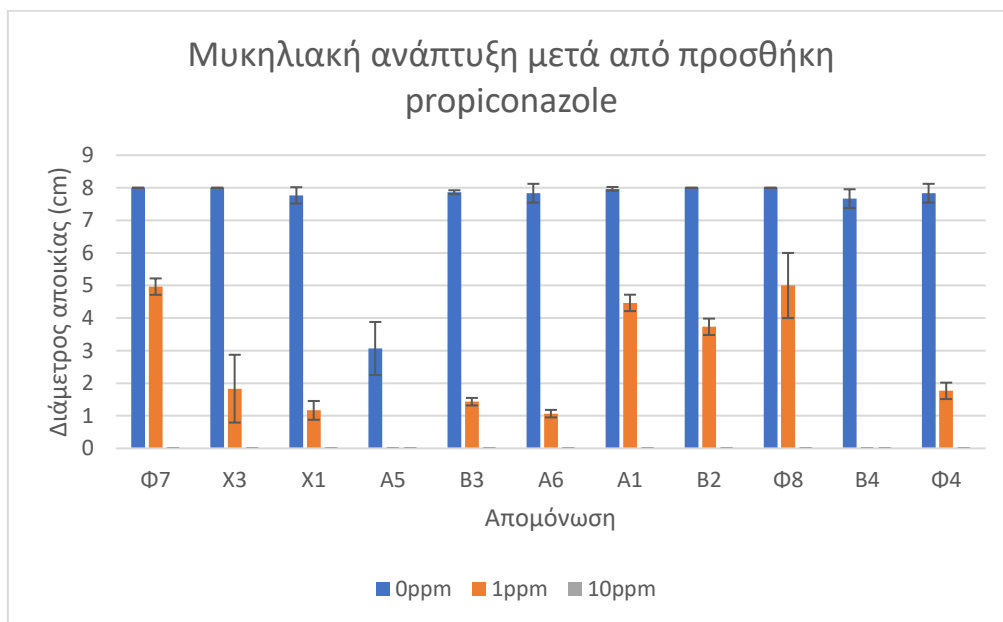
Σε συγκέντρωση 10 ppm οι αποικίες των απομονώσεων διαφέρουν σημαντικά ως προς την ανάπτυξη τους, και οι ομάδες που δημιουργούνται είναι 4. Η πρώτη αποτελείται από τις απομονώσεις A6, Φ8, A1, B2, Φ4 και B4 ($p = 0.203$). Η δεύτερη περιλαμβάνει τις απομονώσεις A6, Φ8, A1, Φ4 και Φ7 ($p = 0.112$). Η τρίτη ομάδα περιέχει τις A6, Φ4, Φ7 και A5 ($p = 0.395$) ενώ η τέταρτη περιλαμβάνει τις απομονώσεις B3, Φ7 και A5 ($p = 0.342$), (Πίνακας 10).

Σε συγκέντρωση 1 ppm proriconazole, στις περιπτώσεις των απομονώσεων A5 και B4 δεν υπήρξε ανάπτυξη όμως ούτε ο μάρτυρας αναπτύχθηκε πλήρως. Οι υπόλοιπες απομονώσεις ακόμα και σε συγκέντρωση 1 ppm έχουν πολύ χαμηλή ανάπτυξη. Σε συγκέντρωση 10 ppm παρατηρήθηκε 100% αναστολή ανάπτυξης σε όλες τις απομονώσεις.

Σε συγκέντρωση 1 ppm παρατηρούνται 3 υποομάδες. Στην πρώτη ανήκουν οι απομονώσεις Φ8, A1, B2 και Φ7 ($p = 0.96$), στην δεύτερη οι A6, B3, Φ4, X1 και X3 ($p = 0.704$) και στην τρίτη οι A6, B4, A5 και 10 ($p = 0.128$), (Πίνακας 13).



Διάγραμμα 5. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ4, A6, B4, Φ8, B2, B3, Φ7, A5 και A1 μετά από προσθήκη 0 (μάρτυρας), 1 και 10 ppm pyrimethanil.



Διάγραμμα 6. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ7, X3, X1, A5, B3, A6, A1, B2, Φ8, B4 και Φ4 μετά από προσθήκη 0 (μάρτυρας), 1 και 10 ppm propriconazole.

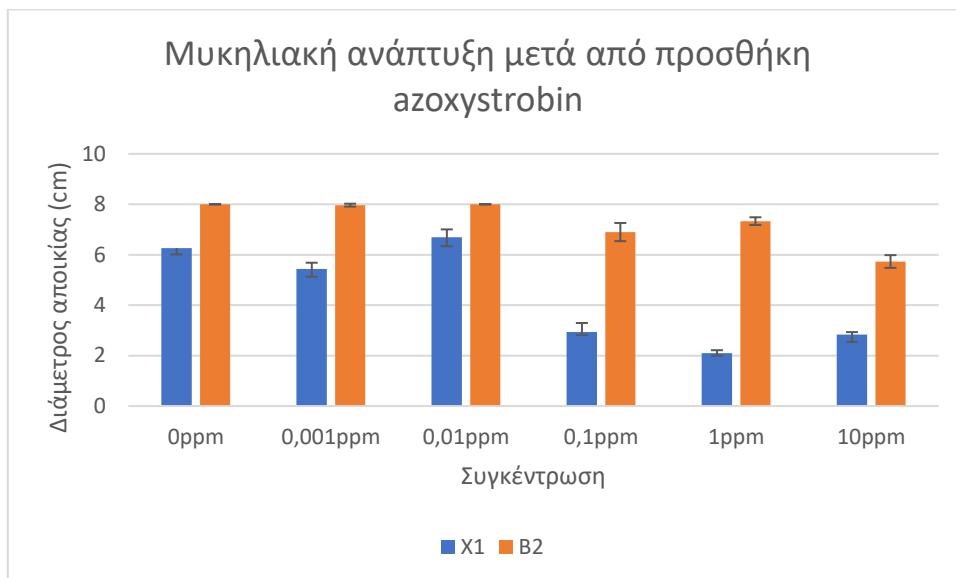
Το azoxystrobin αρχικά δοκιμάστηκε χωρίς την προσθήκη SHAM σε δύο μόνο απομονώσεις, όπου τα αποτελέσματα έδειξαν μια ικανοποιητική επίδραση σε συγκεντρώσεις 0.1, 1 και 10 ppm στην περίπτωση της απομόνωσης X1 καθώς η ανάπτυξη του μυκηλίου έφτασε το 46.9%, 33.6% και 45.3% για την κάθε συγκέντρωση αντίστοιχα, ενώ στην περίπτωση της B2 η δράση του μυκητοκτόνου δεν ήταν ικανοποιητική ως προς την αναστολή της ανάπτυξης του μυκηλίου του μύκητα, καθώς η ανάπτυξη της αποικίας της απομόνωσης B2 μετά την προσθήκη 10 ppm azoxystrobin ήταν στο 71.7% σε σχέση με τον μάρτυρα.

Το azoxystrobin σε συνδυασμό με 33 ppm SHAM σημειώνει σημαντική επίδραση στην παρεμπόδιση της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα. Σε συγκέντρωση 0.01 ppm azoxystrobin η επίδραση δεν ήταν μεγάλης σημασίας. Στις συγκεντρώσεις 0.1 και 1 ppm η αναστολή της ανάπτυξης των απομονώσεων είναι σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα. Συγκεκριμένα στην πρώτη περίπτωση η ανάπτυξη κυμαίνεται από 30.3% έως 54.2%, ενώ στην δεύτερη από 16.5% έως 25% καθώς υπάρχει και μία απομόνωση που δεν αναπτύχθηκε (Διάγραμμα 8).

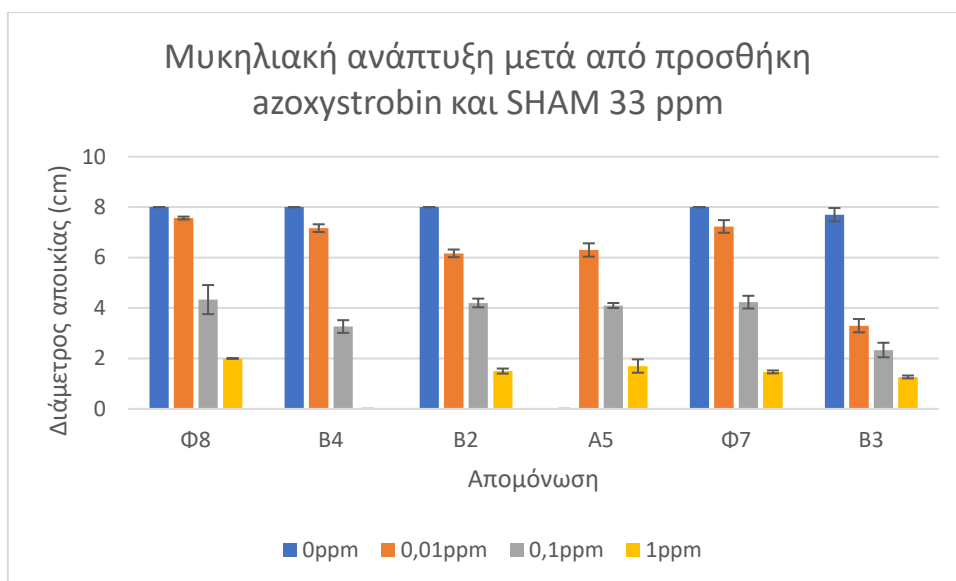
Σε συγκέντρωση 0.01 ppm υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς την ανάπτυξη των απομονώσεων, με την δημιουργία μίας υποομάδας η οποία περιλαμβάνει τις απομονώσεις Φ8, Φ7 και B4 ($p = 0.139$), ενώ οι απομονώσεις B2 και B3 διέφεραν σημαντικά από όλες, όπως και μεταξύ τους (Πίνακας 54).

Οι απομονώσεις που εξετάστηκαν χωρίστηκαν σε δύο ομάδες ως προς τα αποτελέσματα σχετικά με την παρεμπόδιση ανάπτυξης μυκηλίου που εμφάνισαν σε συγκέντρωση 0.1 ppm της δραστικής ουσίας (Πίνακας 56). Η πρώτη αποτελείται από τις απομονώσεις Φ8, Φ7 και B2 ($p = 0.987$), ενώ η δεύτερη από τις B4 και B3 ($p = 0.067$).

Οι απομονώσεις Φ8 και B4 διέφεραν τόσο μεταξύ τους όσο και από τις υπόλοιπες σε συγκέντρωση 1 ppm azoxystrobin, ενώ οι B2 και Φ7 ($p = 0.954$) αποτέλεσαν την πρώτη ομάδα και οι απομονώσεις Φ7 και B3 ($p = 0.065$) αποτέλεσαν την δεύτερη (Πίνακας 58).



Διάγραμμα 7. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων X1 και B2 μετά από προσθήκη 0 (μάρτυρας), 0.001, 0.01, 0.1, 1 και 10 ppm azoxystrobin.



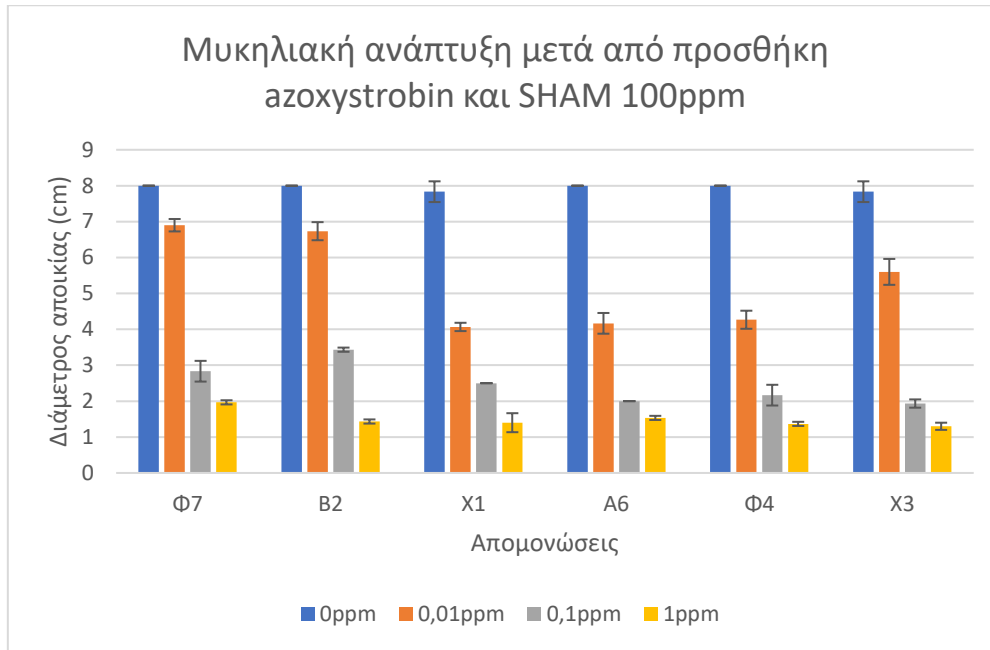
Διάγραμμα 8. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ8, B4, B2, A5, Φ7 και B3 μετά από προσθήκη 0 (μάρτυρας), 0.01, 0.1 και 1 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM.

Στην χαμηλότερη συγκέντρωση των 0.01 ppm η επίδραση του azoxystrobin με 100 ppm SHAM επηρεάστηκε η ανάπτυξη των απομονώσεων σε σχέση με τον μάρτυρα, η οποία κυμάνθηκε από 52% (απομόνωση X1) έως 86.2% (απομόνωση Φ7). Στα 0.1 ppm η ανάπτυξη, φανερά μειωμένη σε σχέση με τον μάρτυρα, ποίκιλε από 24.7% (απομόνωση X3) έως 43% (απομόνωση B2), ενώ σε συγκέντρωση 1 ppm η ανάπτυξη του παθογόνου κυμάνθηκε από 16.6% (απομόνωση X3) έως 24.6% (απομόνωση Φ7), (Διάγραμμα 9).

Στα 0.01 ppm azoxystrobin η απομόνωση X3 διέφερε σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες (Πίνακας 60). Η B2 και η Φ7 ($p = 0.945$) ήταν στατιστικώς όμοιες μεταξύ τους, όπως και οι Φ4, X1 και B5 ($p = 0.990$).

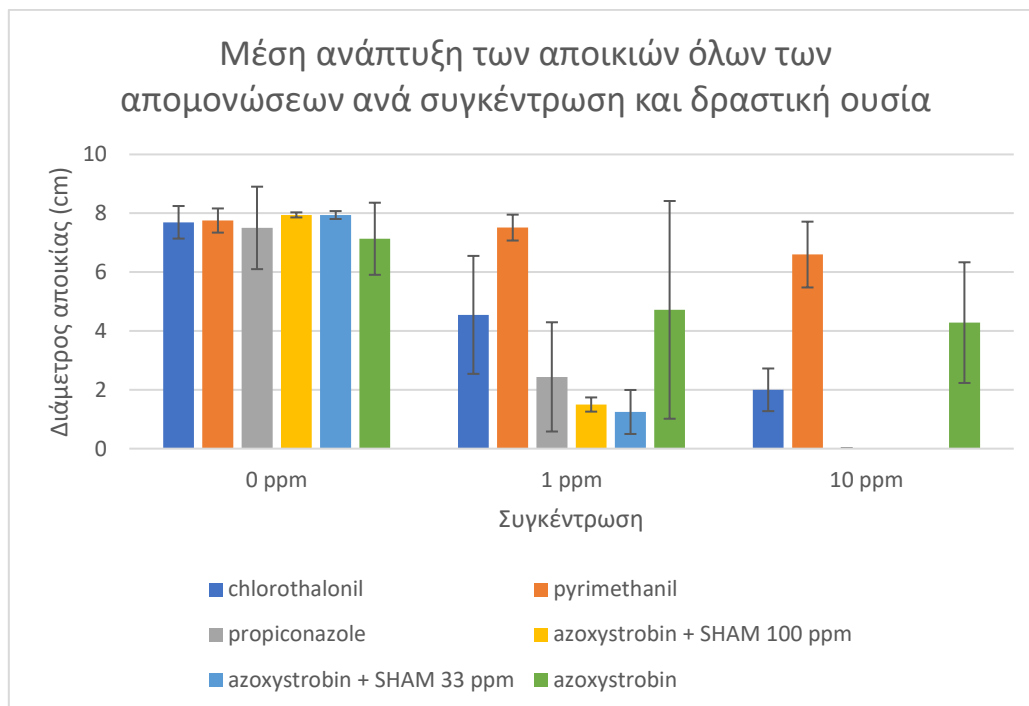
Σε 0.1 ppm της δραστικής ουσίας, εμφανίστηκαν 3 γκρουπ απομονώσεων, ενώ η απομόνωση B2 δεν άνηκε σε κανένα από αυτά. Οι Φ7 και X1 ($p = 0.417$), οι X1 και Φ4 ($p = 0.137$) και οι Φ4, X3 και B5 ($p = 0.747$) είναι οι τρεις υποομάδες που σχηματίστηκαν (Πίνακας 62).

Στην υψηλότερη συγκέντρωση η μόνη απομόνωση που διέφερε στατιστικώς σε αυτές τις συγκεντρώσεις ήταν η Φ7 (Πίνακας 64), ενώ οι υπόλοιπες ήταν όμοιες μεταξύ τους ($p = 0.372$).

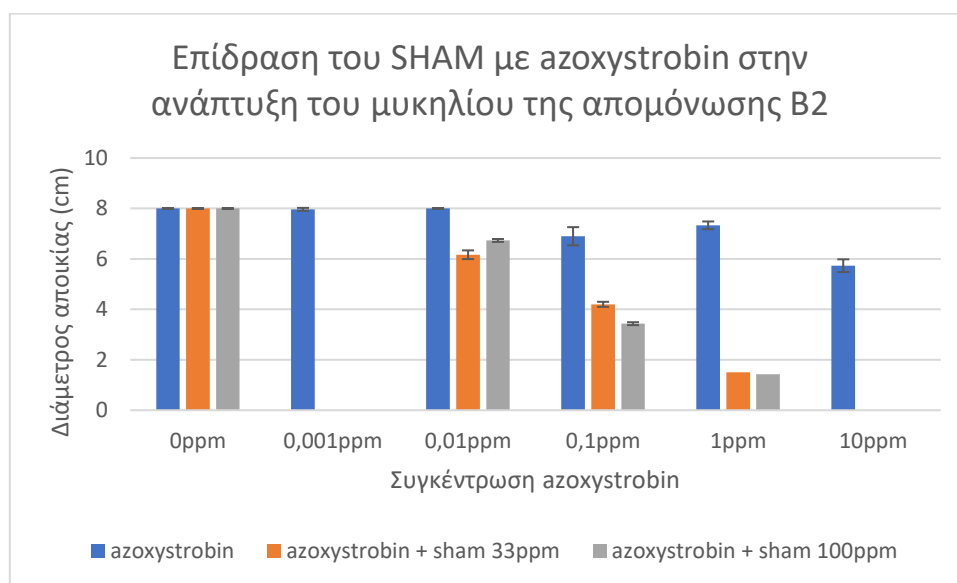


Διάγραμμα 9. Ανάπτυξη μυκηλίου των απομονώσεων Φ7, B2, X1, A6, Φ4 και X3 μετά από προσθήκη 0 (μάρτυρας), 0.01, 0.1 και 1 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM.

3.4 Σύγκριση της επίδρασης των μυκητοκτόνων



Διάγραμμα 10. Μέσος όρος της μυκηλιακής ανάπτυξης (διάμετρος αποικίας σε cm) όλων των απομονώσεων στις συγκεντρώσεις 0 (μάρτυρας), 1 και 10 ppm μετά την προσθήκη των υπό εξέταση δραστικών ουσιών.



Διάγραμμα 11. Σύγκριση της μυκηλιακής ανάπτυξης της απομόνωσης B2 μετά από προσθήκη 0 (μάρτυρας) 0.001, 0.01, 0.1, 1 και 10 ppm azoxystrobin χωρίς SHAM, azoxystrobin με 33 ppm SHAM και azoxystrobin με 100 ppm SHAM.

3.4.1 Συγκέντρωση 1 ppm δραστικής ουσίας

Σε συγκέντρωση 1 ppm το λιγότερο αποτελεσματικό μυκητοκτόνο ήταν το pyrimethanil σε όλες τις απομονώσεις του μύκητα.

Η επίδραση του azoxystrobin χωρίς SHAM στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης του μυκηλίου του μύκητα εξετάστηκε σε δύο μόνο απομονώσεις, την X1 και την B2. Στην περίπτωση της απομόνωσης X1 το azoxystrobin ήταν πιο αποτελεσματικό στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης του μυκηλίου από το chlorothalonil, καθώς η ανάπτυξη του μυκηλίου ήταν αντίστοιχα 35.6% και 56.6% σε σχέση με τον μάρτυρα (Πίνακας 31). Στην περίπτωση της απομόνωσης B2 το azoxystrobin χωρίς την προσθήκη SHAM ήταν στατιστικώς όμοιο με το pyrimethanil ($p = 0.716$) και λιγότερο αποτελεσματικό από το chlorothalonil, μετά την προσθήκη του οποίου, η ανάπτυξη του μυκηλίου ήταν 59.6% σε σχέση με τον μάρτυρα (Πίνακας 23).

Το chlorothalonil ήταν το αμέσως πιο αποτελεσματικό σχεδόν σε όλες τις απομονώσεις, με εξαίρεση τις απομονώσεις B4 και Φ8. Στην απομόνωση B4 η επίδραση του chlorothalonil ήταν μηδενική, όπως ακριβώς και η επίδραση του pyrimethanil. Όσον αφορά την απομόνωση Φ8 (Πίνακας 17) το chlorothalonil ήταν πιο αποτελεσματικό από το propiconazole, καθώς παρεμπόδισε την ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα κατά 47% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για το propiconazole ήταν 37.5% αλλά στατιστικώς η διαφορά ήταν αμελητέα ($p = 0.454$).

Το propiconazole σε συγκέντρωση 1 ppm ήταν πιο αποτελεσματικό από τα μυκητοκτόνα που αναφέρθηκαν (ανάπτυξη μυκηλίου 32.6% σε σχέση με τον μάρτυρα κατά μέσο όρο) αλλά όχι πιο αποτελεσματικό από το azoxystrobin με 33 ή με 100 ppm SHAM. Συγκεκριμένα, μόνο στην απομόνωση X1 το propiconazole παρεμπόδισε την ανάπτυξη του μυκηλίου κατά 85% ενώ το azoxystrobin με 100 ppm SHAM την παρεμπόδισε κατά 82.1% (Πίνακας 31), ενώ στις υπόλοιπες απομονώσεις το azoxystrobin με 100 ppm SHAM ήταν πιο αποτελεσματικό.

Το azoxystrobin με 100 ppm SHAM ήταν πιο αποτελεσματικό όσον αφορά την αναστολή της ανάπτυξης του μυκηλίου του μύκητα καθώς η ανάπτυξη του μυκηλίου ήταν 18.9% σε σχέση με τον μάρτυρα κατά μέσο όρο.

Αντίστοιχα το azoxystrobin με 33 ppm SHAM ήταν επίσης πιο αποτελεσματικό σε όλες τις απομονώσεις (ανάπτυξη μυκηλίου 15.8% σε σχέση με τον μάρτυρα κατά μέσο όρο), εκτός από την απομόνωση B4 όπου είχε ακριβώς την ίδια επίδραση με το propiconazole (100% παρεμπόδιση της ανάπτυξης του μυκηλίου).

3.4.2 Συγκέντρωση 10 ppm δραστικής ουσίας

Όσον αφορά την συγκέντρωση των 10 ppm σε όλες τις περιπτώσεις το pyrimethanil σημείωσε την χαμηλότερη παρεμπόδιση της ανάπτυξης του μυκηλίου, καθώς η ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα ήταν 85.1% κατά μέσο όρο. Για τις δύο απομονώσεις που εξετάστηκε η δράση του σε συγκέντρωση 10 ppm, το αμέσως πιο αποτελεσματικό ήταν το azoxystrobin με ανάπτυξη μυκηλίου 60.1% κατά μέσο όρο σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ ακόμη πιο αποτελεσματικό ήταν το chlorothalonil με ανάπτυξη μυκηλίου κατά μέσο όρο 26% σε σχέση με τον μάρτυρα. Αποτελεσματικότερο όλων ήταν το propiconazole καθώς παρουσίασε 100% παρεμπόδιση της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα σε σχέση με τον μάρτυρα (Διάγραμμα 10).

3.4.3 Επίδραση SHAM

Η προσθήκη azoxystrobin χωρίς την συνέργεια του SHAM φαίνεται να έχει ελάχιστη επίδραση στην αναστολή της ανάπτυξης του μύκητα, και συγκεκριμένα είναι 0.42%, 0%, 13.75%, 8.3% και 28.3%, σε σχέση με την ανάπτυξη του μάρτυρα μετά την προσθήκη 0.001 ppm, 0.01 ppm, 0.1 ppm, 1 ppm και 10 ppm azoxystrobin αντίστοιχα.

Η προσθήκη 33 ppm SHAM αύξησε το ποσοστό αναστολής της μυκηλιακής ανάπτυξης, το οποίο είναι 22.9%, 47.5%, και 81.2% για 0.01 ppm, 0.1 ppm και 1 ppm azoxystrobin αντίστοιχα.

Παράλληλα η προσθήκη 100 ppm SHAM έχει σαν αποτέλεσμα 15.8%, 57.1% και 82% αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης για τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις 0.01 ppm, 0.1 ppm και 1 ppm azoxystrobin (Διάγραμμα 11).

4 Συζήτηση

4.1 Σύγκριση δραστικών ουσιών

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση και την σύγκριση των EC_{50} η πιο αποτελεσματική δραστική ουσία κατά του *Phomopsis amygdali* φαίνεται να είναι το azoxystrobin με τιμή EC_{50} 0.520 mg/L. Επειδή η εκτίμηση της EC_{50} πραγματοποιήθηκε από μετρήσεις μίας απομόνωσης για κάθε δραστική ουσία τα αποτελέσματα δεν είναι απόλυτα. Σύμφωνα με μελέτες του Lalancette το πιο αποτελεσματικό μυκητοκτόνο για τον έλεγχο του έλκους κλαδίσκων της αμυγδαλιάς είναι το chlorothalonil. Ακολουθούν τα captan, thiram, ferbam, οι τριαζόλες (DMIs), τα βενζιμιδαζολικά και οι στρομπιλουρίνες με φθίνουσα σειρά αποτελεσματικότητας (Schnabel and Lalancette 2003).

Το azoxystrobin έχει έγκριση στην ΕΕ για το αμπέλι και τα περισσότερα σιτηρά και ψυχανθή, δεν έχει όμως για τις αμυγδαλιές. Το pyraclostrobin που ανήκει επίσης στις στρομπιλουρίνες, έχει έγκριση για τις αμυγδαλιές και συγκεκριμένα για την καταπολέμηση της μονίλιας και του εξώασκου (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2020α). Σύμφωνα με την μελέτη των Lalancette και Robison το 2007, το azoxystrobin ήταν μετρίως αποτελεσματικό κατά της ασθένειας καθώς μετά από ψεκασμό σε μολυσμένα δέντρα ροδακινιάς, επετεύχθη έλεγχος κατά 40%, ενώ σύμφωνα με τους Froelich και Schnabel το 2019 η δράση του azoxystrobin και του pyraclostrobin βρέθηκε ικανοποιητική στην καταπολέμηση του μύκητα *P. amygdali*.

Σύμφωνα με άλλες μελέτες η προσθήκη SHAM προκαλεί παρεμπόδιση της βλάστησης σποριών (Steinfeld et al. 2001, Wood and Hollomon 2003). Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3.1, το azoxystrobin μαζί με SHAM παρεμπόδισε την εμφάνιση των κατασκευών στην επιφάνεια του μυκηλίου του μύκητα *P. amygdali*. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία δεν εξετάστηκε η σποριοποίηση του μύκητα για να διαπιστωθεί αν συνδέεται η παρεμπόδιση εμφάνισης κατασκευών με την σποριοποίηση, αλλά περεταίρω μελέτες της πιθανής δράσης των στρομπιλουρίνων στην σποριοποίηση του παθογόνου θα ήταν χρήσιμες για την εύρεση μιας αποτελεσματικής μεθόδου καταπολέμησης της ασθένειας.

Η σύγκριση των δύο διαφορετικών συγκεντρώσεων του SHAM (Πίνακες 50 και 52) έδειξε ότι σε συγκεντρώσεις 0.01 και 1 ppm azoxystrobin δεν διαφέρουν σημαντικά στατιστικώς ($p_{0,01} = 0.051$, $p_1 = 0.158$). Σε συγκέντρωση 0.1 ppm της στρομπιλουρίνης όμως η επίδραση της υψηλότερης συγκέντρωσης SHAM είχε μεγαλύτερη επίδραση στην ανάπτυξη του παθογόνου. Παρόλα αυτά οι δύο συγκεντρώσεις των 33 και 100 ppm SHAM προκάλεσαν 83.5% και 83.4% αναστολή της μυκηλιακής

ανάπτυξης του μύκητα αντιστοίχως, σε συγκέντρωση 1 ppm azoxystrobin, οπότε οι διαφορές θεωρούνται αμελητέες.

Η εκτίμηση της EC_{50} για το propiconazole δεν ήταν εφικτή λόγω έλλειψης δεδομένων.

Βάσει της στατιστικής ανάλυσης ανά απομόνωση το propiconazole είναι εξίσου αποτελεσματικό με το azoxystrobin σε συνέργεια με SHAM και στις δύο συγκεντρώσεις SHAM που δοκιμάστηκαν, ενώ το azoxystrobin χωρίς το οξύ φαίνεται να είναι χαμηλότερης αποτελεσματικότητας.

Το propiconazole έχει ευρύ φάσμα δράσης σε πολλές καλλιέργειες όπως τα σιτηρά, τα μανιτάρια και πολλά πυρηνόκαρπα μεταξύ των οποίων και η αμυγδαλιά. Δεν έχει έγκριση στην ΕΕ πλέον, αλλά χρησιμοποιείται ακόμα στις ΗΠΑ και την Αυστραλία. Η δράση του ως μυκητοκτόνο της ομάδας των τριαζολών ήταν πολύ αποτελεσματική ως προς την παρεμπόδιση της μυκηλιακής ανάπτυξης του εξεταζόμενου μύκητα, η οποία ήταν 100% σε συγκέντρωση 10 ppm της δραστικής ουσίας.

Σύμφωνα με άλλες εργασίες, το propiconazole (Froelich and Schnabel 2019) και κάποιες δραστικές της ομάδας των τριαζολών όπως το tebuconazole (Thomidis et al. 2009), το difenoconazole και το diniconazole (Zhaolin et al. 2013) αποδείχθηκαν αποτελεσματικές κατά του μύκητα *P. amygdali* που συλλέχθηκε από ροδακινιές.

Εν κατακλείδι αρκετά μυκητοκτόνα αυτής της ομάδας φαίνεται να έχουν ικανοποιητική δράση στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης του παθογόνου, και θα ήταν συνετή η εξέταση της δράσης του fenbuconazole, που είναι μυκητοκτόνο της ομάδας των τριαζολών και έχει έγκριση στην ΕΕ για χρήση στις αμυγδαλιές για την αντιμετώπιση της φαιάς σήψης (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2020α).

Η τιμή EC_{50} του chlorothalonil στην παρούσα εργασία υπολογίσθηκε στα 1,673 mg/L, που την καθιστά λιγότερο αποτελεσματική ουσία από τις προαναφερθείσες, παρόλα αυτά εξακολουθεί να φαίνεται αποτελεσματική κατά του μύκητα, σε υψηλότερη όμως συγκέντρωση, καθώς η αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα έφτασε στο 81.4% σε συγκέντρωση 10 ppm της δραστικής ουσίας.

Πρόκειται για ένα αποτελεσματικό μυκητοκτόνο στην αντιμετώπιση πολλών ασθενειών σε πολλές καλλιέργειες όπως σιτηρά, λαχανικά και οπωροφόρα, και αποδείχθηκε αποτελεσματικό ως προς την παρεμπόδιση της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα *P. amygdali*. Πλέον δεν έχει έγκριση στην ΕΕ, αλλά εξακολουθεί να χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και την Αυστραλία (Lewis et al. 2016). Σε άλλες μελέτες το chlorothalonil ήταν αποτελεσματικό στον έλεγχο της ασθένειας μετά από ψεκασμό σε ροδακινιές κατά 46 έως 71% (Lalancette and Robison 2007).

Το pyrimethanil έχει έγκριση στην ΕΕ για χρήση σε όλα τα πυρηνόκαρπα εκτός της κερασιάς, και συγκεκριμένα στην καλλιέργεια της αμυγδαλιάς χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της φαιάς σήψης. Είναι αποτελεσματικό και έχει ευρεία χρήση στην αντιμετώπιση της ασθένειας της φόμοψης του αμπελιού που προκαλείται από τον μύκητα *P. viticola*, που ανήκει στο ίδιο γένος με τον μύκητα *P. amygdali* (Lewis et al. 2016) ενώ στην Ελλάδα δεν έχει έγκριση για το αμπέλι (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2020β).

Στην παρούσα εργασία η δράση του ήταν απολύτως ανεπαρκής σε όλες τις απομονώσεις, καθώς η μέγιστη αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα έφτασε μόλις στο 29.48%. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με την περιγραφή του σκευάσματος, η αποτελεσματικότητα είναι εμφανής μετά από εκτεταμένη χρήση in vivo, οπότε είναι πιθανό αυτός να είναι ο λόγος που δεν παρουσίασε τοξικότητα in vitro (Lewis et al. 2016).

4.2 Απομονώσεις

Δεν είναι δυνατό να διακριθούν υποομάδες που να ακολουθούν ίδιο μοτίβο στις αντιδράσεις τους σε κάθε δραστική ουσία.

Μπορούν να διακριθούν όμως αξιοσημείωτες διαφορές. Οι περισσότερες και πιο εμφανείς διαφορές ήταν ανάμεσα σε απομονώσεις που προέρχονταν από το ίδιο χωράφι.

Οι απομονώσεις Φ8, Φ7 και Φ4, συλλέχθηκαν από τον ίδιο αμυγδαλεώνα, και έφεραν και οι 3 κατασκευές στο μυκήλιό τους. Σε συγκέντρωση 1 ppm propiconazole, οι Φ7 και Φ8 ήταν στατιστικά όμοιες, ενώ η Φ4 εμφάνισε μεγαλύτερη αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης. Η απόκριση και των τριών απομονώσεων ήταν ίδια στο pyrimethanil, ενώ στο chlorothalonil στατιστικά όμοιες ήταν οι Φ4 με την Φ8 ενώ η Φ7 αποδείχθηκε πιο ανθεκτική στην συγκεκριμένη δραστική. Όσον αφορά το azoxystrobin, σε συγκέντρωση 33 ppm SHAM, η Φ7 διέφερε από την Φ8 μόνο σε συγκέντρωση 1 ppm azoxystrobin (η Φ4 δεν χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την δοκιμή). Σε συγκέντρωση 100 ppm SHAM οι Φ4 και Φ7 διέφεραν σημαντικά και στις 3 συγκεντρώσεις azoxystrobin.

Οι απομονώσεις Β2, Β3, Β4 και Β5 συλλέχθηκαν από την ίδια καλλιέργεια. Η Β3 και η Β5 ήταν οι μόνες που έφεραν κατασκευές. Παρατηρήθηκε πως όλες διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους. Οι απομονώσεις Β2 και Β3 δεν είχαν στατιστικά όμοια ποσοστά απόκρισης σε καμία δραστική ουσία. Οι Β3 και Β4 ήταν στατιστικά όμοιες μόνο στην επίδραση 0.1 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM. Η Β2 ήταν όμοια με την Β5 μόνο σε συγκέντρωση 1 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM, ενώ με την Β4 μόνο σε συγκέντρωση 10 ppm pyrimethanil.

Οι απομονώσεις A1, A5 και A6 συλλέχθηκαν από το τρίτο αναφερόμενο αγροτεμάχιο. Οι A5 και A6 έφεραν κατασκευές, ενώ η A1 όχι. Η A1 διέφερε σημαντικά από τις άλλες δύο απομονώσεις στην απόκριση της σε 1 ppm propriconazole, ενώ οι A5 κ A6 ήταν όμοιες. Σε 10 ppm pyrimethanil η A6 ήταν στατιστικά όμοια και με τις δύο, ενώ οι A1 και A5 ήταν ανόμοιες. Οι τρεις απομονώσεις παρουσίασαν ομοιότητα στην δράση 10 ppm chlorothalonil, ενώ ήταν ανόμοιες σε 1 ppm της ίδιας ουσίας.

Θα ήταν χρήσιμη η αξιολόγηση της απόκρισης του μύκητα σε κάθε δραστική ουσία βάσει της περιόδου και της έκτασης της προσβολής πάνω σε ένα κλαδί ή δέντρο για τον καθορισμό ευαισθησίας της αποικίας και σε ποιες συνθήκες είναι πιθανό να εμφανίζονται αυτές. Σε πολλές περιπτώσεις υπήρξαν ενδείξεις ότι η περίοδος προσβολής παίζει ρόλο στην ευαισθησία του μύκητα (για παράδειγμα η απομόνωση X1 που λήφθηκε από έλκος της προηγούμενης περιόδου αναπτύχθηκε ελάχιστα μετά την προσθήκη azoxystrobin χωρίς SHAM ενώ η απομόνωση B2 που λήφθηκε από έλκος της ίδιας περιόδου ήταν πολύ πιο ανθεκτική). Η αξιολόγηση αυτή θα ήταν συνετή για τον καθορισμό της βέλτιστης καταπολέμησης της ασθένειας με την ελάχιστη δυνατή χρήση μυκητοκτόνων, εξοικονομώντας χρήματα στον καλλιεργητή και μειώνοντας σημαντικά την ρύπανση.

5 Συμπεράσματα

Τα μυκητοκτόνα propiconazole και azoxystrobin με SHAM έδειξαν ικανοποιητική επίδραση στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης του μυκηλίου του μύκητα *Phomopsis amygdali*. Αντίστοιχα αποτελεσματικό φάνηκε και το chlorothalonil, σε υψηλότερες συγκεντρώσεις. Το pyrimethanil δεν απέδωσε ικανοποιητικά στην παρεμπόδιση της μυκηλιακής ανάπτυξης. Η σειρά αποτελεσματικότητας των δραστικών ουσιών ήταν propiconazole > azoxystrobin με SHAM (33 ή 100 ppm) > chlorothalonil > pyrimethanil.

Το SHAM αύξησε την αποδοτικότητα του azoxystrobin, και στις δύο συγκεντρώσεις, χωρίς ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των δύο συγκεντρώσεων που δοκιμάστηκαν.

Οι απομονώσεις που προήλθαν από το ίδιο αγροτεμάχιο είχαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ τους ως προς την απόκριση τους σε κάθε δραστική ουσία.

6 Βιβλιογραφία

6.1 Ελληνική βιβλιογραφία

- Ζιώγας, Β. και Μαρκόγλου, Α., 2010. Γεωργική Φαρμακολογία (2η έκδοση). Αθήνα: Green-book publications
- Παναγόπουλος, Χ., 2007. Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου (4η έκδοση). Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.
- Τζάμος, Ε. Κ., 2007. Φυτοπαθολογία (Β' έκδοση). Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2020^α. Κατάλογος φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά καλλιέργεια και ασθένεια/Ακρόδρυα-Αμυγδαλιά. Διαθέσιμο από: http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST_astenia_CROPS.aspx Τελευταία ενημέρωση: 25/9/20 (Πρόσβαση στις 26/09/20)
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2020^β. Κατάλογος φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά καλλιέργεια και ασθένεια/Αμπέλι. Διαθέσιμο από: http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST_astenia_CROPS.aspx Τελευταία ενημέρωση: 25/9/20 (Πρόσβαση στις 26/09/20)
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2020^γ. Pyrimethanil. Διαθέσιμο από: http://www.minagric.gr/syspest/syspest_Detail_drastiko.aspx?onomadron=Pyrimethanil Τελευταία ενημέρωση: 25/9/20 (Πρόσβαση στις 26/09/20)

6.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Abbott, W.S., 1987. A method of computing the effectiveness of an insecticide, 1925. Journal of the American Mosquito Control Association, 3(2), 302-303. Available from: <https://www.biodiversitylibrary.org/part/125827#/summary>
- Adaskaveg, J.E., Förster, H. and Connell, J.H., 1999. First Report of Fruit Rot and Associated Branch Dieback of Almond in California Caused by a *Phomopsis* Species Tentatively Identified as *P. amygdali*. Plant Disease, 83:1073-1073. Available from: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.11.1073C>
- Andrews, J.M., 2001. Determination of minimum inhibitory concentrations. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 48:5-16. Available from doi: 10.1093/jac/48.suppl_1.5 (published correction appears in Journal of Antimicrobial Chemotherapy 2002, 49:1049).

- Assmann, S.M. and Schwartz, A., 1992. Synergistic Effect of Light and Fusicoccin on Stomatal Opening: Epidermal Peel and Patch Clamp Experiments. *Plant Physiology*, 98: 1349–1355. Available from doi: 10.1104/pp.98.4.1349
- Avila-Adame, C. and Köller, W., 2002. Disruption of the alternative oxidase gene in *Magnaporthe grisea* and its impact on host infection. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 15:493-500. Available from doi: 10.1094/MPMI.2002.15.5.493
- Bartlett, D.W., Clough, J.M., Godwin, J. R., Hall, A.A., Hamer, M. and Parr-Dobrzanski, B., 2002. The strobilurin fungicides. *Pest Management Science*, 58: 649-662. Available from doi: 10.1002/ps.520
- Bienapfl J.C. and Balci Y., 2013. Phomopsis blight: A new disease of *Pieris japonica* caused by *Phomopsis amygdali* in the United States. *Plant Disease*, 97:1403-1407. Available from: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-03-13-0226-RE>.
- Carlier, J., Cabrita, L., Leitão, J., Sousa, R.M. and Sousa, A.T., 2011. ISSR and AFLP characterization of *Phomopsis amygdali* (Del.) Tuset & Portilla accessions. *Acta Horticulturae*, 912:645-650. Available from doi: 10.17660/ActaHortic.2011.912.97
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. FAOSTAT database. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Πρόσβαση στις 14 Σεπτεμβρίου 2020)
- Farr D.F., Castlebury L.A. and Pardo-Schultheiss R.A., 1999. *Phomopsis amygdali* causes peach shoot blight of cultivated peach trees in the southeastern United States. *Mycologia*, 91:1008-1015. Available from doi: 10.1080/00275514.1999.12061111
- Froelich, M.H. and Schnabel, G., 2019. Investigation of Fungi Causing Twig Blight Diseases on Peach Trees in South Carolina. *Plant Disease*, 103:705-710. Available from: <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-1052-RE>
- Lalancette, N. and Polk, D.F., 2000. Estimating yield and economic loss of constriction canker of peach. *Plant Disease*, 84:941-946. Available from: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.9.941>
- Lalancette, N. and Robison, D.M., 2007. Effect of Fungicides, Application Timing, and Canker Removal on Incidence and Severity of Constriction Canker of Peach. *Plant Disease*, 86:721-728. Available from: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.7.721>
- Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D. and Green. A., 2016. An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22:1050-1064. Available from doi: 10.1080/10807039.2015.1133242

- Mostert, L., Crous, P.W., Kang, J. and Phillips, A.L.J., 2001. Species of *Phomopsis* and a *Libertella* sp. occurring on grapevines with specific reference to South Africa: morphological, cultural, molecular and pathological characterization. *Mycologia*, 93:146-167. Available from doi: 10.1080/00275514.2001.12061286
- Mycobank, 2020. *Phomopsis amygdali*. Available from: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/54716> (Πρόσβαση στις 14 Σεπτεμβρίου 2020)
- National Center for Biotechnology Information, 2020a. PubChem Compound Summary for CID 3034285, Azoxystrobin. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Azoxystrobin>. (Πρόσβαση 14 Σεπτεμβρίου 2020)
- National Center for Biotechnology Information, 2020b. PubChem Compound Summary for CID 15910, Chlorothalonil. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chlorothalonil> (Πρόσβαση 14 Σεπτεμβρίου 2020)
- National Center for Biotechnology Information, 2020c. PubChem Compound Summary for CID 43234, Propiconazole. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Propiconazole>. (Πρόσβαση 14 Σεπτεμβρίου 2020)
- National Center for Biotechnology Information, 2020d. PubChem Compound Summary for CID 91650, Pyrimethanil. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Pyrimethanil> (Πρόσβαση 14 Σεπτεμβρίου 2020)
- National Center for Biotechnology Information, 2020e. PubChem Compound Summary for CID 66644, Salicylhydroxamic acid. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Salicylhydroxamic-acid> (Πρόσβαση 14 Σεπτεμβρίου 2020)
- Rhouma, A., Triki, M.A., Ouerteni, K. and Mezghanni, M., 2008. Chemical and biological control of *Phomopsis amygdali* the causal agent of constriction canker of almond in Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 3:69–77. Available from: <https://www.yumpu.com/en/document/read/38501065/chemical-and-biological-control-of-phomopsis-amygdali-the-iresa>
- Ridgway, R., 1912. *Color standards and color nomenclature* Washington, D. C.: Published by the author. Electronic reproduction. New York, N.Y.: Columbia University Libraries, 2011. NNC. Columbia University Libraries Electronic Books. 2006
- Russell, P. E., 2002. Sensitivity baselines in fungicide resistance research and management. FRAC Monograph No. 3. Crop Life International, Brussels, Belgium. pp. 1-53
- Schnabel, G. and Lalancette, N., 2003. Constriction Canker Management in Peach. *Southeastern Regional Peach Newsletter*, 3(3)

- Sebaugh, J.L., 2011. Guidelines for accurate EC50/IC50 estimation. *Pharmaceutical Statistics*, 10:128-134. Available from doi: 10.1002/pst.426
- Simões, M. P., Paulo, M.J. and Luz, J.P., 2005. Susceptibilidade de pessegueiros a *Phomopsis amygdali* sujeitos a diferentes níveis de fertilização azotada. In Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, 5, Porto, Maio - Actas Portuguesas de Horticultura, 7:204-210. Available from: https://www.researchgate.net/publication/277192283_Susceptibilidade_de_pessegueiros_a_Phomopsis_amygdali_sujeitos_a_diferentes_niveis_de_fertilizacao_azotada
- Steinfeld, U., Sierotzki, H., Parisi, S., Poirey, S. and Gisi, U., 2001. Sensitivity of mitochondrial respiration to different inhibitors in *Venturia inaequalis*. *Pest Management Science*, 57: 787-796. Available from doi: 10.1002/ps.356
- Tillman R.W., Siegel M.R. and Long J.W., 1973. Mechanism of action and fate of the fungicide chlorothalonil (2,4,5,6-tetrachloroisophthalonitrile) in biological systems: I. Reactions with cells and subcellular components of *Saccharomyces pastorianus*, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 3:160-167. Available from: [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(73\)90100-4](https://doi.org/10.1016/0048-3575(73)90100-4)
- Thomidis, T., Michailides, T. and Exadaktylou, E., 2009. Contribution of Pathogens to Peach Fruit Rot in Northern Greece and their Sensitivity to Iprodione, Carbendazim, Thiophanate-methyl and Tebuconazole Fungicides. *Journal of Phytopathology*, 157: 194-200. Available from: doi:10.1111/j.1439-0434.2008.01469.x
- Tuset J.J., Portilla M.T., 1989. Taxonomic status of *Fusicoccum amygdali* and *Phomopsis amygdalina*. *Canadian Journal of Botany*. 67:1275-1280
- Udayanga D., Liu X., Mckenzie E., Chukeatirote E., Bahkali A. and Hyde K., 2011. The genus *Phomopsis*: Biology, applications, species concepts and names of common phytopathogens. *Fungal diversity*, 50:189-225. Available from: 10.1007/s13225-011-0126-9
- Wood P.M. and Hollomon D.W., 2003. A critical evaluation of the role of alternative oxidase in the performance of strobilurin and related fungicides acting at the Q_o site of Complex III. *Pest Management Science*, 59: 499-511. Available from doi:10.1002/ps.655
- Zhaolin J., Huijun D., Huiqin Z., JianFang J., Caizhen X. and JingYou X., 2013. Virulence and control efficacy in field of fungicides on *Phomopsis amygdali* of peach. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009, China. *Journal of Fruit Science* 30:281-284. Available from: https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-GSKK201302021.htm

7 Παράρτημα

7.1 Σύγκριση των μυκητοκτόνων και της συγκέντρωσης

Πίνακας 3. Two-way ANOVA των chlorothalonil, pyrimethanil και propiconazole.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Response

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	213324,390 ^a	5	42664,878	182,574	,000
Intercept	430209,848	1	430209,848	1840,977	,000
Substance	184389,529	2	92194,764	394,525	,000
Dose	23654,984	1	23654,984	101,226	,000
Substance * Dose	4266,932	2	2133,466	9,130	,000
Error	39259,183	168	233,686		
Total	730274,830	174			
Corrected Total	252583,573	173			

a. R Squared = ,845 (Adjusted R Squared = ,840)

Πίνακας 4. Tukey's test των chlorothalonil, pyrimethanil και propiconazole.

Response

Tukey HSD^{a,b,c}

Substance	N	Subset		
		1	2	3
1	54	7,07387398022 8178		
3	54		57,3026358467 12920	
2	66			85,4635018638 18420
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 233,686.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 57,484.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

7.2 Σύγκριση της απόκρισης των απομονώσεων ανά δραστική ουσία και συγκέντρωση

Πίνακας 5. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15748,194	8	1968,524	70,291	,000
Within Groups	504,100	18	28,006		
Total	16252,293	26			

Πίνακας 6. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
7	3	,000000000000 000			
8	3	8,333333333333 3433			
3	3		25,0000000000 00100		
10	3			43,4689240876 44446	

2	3			47,0833333333 33435	
1	3			48,5982905982 90696	
6	3			54,6115288220 55234	
9	3				70,1276428250 11350
4	3				74,3389592123 77030
Sig.		,605	1,000	,261	,984

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 7. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1944,635	8	243,079	27,848	,000
Within Groups	157,120	18	8,729		
Total	2101,755	26			

Πίνακας 8. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
8	3	51,2500000000 00100			
7	3		70,8333333333 33430		

10	3		72,0376945654 57770	72,0376945654 57770	
2	3		74,1666666666 66770	74,1666666666 66770	74,1666666666 66770
3	3		74,5833333333 33430	74,5833333333 33430	74,5833333333 33430
1	3		77,1794871794 87280	77,1794871794 87280	77,1794871794 87280
9	3		78,4850427350 42840	78,4850427350 42840	78,4850427350 42840
4	3			79,8931082981 71680	79,8931082981 71680
6	3				81,4567669172 93340
Sig.		1,000	,094	,080	,124

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 9. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm pyrimethanil.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	164,809	8	20,601	1,663	,176
Within Groups	223,049	18	12,392		
Total	387,857	26			

Πίνακας 10. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 10 ppm pyrimethanil.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2497,777	8	312,222	10,420	,000

Within Groups	539,347	18	29,964		
Total	3037,125	26			

Πίνακας 11. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 10 ppm pyrimethanil.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5	3	,000000000000 000			
7	3	,000000000000 000			
2	3	5,00000000000 0101	5,00000000000 0101		
3	3	5,41666666666 6766	5,41666666666 6766		
6	3	11,9047619047 62005	11,9047619047 62005	11,9047619047 62005	
1	3	12,2222222222 22321	12,2222222222 22321	12,2222222222 22321	
8	3		18,7500000000 00100	18,7500000000 00100	18,7500000000 00100
9	3			22,1440620782 72700	22,1440620782 72700
4	3				29,4585091420 53547
Sig.		,203	,112	,395	,342

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 12. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm propiconazole.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16698,577	10	1669,858	47,004	,000
Within Groups	781,576	22	35,526		
Total	17480,153	32			

Πίνακας 13. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm propiconazole.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	3	37,5000000000 00100		
8	3	37,9166666666 66764		
3	3	43,9451476793 25000		
5	3	53,3333333333 33435		
11	3		77,0833333333 33430	
6	3		77,3611111111 11200	
4	3		81,7753975981 82500	
10	3		84,8931623931 62500	84,8931623931 62500
1	3		86,3888888888 89000	86,3888888888 89000
7	3			100,0000000000 000100

9	3			100,00000000 000100
Sig.		,096	,704	,128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

7.3 Σύγκριση των μυκητοκτόνων σε συγκέντρωση 1 ppm ανά απομόνωση

Πίνακας 14. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης A6 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9356,047	2	4678,023	219,902	,000
Within Groups	127,640	6	21,273		
Total	9483,686	8			

Πίνακας 15. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης A6 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	7,43589743589 7537		
1	3		48,5982905982 90696	
2	3			86,3888888888 89000

Πίνακας 18. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης A1 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2886,454	2	1443,227	544,062	,000
Within Groups	15,916	6	2,653		
Total	2902,370	8			

Πίνακας 19. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης A1 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	,208333333333 433		
1	3		25,0000000000 00100	
2	3			43,9451476793 25000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 20. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης B3 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3) και azoxystrobin με 33 ppm SHAM (4).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--	----------------	----	-------------	---	------

Between Groups	13893,732	3	4631,244	2474,935	,000
Within Groups	14,970	8	1,871		
Total	13908,702	11			

Πίνακας 21. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης B3 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3) και azoxystrobin με 33 ppm SHAM (4).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	1,71026722925 4672		
1	3		74,3389592123 77030	
2	3			81,7753975981 82500
4	3			83,5423976608 18820
Sig.		1,000	1,000	,439

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 22. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης B2 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3), azoxystrobin με 33 ppm SHAM (4), azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5) και azoxystrobin χωρίς SHAM (6).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17374,392	5	3474,878	268,662	,000
Within Groups	155,208	12	12,934		
Total	17529,601	17			

Πίνακας 23. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης B2 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3), azoxystrobin με 33 ppm SHAM (4), azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5) και azoxystrobin χωρίς SHAM (6).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
3	3	4,1666666666666667			
6	3	8,333333333333333			
1	3		40,416666666666666		
2	3			53,333333333333333	
4	3				81,250000000000000
5	3				82,083333333333333
Sig.		,716	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 24. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης Φ4 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3) και azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12588,998	3	4196,333	323,440	,000
Within Groups	103,793	8	12,974		
Total	12692,791	11			

Πίνακας 25. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης Φ4 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3) και azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	,952380952381 053		
1	3		54,6115288220 55234	
2	3			77,3611111111 11200
5	3			82,9166666666 66770
Sig.		1,000	1,000	,304

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 26. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης Φ7 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3), azoxystrobin με 33 ppm SHAM (4) και azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16288,125	4	4072,031	550,585	,000
Within Groups	73,958	10	7,396		
Total	16362,083	14			

Πίνακας 27. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης Φ7 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3), azoxystrobin με 33 ppm SHAM (4) και azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	2,0833		
1	3	8,3333		
2	3		37,9167	
5	3			75,4167
4	3			81,6667
Sig.		,104	1,000	,104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 28. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης A5 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14012,085	2	7006,042	445,219	,000
Within Groups	94,417	6	15,736		
Total	14106,502	8			

Πίνακας 29. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης A5 σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	5,45996401259 5692		
1	3		70,1276428250 11350	

2	3			100,00000000 000100
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 30. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης XI σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10419,999	4	2605,000	122,293	,000
Within Groups	213,013	10	21,301		
Total	10633,013	14			

Πίνακας 31. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης XI σε συγκέντρωση 1 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2), pyrimethanil (3), azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5) και azoxystrobin χωρίς SHAM (6).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
3	3	14,5833333333 33433			
1	3		43,4689240876 44446		
6	3			66,4692714692 71580	
5	3				82,1388888888 89000
2	3				84,8931623931 62500
Sig.		1,000	1,000	1,000	,944

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 32. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης X3 σε συγκέντρωση 1 ppm propiconazole (2) και azoxystrobin με 100 ppm SHAM (5).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	59,640	1	59,640	,697	,451
Within Groups	342,449	4	85,612		
Total	402,089	5			

7.4 Σύγκριση των μυκητοκτόνων σε συγκέντρωση 10 ppm ανά απομόνωση

Πίνακας 33. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης A6 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12445,160	2	6222,580	687,342	,000
Within Groups	54,319	6	9,053		
Total	12499,479	8			

Πίνακας 34. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης A6 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3

3	3	12,2222222222 22321		
1	3		77,1794871794 87280	
2	3			100,000000000 000100
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 35. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης Φ8 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14476,389	2	7238,194	1344,903	,000
Within Groups	32,292	6	5,382		
Total	14508,681	8			

Πίνακας 36. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης Φ8 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	5,0000000000 0101		
1	3		74,1666666666 66770	
2	3			100,000000000 000100

Sig.		1,000	1,000	1,000
------	--	-------	-------	-------

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 37. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης A1 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14376,042	2	7188,021	559,500	,000
Within Groups	77,083	6	12,847		
Total	14453,125	8			

Πίνακας 38. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης A1 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	5,4166666666666766		
1	3		74,58333333333333430	
2	3			100,000000000000100
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 39. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης B3 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7924,038	2	3962,019	286,379	,000
Within Groups	83,009	6	13,835		
Total	8007,047	8			

Πίνακας 40. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης B3 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	29,4585091420 53547		
1	3		79,8931082981 71680	
2	3			100,000000000 000100
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 41. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης Φ4 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12942,104	2	6471,052	160,756	,000
Within Groups	241,524	6	40,254		
Total	13183,628	8			

Πίνακας 42. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης Φ4 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	11,9047619047 62005		
1	3		81,4567669172 93340	
2	3			100,000000000 000100
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 43. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης B4 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15868,056	2	7934,028	1828,000	,000
Within Groups	26,042	6	4,340		
Total	15894,097	8			

Πίνακας 44. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης B4 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	,0000		
1	3		70,8333	
2	3			100,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 45. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης Φ7 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10034,375	2	5017,188	370,500	,000
Within Groups	81,250	6	13,542		
Total	10115,625	8			

Πίνακας 46. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης Φ7 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3

3	3	18,750000000 00100		
1	3		51,250000000 00100	
2	3			100,00000000 000100
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 47. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης A5 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9698,747	2	4849,373	510,306	,000
Within Groups	57,017	6	9,503		
Total	9755,764	8			

Πίνακας 48. Tukey's test της απόκρισης της απομόνωσης A5 σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1), propiconazole (2) και pyrimethanil (3).

Response

Tukey HSD^a

Substance	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	22,144062078 72700		
1	3		78,485042735 42840	
2	3			100,00000000 000100

Sig.		1,000	1,000	1,000
------	--	-------	-------	-------

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 49. One-way ANOVA της απόκρισης της απομόνωσης XI σε συγκέντρωση 10 ppm chlorothalonil (1) και pyrimethanil (3).

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1172,836	1	1172,836	106,786	,000
Within Groups	43,932	4	10,983		
Total	1216,768	5			

7.5 Σύγκριση της απόκρισης των απομονώσεων στις δόσεις SHAM

Πίνακας 50. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.01 ppm azoxystrobin με 33 ppm SHAM ή 100 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1258,808	1	1258,808	4,108	,051
Within Groups	9500,186	31	306,458		
Total	10758,994	32			

Πίνακας 51. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.1 ppm azoxystrobin με 33 ppm SHAM ή 100 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--	----------------	----	-------------	---	------

Between Groups	1947,370	1	1947,370	27,195	,000
Within Groups	2148,207	30	71,607		
Total	4095,577	31			

Πίνακας 52. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm azoxystrobin με 33 ppm SHAM ή 100 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	81,813	1	81,813	2,093	,158
Within Groups	1211,673	31	39,086		
Total	1293,486	32			

7.6 Σύγκριση της απόκρισης των απομονώσεων ανά συγκέντρωση azoxystrobin και SHAM

Πίνακας 53. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.01 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5384,233	4	1346,058	246,647	,000
Within Groups	54,574	10	5,457		
Total	5438,808	14			

Πίνακας 54. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.01 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05
---------	---	-------------------------

		1	2	3
2	3	5,4166666666 6768		
8	3	9,5833333333 3433		
7	3	10,4166666666 66766		
5	3		22,7083333333 33430	
4	3			57,1476608187 13540
Sig.		,139	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 55. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.1 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1292,409	4	323,102	18,574	,000
Within Groups	173,959	10	17,396		
Total	1466,367	14			

Πίνακας 56. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.1 ppm azoxystrobin και 33 ppm SHAM.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	3	45,8333333333 33435	

8	3		81,6666666666 66770	81,6666666666 66770	
4	3			83,5423976608 18820	
7	3				100,000000000 000100
Sig.		1,000	,954	,065	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 59. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.01 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3959,855	5	791,971	93,611	,000
Within Groups	101,523	12	8,460		
Total	4061,378	17			

Πίνακας 60. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.01 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
8,0	3	13,7500000000 00100		
5,0	3	15,8333333333 33433		
11,0	3		28,5277777777 77880	

6,0	3			46,6666666666 66764
12,0	3			47,9166666666 66764
10,0	3			48,0555555555 55650
Sig.		,945	1,000	,990

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 61. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.1 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	761,044	5	152,209	32,222	,000
Within Groups	56,685	12	4,724		
Total	817,729	17			

Πίνακας 62. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 0.1 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5	3	57,0833333333 33435			
8	3		64,5833333333 33430		
10	3		68,0555555555 55660	68,0555555555 55660	

6	3			72,9166666666 66770	72,9166666666 66770
12	3				75,0000000000 00100
11	3				75,3333333333 33430
Sig.		1,000	,417	,137	,747

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Πίνακας 63. One-way ANOVA της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM.

ANOVA

Response

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	128,855	5	25,771	11,036	,000
Within Groups	28,023	12	2,335		
Total	156,878	17			

Πίνακας 64. Tukey's test της απόκρισης των απομονώσεων σε συγκέντρωση 1 ppm azoxystrobin και 100 ppm SHAM.

Response

Tukey HSD^a

Isolate	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
8	3	75,4166666666 66770	
12	3		80,8333333333 33430
5	3		82,0833333333 33430

10	3		82,1388888888 89000
6	3		82,9166666666 66770
11	3		83,3888888888 89000
Sig.		1,000	,372

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

