



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας

Πτυχιακή Εργασία

«Αξιολόγηση της επίδρασης αιθέριων ελαίων από κέδρο και ευκάλυπτο σε απομονώσεις του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, από κολοκυνθοειδή, που συλλέχθηκαν κατά το έτος 2018»

Κομνηγάκη Κρυσταλλία

Επιβλέπων Καθηγητής : Ευάγγελος Βέλλιος

ΒΟΛΟΣ 2020

“Αξιολόγηση της επίδρασης αιθέριων ελαίων από κέδρο και ευκάλυπτο σε απομονώσεις του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, από κολοκυνθοειδή, που συλλέχθηκαν κατά το έτος 2018”

“Antifungal activity of essential oil from cedar and eucalyptus on *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary isolates, collected from cucurbits during 2018”

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων: Ευάγγελος Βέλλιος, Επίκουρος Καθηγητής, Φυτοπαθολογία-Σύγχρονες Μέθοδοι Διαγνωστικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος: Αθανάσιος Σφουγγάρης, Καθηγητής, Διαχείριση Οικοτόπων και Βιοποικιλότητας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος: Dr Φεβρωνία Λιολιοπούλου, μέλος ΕΔΠ, , Φυτοπαθολογία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Στην οικογένειά μου...

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

Κομνηνάκη Κρυσταλλία

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Φυτοπαθολογίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή κ. Ευάγγελου Βέλλιου.

Με την ολοκλήρωση της διατριβής, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας και Σύγχρονων Μεθόδων Διαγνωστικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Ευάγγελο Βέλλιο, για την επιλογή του θέματος, ιδιαίτερα για τα σχόλια, τις συμβουλές και την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας μου. Η βοήθειά του υπήρξε πολύτιμη μέχρι και την τελευταία στιγμή.

Θέλω ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τη Δρ. Λιολιοπούλου Φένια, η οποία αποτέλεσε το στήριγμά μου τόσο κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου στο Πανεπιστήμιο όσο και κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, για την επιστημονική καθοδήγηση, τη συνεργασία και τις εύστοχες επισημάνσεις.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Καθηγητή Διαχείρισης Οικοτόπων και Βιοποικιλότητας, κ. Σφουγγάρη Αθανάσιο, που μέσα από το μάθημά του «Οικολογία και Βιοποικιλότητα», έμαθα και γνώρισα την αξία της σωστής διαχείρισης και διατήρησης ενός ισορροπημένου και υγιούς περιβάλλοντος.

Θα ήταν παράλειψή μου να μην εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Χρήστο Νάκα, Καθηγητή του Εργαστηρίου Βιομετρίας, για τη βοήθεια που μου προσέφερε με την υπόδειξη προγραμμάτων στατιστικής, για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μελέτης μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για τη στήριξη που μου παρείχε στη διάρκεια των σπουδών μου, ηθική, ψυχική και υλική, βοηθώντας με στην εκπλήρωση των στόχων μου.

Περιεχόμενα

Κατάλογος Εικόνων.....	VIII
Περίληψη.....	X
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	2
1.2.1 Συμπτωματολογία.....	2
1.2.2 Παθογόνο Αίτιο – Βιολογικός Κύκλος.....	3
1.2.3 Αντιμετώπιση του παθογόνου.....	4
1.3 Αιθέρια έλαια.....	6
1.4 Σκοπός πτυχιακής εργασίας.....	9
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	10
2.1 Απομονώσεις του μύκητα <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	10
2.2 Επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου στο φαινότυπο αποικιών του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i>	10
2.3 Επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i>	10
2.4 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC)	11
2.5 Υπολογισμός EC ₅₀	11
2.6 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.....	12
3. Αποτελέσματα.....	13

3.1 Επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου στην ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i>.....	13
3.1.1 Φαινοτυπικές μεταβολές αποικιών <i>S. sclerotiorum</i> από την επίδραση αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου.....	13
3.1.2 Επίδραση αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i>.....	18
3.1.2.1 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A8.....	18
3.1.2.2. Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A14.....	21
3.1.2.3 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A16.....	23
3.1.2.4 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A18.....	25
3.1.2.5 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC).....	27
3.1.2.6 Υπολογισμός EC₅₀ αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου σε απομονώσεις του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i>.....	27
3.1.3 Επίδραση αιθέριου ελαίου κέδρου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i>, πρώτης επανάληψης.....	29
3.1.3.1 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A8.....	29
3.1.3.2 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A14.....	31
3.1.3.3 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A16	33
3.1.3.4 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A18.....	35
3.1.3.5 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC).....	38

3.1.3.6 Υπολογισμός EC ₅₀ αιθέριου ελαίου κέδρου σε απομονώσεις του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i> , δεύτερης επανάληψης.....	38
3.1.4 Φαινοτυπικές μεταβολές αποικιών <i>S. sclerotiorum</i> από την επίδραση αιθέριου ελαίου κέδρου, δεύτερης επανάληψης.....	40
3.1.5 Επίδραση αιθέριου ελαίου κέδρου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i> , δεύτερης επανάληψης.....	48
3.1.5.1 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A8.....	48
3.1.5.2 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A14.....	50
3.1.5.3 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A16	53
3.1.5.4 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A18	55
3.1.5.5 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC).....	57
3.1.5.6 Υπολογισμός EC ₅₀ αιθέριου ελαίου κέδρου σε απομονώσεις του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i> , πρώτης επανάληψης.....	57
3.1.5.7 Σύγκριση EC ₅₀ αιθέριου ελαίου κέδρου σε απομονώσεις του μύκητα <i>S. sclerotiorum</i> , μεταξύ επαναλήψεων 1 και 2.....	59
4. Συζήτηση.....	60
5. Συμπεράσματα.....	65
6. Βιβλιογραφία.....	66
6.1 Ελληνική Βιβλιογραφία.....	66
6.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	66
7. Παράρτημα	

Κατάλογος Εικόνων

Εικ. 3.1: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.2: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A14, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/10/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ), (ε) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.3: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A16, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/10/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ), (ε) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.4: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/10/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ), (ε) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.5: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικιών της ίδιας απομόνωσης A16, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση σε ppm: 2500, των τριών επαναλήψεων στα τρυβλία (2), (1), (3) σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.6: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο αποτελεί το μάρτυρα. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.7: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 10 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.8.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 100 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.9: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 1000 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.10: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 2500 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.11.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*, όπου το τρυβλίο αποτελεί το μάρτυρα. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.12.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 10 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.13.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 100 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.14.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 1000 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Εικ. 3.15.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 2500 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να αξιολογηθεί η επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου (*Eucalyptus globulus*) και κέδρου (*Cedrus atlantica*), στην ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*, ο οποίος ευθύνεται για περισσότερες από 60 ασθένειες σε φυτά, αποτελώντας έτσι ένα ιδιαίτερα καταστροφικό παθογόνο. Οι απομονώσεις του μύκητα *S. sclerotiorum* ήταν 4 σε αριθμό και προέρχονταν από τη συλλογή του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας, από την περιοχή του Αϊδινίου Μαγνησίας. Το πείραμα εκτελέστηκε με τη μέθοδο αραιώσης σε θρεπτικό υλικό PDA. Για τον έλεγχο της ανάπτυξης του μυκηλίου των απομονώσεων, επιλέχθηκαν οι συγκεντρώσεις 0/10/100/1000/2500 ppm. Η Ελάχιστη Ανασταλτική Συγκέντρωση (MIC) για το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου βρέθηκε να είναι 2500 ppm, ενώ η MIC για τον κέδρο ήταν μεγαλύτερη από 2500 ppm. Το εύρος τιμών EC₅₀ (ppm) βρέθηκε να είναι 935.5 έως 1066 για το αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου, ενώ το αντίστοιχο εύρος τιμών για το αιθέριο έλαιο κέδρου της EC₅₀ (ppm) όταν ο χρόνος επώασης των αποικιών ήταν 3 μέρες, ήταν 933.6 έως 942.7 ενώ όταν ο χρόνος επώασης ήταν 2 ημέρες, ήταν 55.78 έως 82.49. Συμπεραίνεται ότι το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου ήταν αποτελεσματικότερο για την αντιμετώπιση του μύκητα *S. sclerotiorum* σε σχέση με αυτό του κέδρου. Περαιτέρω μελέτες απαιτούνται, για τη δράση του αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου ως αντιμικροβιακού παράγοντα, με χρήση διαφορετικών μεθόδων, για την εξαγωγή νέων, πολύτιμων δεδομένων για την αντιμετώπιση του υπό μελέτη μύκητα.

Λέξεις κλειδιά: *Eucalyptus globulus*, *Cedrus atlantica*, μυκηλιακή ανάπτυξη, μέθοδος αραιώσης σε θρεπτικό υλικό, MIC, EC₅₀, R², χρόνος επώασης

1. Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Η πρώτη ονομασία που αποδόθηκε στον υπό μελέτη μύκητα, ήταν *Peziza sclerotiorum*, από την Libert, το 1837. Ο Fuckel το 1870 αναφέρθηκε σε πέντε είδη του γένους *Sclerotinia*, ενώ το είδος *Sclerotinia sclerotiorum* καθιερώθηκε τελικώς από τον Whetzel το 1945 (Dumont and Korf 1971). Το υπό μελέτη παθογόνο ανήκει στην οικογένεια Sclerotiniaceae και συγκαταλέγεται στους Ασκομύκητες (Mycobank 1884).

Αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα παθογόνα τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες χώρες παγκοσμίως (Bolton et al. 2006). Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες η προκληθείσα οικονομική ζημιά σε ετήσια βάση ξεπερνά τα 200 εκατομμύρια δολάρια (US) (Bolton et al. 2006). Ο μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* έχει μεγάλο εύρος ξενιστών και προκαλεί περισσότερες από 60 ασθένειες σε φυτά, τα συμπτώματα των οποίων δεν είναι χαρακτηριστικά για όλα (Purdy 1979). Ο υπό μελέτη μύκητας αποτελεί ένα επικίνδυνο παθογόνο, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό σημαντικές καλλιέργειες (Ownley and Trigiano 2017). Αφού πραγματοποιηθεί η μόλυνση φυτών από το μύκητα, η αντιμετώπισή του καθίσταται δύσκολη (Purdy, 1979). Ο αριθμός των ξενιστών του φτάνει τα 400 είδη (Hegedus and Rimmer 2005). Στο σύνολο των ξενιστών που προσβάλλει, συγκαταλέγονται οι εξής οικογένειες: *Solanaceae* (τομάτα, μελιτζάνα, πατάτα), *Brassicaceae* (μαρούλι), *Ariaceae* (σέλινο), *Cucurbitaceae* (κολοκυνθοειδή) και *Fabaceae* (φασόλι) (Purdy 1979, Παναγόπουλος 2000). Ενδεικτικά τα συνηθέστερα συμπτώματα είναι: Σήψη βλαστών (stem rot), υδαρής μαλακή σήψη (watery soft rot), βαμβακώδη σήψη (cottony rot) και τέλος λευκή σήψη (white mold) (Agrios 2005).

Χάρη σε εξειδικευμένες δομές που διαθέτει ο μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* για την επιβίωσή του, τα σκληρώτια, τα οποία χαρακτηρίζουν και την ανθεκτικότητά του, στα φυτοπαθογόνα υψηλού ενδιαφέροντος για μελέτη σε ό,τι αφορά τους τρόπους αντιμετώπισής του, χρησιμοποιώντας φιλικά προς το περιβάλλον μέσα και μειώνοντας έτσι την υπολειμματικότητα που παρατηρείται, έπειτα από προσθήκη μυκητοκτόνων (Παναγόπουλος 2000, Agarwal et al. 2017).

1.2 *Sclerotinia sclerotiorum*

1.2.1 Συμπτωματολογία

Ο μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* προσβάλλει τα φυτά ξενιστές σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους. Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη και τους καρπούς (Παναγόπουλος 2000). Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του μύκητα είναι ότι το μυκήλιο εισέρχεται εντός των ιστών με απευθείας διάτρηση της επιδερμίδας του φυτού με μηχανικό τρόπο (Purdy 1979).

Κατά τα πρώιμα στάδια προσβολής του μύκητα, τα συμπτώματα δεν είναι εμφανή (Bolton et al. 2006). Οι διεργασίες που λαμβάνουν μέρος στα φωτοσυνθετικά όργανα του ξενιστή και οδηγούν στη χλώρωση, μάρανση και νέκρωση του ίδιου είναι: Μετά την είσοδο των υφών στο φυτό, το παθογόνο εκκρίνει ένζυμα που καταστρέφουν το φυτικό ιστό (Purdy 1976). Στη συνέχεια, οι υφές εξαπλώνονται προς το κύριο στέλεχος, αποδιοργανώνονται τα παρεγχυματικά κύτταρα και μακροσκοπικά, εμφανίζεται χλώρωση, μάρανση και τέλος ξήρανση (Bolton et al. 2006). Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ξενιστή που προσβάλλεται από το μύκητα και εμφανίζει χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι το μαρούλι. Μετά την προσβολή του, τα εξωτερικά φύλλα ξεκινούν να μαραίνονται, με εξαίρεση το κεντρικό στέλεχός του, το οποίο μένει υπερυψωμένο. Η εικόνα που προσδίδει το προσβεβλημένο μαρούλι, θυμίζει κατάσταση στρες, ενώ το σύνολο του φυλλώματος είναι χλωρωτικό. Οι παρεγχυματικοί ιστοί και αγγεία αποδιοργανώνονται σταδιακά, σε δομικό και λειτουργικό επίπεδο. Η συνεχής επίδραση του παθογόνου στο φυτό, το οδηγεί στην ολοκληρωτική μάρανσή του (Purdy 1979).

Στο λαιμό του προσβεβλημένου φυτού πιπεριάς, παρατηρείται υδατώδης μεταχρωματισμός, καθώς επίσης, αναπτύσσεται ανοιχτού χρώματος έλκος σε διάφορα σημεία του υπέργειου μέρους του (Παναγόπουλος 2000, Agrios 2005). Στα συμπτώματα, περιλαμβάνονται και οι υδαρείς κηλίδες στα φύλλα και στους βλαστούς νεαρών φυτών πατάτας (Agrios 2005). Οι κηλίδες αυτές με την πάροδο του χρόνου, καθώς μεγαλώνουν, ενώνονται μεταξύ τους και προκαλούν την κοινή υγρή σήψη (Purdy 1979). Επιπλέον, παρατηρούνται αποξηράνσεις νεαρών βλαστών φασολιάς και πιπεριάς (Agrios 2005, Παναγόπουλος 2007).

1.2.2 Παθογόνο αίτιο – Βιολογικός κύκλος

Η διαδικασία εισχώρησης του μύκητα στο φυτό – ξενιστή, γίνεται με τη βοήθεια ενός εξειδικευμένου οργάνου, που ονομάζεται πλάκα συγκράτησης. Εντοπίζεται στο άκρο του βλαστικού σωλήνα του μύκητα (Abawi et al. 1975, Lumsden 1976).

Ο μύκητας παράγει μυκηλιακές κατασκευές, τα σκληρώτια, τα οποία μπορούν να βλαστήσουν προς μυκηλιακή υφή ή να βλαστήσουν σχηματίζοντας αποθήκια (Παναγόπουλος 2000). Τα σκληρώτια του μύκητα έχουν αρχικά λευκό χρώμα, το οποίο μετατρέπεται σε μπεζ και στο τέλος, όταν φθάσει στην ωριμότητα, γίνεται μαύρο, χάρη στα υψηλά ποσοστά μελανίνης (Ridgway 1912, Akanda et al. 2018). Το μέγεθος των σκληρωτίων φτάνει τα 2-12 mm σε διάμετρο και 2-5 mm σε μήκος. Ακόμα, όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες, επιβιώνουν για περίπου 7 χρόνια, σε αντίθεση με υγρές συνθήκες, όπου η ζωτικότητα τους φθάνει τον 1 μόνο χρόνο (Παναγόπουλος 2000). Τα αποθήκια φθάνουν τα 4 με 6 mm σε διάμετρο και οι ασκοί που εμπεριέχονται εσωτερικά των αποθηκίων, έχουν κυλινδρικό σχήμα, με οχτώ σε αριθμό ασκοσπόρια. Τα τελευταία, είναι μονοκύτταρα, ελλειψοειδή ή ωοειδή και υαλώδη (Akanda et al. 2018) και έχουν διάμετρο 9 – 13 μm και ύψος 4 – 6.5 μm. Μεταφέρονται με τον άνεμο και χαρακτηρίζονται ως ξηροσπόρια (Παναγόπουλος 2000).

Είναι αναγκαίο να αναφερθεί ότι, ο σαπροφυτισμός που συναντάται στο συγκεκριμένο μύκητα, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του βιολογικού κύκλου μιας και είναι απαραίτητος για την επιβίωσή του (Hegedus and Rimmer 2005). Διαχειμάζει είτε με τη μορφή σκληρωτίων, τα οποία εντοπίζονται σε προσβεβλημένο φυτικό ιστό ή στο έδαφος, είτε με τη μορφή μυκηλίου σε πεσμένα φύλλα που αρχίζουν σιγά σιγά τη διαδικασία της αποσύνθεσης αλλά και σε υπόγεια μέρη του φυτού (Agrios 2005, Bolton et al. 2006).

Την άνοιξη αλλά και νωρίς το καλοκαίρι, παρατηρείται βλάστηση των σκληρωτίων, από τα οποία σχηματίζονται τα αποθήκια (Ownley and Trigiano 2017). Στην Ελλάδα, παρατηρείται ο σχηματισμός των αποθηκίων από Οκτώβριο μέχρι και τον Απρίλιο, ιδανικά σε θερμοκρασίες έως 23°C. Προσβολές από ασκοσπόρια καθίστανται ικανές στην περίπτωση που επικρατεί υψηλή εδαφική αλλά και ατμοσφαιρική υγρασία, σε συνδυασμό με ευνοϊκή θερμοκρασία (Hind-Lanoiselet and Lewington 2004). Επιπλέον, οι περισσότερες προσβολές στα υπέργεια μέρη του φυτού, από το παθογόνο, προκύπτουν από τα ασκοσπόρια (Lumsden 1976).

Παράλληλα, ο μύκητας έχει την ικανότητα να προσβάλλει τα φυτά - ξενιστές με υφές που βλαστάνουν από τα σκληρώτια που βρίσκονται στο έδαφος. Έτσι, το μυκήλιο μολύνει το λαιμό και τις ρίζες του φυτού, με τις υφές να επεκτείνονται ολοένα και περισσότερο στο εσωτερικό του φυτικού ιστού (Agrios 2005). Ανεξάρτητα αν η μόλυνση έχει προκληθεί από ασκοσπόρια ή υφές, προκύπτει τελικά λευκό, βαμβακώδες μυκήλιο πάνω στην εφυμενίδα του προσβεβλημένου φυτού, που χαρακτηρίζεται ως εξάνθηση. Ταυτόχρονα, πάνω και μέσα σε αυτή, σχηματίζονται τα σκληρώτια, ολοκληρώνοντας με αυτόν τον τρόπο τον βιολογικό κύκλο του (Τζάμος 2007).

1.2.3 Αντιμετώπιση του παθογόνου

Η αντιμετώπιση των ασθενειών που προκαλούνται από το μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*, βασίζεται σε τρεις κυρίως άξονες, καλλιεργητικά μέτρα, αντιμετώπιση που βασίζεται σε συνθετικά χημικά φυτοπροστατευτικά σκευάσματα και βιολογική αντιμετώπιση.

Πιο συγκεκριμένα, επειδή οι μολύνσεις του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* ευνοούνται σε συνθήκες υψηλής εδαφικής και ατμοσφαιρικής υγρασίας, καθίσταται απαραίτητος ο περιορισμός υγρασίας μέσω της μείωσης χρήσης μεγάλων ποσοτήτων αρδευτικού νερού, της αποστράγγισης εδαφών καθώς και της εφαρμογής μεγάλων αποστάσεων φύτευσης πάνω και μεταξύ καλλιεργητικών γραμμών. Επιπλέον, επειδή τα σκληρώτια έχουν την ικανότητα να επιβιώνουν για μεγάλο διάστημα, συνιστάται η εκρίζωση και η καταστροφή φυτικών υπολειμμάτων και μολυσμάτων (Παναγόπουλος 2000). Άλλες μέθοδοι αντιμετώπισης αποτελούν η ηλιοαπολύμανση εδάφους και η απολύμανση με ατμό με σκοπό την εξόντωση των σκληρωτίων. Επιπλέον, ένα εξίσου δραστικό μέτρο για την αντιμετώπιση του μύκητα αποτελεί και η αμειψισπορά, με χρήση σιταριού, κριθαριού, βρώμης ή σίκαλης, τα οποία δεν είναι ξενιστές του, με σκοπό την αποφυγή παλαιού μολύσματος στην εγκατάσταση νέας καλλιέργειας, ειδικότερα για μια περίοδο 3 χρόνων (Agrios 2005).

Στο πλαίσιο χημικής αντιμετώπισης, έχει αποδειχθεί ότι, η εφαρμογή διασυστηματικών μυκητοκτόνων ιδιαίτερα στα πιο ευαίσθητα στάδια του ξενιστή, είναι αποτελεσματικά (Agrios 2005, Pethybridge et al. 2019). Στην κατηγορία των διασυστηματικών μυκητοκτόνων που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*, ανήκουν τα παρακάτω: tebuconazole, propiconazole και cyproconazole, και η χημική ομάδα τους είναι τα

SBIs (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Έχει αποδειχθεί, έπειτα από σχετική έρευνα από τους Dalili et al. (2015), ότι τα παραπάνω μυκητοκτόνα είχαν αποτελεσματική δράση μόνο στη μέγιστη δοσολογία. Ακόμα, ορισμένες από τις απομονώσεις ήταν ανθεκτικές και έτσι η χρήση αυτών δεν προσφέρεται για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του μύκητα. Αξίζει να αναφερθούν τα διασυστηματικά μυκητοκτόνα thiophanate-methyl (TM) και carbendazim, τα οποία κατατάσσονται στη χημική ομάδα των βενζιμιδαζολικών και δε χρησιμοποιούνται πλέον (Lehner et al. 2015, Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017, <http://www.minagric.gr/syspest/>). Στα τελευταία έχει παρατηρηθεί σχετικά υψηλή υπολειμματικότητα σε κύτταρα ανώτερων φυτών και ζώων, καθώς επίσης έχουν εμφανιστεί γονιδιακές μεταλλάξεις σε ζωικούς οργανισμούς (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017).

Στη βιολογική αντιμετώπιση, περιλαμβάνεται και η επιλογή επικαλυμμένων ειδικά σπόρων με τον μικροοργανισμό *Bacillus subtilis* BY-2, τεχνική που μειώνει σε μεγάλο βαθμό τις πιθανότητες μόλυνσεως από *Sclerotinia sclerotiorum*, ενώ και η ενσωμάτωση των μυκοπαράσιτων μυκήτων, σε πειραματικό ακόμη στάδιο, όπως: *Coniothyrium minitans*, *GlIOCcladium roseum*, *G. virens*, *Sporodesmium sclerotivorum*, καθώς και *Tricoderma viride*, επιδρούν αποτελεσματικά στα σκληρώτια που σχηματίζει το παθογόνο (Agrios 2005, Hu et al. 2019, <https://www.cropscience.bayer.gr/Products/Crop-Protection/Fungicides/Contans WG.aspx>).

Τέλος, αρκετά αιθέρια έλαια φυτών έχει φανεί ότι είναι αποτελεσματικά τόσο στην αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου ή και βλάστησης σπορίων φυτοπαθογόνων μυκήτων, μεταξύ αυτών και του *Sclerotinia sclerotiorum*, όσο και στην αντιμετώπιση ασθενειών που αυτά προκαλούν (Wahab et al. 2020). Για το λόγο αυτό, μελετάται η χρήση αιθέριων ελαίων, ως μέτρο αντιμετώπισης και αναστολής της δράσης του (Garibaldi et al. 2013). Ενδεικτικά, αιθέρια έλαια που λειτουργούν αποτελεσματικά έναντι του συγκεκριμένου μύκητα είναι τα εξής: αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου (*Eucalyptus globulus*) και κρεμμυδιού *Allium cepa*, σε προσβεβλημένες ρίζες φυτών πεπονιάς Κανταλούπε, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (Elgorban et al. 2015). Ευκαλύπτου και πάλι, με τη μέθοδο διάχυσης δισκίων που εκτελέστηκε από τους Díáñez et al. (2018) αλλά και από τους Ojaghian et al. (2019). Το ίδιο αιθέριο έλαιο χρησιμοποιήθηκε και από τους Surviliené et al. σε παλαιότερη έρευνα το 2009 και μάλιστα με διαφορετική μέθοδο από τις πιο πρόσφατες μελέτες που προαναφέρθηκαν, η οποία περιλάμβανε τον έλεγχο δράσης πτητικών ουσιών. Στην ίδια επίσης μελέτη, ελέγχθηκε και η ανασταλτική δράση αιθέριου ελαίου

από δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*) σε προσβεβλημένα, από το μύκητα, καρότα και αποδείχθηκε αποτελεσματικό. Άλλα αιθέρια έλαια που μελετήθηκαν για την επίδρασή τους στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*, με τη μέθοδο αραίωσης σε θρεπτικό υλικό, είναι αυτά του μάραθου (*Foeniculum vulgare*) και της ρίγανης (*Origanum syriacum*), με το αιθέριο έλαιο μάραθου να είναι περισσότερο αποτελεσματικός από τη ρίγανη σε μικρότερη δοσολογία, με 100% επιτυχία (Soylu et al. 2007). Αιθέρια έλαια από φύλλα μέντας (*Mentha spp.*), από φλοιό κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum*), από σπόρους γαρίφαλου (*Syzygium aromaticum*) και κυμίνου (*Cuminum cyminum*) και σκελίδες σκόρδου (*Allium sativum*), μελετήθηκαν για την αποτελεσματικότητά τους σε μολυσμένους καρπούς φασολιών από το μύκητα, με τη μέθοδο αραίωσης σε θρεπτικό υλικό. Παρατηρήθηκε 100% αναστολή ανάπτυξης του σε όλα, με τα πρώτα τρία σε μικρότερη δόση από τα υπόλοιπα (Al-Taisan et al. 2014). Αιθέριο έλαιο άνηθου (*Anethum graveolens L.*) ελέγχθηκε και αυτό για την αποτελεσματικότητά του στο συγκεκριμένο μύκητα όπου αποδείχθηκε ότι ένα από τα συστατικά του, το Limonene, συνείσφερε σε μεγάλο βαθμό στην αναστολή ανάπτυξης του, με την ίδια μέθοδο της προηγούμενης αναφοράς (Ma et al. 2015). Τέλος, αιθέρια έλαια που αποδείχθηκαν και αυτά επιτυχή στην αντιμετώπιση του μύκητα, ήταν: κόλιανδρου (*Coriandrum sativum*), λεβάντας (*Lavandula angustifolia*), γερασιού (*Pelargonium graveolens*), θυμαριού (*Thymus vulgaris*) και θρούμπιου (*Satureja hortensis*) (Ojaghian and Davoudi 2020).

1.3 Αιθέρια έλαια

Η ανάγκη για την αντιμετώπιση των μυκητολογικών προσβολών που καταστρέφουν τις καλλιέργειες, κάθε χρόνο, καθίσταται επιτακτική. Αυτό οδήγησε στην αυξημένη χρήση μυκητοκτόνων, γεγονός που αύξησε και τις συνέπειες μια τέτοιας δράσης, στις οποίες συγκαταλέγονται η υψηλή τοξικότητα, η υψηλή υπολειμματικότητα των χημικών σκευασμάτων στο έδαφος, στα ύδατα αλλά και στις καλλιέργειες, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά τη δημόσια υγεία (Agarwal et al. 2017).

Για το λόγο αυτό, η χρήση σκευασμάτων που η χρήση τους θέτει σε κίνδυνο το περιβάλλον και τον άνθρωπο, αποτελεί μια αποτελεσματική λύση και δυνατή να αντικαταστήσει τα μυκητοκτόνα. Τέτοια λύση θα μπορούσε να είναι και τα αιθέρια έλαια, τα οποία είναι φυτικής προέλευσης και έχουν την ικανότητα να δρουν προστατευτικά έναντι ορισμένων φυτοπαθογόνων,

χάρη στην αντιμικροβιακή τους δράση (Garibaldi et al. 2013). Η σύσταση του αιθέριου ελαίου καθώς και η αλληλεπίδραση των συστατικών που εμπεριέχονται σε αυτό, αποτελούν παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται άμεσα με την αντιμικροβιακή δράση του ίδιου του ελαίου (Κατσιώτης και Χατζοπούλου 2019).

Τα φυτά περιέχουν χημικά συστατικά τα οποία κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία συνιστά τους πρωτογενείς μεταβολίτες, στους οποίους περιλαμβάνονται οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, τα νουκλεϊκά οξέα και τα λιπίδια. Η δεύτερη κατηγορία συνιστά τους δευτερογενείς μεταβολίτες, όπως οι ουσίες που απαντώνται στα αιθέρια έλαια και επιτελούν πολλαπλούς ρόλους, όπως, αντιοξειδωτικό ρόλο ως προσαρμογέας στις μεταβολές θερμοκρασίας αλλά και φωτός, προστατευτικό ρόλο έναντι σε φυτοπαθογόνα, έντομα και φυτοφάγα ζώα. Σε αυτούς ανήκουν τα τερπενοειδή και τα σесκιτερπένια και σε μικρότερο ποσοστό τα πολυκετίδια και τα αλκαλοειδή (Baser and Buchbauer 2010, Κατσιώτης και Χατζοπούλου 2019).

Τα αιθέρια έλαια ή αλλιώς και πτητικά έλαια είναι πτητικά μίγματα οργανικών ενώσεων που προέρχονται από αρωματικά ή φαρμακευτικά φυτά και χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερες οσμές. Έχει παρατηρηθεί ότι η σύσταση των αιθέριων ελαίων εξαρτάται από το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξής του, την εποχή αλλά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν (Κατσιώτης και Χατζοπούλου 2019). Επειδή τα αιθέρια έλαια είναι μη διαλυτά στο νερό, χρησιμοποιούνται γαλακτοματοποιητές όπως το Tween 20, το οποίο δρα ως γαλακτοματοποιητής και χρησιμοποιείται συνήθως σε περιεκτικότητες έως 2% (https://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Product_Information_Sheet/1/p9416pis.pdf).

Αναλυτικότερα, παρακάτω αναφέρονται η κατάταξη, η χημική σύσταση και η αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων που αποτέλεσαν ενδιαφέρον του πειράματος:

- ***Eucalyptus globulus* - Ευκάλυπτος:** Ο Ευκάλυπτος ανήκει στην οικογένεια Myrtaceae, η οποία με τη σειρά της κατατάσσεται στην ομάδα των δικοτυλήδων. Το αιθέριο έλαιο του ευκάλυπτου (*Eucalyptus globulus*) αποτελεί μαζί με τον κέδρο (*Cedrus atlantica*), το 90% του συνόλου παγκόσμιας παραγωγής αιθέριων ελαίων (Κατσιώτης και Χατζοπούλου 2019). Τα κύρια συστατικά του είναι τα εξής: 1,8-cineole, globulol, eucalyptol, cymene, γ-terpinene, myrcene, α-terpineol, α- και β- pinene, α- phellandrene και επίσης, eucazulene, συστατικό το οποίο προσδίδει ανάλογα με την ποσότητά του, μπλε χρώμα (Díáñez et al.

2018, Κατσιώτης και Χατζοπούλου 2019). Η σημασία του στην αντιμετώπιση του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* καθώς και σε άλλους φυτοπαθογόνους μύκητες, έχει αποδειχθεί μέσα από μελέτες οι οποίες συνεχίζουν να διεξάγονται, από παλαιότερα, και εντείνονται περισσότερο την τελευταία πενταετία. Η αποτελεσματικότητα του παραγόμενου αιθέριου ελαίου από *Eucalyptus globulus* αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 2009 από τους Survilienė et al., κάνοντας χρήση πτητικών ουσιών και αποδείχθηκε ότι προκάλεσε ολοκληρωτική ανασταλτική δράση στο μυκήλιο του μύκητα. Άλλη μια έρευνα που διεξάχθηκε για το συγκεκριμένο αιθέριο έλαιο στο μύκητα, παρουσίασε επίσης την αποτελεσματικότητά του (Elgorban et al. 2015). Η πιο πρόσφατη έρευνα σχετικά με το μύκητα που μελετάται, δημοσιεύθηκε το 2020 από τους Ojaghian and Davoudi, η οποία έδωσε ελπιδοφόρα αποτελέσματα για το αιθέριο έλαιο Ευκάλυπτου. Η αντιμικροβιακή δράση αυτού του ελαίου, παρατηρήθηκε και σε άλλους φυτοπαθογόνους μύκητες όπως είναι οι *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum acutatum*, *Stemphylium solani*, *Phytophthora colocasiae* και *Alternaria solani* με τη μέθοδο αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (Sameza et al. 2014, Tomazoni et al. 2017, Tomazoni et al. 2018, Palfi et al. 2019, Pedrotti et al. 2019).

- ***Cedrus atlantica* - Κέδρος:** Ο κέδρος ανήκει στην οικογένεια *Cupressaceae*, η οποία με τη σειρά της κατατάσσεται στην ομάδα των γυμνοσπέρμων. Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου *Cedrus atlantica* είναι τα παρακάτω: neo-3-thujanol, turmoil, carotol, cedrol, widdol, 1-epicubenol, himachalol, α -cadinol, 5-isocedranol, z-trans bergamotol, kusimol, β -santalol, z-epi- β -santalol και τέλος e-z-farnesol (Fidah et al. 2016). Έχει αποδειχθεί από μελέτη που διεξάχθηκε από τους Uwineza et al. (2018a), ότι συντελεί στην επιβράδυνση της ανάπτυξης του μυκηλίου του μύκητα *Fusarium culmorum*, ενώ σε άλλη έρευνα από τους ίδιους (2018b), παρατηρήθηκε αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου του ίδιου μύκητα αλλά και των *Erysiphe graminis*, *Bipolaris sorokiniana*. Σε άλλη μελέτη, παρατηρήθηκε ευαισθησία στην επίδραση της ανασταλτικής δράσης του αιθέριου ελαίου κέδρου, στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα *Gloeophyllum trabeum* (Rhafouri et al. 2014). Έχει αντιμυκητιακή, αντιμικροβιακή, αντϊική και αντιφλεγμονώδη δράση (Zrira and Ghanmi 2016). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι το αιθέριο έλαιο του κέδρου εμπεριέχει

υψηλές ποσότητες τερπενίων και χρησιμοποιείται και στην αρωματοθεραπεία (Adams 1991).

1.4 Σκοπός πτυχιακής εργασίας

Σκοπό της πτυχιακής εργασίας αποτελεί η αξιολόγηση της επίδρασης αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου, στην ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα *Sclerotinia Sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Επιπρόσθετα, μελετήθηκε η επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου στο φαινότυπο αποικιών του μύκητα.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Απομονώσεις του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*

Οι απομονώσεις του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* που χρησιμοποιήθηκαν, προέρχονταν από τη συλλογή του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας, από την περιοχή του Αϊδινίου Μαγνησίας. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 4 απομονώσεις (Κωδικοί Απομονώσεων: A8, A14, A16, A18). Η διατήρηση των απομονώσεων γινόταν σε τρυβλία με Potato Dextrose Agar (200 g πατάτα, 15 g agar, 16.5 g D(+)-Glucose monohydrate σε 1 L απιονισμένο νερό, αποστείρωση στους 121°C για 15 min 1.1 atm) σε επωαστικό θάλαμο στους 25°C.

2.2 Επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου στο φαινότυπο αποικιών του μύκητα *S. sclerotiorum*

Για την αξιολόγηση του μορφολογικών χαρακτηριστικών μυκηλίου, παρατηρήθηκαν οι περιοχές του κέντρου των αποικιών της κάθε απομόνωσης, καθώς και της περιφέρειας αυτών, για κάθε συγκέντρωση αιθέριου ελαίου, ευκαλύπτου και κέδρου. Το χρώμα των αποικιών χαρακτηρίστηκε με βάση τον οδηγό χρωμάτων Ridgway (1912).

2.3 Επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα *S. sclerotiorum*

Για τις δοκιμές αξιολόγησης της επίδρασης αιθέριων ελαίων στην ανάπτυξη μυκηλίου του μύκητα, χρησιμοποιήθηκαν δύο εμπορικά σκευάσματα: Αιθέριο Έλαιο Ευκαλύπτου (Σύσταση: *Eucalyptus Globulus*) (Leaf) Oil, Limonene (APIVITA) και Αιθέριο Έλαιο Κέδρου (Σύσταση: *Cedrus Atlantica*) (Bark) Oil (APIVITA).

Οι δοκιμές έγιναν με τη μέθοδο αραιώσης σε θρεπτικό υλικό σε τρυβλία Petri διαμέτρου 90 mm, σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται στους Palfi et al., 2019. Οι τελικές συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων στο θρεπτικό υλικό ήταν 10/100/1000/2500 ppm. Τρυβλία που περιείχαν μόνο θρεπτικό υλικό αποτελούσαν τον μάρτυρα (0 ppm). Για τις αραιώσεις των

αιθέριων ελαίων χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό που περιείχε 0.5% Tween-20 ως γαλακτωματοποιητή.

Σε κωνικές φιάλη που περιείχε PGA σε θερμοκρασία λίγο πριν την πήξη (45-50°C) προστέθηκε κατάλληλη ποσότητα αιθέριου ελαίου ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές συγκεντρώσεις, έγινε καλή ανάμιξη, και στη συνέχεια το θρεπτικό υλικό διανεμήθηκε στα τρυβλία (12 mL ανά τρυβλίο) και αφέθηκε να σταθεροποιηθεί με κλειστό καπάκι. Μυκηλιακός δίσκος διαμέτρου 5 mm λήφθηκε με φελλοτρυπητήρα, από το όριο ανάπτυξης του μυκηλίου αποικιών των απομονώσεων ηλικίας 3 ημερών και τοποθετήθηκε στο κέντρο του τρυβλίου.

Τα τρυβλία καλύφθηκαν με μεμβράνη και τοποθετήθηκαν στον επωαστικό θάλαμο στους 25°C μέχρι το μυκήλιο του μάρτυρα να καλύψει τουλάχιστον τα 2/3 της επιφάνειας του τρυβλίου, με μέγιστη διάρκεια ανάπτυξης τις 3 ημέρες. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε για κάθε απομόνωση και κάθε συγκέντρωση σε 3 επαναλήψεις. Για τον έλεγχο της ανάπτυξης του μυκηλίου μετρήθηκε η διάμετρος του σε κάθε τρυβλίο.

2.4 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC)

Οι Κατσιώτης και Χατζοπούλου (2019), αναφέρουν ότι η Ελάχιστη Ανασταλτική Συγκέντρωση ή αλλιώς MIC (Minimum Inhibitory Concentration), «ορίζεται ως το μέτρο της αντιμικροβιακής δράσης και είναι η υψηλότερη αραιώση ενός αντιμικροβιακού παράγοντα», η οποία μπορεί να είναι αιθέριο έλαιο ή παράγωγό του και καθίσταται ως ανασταλτικός παράγοντας ανάπτυξης του παθογόνου. Η μονάδα μέτρησης για την MIC είναι $\mu\text{g/mL}$ ή ppm (Bender et al. 2018). Ο υπολογισμός της έγινε έπειτα από τον έλεγχο ανάπτυξης από μετρήσεις που λήφθηκαν στα τρυβλία αλλά και από τις εικόνες που παρουσιάζουν φαινοτυπικά την πλήρη αναστολή μυκηλίου.

2.5 Υπολογισμός EC_{50}

Για την εύρεση της τιμής EC_{50} της κάθε απομόνωσης που συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη μυκηλίου αυτών, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα GraphPad Prism 8.0. Εκφράζεται ως η γραμμική συσχέτιση μεταξύ της επί τοις εκατό (%) ανάπτυξης μυκηλίου και το δεκαδικό

λογάριθμο των συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκε. Η απόδοση της EC₅₀ γίνεται στατιστικά με τον έλεγχο probit.

2.6 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος Jamoni έκδοσης 1.2.27 (The jamoni project 2020) και Microsoft Office Excel 2018. Για την εύρεση διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων/απομονώσεων έγινε ανάλυση διακύμανσης (one-way ANOVA) και για τον προσδιορισμό των στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το Tukey HSD test (Tukey's Honestly Significant Difference test).

Για τον υπολογισμό του ποσοστού αναστολής ανάπτυξης μυκηλίου, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τριών επαναλήψεων και αρχικά βρέθηκε το ποσοστό ανάπτυξής του. Έπειτα, η αποτελεσματικότητα των αιθέριων ελαίων βρέθηκε με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ποσοστό αναστολής \%} = \Delta_{\mu} - \Delta_{\alpha} / \Delta_{\mu} \times 100$$

όπου Δ_{μ} η διάμετρος του μάρτυρα και Δ_{α} η διάμετρος του μυκηλίου με το αιθέριο έλαιο.

3. Αποτελέσματα

3.1 Επίδραση αιθέριων ελαίων ευκαλύπτου και κέδρου στην ανάπτυξη του μυκηλίου του μύκητα *S. sclerotiorum*

3.1.1 Φαινοτυπικές μεταβολές αποικιών *S. sclerotiorum* από την επίδραση αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου

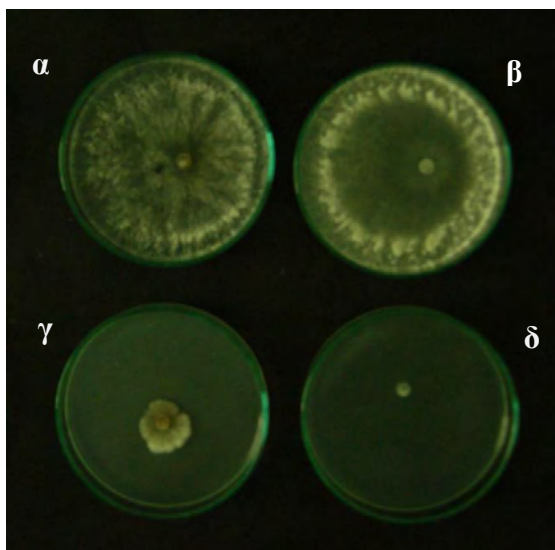
Οι αποικίες που αναπτύχθηκαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις του αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου παρουσίαζαν διαφορές στον φαινότυπο τους ανάλογα με την συγκέντρωση του ελαίου. Στον Πίνακα 3.1 δίνονται συγκεντρωτικά οι εν λόγω διαφορές τους.

Όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες 3.1 έως και 3.5, η περιοχή που καταλαμβάνει το κεντρικό μέρος των αποικιών της απομόνωσης A8 ήταν μέτρια πυκνό κατά θέσεις, υπόλευκο μυκήλιο σε σύγκριση με τις υπόλοιπες απομονώσεις (A14, A16, A18), στις οποίες το μυκήλιο ήταν αραιό, υπόλευκο. Σε ό,τι αφορά την περιοχή της περιφέρειας των αποικιών, παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των συνόλων απομονώσεων A8-A18 με τις A14-A16. Πιο συγκεκριμένα, οι αποικίες των απομονώσεων που κατατάχθηκαν στις A8 και A18, εμφάνισαν στην περιφέρειά τους πυκνό, υπόλευκο μυκήλιο, ενώ αυτές που ανήκαν στις A14 και A16, είχαν αραιό, υπόλευκο μυκήλιο. Παρατηρούνται λοιπόν, ελάχιστες διαφορές μεταξύ των απομονώσεων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

Συγκρίνοντας τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αποικιών στους μάρτυρες, σε σχέση με τις αποικίες που αναπτύχθηκαν στα τρυβλία με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις του ελαίου, παρατηρήθηκαν τα εξής: σε συγκέντρωση 10 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου, στο κέντρο των αποικιών των απομονώσεων A14, A16, A18 το μυκήλιο ήταν αραιό, υπόλευκο ενώ στην περιφέρεια των αποικιών των απομονώσεων A16 και A18 η ανάπτυξη του μυκηλίου ήταν πυκνή, υπόλευκη, με εξαίρεση την A14, της οποίας το μυκήλιο ήταν αραιό, υπόλευκο, στην περιφέρειά του. Σε συγκέντρωση αιθέριου ελαίου 100 ppm, δεν παρουσιάστηκε διαφορά στις αποικίες στο κέντρο του μυκηλίου. Σε όλες τις αποικίες ήταν ίδιο, αραιό, υπόλευκο, σχετικά με το κεντρικό μέρος. Περιφερειακά υπήρξε διαφορά στην εμφάνιση των αποικιών μεταξύ των απομονώσεων, όπου η αποικία της απομόνωσης A14 είχε αραιό, υπόλευκο μυκήλιο όπως και στη συγκέντρωση 10 ppm, ενώ οι αποικίες των απομονώσεων A8, A16 και A18 εμφάνιζαν περιφερειακά πυκνό,

υπόλευκο μυκήλιο. Σε συγκέντρωση 1000 ppm, στην κεντρική περιοχή αποικιών, όλες οι απομονώσεις εμφάνισαν στο σύνολό τους μείωση στο ρυθμό ανάπτυξης του μυκηλίου. Τέλος, για την συγκέντρωση 2500 ppm, δεν παρατηρήθηκε ανάπτυξη σε καμία απομόνωση.

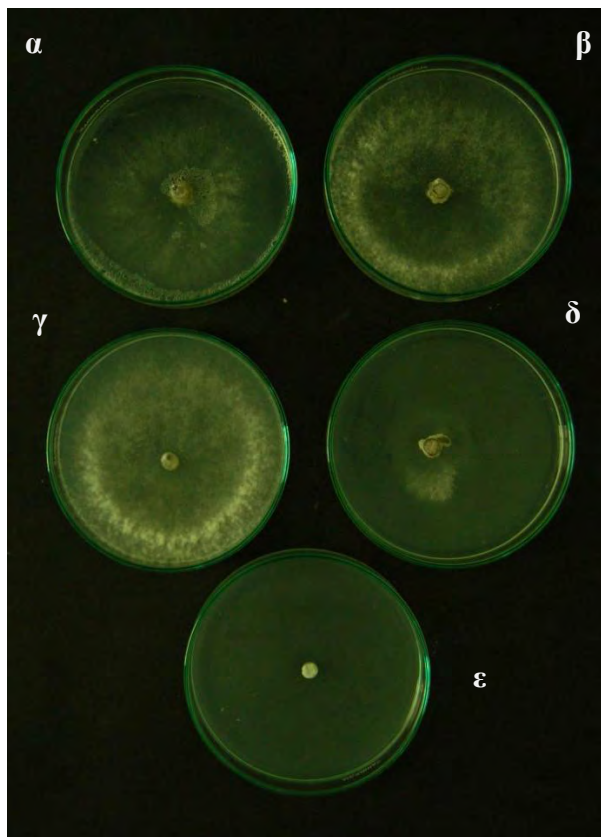
Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε για όλες τις απομονώσεις ξεχωριστά σε σχέση με την κάθε συγκέντρωση του επιλεγόμενου αιθέριου ελαίου.



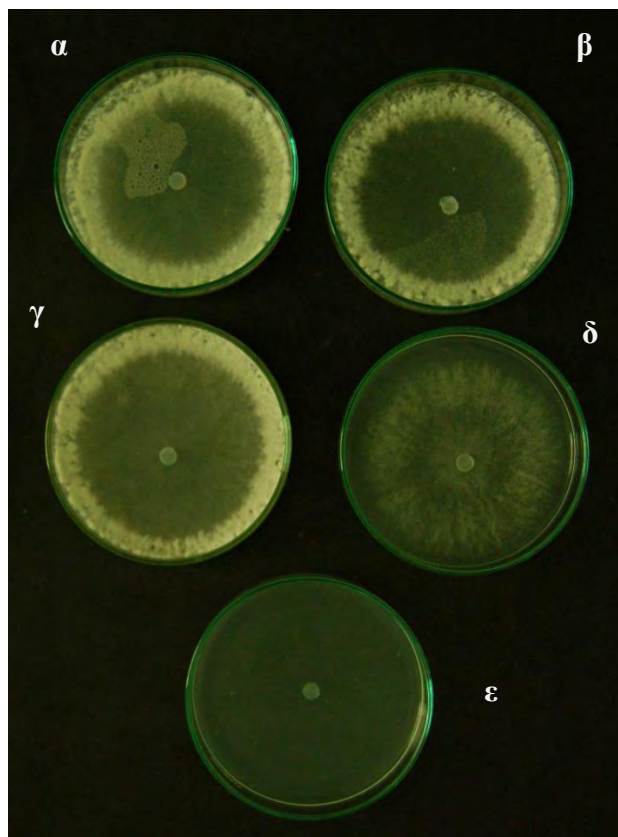
Εικ. 3.1: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.



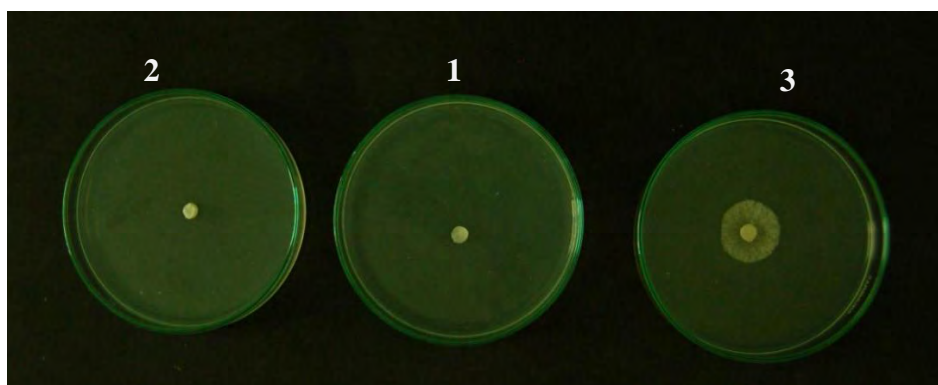
Εικ. 3.2: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A14, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/10/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ), (ε) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.



Εικ. 3.3: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A16, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/10/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ), (ε) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.



Εικ. 3.4: Ανάπτυξη μυκηλίου διαφορετικών αποικιών απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο (α) αποτελεί το μάρτυρα. Συγκεντρώσεις σε ppm: 0/10/100/1000/2500 τρυβλίων (α), (β), (γ), (δ), (ε) αντίστοιχα, σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.



Εικ. 3.5: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικιών της ίδιας απομόνωσης A16, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση σε ppm: 2500, των τριών επαναλήψεων στα τρυβλία (2), (1), (3) σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 3 ημέρες στους 25°C.

Στις μικρότερες συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου, στα 10 ppm παρατηρήθηκε ανάπτυξη παρόμοια με το μάρτυρα στις αποικίες των απομονώσεων A16 και A18, με ποσοστό ανάπτυξης μυκηλίου 99.11% και 100% αντίστοιχα (Διάγρ. 3.1, Εικ. 3.3, Εικ. 3.4). Στην αμέσως μεγαλύτερη συγκέντρωση 100 ppm, είχαμε 100% ανάπτυξη στις αποικίες απομονώσεων A14, A18, ανάπτυξη ίση με το μάρτυρα και στην A8, 95.82% και τέλος στην A16, 73.79% (Διάγρ. 3.1, Εικόνες 3.1 έως και 3.4). Στη συγκέντρωση 1000 ppm παρατηρείται ανάπτυξη μυκηλίου, έστω και μικρή, σε όλες τις αποικίες των απομονώσεων, μετά από επώαση για 3 ημέρες στους 25°C, ενώ στη συγκέντρωση 2500 ppm δεν παρατηρείται ανάπτυξη αποικίας και έχουμε πλήρη αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου για όλες σχεδόν τις αποικίες των απομονώσεων του παθογόνου (Διάγρ. 3.1, Εικόνες 3.1 έως και 3.4). Παρατηρήθηκε μικρή ανάπτυξη μυκηλίου στην A16, σε μια μόνο από τις τρεις επαναλήψεις (Διάγρ. 3.1, Εικ. 3.5). Επομένως η MIC είναι 2500 ppm.

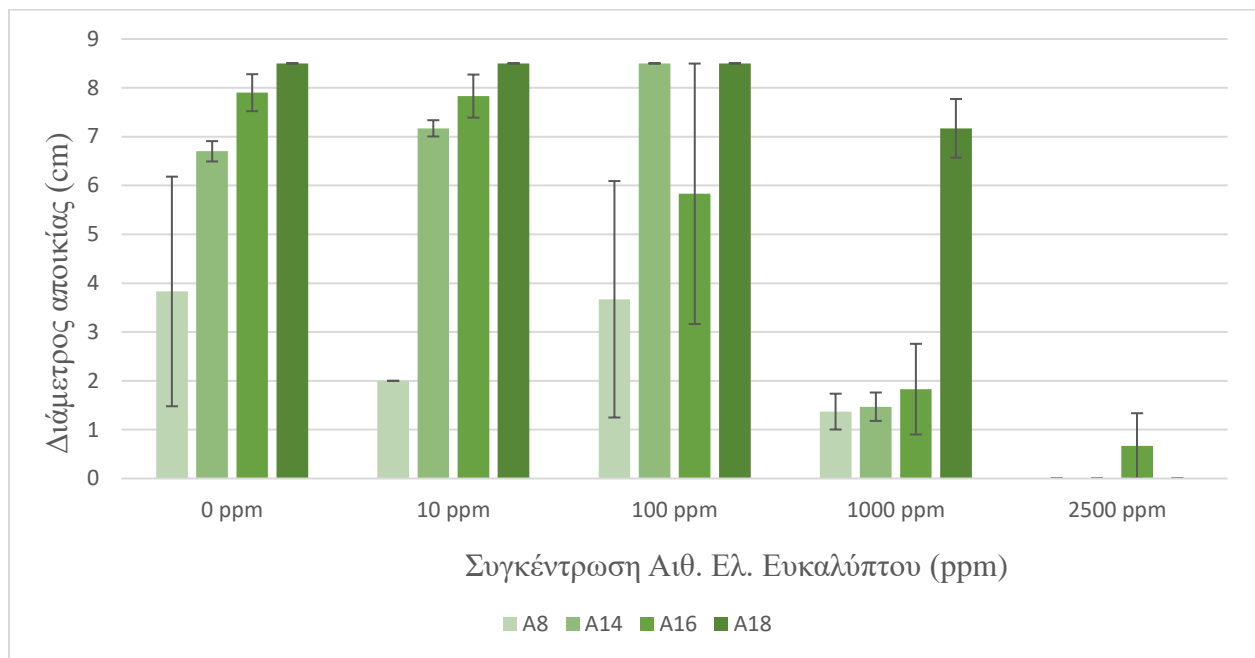
Πίν. 3.1.: Μορφολογικά χαρακτηριστικά απομονώσεων του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* σε θεραπευτικό υλικό PDA, έπειτα από προσθήκη αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου και επώαση των αποικιών σε T=25°C για 3 ημέρες.

Κωδικός Απομόνωσης	Μορφολογικά Χαρακτηριστικά μυκηλίου									
	Κέντρο αποικίας					Περιφέρεια αποικίας				
	Συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου <i>Eucalyptus globulus</i> (ppm)									
	0	10	100	1000	2500	0	10	100	1000	2500
A8 (Εικ. 3.1)	Μέτρια πυκνό κατά θέσεις, υπόλευκο* μυκήλιο	-	Αραιό, υπόλευκο, *Pale Dull Green- Yellow, 27',μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο*, ελάχιστης έκτασης μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	-	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο*, ελάχιστης έκτασης μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη
A14 (Εικ. 3.2)	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό κατά θέσεις, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο*, ελάχιστης έκτασης μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο*, ελάχιστης έκτασης μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη
A16 (Εικ. 3.3)	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό κατά θέσεις, υπόλευκο* μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη
A18 (Εικ. 3.4)	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό κατά θέσεις με κενά, υπόλευκο* μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Καμία ανάπτυξη

Σημείωση: Στην απομόνωση A16 παρατηρήθηκε σε μια από τις επαναλήψεις (τρυβλίο 3) ελάχιστη ανάπτυξη μυκηλίου έπειτα από εφαρμογή αιθέριου ελαίου συγκέντρωσης 2500 ppm. *Ο χαρακτηρισμός χρώματος «υπόλευκο Pale Dull Green-Yellow, 27'» επιλέχτηκε με βάση τον κατάλογο χρωμάτων του Ridgway (1912).

3.1.2 Επίδραση αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα *S. sclerotiorum*

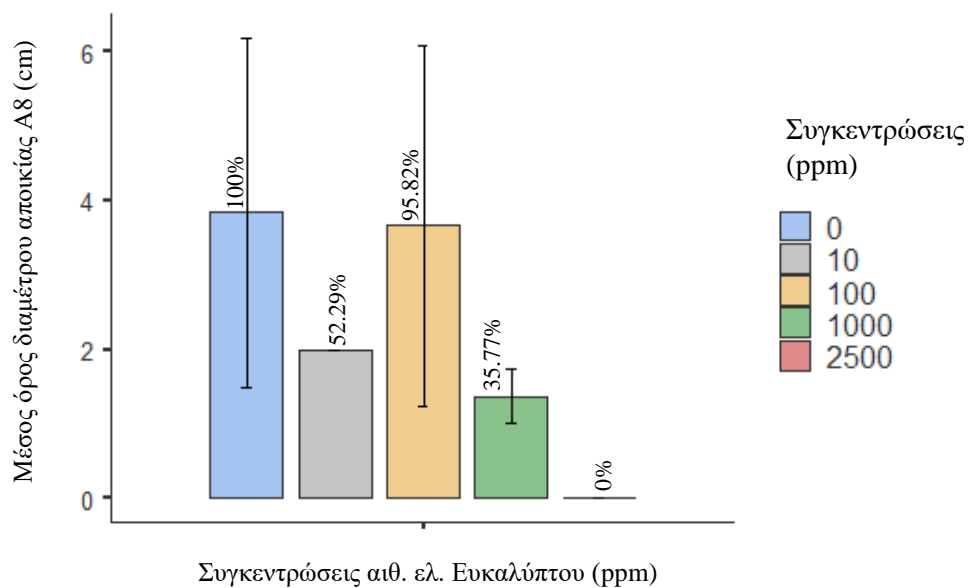
Η προσθήκη του αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου σε θρεπτικό υλικό PDA, είχε σαν αποτέλεσμα την αναστολή της ανάπτυξης του μυκηλίου των απομονώσεων A8, A14, A16 και A18 του μύκητα *S. sclerotiorum*, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.1.



Διάγρ. 3.1: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών των απομονώσεων A8, A14, A16 και A18, όλων των εφαρμογών (0, 10, 100, 1000 και 2500 ppm) αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου.

3.1.2.1 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A8

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A8 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.2.



Διάγρ. 3.2: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A8 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου)

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά αναστολής ανάπτυξης του μυκηλίου (Διάγρ. 3.2), σε σχέση με το μάρτυρα, προκάλεσαν οι συγκεντρώσεις 10 και 1000 ppm, με ποσοστά 47.71% και 64.23% αντίστοιχα. Στη συγκέντρωση 100 ppm η ανάπτυξη των αποικιών ήταν παρόμοια με του μάρτυρα, με ποσοστό αναστολής ανάπτυξης μυκηλίου μόλις 4.18%. Η συγκέντρωση 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου προκάλεσε ολοκληρωτική παρεμπόδιση ανάπτυξης μυκηλίου, δεν δημιουργήθηκε αποικία και μυκήλιο ήταν ορατό μόνο στον μυκηλιακό δίσκο (Εικ. 3.1, δ).

Λόγω της μεγάλης διακύμανσης ($p=0.397>0.001$) που παρουσιάζουν οι μέσοι όροι διαμέτρων των αποικιών στις περισσότερες συγκεντρώσεις, η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων δεν είναι στατιστικά σημαντική (Πίν. 3.2). Επιπλέον, πραγματοποιώντας και Tukey's test, αποδεικνύεται ότι δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στο μέγεθος των αποικιών του μάρτυρα και αυτών που αναπτύχθηκαν μετά από προσθήκη αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου (Πίν. 3.3).

Πίν. 3.2: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A8 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκάλυπτου (ppm)	31.2	4	7.79	1.13	0.397
Residuals	69.1	10	6.91		

Πίν. 3.3: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A8.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου ευκαλύπτου (ppm)

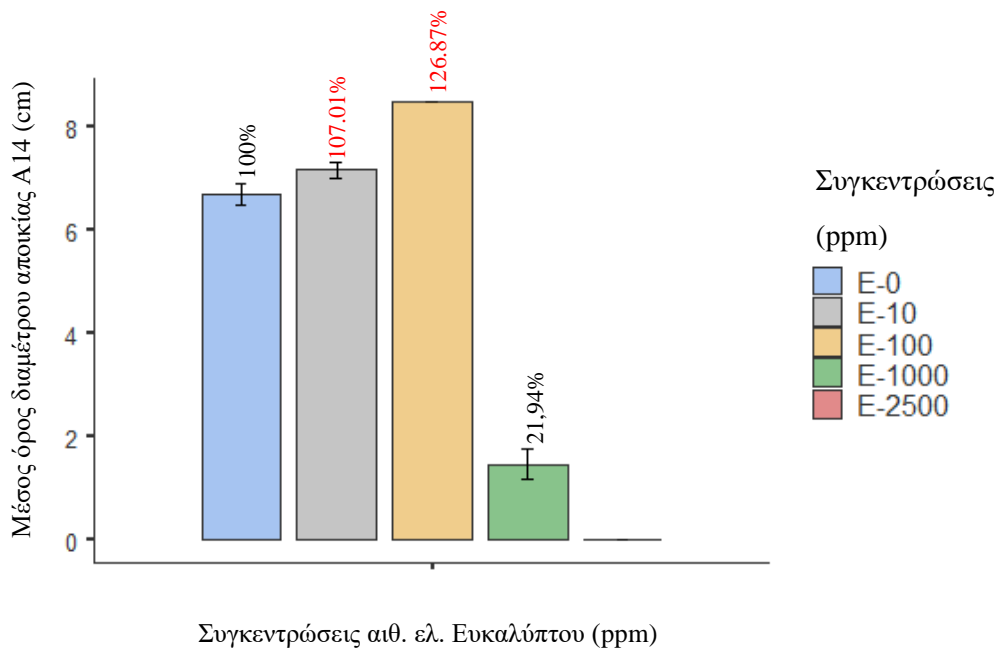
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p _{Tukey}
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκάλυπτου (ppm)	Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκάλυπτου (ppm)					
E-0	- E-10	1.833	2.15	10.0	0.8539	0.907
	- E-100	0.167	2.15	10.0	0.0776	1.000
	- E-1000	2.467	2.15	10.0	1.1489	0.778
	- E-2500	3.833	2.15	10.0	1.7855	0.431
E-10	- E-100	-1.667	2.15	10.0	0.7763	0.932
	- E-1000	0.633	2.15	10.0	0.2950	0.998
	- E-2500	2.000	2.15	10.0	0.9316	0.878
E-100	- E-1000	2.300	2.15	10.0	1.0713	0.817
	- E-2500	3.667	2.15	10.0	1.7079	0.471
E-1000	- E-2500	1.367	2.15	10.0	0.6366	0.965

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Παρατηρώντας τις τιμές p_{Tukey} από τον Πίνακα 3.3, επισημαίνεται ότι όλες είναι μεγαλύτερες από 0.001.

3.1.2.2. Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A14

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A14 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.3.



Διάγρ. 3.3: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A14 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου).

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι (Διάγρ. 3.3.), στις συγκεντρώσεις 10 και 100 ppm, δεν παρατηρήθηκε αναστολή ανάπτυξης. Σε ό,τι αφορά τη συγκέντρωση 1000 ppm, το ποσοστό αναστολής ανάπτυξης έφτανε το 78.06% σε σχέση με το μάρτυρα. Η συγκέντρωση 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου προκάλεσε ολοκληρωτική παρεμπόδιση ανάπτυξης μυκηλίου, δεν δημιουργήθηκε αποικία και μυκήλιο ήταν ορατό μόνο στον μυκηλιακό δίσκο (Εικ. 3.2, ε).

Η τιμή p ($<.001$) στον Πίνακα 3.4., υποδηλώνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά

μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.5., όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.4: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A14 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A14

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκαλύπτου (ppm)	171.140	4	42.7850	458	<.001
Residuals	0.933	10	0.0933		

Πίν. 3.5: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A14.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου ευκαλύπτου (ppm)

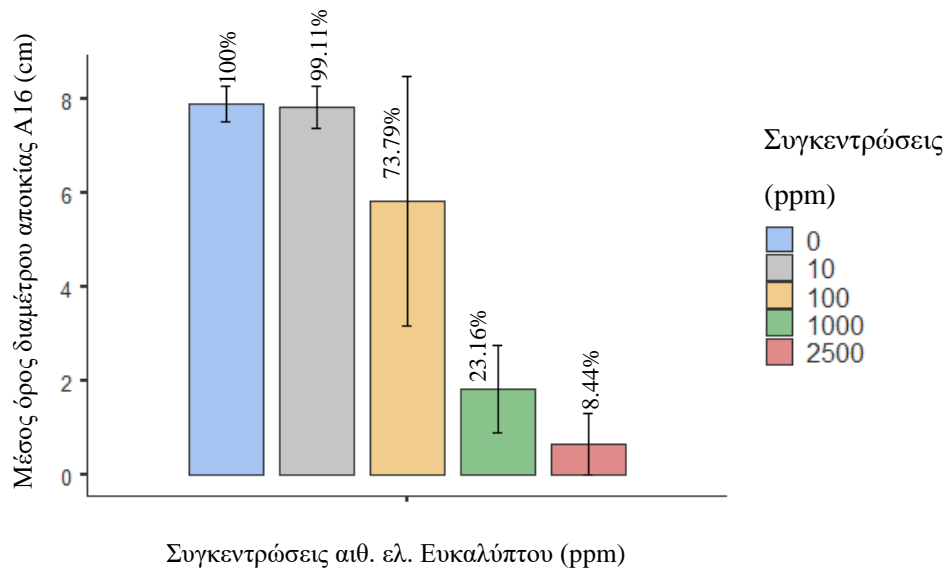
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκαλύπτου (ppm)	Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκαλύπτου (ppm)					
E-0	- E-10	-0.467	0.249	10.0	-1.87	0.390
	- E-100	-1.800	0.249	10.0	-7.22	<.001
	- E-1000	5.233	0.249	10.0	20.98	<.001
	- E-2500	6.700	0.249	10.0	26.86	<.001
E-10	- E-100	-1.333	0.249	10.0	-5.35	0.002
	- E-1000	5.700	0.249	10.0	22.85	<.001
	- E-2500	7.167	0.249	10.0	28.73	<.001
E-100	- E-1000	7.033	0.249	10.0	28.20	<.001
	- E-2500	8.500	0.249	10.0	34.08	<.001
E-1000	- E-2500	1.467	0.249	10.0	5.88	0.001

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 100, 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 100, 10 – 1000, 10 – 2500, 100 – 1000, 100 – 2500, 1000 – 2500.

3.1.2.3 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A16

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A16 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.4.



Διάγρ. 3.4: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A16 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου).

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αναστολής ανάπτυξης του μυκηλίου (Διάγρ. 3.4.), σε σχέση με το μάρτυρα, προκάλεσε η συγκέντρωση 2500 ppm, με ποσοστό αναστολής 91.56% (Εικ. 3.5, 3). Στη συγκέντρωση 10 ppm η ανάπτυξη των αποικιών ήταν παρόμοια με του μάρτυρα, με ποσοστό αναστολής ανάπτυξης μυκηλίου μόλις 0.89%. Κατά την εφαρμογή συγκέντρωσης 100 ppm, η αναστολή ανάπτυξης έφτανε το ποσοστό 26.21% (Εικ. 3.3, γ) και για 1000 ppm είχαμε ποσοστό αναστολής 76.84% (Εικ. 3.3, δ).

Λόγω της μικρής διακύμανσης ($p=0.007\approx 0.001$) που παρουσιάζουν οι μέσοι όροι διαμέτρων των αποικιών στις περισσότερες συγκεντρώσεις, η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων είναι στατιστικά σημαντική (Πίν. 3.6). Επιπλέον, πραγματοποιώντας και Tukey's test,

αποδεικνύεται ότι παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στο μέγεθος των αποικιών του μάρτυρα και αυτών που αναπτύχθηκαν μετά από προσθήκη αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου (Πίν. 3.7).

Πίν. 3.6: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A16 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A16

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκάλυπτου (ppm)	137.3	4	34.32	6.53	0.007
Residuals	52.5	10	5.25		

Πίν. 3.7: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A16.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου ευκάλυπτου (ppm)

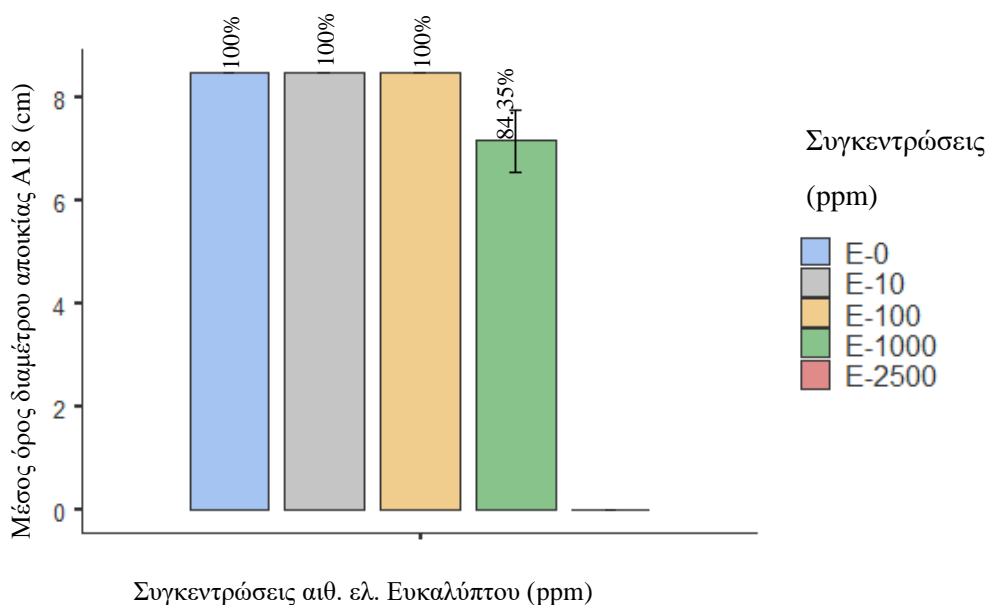
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p _{Tukey}
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκάλυπτου (ppm)	Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκάλυπτου (ppm)					
0	- 10	0.0667	1.87	10.0	0.0356	1.000
	- 100	2.0667	1.87	10.0	1.1044	0.801
	- 1000	6.0667	1.87	10.0	3.2419	0.054
	- 2500	7.2333	1.87	10.0	3.8654	0.021
10	- 100	2.0000	1.87	10.0	1.0688	0.818
	- 1000	6.0000	1.87	10.0	3.2063	0.057
	- 2500	7.1667	1.87	10.0	3.8298	0.022
100	- 1000	4.0000	1.87	10.0	2.1375	0.277
	- 2500	5.1667	1.87	10.0	2.7610	0.113
1000	- 2500	1.1667	1.87	10.0	0.6235	0.968

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.7., σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 2500 και 10 – 2500.

3.1.2.4 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A18

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A18 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.5.



Διάγρ. 3.5: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A18 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου).

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι στις συγκεντρώσεις 10 και 100 ppm δεν παρουσιάστηκε καμία αναστολή ανάπτυξης σε σχέση με το μάρτυρα. Η συγκέντρωση 1000 ppm έφτασε το ποσοστό 15.65% αναστολής ανάπτυξης. Η συγκέντρωση 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου προκάλεσε ολοκληρωτική παρεμπόδιση ανάπτυξης μυκηλίου, δεν δημιουργήθηκε αποικία και μυκήλιο ήταν ορατό μόνο στον μυκηλιακό δίσκο (Εικ. 3.4, ε).

Η τιμή p ($<.001$) στον Πίνακα 3.8, υποδηλώνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά

μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.9, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.8: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A18 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A18

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκαλύπτου (ppm)	164.07	4	41.017	189	<.001
Residuals	2.17	10	0.217		

Πίν. 3.9: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A18.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου ευκαλύπτου (ppm)

Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκαλύπτου (ppm)	Συγκέντρωση Αιθέριου Ελαίου Ευκαλύπτου (ppm)					
E-0	- E-10	-2.66e-15	0.380	10.0	7.01e-15	1.000
	- E-100	-1.11e-15	0.380	10.0	2.92e-15	1.000
	- E-1000	1.33	0.380	10.0	3.51	0.036
	- E-2500	8.50	0.380	10.0	22.36	<.001
E-10	- E-100	1.55e-15	0.380	10.0	4.09e-15	1.000
	- E-1000	1.33	0.380	10.0	3.51	0.036
	- E-2500	8.50	0.380	10.0	22.36	<.001
E-100	- E-1000	1.33	0.380	10.0	3.51	0.036
	- E-2500	8.50	0.380	10.0	22.36	<.001
E-1000	- E-2500	7.17	0.380	10.0	18.86	<.001

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.9., σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 1000, 10 – 2500, 100 – 1000, 100 – 2500, 1000 – 2500.

3.1.2.5 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC)

Από την αξιολόγηση των διαγραμμάτων 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 απομονώσεων A8, A14, A16, A18 αντίστοιχα, προκύπτει ότι η Ελάχιστη Παρεμποδιστική Συγκέντρωση MIC αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου είναι 2500 ppm.

3.1.2.6 Υπολογισμός EC₅₀ αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου σε απομονώσεις του μύκητα *S. sclerotiorum*

Πίν. 3.10: Τιμές EC₅₀ και R² σχετικά με την ανάπτυξη αποικιών απομονώσεων του μύκητα *S. Sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου.

Κωδικός Απομόνωσης	Αιθέριο έλαιο από <i>Eucalyptus globulus</i>	
	EC ₅₀	R ²
A8	11.37	0.2477
A14	935.5	0.9071
A16	192.2	0.7697
A18	1066	0.9870

Σημείωση:

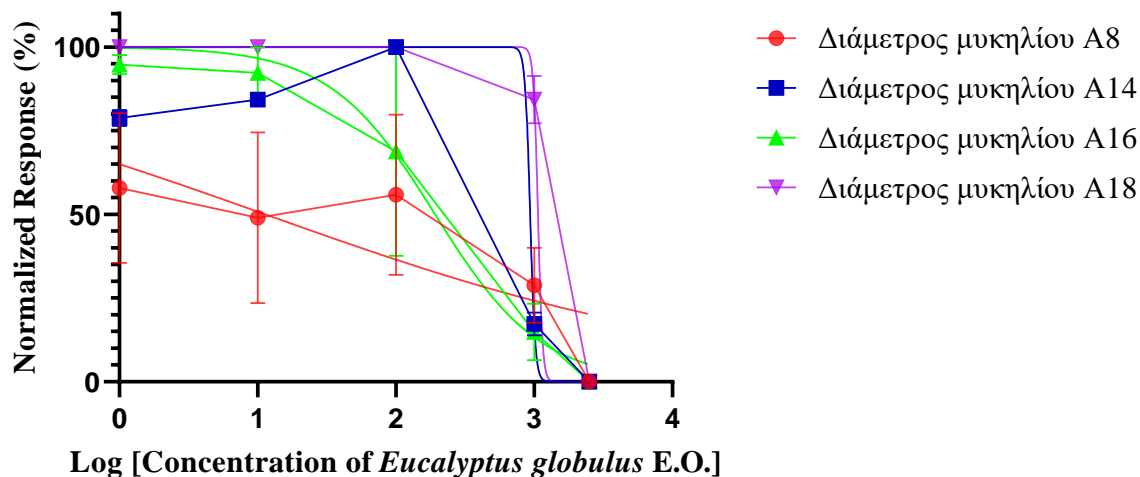
EC₅₀ υποδεικνύει τη συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου που προκαλεί 50 % παρεμπόδιση μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα σε σχέση με το μάρτυρα.

R² τιμή χωρίς μονάδες μέτρησης (εύρους 0-1) που ποσοτικοποιεί το επίπεδο εγκυρότητας των αποτελεσμάτων EC₅₀.

Αξίζει να σημειωθεί η σημασία της τιμής R² η οποία υποδηλώνει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων EC₅₀ που παρουσιάζονται (Πίν. 3.10.), καθιστώντας τα αποτελέσματα για τις απομονώσεις A14 και A18 που φθάνουν κοντά στο 1, περισσότερο αξιόπιστα σε σχέση με αυτά των A8 και A16. Στον ίδιο Πίνακα, φαίνεται ότι στις απομονώσεις A14 και A18 η διακύμανση

μεταξύ των τιμών, στην ίδια εφαρμογή αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου, είναι η μικρότερη σε σχέση με αυτή των A8 και A16. Η μέγιστη τιμή EC_{50} είναι 1066, η οποία εμφανίζεται στην απομόνωση A18.

Όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 3.6., διακρίνεται μια ομαλή απόκριση στην επί τοις εκατό (%) ποσοστιαία μυκηλιακή ανάπτυξη στην απομόνωση A18, σε σχέση με τις υπόλοιπες, κάτι το οποίο είναι λογικό και από τις μετρήσεις που λήφθηκαν (Πίν. 3.10.). Σε αυτό συνηγορεί και η απόδοση της τιμής R^2 στην απομόνωση αυτή, με τη μεγαλύτερη τιμή $R^2 = 0.9870 \approx 1$.

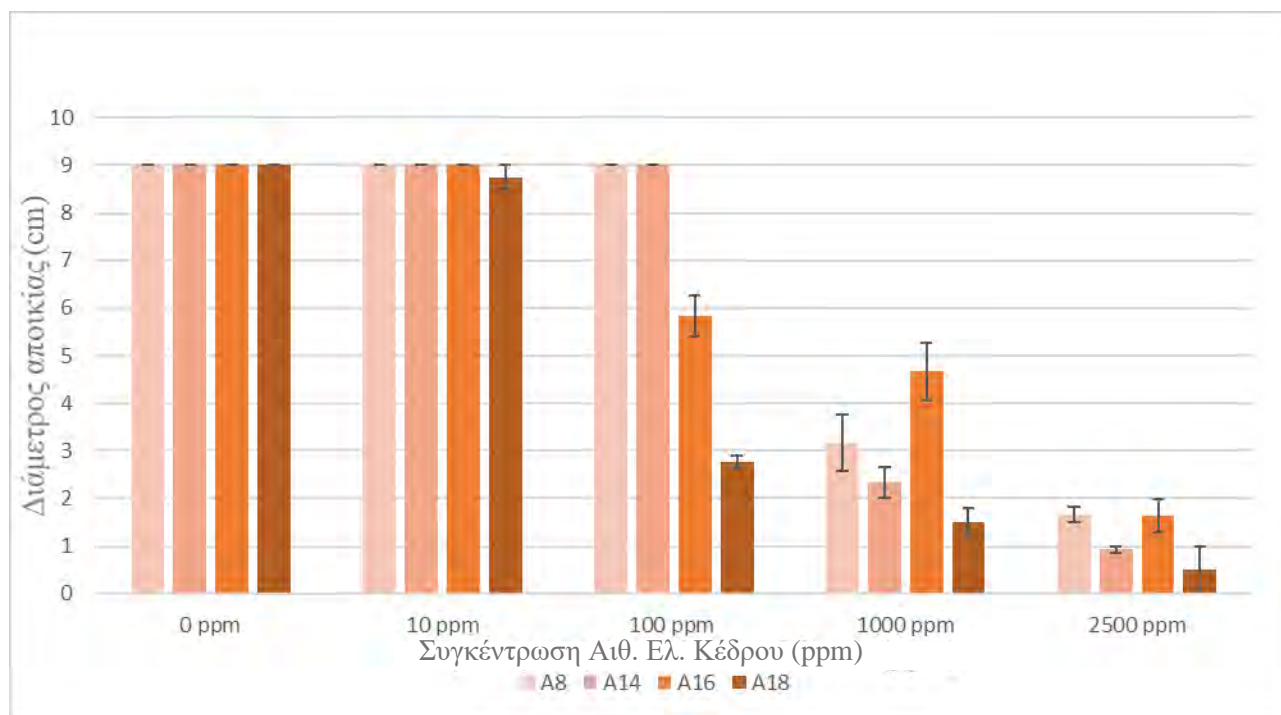


A8	A14	A16	A18
Log EC_{50} = 1.056	Log EC_{50} = 2.971	Log EC_{50} = 2.284	Log EC_{50} = 3.028
EC_{50} = 11.37	EC_{50} = 935.5	EC_{50} = 192.2	EC_{50} = 1066
R^2 = 0.2477	R^2 = 0.9071	R^2 = 0.7697	R^2 = 0.9870

Διάγρ. 3.6 : Συσχέτιση του Log(Συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου) σε συνάρτηση με την ποσοστιαία επί τοις εκατό (%) ανάπτυξη αποικιών απομονώσεων A8, A14, A16, A18.

3.1.3 Επίδραση αιθέριου ελαίου κέδρου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα *S. sclerotiorum*, πρώτης επανάληψης

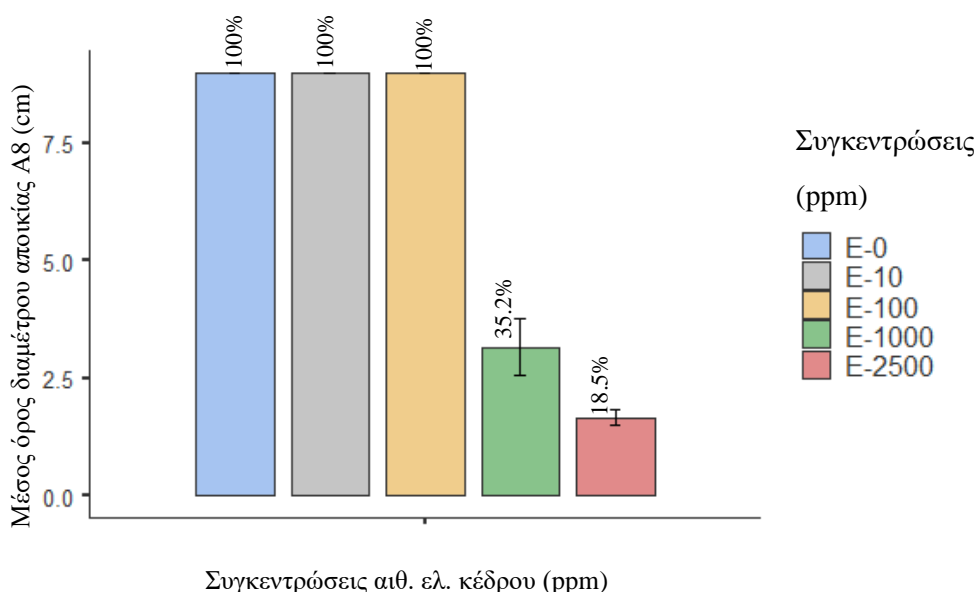
Η προσθήκη του αιθέριου ελαίου κέδρου σε θρεπτικό υλικό PDA, είχε σαν αποτέλεσμα την αναστολή της ανάπτυξης του μυκηλίου των απομονώσεων A8, A14, A16 και A18 του μύκητα *S. sclerotiorum*, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.7.



Διάγρ. 3.7: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών των απομονώσεων A8, A14, A16 και A18, πρώτης επανάληψης, όλων των εφαρμογών (0, 10, 100, 1000 και 2500 ppm) αιθέριου ελαίου κέδρου.

3.1.3.1 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A8

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A8 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.8.



Διάγρ. 3.8: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A8 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου), πρώτης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά αναστολής ανάπτυξης του μυκηλίου (Διάγρ. 3.8), σε σχέση με το μάρτυρα, προκάλεσαν οι συγκεντρώσεις 1000 ppm και 2500 ppm, με ποσοστά 64.8% και 81.5% αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις 10 και 100 ppm δεν προκάλεσαν καμία αναστολή. Να σημειωθεί ότι δεν υπήρξε ολοκληρωτική αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου.

Πίν. 3.11: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A8 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, πρώτης επανάληψης.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (cm)	159.40	4	39.850	171	<.001
Residuals	2.33	10	0.233		

Η τιμή p ($<.001$), από τον Πίνακα 3.11., σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσω όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.12., όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.12.: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A8 πρώτης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

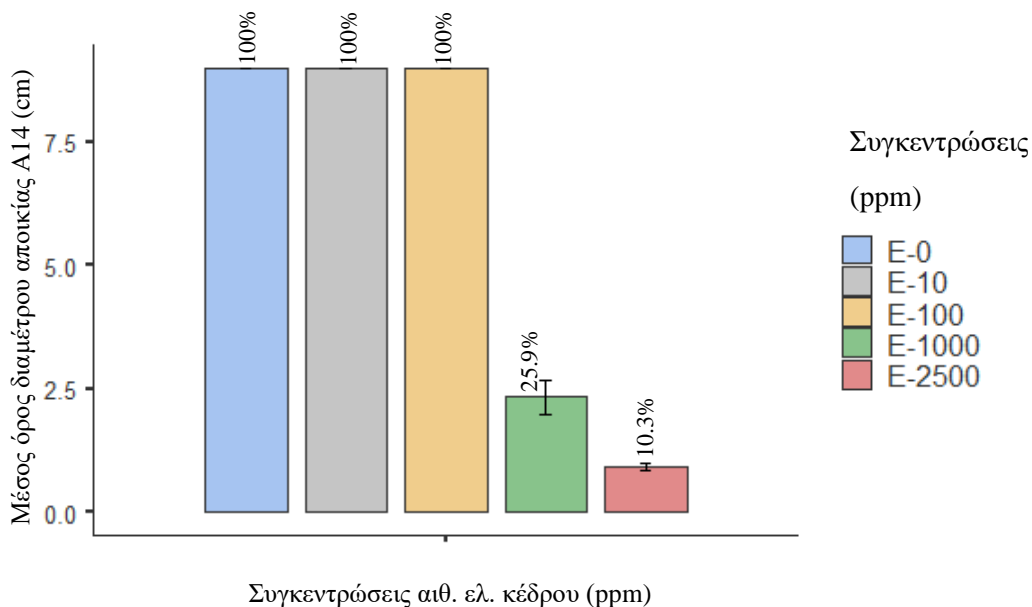
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	-1.33e-15	0.394	10.0	3.38e-15	1.000
	- E-100	-8.88e-16	0.394	10.0	2.25e-15	1.000
	- E-1000	5.83	0.394	10.0	14.79	<.001
	- E-2500	7.33	0.394	10.0	18.59	<.001
E-10	- E-100	4.44e-16	0.394	10.0	1.13e-15	1.000
	- E-1000	5.83	0.394	10.0	14.79	<.001
	- E-2500	7.33	0.394	10.0	18.59	<.001
E-100	- E-1000	5.83	0.394	10.0	14.79	<.001
	- E-2500	7.33	0.394	10.0	18.59	<.001
E-1000	- E-2500	1.50	0.394	10.0	3.80	0.023

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.12, σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 1000, 10 – 2500, 100 – 1000, 100 – 2500 και 1000 – 2500.

3.1.3.2 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A14

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A14 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.9.



Διάγρ. 3.9: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A14 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) πρώτης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι οι συγκεντρώσεις 10 και 100 ppm δεν προκάλεσαν καμία αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου, σε αντίθεση με αυτές των 1000 και 2500 ppm, η αναστολή έφτασε το 74.1% και 89.7% αντίστοιχα (Διαγρ. 3.9). Να σημειωθεί ότι δεν υπήρξε ολοκληρωτική αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου.

Πίν. 3.13: Πίνακας ANOVA και αποτόπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A14 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, πρώτης επανάληψης.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A14

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου	198.304	4	49.5760	715	<.001
Residuals	0.693	10	0.0693		

Η τιμή p ($<.001$), από τον Πίνακα 3.13., σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσω όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.14., όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.14.: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A14, πρώτης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

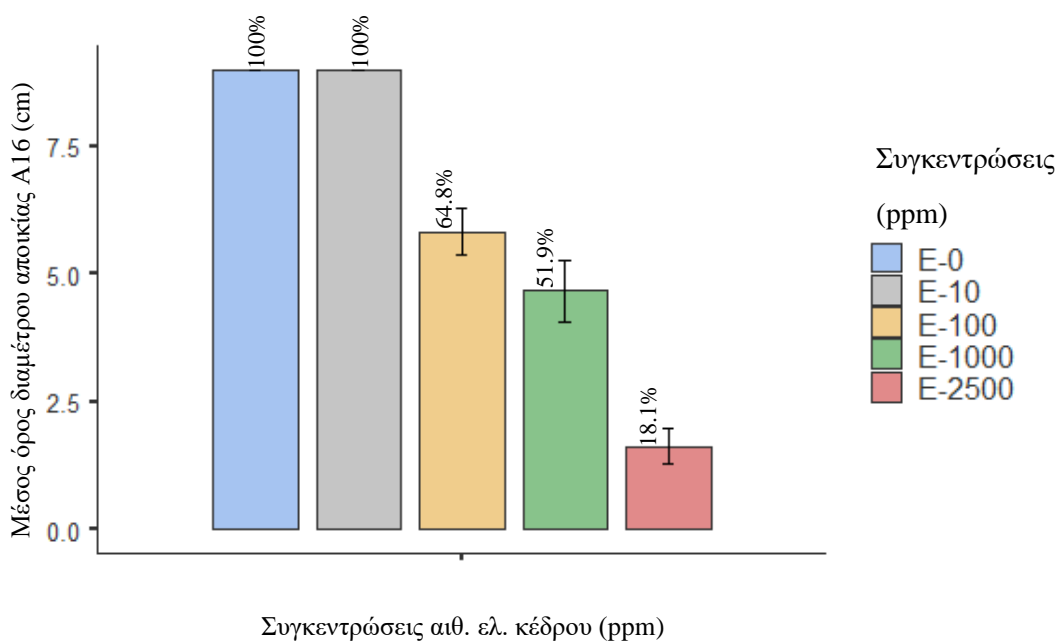
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	-1.78e-15	0.215	10.0	8.26e-15	1.000
	- E-100	-2.22e-15	0.215	10.0	1.03e-14	1.000
	- E-1000	6.67	0.215	10.0	31.01	<.001
	- E-2500	8.07	0.215	10.0	37.52	<.001
E-10	- E-100	-4.44e-16	0.215	10.0	2.07e-15	1.000
	- E-1000	6.67	0.215	10.0	31.01	<.001
	- E-2500	8.07	0.215	10.0	37.52	<.001
E-100	- E-1000	6.67	0.215	10.0	31.01	<.001
	- E-2500	8.07	0.215	10.0	37.52	<.001
E-1000	- E-2500	1.40	0.215	10.0	6.51	<.001

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.14., σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 1000, 10 – 2500, 100 – 2500, 1000 – 2500.

3.1.3.3 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A16

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A16 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.10.



Διάγρ. 3.10: Μέσος όρος και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A16 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) πρώτης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε αναστολή μυκηλίου στις συγκεντρώσεις 100, 1000 και 2500 ppm, με αντίστοιχα ποσοστά 35.2%, 48.1% και 81.9% αντίστοιχα. Αντιθέτως, στα 10 ppm δεν παρατηρήθηκε καμία αναστολή. Να σημειωθεί ότι δεν υπήρξε ολοκληρωτική αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου.

Πίν. 3.15: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A16 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, πρώτης επανάληψης.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A16					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου	116.61	4	29.152	72.5	<.001
Residuals	4.02	10	0.402		

Η τιμή p (<.001), από τον Πίνακα 3.15., σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσω όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά

μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.16., όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.16.: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A16, πρώτης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

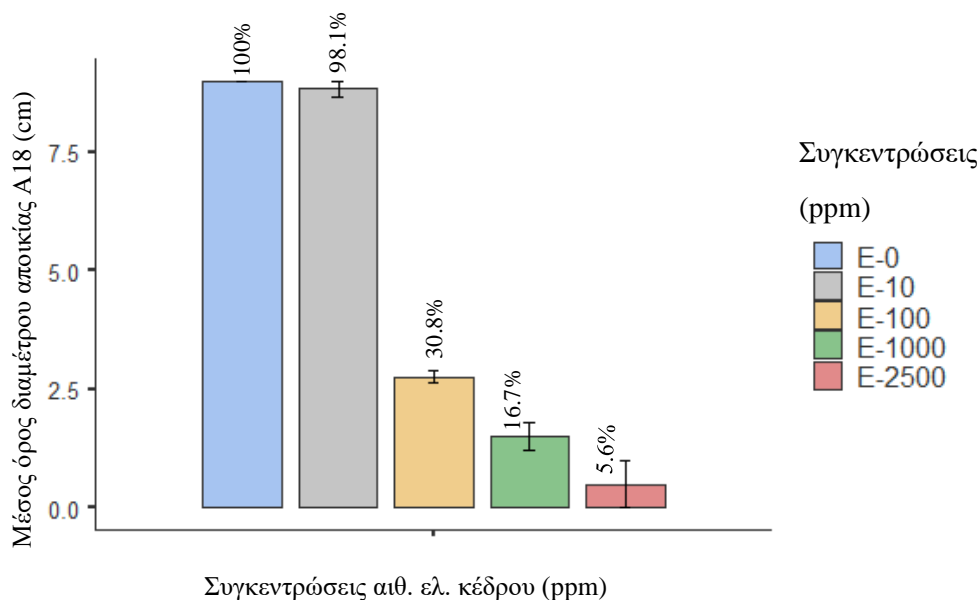
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	-2.22e-15	0.518	10.0	4.29e-15	1.000
	- E-100	3.17	0.518	10.0	6.12	<.001
	- E-1000	4.33	0.518	10.0	8.37	<.001
	- E-2500	7.37	0.518	10.0	14.23	<.001
E-10	- E-100	3.17	0.518	10.0	6.12	<.001
	- E-1000	4.33	0.518	10.0	8.37	<.001
	- E-2500	7.37	0.518	10.0	14.23	<.001
E-100	- E-1000	1.17	0.518	10.0	2.25	0.236
	- E-2500	4.20	0.518	10.0	8.11	<.001
E-1000	- E-2500	3.03	0.518	10.0	5.86	0.001

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.16, σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 100, 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 1000, 10 – 2500, 100 – 2500, 1000 – 2500.

3.1.3.4 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A18

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A18 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.11.



Διάγρ. 3.11: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A18 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) πρώτης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου προκάλεσαν όλες οι συγκεντρώσεις που εφαρμόστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, στα 10 ppm το ποσοστό αναστολής φτάνει το 1.9%, στα 100 ppm το 69.2%, στα 1000 ppm το 83.3% και τέλος η συγκέντρωση 2500 ppm προκάλεσε τη μεγαλύτερη αναστολή ποσοστού 94.4% (Διάγρ. 3.11). Να σημειωθεί ότι δεν υπήρξε ολοκληρωτική αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου.

Πίν. 3.17: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A18 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, πρώτης επανάληψης.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A18					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου	201.09	4	50.273	219	<.001
Residuals	2.29	10	0.229		

Η τιμή p ($<.001$), από τον Πίνακα 3.17, σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσω όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.18, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.18.: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A18, πρώτης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	0.167	0.391	10.0	0.426	0.992
	- E-100	6.233	0.391	10.0	15.942	$<.001$
	- E-1000	7.500	0.391	10.0	19.181	$<.001$
	- E-2500	8.500	0.391	10.0	21.739	$<.001$
E-10	- E-100	6.067	0.391	10.0	15.515	$<.001$
	- E-1000	7.333	0.391	10.0	18.755	$<.001$
	- E-2500	8.333	0.391	10.0	21.312	$<.001$
E-100	- E-1000	1.267	0.391	10.0	3.239	0.054
	- E-2500	2.267	0.391	10.0	5.797	0.001
E-1000	- E-2500	1.000	0.391	10.0	2.557	0.153

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.18., σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 100, 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 100, 10 – 1000, 10 – 2500, 100 – 2500.

3.1.3.5 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC)

Από την αξιολόγηση των διαγραμμάτων 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 απομονώσεων A8, A14, A16, A18 αντίστοιχα, προκύπτει ότι δε βρέθηκε η MIC. Προφανώς η τιμή ξεπερνάει τα 2500 ppm.

3.1.3.6 Υπολογισμός EC₅₀ αιθέριου ελαίου κέδρου σε απομονώσεις του μύκητα *S. sclerotiorum*, πρώτης επανάληψης

Πίν. 3.19: Τιμές EC₅₀ και R² σχετικά με την ανάπτυξη αποικιών απομονώσεων του μύκητα *S. Sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, πρώτης επανάληψης.

Κωδικός Απομόνωσης	Αιθέριο έλαιο από <i>Cedrus atlantica</i>	
	EC ₅₀	R ²
A8	942.7	0.9881
A14	933.6	0.9955
A16	229.7	0.8817
A18	59.63	0.9664

Σημείωση:

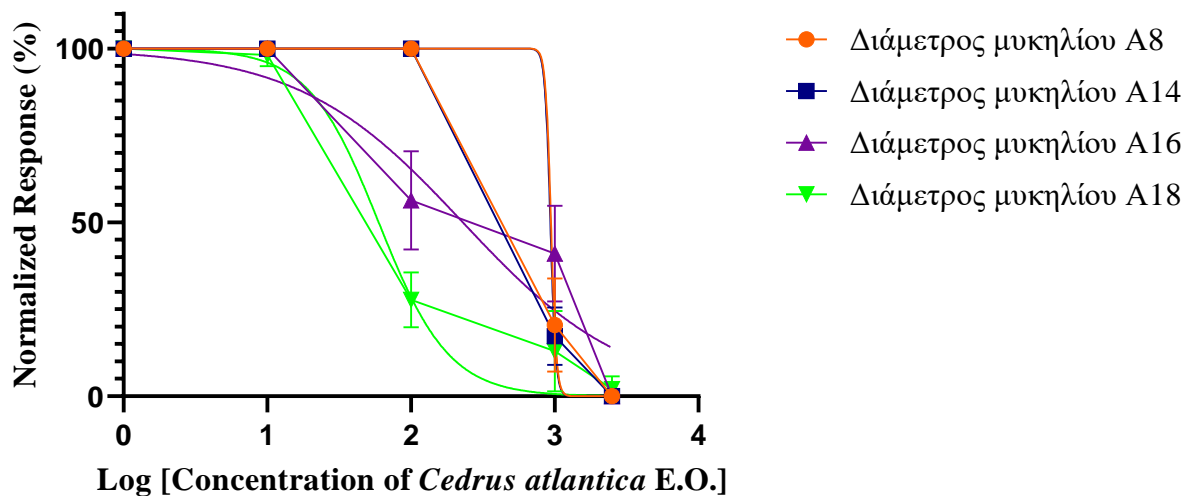
EC₅₀ υποδεικνύει τη συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου που προκαλεί 50 % παρεμπόδιση μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα σε σχέση με το μάρτυρα.

R² τιμή χωρίς μονάδες μέτρησης (εύρους 0-1) που ποσοτικοποιεί το επίπεδο εγκυρότητας των αποτελεσμάτων EC₅₀.

Αξίζει να σημειωθεί η σημασία της τιμής R² η οποία υποδηλώνει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων EC₅₀ που παρουσιάζονται (Πίν. 3.19), καθιστώντας τα αποτελέσματα για τις απομονώσεις A8, A14 και A18 που φθάνουν κοντά στο 1, περισσότερο έγκυρα σε σχέση με την απομόνωση A16. Έπειτα από την εύρεση του EC₅₀ για την ανάπτυξη του μυκηλίου στις απομονώσεις A8, A14, A16 και A18, παρατηρήθηκε ότι η απομόνωση A8 είχε την υψηλότερη EC₅₀ με τιμή 942.7 ppm σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες απομονώσεις, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.19.

Όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 3.12, διακρίνεται μια ομαλή απόκριση στην επί τοις εκατό (%) ποσοστιαία μυκηλιακή ανάπτυξη στις απομονώσεις A8, A14 και A18, σε σχέση με την A16 κάτι το οποίο είναι λογικό και από τις μετρήσεις που λήφθηκαν (Πίν. 3.19). Σε αυτό

συνηγείται και η απόδοση της τιμής R^2 στην απομόνωση αυτή, με τη μεγαλύτερη τιμή $R^2 = 0.9955 \approx 1$.



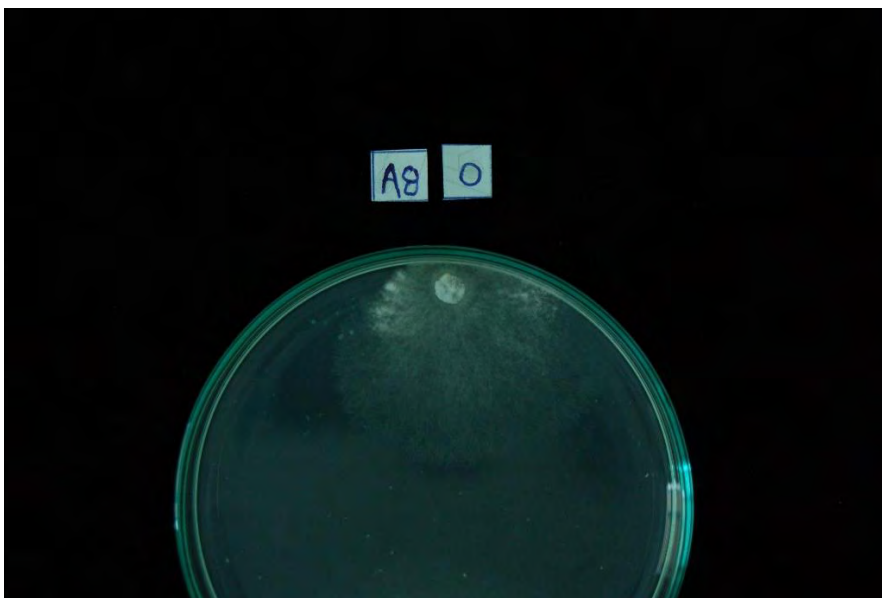
A8	A14	A16	A18
LogEC ₅₀ =2.974	LogEC ₅₀ = 2.970	LogEC ₅₀ = 2.361	LogEC ₅₀ = 1.775
EC ₅₀ = 942.7	EC ₅₀ = 933.6	EC ₅₀ = 229.7	EC ₅₀ = 59.63
R ² = 0.9881	R ² = 0.9955	R ² = 0.8817	R ² = 0.9664

Διάγρ. 3.12: Συσχέτιση του Log(Συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου Κέδρου) σε συνάρτηση με την ποσοστιαία επί τοις εκατό (%) ανάπτυξη αποικιών απομονώσεων A8, A14, A16, A18, πρώτης επανάληψης.

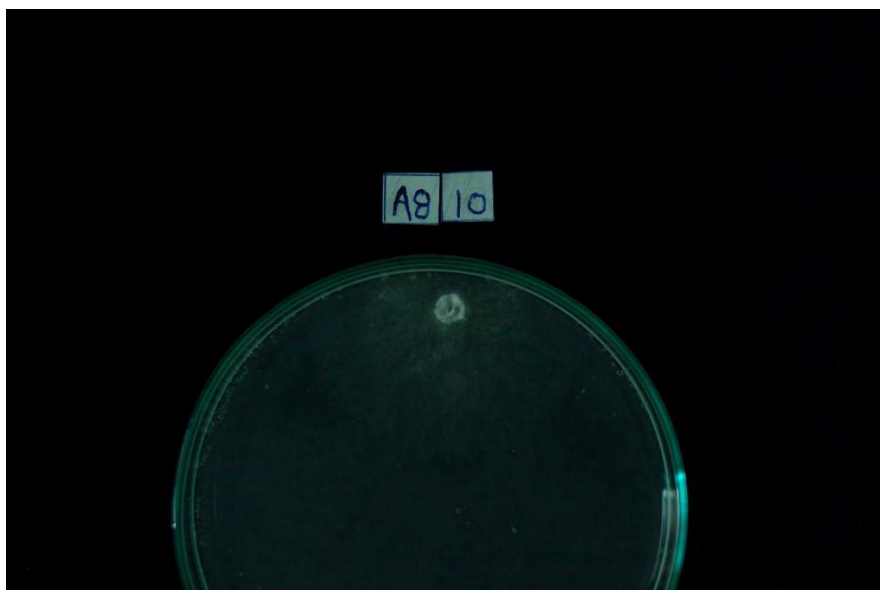
3.1.4 Φαινοτυπικές μεταβολές αποικιών *S. sclerotiorum* από την επίδραση αιθέριου ελαίου κέδρου, δεύτερης επανάληψης

Οι αποικίες που αναπτύχθηκαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις του αιθέριου ελαίου κέδρου, παρουσίαζαν διαφορές στον φαινότυπο τους ανάλογα με την συγκέντρωση του ελαίου. Στον Πίνακα 3.20 δίνονται συγκεντρωτικά οι εν λόγω διαφορές τους.

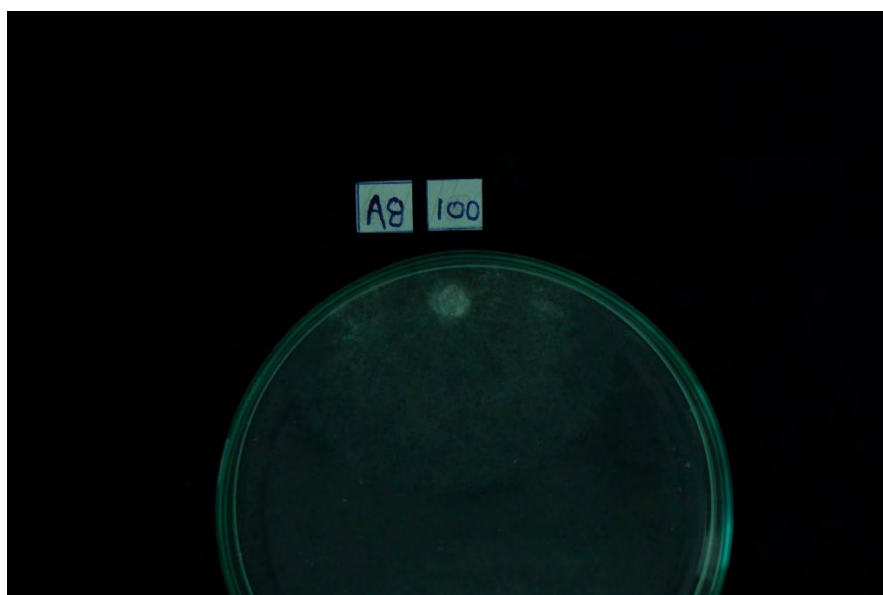
Από τις παρακάτω εικόνες (Εικ. 3.6 έως και 3.15) και από το Διάγραμμα 3.13, παρατηρήθηκαν ορισμένες αποκλίσεις από την αναμενόμενη επίδραση του αιθέριου ελαίου στις απομονώσεις A8 και A18. Αναλυτικότερα, στην A8 υπήρξε μια σχετικά μικρή αύξηση του μυκηλίου στη συγκέντρωση 100 ppm (Εικ. 3.8.) συγκριτικά με το μάρτυρα (Εικ. 3.6.). Επιπλέον, στην A18, η συγκέντρωση 10 ppm (Εικ.3.12.) και 2500 (Εικ. 3.15.) προκάλεσε αύξηση μυκηλίου συγκριτικά με το μάρτυρα και τη συγκέντρωση 100 ppm αντίστοιχα.



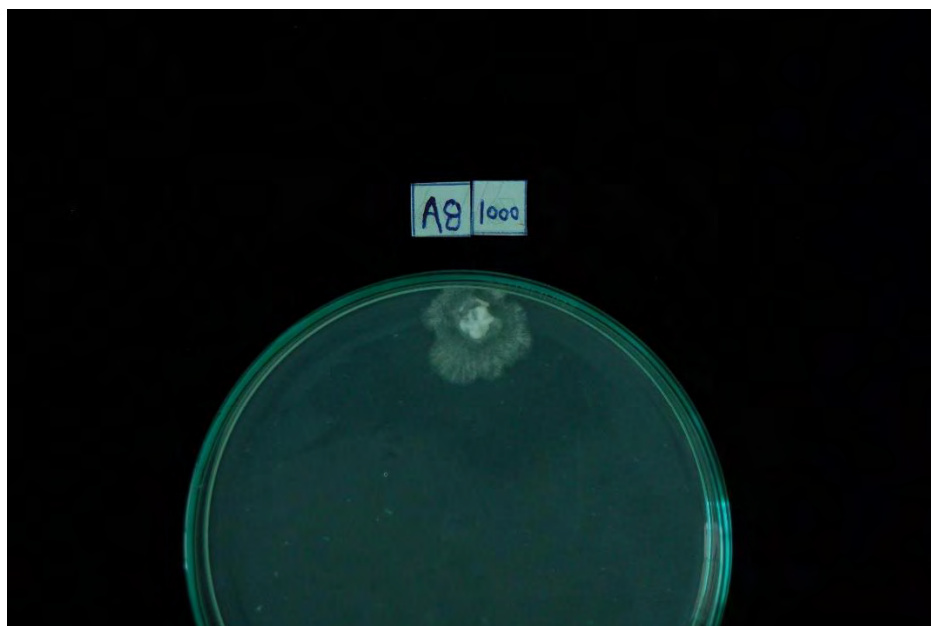
Εικ. 3.6: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum* όπου το τρυβλίο αποτελεί το μάρτυρα. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.



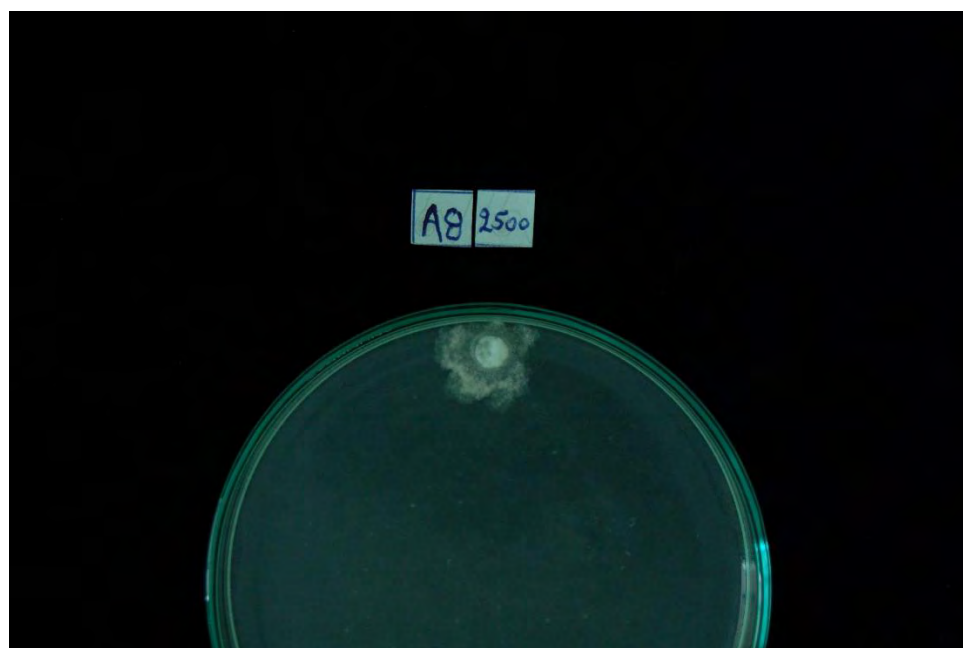
Εικ. 3.7: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 10 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.



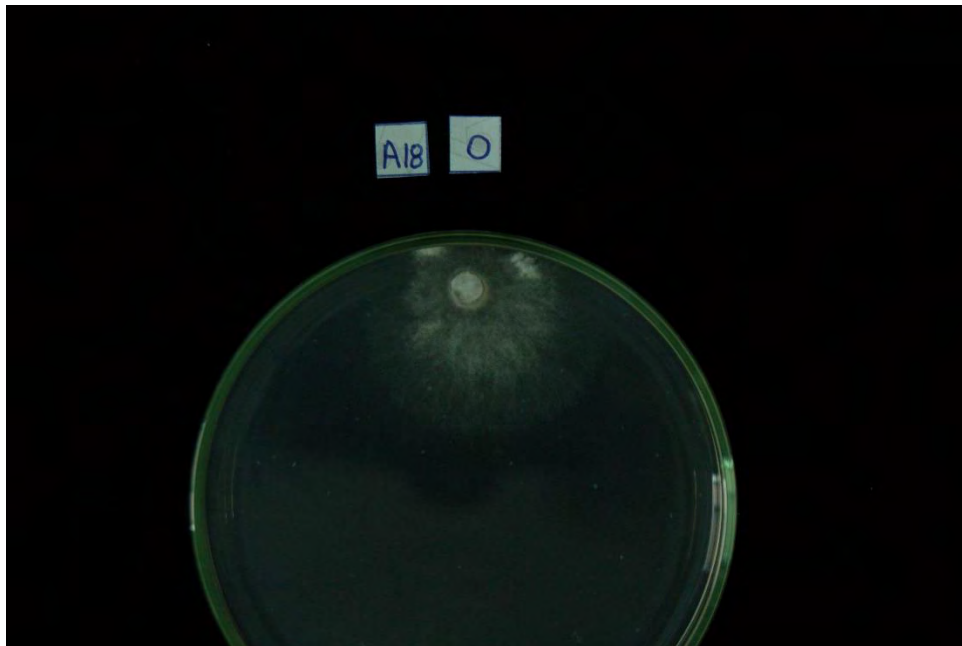
Εικ. 3.8.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 100 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.



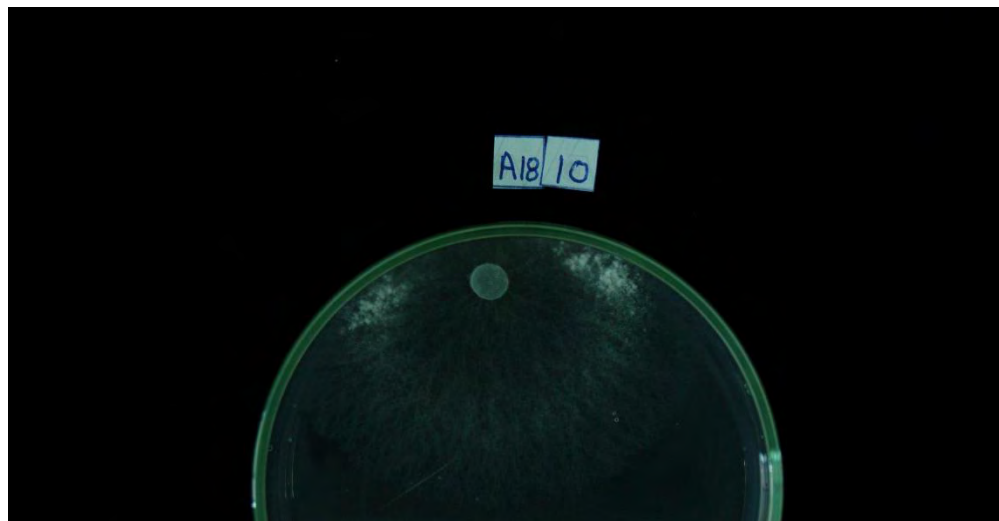
Εικ. 3.9: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 1000 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επάωση για 2 ημέρες στους 25°C.



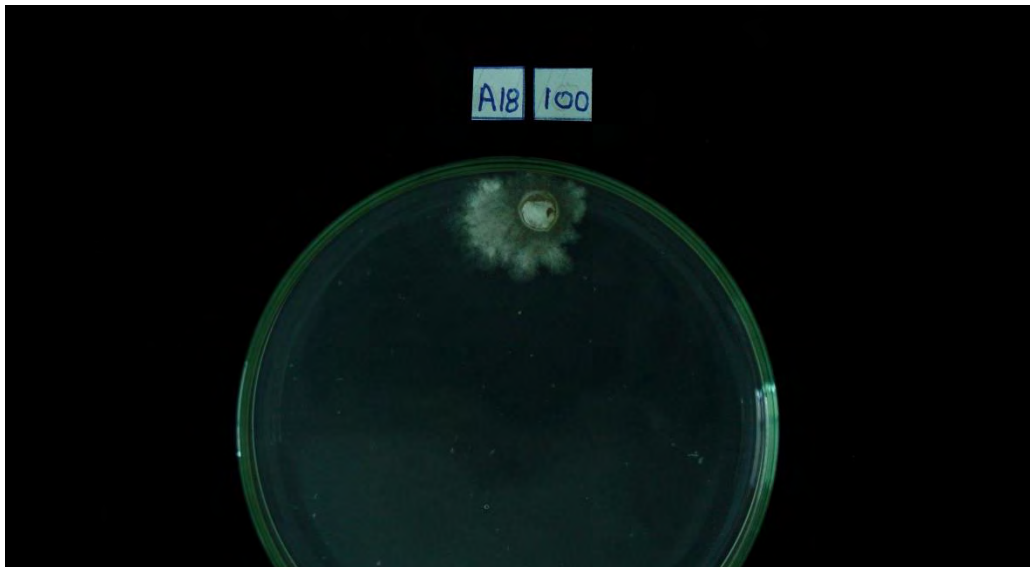
Εικ. 3.10: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A8, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 2500 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επάωση για 2 ημέρες στους 25°C.



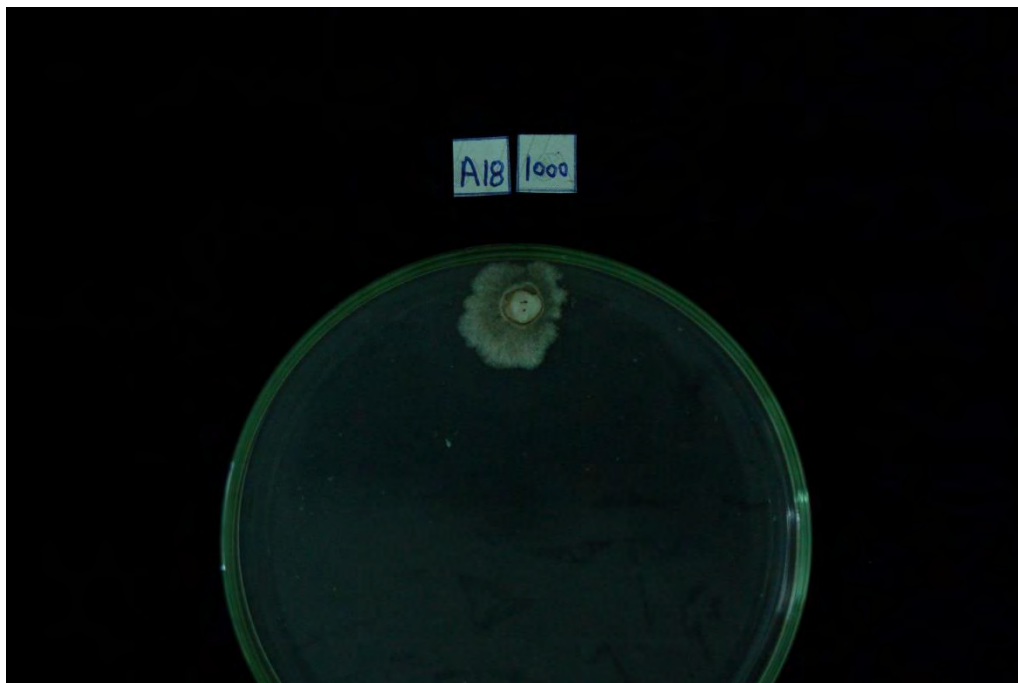
Εικ. 3.11.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*, όπου το τρυβλίο αποτελεί το μάρτυρα. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.



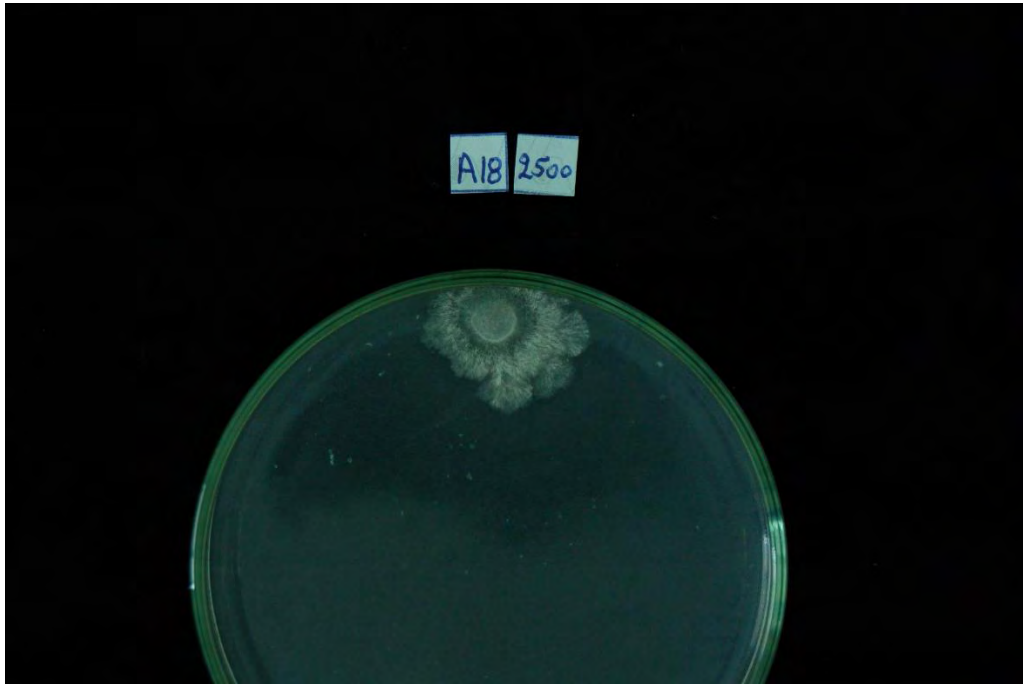
Εικ. 3.12.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 10 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.



Εικ. 3.13.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 100 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.



Εικ. 3.14.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 1000 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.



Εικ. 3.15.: Ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας απομόνωσης A18, μύκητα *S. sclerotiorum*. Συγκέντρωση 2500 ppm. Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό PDA. Επώαση για 2 ημέρες στους 25°C.

Πίν. 3.20: Μορφολογικά χαρακτηριστικά απομονώσεων του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA, έπειτα από προσθήκη αιθέριου ελαίου κέδρου και επώαση των αποικιών σε T=25°C για 2 ημέρες (δεύτερης επανάληψης)

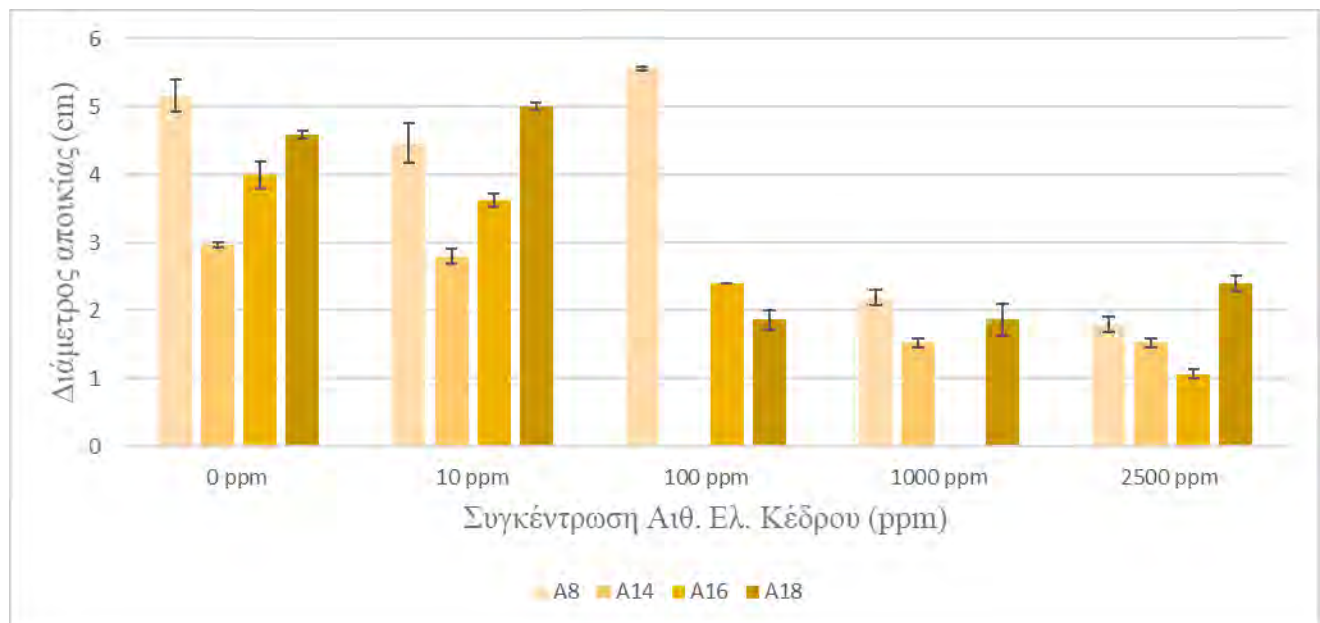
Κωδικός Απομόνωσης	Μορφολογικά Χαρακτηριστικά μυκηλίου									
	Κέντρο αποικίας					Περιφέρεια αποικίας				
	Συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου <i>Cedrus atlantica</i> (ppm)									
	0	10	100	1000	2500	0	10	100	1000	2500
A8 (Εικ. 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10)	Αραιό κατά θέσεις, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό κατά θέσεις, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο, *Pale Dull Green-Yellow, 27', μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο*, ελάχιστης έκτασης μυκήλιο	Μικρή ανάπτυξη, Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο*, ελάχιστης έκτασης μυκήλιο	Μικρή ανάπτυξη, Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο
A18 (Εικ. 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15)	Πυκνό κατά τόπους, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό κατά τόπους, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό κατά τόπους, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Αραιό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό, υπόλευκο* μυκήλιο	Πυκνό κατά τόπους, υπόλευκο* μυκήλιο

Σημείωση: *Ο χαρακτηρισμός χρώματος «υπόλευκο Pale Dull Green-Yellow, 27'» επιλέχτηκε με βάση τον κατάλογο χρωμάτων του Ridgway (1912).

Συγκρίνοντας τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αποικιών των απομονώσεων A8 και A18, στους μάρτυρες, σε σχέση με τις αποικίες που αναπτύχθηκαν στα τρυβλία με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις του ελαίου, παρατηρήθηκαν ομοιότητες: σε συγκέντρωση 10 ppm αιθέριου ελαίου κέντρου, στο κέντρο των αποικιών των απομονώσεων A8 και A18 το μυκήλιο ήταν αραιό, κατά θέσεις, υπόλευκο και στην περιφέρεια των αποικιών των απομονώσεων επίσης. Σε συγκέντρωση αιθέριου ελαίου 100 ppm, στην απομόνωση A8, παρατηρήθηκε αραιό, υπόλευκο μυκήλιο στο κέντρο, σε αντίθεση με την A18, όπου στο κέντρο, παρατηρήθηκε πυκνό υπόλευκο μυκήλιο. Επιπλέον, η περιφέρεια αυτών εμφάνιζε την ίδια διαφορά. Σε συγκέντρωση 1000 ppm, στην κεντρική περιοχή αποικιών, παρατηρήθηκε πυκνό, υπόλευκο μυκήλιο, ελάχιστης έκτασης, που ομοιάζε σε πυκνότητα με την A18. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στην περιφέρειά τους. Τέλος, για την συγκέντρωση 2500 ppm, παρατηρήθηκε μικρή ανάπτυξη μυκηλίου αποικίας, τόσο στο κέντρο όσο και στην περιφέρεια.

3.1.5 Επίδραση αιθέριου ελαίου κέδρου στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα *S. sclerotiorum*, δευτέρης επανάληψης

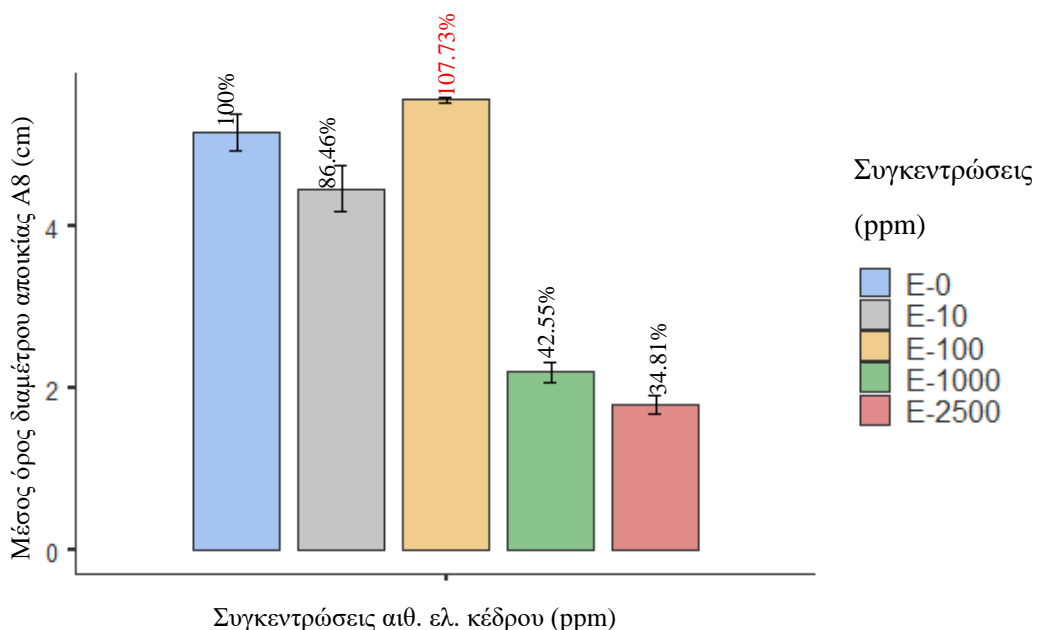
Η προσθήκη του αιθέριου ελαίου κέδρου σε θρεπτικό υλικό PDA, είχε σαν αποτέλεσμα την αναστολή της ανάπτυξης του μυκηλίου των απομονώσεων A8, A14, A16 και A18 του μύκητα *S. sclerotiorum*, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.13.



Διάγρ. 3.13: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών των απομονώσεων A8, A14, A16 και A18, επανάληψης 2, όλων των εφαρμογών (0, 10, 100, 1000 και 2500 ppm) αιθέριου ελαίου κέδρου.

3.1.5.1 Ανάπτυξη αποικιών απομόνωσης A8

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A8 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.14.



Διάγρ. 3.14: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A8 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δεύτερης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι στη συγκέντρωση 100 ppm, το ποσοστό ανάπτυξης μυκηλίου (Διάγρ. 3.14, Εικ. 3.8), ξεπερνούσε το 100% που αποτελεί το μάρτυρα. Κατά την εφαρμογή 10 ppm, η αναστολή ήταν 13.54%. Ακολουθεί η συγκέντρωση 1000 ppm με ποσοστό αναστολής 57.45% και τέλος τα 2500 ppm με 65.19%.

Πίν. 3.21: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A8 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θεραπευτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, δεύτερης επανάληψης.

ANOVA - Mycelial diameter (cm) – A8					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου	35.96	4	8.989	89.9	<.001
Residuals	1.00	10	0.100		

Η τιμή p ($<.001$), από τον Πίνακα 3.21, σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσω όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.22, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{Tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.22: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A8, δεύτερης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

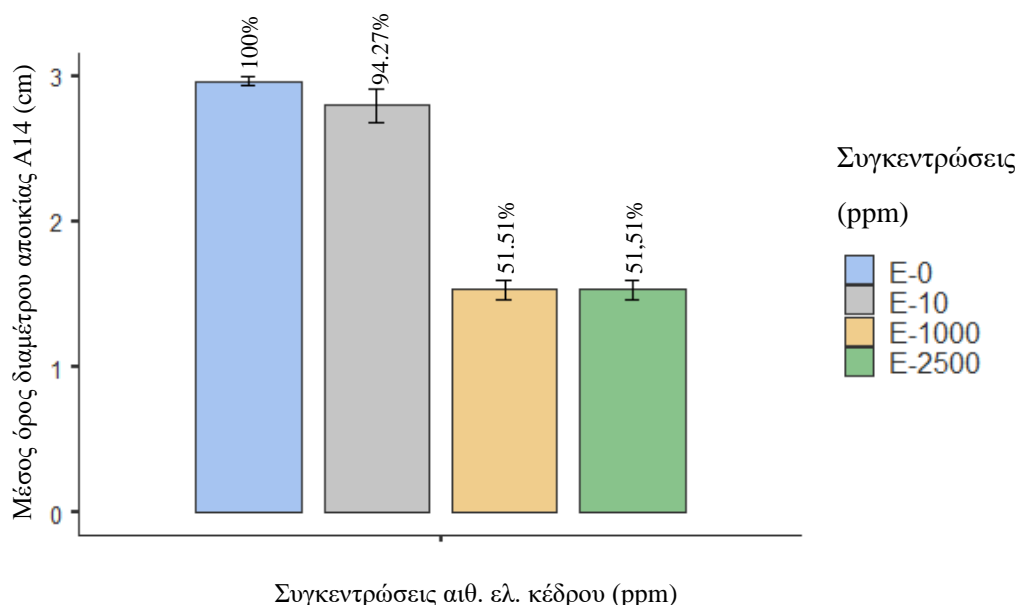
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{Tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	0.700	0.258	10.0	2.71	0.122
	- E-100	-0.400	0.258	10.0	-1.55	0.557
	- E-1000	2.967	0.258	10.0	11.49	$<.001$
	- E-2500	3.367	0.258	10.0	13.04	$<.001$
E-10	- E-100	-1.100	0.258	10.0	-4.26	0.011
	- E-1000	2.267	0.258	10.0	8.78	$<.001$
	- E-2500	2.667	0.258	10.0	10.33	$<.001$
E-100	- E-1000	3.367	0.258	10.0	13.04	$<.001$
	- E-2500	3.767	0.258	10.0	14.59	$<.001$
E-1000	- E-2500	0.400	0.258	10.0	1.55	0.557

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.22, σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 100, 10 – 1000, 10 – 2500, 100 – 1000, 100 – 2500.

3.1.5.2 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A14

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A14 των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.15.



Διάγρ. 3.15: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A14 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δεύτερης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά αναστολής ανάπτυξης του μυκηλίου (Διάγρ. 3.15.), σε σχέση με το μάρτυρα, προκάλεσαν οι συγκεντρώσεις 1000 ppm και 2500 ppm, με ποσοστά 48.49%. Μικρή αναστολή προκάλεσε η συγκέντρωση 10 ppm.

Πίν. 3.23: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A14 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, δεύτερης επανάληψης.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A14					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου	5.509	3	1.8364	105	<.001
Residuals	0.140	8	0.0175		

Η τιμή p (<.001), από τον Πίνακα 3.23, σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.24, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.24: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A14, δεύτερης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

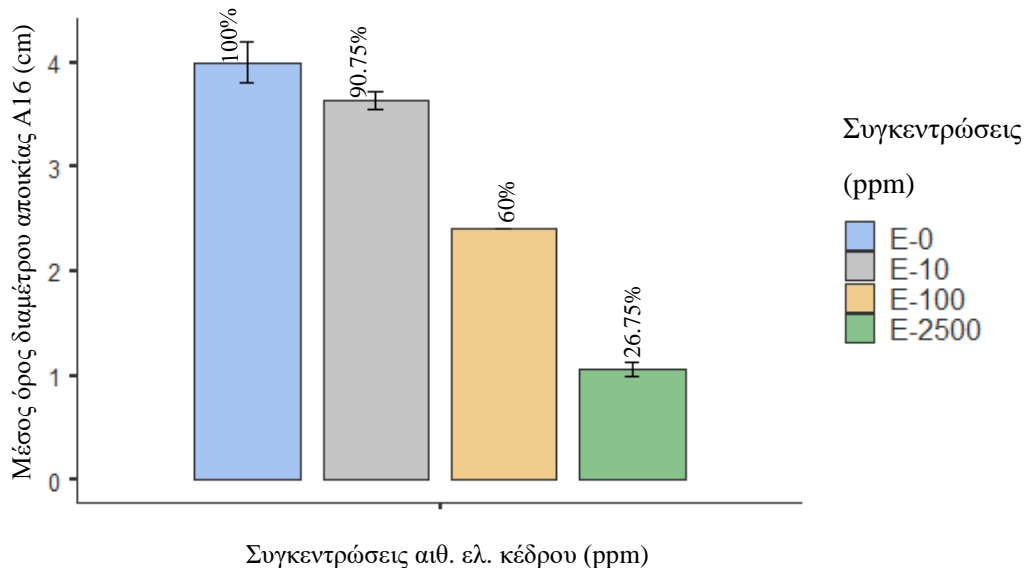
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p _{Tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	0.167	0.108	8.00	1.54	0.458
	- E-1000	1.433	0.108	8.00	13.27	< .001
	- E-2500	1.433	0.108	8.00	13.27	< .001
E-10	- E-1000	1.267	0.108	8.00	11.73	< .001
	- E-2500	1.267	0.108	8.00	11.73	< .001
E-1000	- E-2500	-2.22e-16	0.108	8.00	2.06e-15	1.000

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.24, σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 1000, 10 – 2500.

3.1.5.3 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A16

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A16 των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.16.



Διάγρ. 3.16: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A16 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δεύτερης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αναστολής ανάπτυξης του μυκηλίου (Διάγρ. 3.16), σε σχέση με το μάρτυρα, προκάλεσε η συγκέντρωση 2500 ppm, με ποσοστό 73.25%. Η συγκέντρωση 100 ppm προκάλεσε αναστολή 40% και στα 10 ppm, 9.25%.

Πίν. 3.25: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A14 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, δεύτερης επανάληψης.

ANOVA - Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A16

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου	15.889	3	5.2964	135	<.001
Residuals	0.313	8	0.0392		

Η τιμή p (<.001), από τον Πίνακα 3.25, σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσω όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.26, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.26: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A16, δεύτερης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

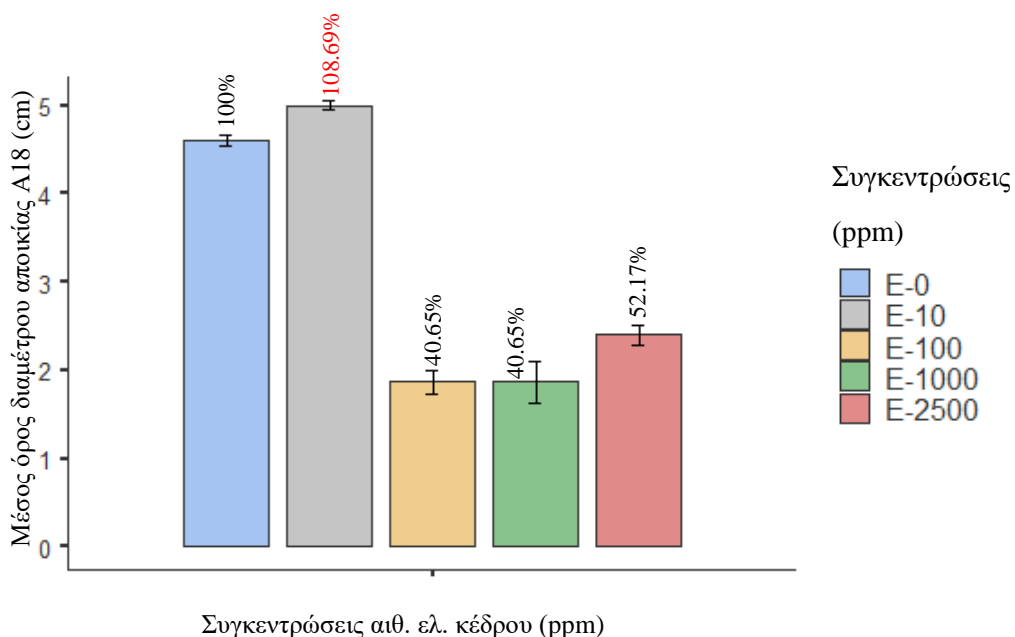
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	0.367	0.162	8.00	2.27	0.185
	- E-100	1.600	0.162	8.00	9.90	<.001
	- E-2500	2.933	0.162	8.00	18.15	<.001
E-10	- E-100	1.233	0.162	8.00	7.63	<.001
	- E-2500	2.567	0.162	8.00	15.88	<.001
E-100	- E-2500	1.333	0.162	8.00	8.25	<.001

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.26, σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 100, 0 – 2500, 10 – 100, 10 – 2500, 100 – 2500.

3.1.5.4 Ανάπτυξη μυκηλίου απομόνωσης A18

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A18 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δίνονται στο Διάγραμμα 3.17.



Διάγρ. 3.17: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των διαμέτρων των αποικιών της απομόνωσης A18 όλων των εφαρμογών (μάρτυρας, 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου) δεύτερης επανάληψης.

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των διαμέτρων των αποικιών του μάρτυρα (0 ppm αιθέριο έλαιο κέδρου), αντιπροσωπεύει το 100% της ανάπτυξης του μυκηλίου, παρατηρήθηκε ότι στη συγκέντρωση 10 ppm, το ποσοστό ανάπτυξης μυκηλίου, ξεπερνούσε το 100% που αποτελεί το μάρτυρα (Διάγρ. 3.17, Εικ. 3.12). Σε 100 ppm και 1000 ppm υπήρξε αναστολή ανάπτυξης 59.35%, ενώ στη μέγιστη συγκέντρωση 2500 ppm, το ποσοστό ήταν 47.83%, μικρότερο από τα δύο προηγούμενα.

Πίν. 3.27: Πίνακας ANOVA και αποτύπωση τιμής p σχετικά με το μέγεθος των αποικιών της απομόνωσης A18 του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, δεύτερης επανάληψης.

ANOVA – Διάμετρος μυκηλίου (cm) – A18

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου	28.144	4	7.0360	123	<.001
Residuals	0.573	10	0.0573		

Η τιμή p (<.001), από τον Πίνακα 3.27, σημαίνει ότι η διαφορά μεταξύ των μέσω όρων ορισμένων συγκεντρώσεων είναι τόσο μεγάλη, που καθίσταται στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μάλιστα αυτή, εντοπίζεται και πιο συγκεκριμένα στον Πίνακα 3.28, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές p_{tukey} για το κάθε ταίριασμα.

Πίν. 3.28: Πίνακας Post Hoc – Tukey’s test για την απομόνωση A18, δεύτερης επανάληψης.

Post Hoc Comparisons - Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου κέδρου (ppm)

Comparison		Mean Difference	SE	df	t	p_{tukey}
Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)	Συγκέντρωση αιθέριου ελαίου Κέδρου (ppm)					
E-0	- E-10	-0.400	0.196	10.0	-2.05	0.313
	- E-100	2.733	0.196	10.0	13.98	<.001
	- E-1000	2.733	0.196	10.0	13.98	<.001
	- E-2500	2.200	0.196	10.0	11.25	<.001
E-10	- E-100	3.133	0.196	10.0	16.03	<.001
	- E-1000	3.133	0.196	10.0	16.03	<.001
	- E-2500	2.600	0.196	10.0	13.30	<.001
E-100	- E-1000	4.44e-16	0.196	10.0	2.27e-15	1.000
	- E-2500	-0.533	0.196	10.0	-2.73	0.119
E-1000	- E-2500	-0.533	0.196	10.0	-2.73	0.119

Note. Comparisons are based on estimated marginal means

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.28, σημαντική στατιστική διαφορά εμφανίζεται μεταξύ των συγκεντρώσεων (ppm): 0 – 100, 0 – 1000, 0 – 2500, 10 – 100, 10 – 1000 και 10 – 2500.

3.1.5.5 Υπολογισμός Ελάχιστης Παρεμποδιστικής Συγκέντρωσης (MIC)

Από την αξιολόγηση των διαγραμμάτων 3.14, 3.15, 3.16, 3.17 απομονώσεων A8, A14, A16, A18 αντίστοιχα, προκύπτει ότι δε βρέθηκε η MIC. Προφανώς η τιμή ξεπερνάει τα 2500 ppm.

3.1.5.6 Υπολογισμός EC₅₀ αιθέριου ελαίου κέδρου σε απομονώσεις του μύκητα *S. sclerotiorum*, δεύτερης επανάληψης

Πίν. 3.29: Τιμές EC₅₀ και R² σχετικά με την ανάπτυξη αποικιών απομονώσεων του μύκητα *S. sclerotiorum* σε θρεπτικό υλικό PDA και σε υλικό PDA με 10, 100, 1000 και 2500 ppm αιθέριου ελαίου κέδρου, δεύτερης επανάληψης.

Κωδικός Απομόνωσης	Αιθέριο έλαιο από <i>Cedrus atlantica</i>	
	EC ₅₀	R ²
A8	706.5	0.8539
A14	59.52	0.9725
A16	82.49	0.9767
A18	55.78	0.9073

Σημείωση:

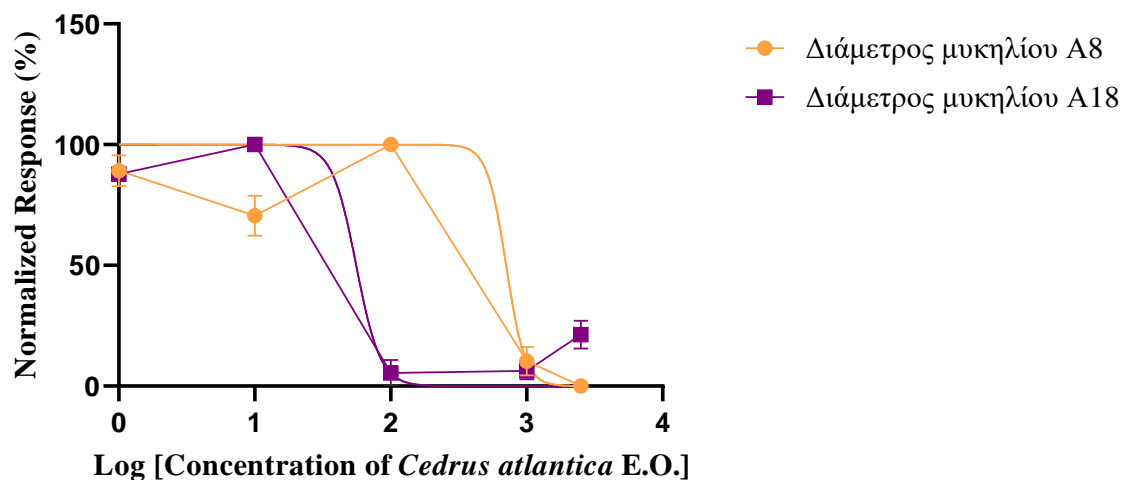
EC₅₀ υποδεικνύει τη συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου που προκαλεί 50 % παρεμπόδιση μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα σε σχέση με το μάρτυρα.

R² τιμή χωρίς μονάδες μέτρησης (εύρους 0-1) που ποσοτικοποιεί το επίπεδο εγκυρότητας των αποτελεσμάτων EC₅₀.

Αξίζει να σημειωθεί η σημασία της τιμής R² η οποία υποδηλώνει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων EC₅₀ που παρουσιάζονται (Πίν. 3.29), καθιστώντας τα αποτελέσματα για τις απομονώσεις A14, A16 και A18 που φθάνουν κοντά στο 1, περισσότερο έγκυρα σε σχέση με την απομόνωση A8. Έπειτα από την εύρεση του EC₅₀ για την ανάπτυξη του μυκηλίου στις απομονώσεις A8, A14, A16 και A18, παρατηρήθηκε ότι η απομόνωση A8 είχε την υψηλότερη EC₅₀ με τιμή 706.5 ppm σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες απομονώσεις, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα.

Όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 3.18, παρατηρήθηκε ότι στις απομονώσεις A8 και A18, υπάρχει μια ομαλότητα κλίσης. Σε αυτό συνηγορεί και η απόδοση της τιμής R² στις

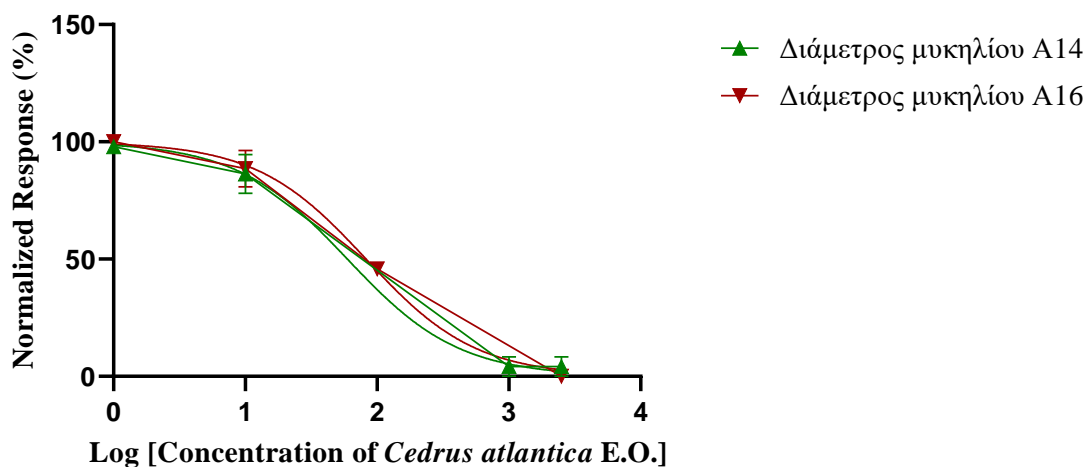
απομονώσεις, με τιμές $R^2 = 0.8539 \approx 1$ και $R^2 = 0.9073 \approx 1$. Επιπλέον, παρατηρείται μια αύξηση τελικής απόκρισης του αιθέριου ελαίου στην απομόνωση A8.



A8	A18
LogEC ₅₀ = 2.849	LogEC ₅₀ = 1.746
EC ₅₀ = 0.8539	EC ₅₀ = 55.78
R ² = 0.8539	R ² = 0.9073

Διάγρ. 3.18: Συσχέτιση του Log(Συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου Κέδρου) σε συνάρτηση με την ποσοστιαία επί τοις εκατό (%) ανάπτυξη αποικιών απομονώσεων A8 και A18, επανάληψης 2.

Σύμφωνα με το παρακάτω Διάγραμμα 3.19, παρατηρείται μια ομοιομορφία κλίσεων των απομονώσεων A14 και A16, χάρη στις τιμές R^2 , οι οποίες είναι κοντινές για αυτές τις δύο. Επιπλέον, οι απομονώσεις κατανεμήθηκαν σε δύο διαφορετικά σχεδιαγράμματα λόγω της απουσίας συγκεντρώσεων 100 ppm και 1000 ppm για την A14 και A16, αντίστοιχα.



A14	A16
LogEC ₅₀ = 1.775	LogEC ₅₀ = 1.916
EC ₅₀ = 59.52	EC ₅₀ = 82.49
R ² = 0.9725	R ² = 0.9767

Διάγρ. 3.19: Συσχέτιση του Log(Συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου Κέδρου) σε συνάρτηση με την ποσοστιαία επί τοις εκατό (%) ανάπτυξη αποικιών απομονώσεων A14 και A16, επανάληψης 2.

3.1.5.7 Σύγκριση EC₅₀ αιθέριου ελαίου κέδρου σε απομονώσεις του μύκητα *S. sclerotiorum*, μεταξύ επαναλήψεων 1 και 2

Παρατηρώντας τα δεδομένα των πινάκων 3.19 και 3.29 που αναφέρονται στις επαναλήψεις 1 και 2 αντίστοιχα, παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα υψηλές τιμές EC₅₀ στην πρώτη περίπτωση (942.7 για A8, 933.6 για A14), ενώ στην δεύτερη περίπτωση, παρατηρήθηκαν χαμηλές τιμές EC₅₀ (59.52 για A14, 82.49 για A16, 55.78 για A18). Η απομόνωση A8 είχε τιμή 706.5 στην επανάληψη 2. Μεταξύ επανάληψης 1 και 2, υπήρχε μια μέρα διαφορά στο χρόνο επώασης.

4. Συζήτηση

Ο μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* αποτελεί ένα από τα επικίνδυνα παθογόνα στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό, ιδιαίτερα στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Bolton et al. 2006). Ο αριθμός των ξενιστών που προσβάλλει είναι ιδιαίτερα μεγάλος, φτάνοντας τα 400 είδη (Hegedus and Rimmer, 2005).

Εξαιτίας της αυξανόμενης ανάγκης αντιμετώπισης προσβολών από τον συγκεκριμένο μύκητα, η χρήση μυκητοκτόνων έγινε αλόγιστη, μολύνοντας το περιβάλλον, αποτελώντας ταυτόχρονα έναν επιπλέον κίνδυνο στη ανθρώπινη υγεία. Ακόμα, η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ορισμένα μυκητοκτόνα, αποτέλεσε έναν επιπρόσθετο λόγο εύρεσης μια εναλλακτικής μεθόδου αντιμετώπισης, με φυσικά προϊόντα, τα αιθέρια έλαια (Agarwal et al. 2017, Garibaldi et al. 2013).

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή, μελετήθηκε η επίδραση δύο αιθέριων ελαίων στην ανάπτυξη του μύκητα *S. sclerotiorum*. Ελέγχθηκαν 4 απομονώσεις για την ευαισθησία τους καθώς και για την φαινοτυπική τους παραλλακτικότητα. Τα αιθέρια έλαια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν από ευκάλυπτο (*Eucalyptus globulus*) και κέδρο (*Cedrus atlantica*) σε πέντε διαφορετικές συγκεντρώσεις: 0-10-100-1000-2500 ppm. Η επιλογή αυτών έγινε με βάση την αποτελεσματικότητά τους σε φυτοπαθογόνα, όπως παρουσιάστηκαν σε προηγούμενες μελέτες (Fidah et al. 2016, Ojaghian et al. 2019).

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την εξέταση της αποτελεσματικότητας και των δύο αιθέριων ελαίων, περιλάμβανε την ανάμειξη ορισμένης ποσότητας αραιωμένου αιθέριου ελαίου σε θρεπτικό υλικό PDA, εμβολιάστηκε έτσι το υλικό με *S. sclerotiorum* και αυτό το εμβόλιο επώαστηκε στο υλικό με το αιθέριο έλαιο. Με αυτό τον τρόπο, η αναστολή ανάπτυξης αποικιών του μυκηλίου ήταν εμφανής και η μέτρηση της διαμέτρου αποδείχθηκε αρκετά εύκολη και σχετικά γρήγορη.

Κατά την έγχυση του μίγματος με αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου που παρασκευάστηκε, στα τρυβλία, παρατηρήθηκε αργή στερεοποίηση σε σχέση με τα τρυβλία που συνιστούσαν το μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, για τις συγκεντρώσεις 100-1000-2500 ppm, χρειάστηκαν 2 ώρες περίπου για να επιτευχθεί ολοκληρωτική στερεοποίηση. Πιθανοί λόγοι αυτής της καθυστέρησης στερεοποίησης, ενδέχεται να είναι η επιλογή του διαλύτη Tween 20, ο τρόπος ανακίνησης για

λόγους ομογενοποίησης του μίγματος και ακόμα η ποσότητα αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας, η ελάχιστη ανασταλτική συγκέντρωση για το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου, βρέθηκε να είναι 2500 ppm. Σε πείραμα άλλης μελέτης που διεξάχθηκε το 2015, η τιμή κατά την οποία παρατηρήθηκε ολοκληρωτική αναστολή ανάπτυξης μυκηλίου, έφτανε τα 500 ppm, προφανώς συγκέντρωση πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τα δεδομένα της παρούσας έρευνας. Μια πιθανή εξήγηση αποτελεί ο διαφορετικός βαθμός ανθεκτικότητας που επέδειξε το συγκεκριμένο στέλεχος του πειράματος του ίδιου μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*.

Συγκρίνοντας αναλυτικά τις συγκεντρώσεις του αιθέριου ελαίου προερχόμενο από *Eucalyptus globulus*, με αυτές από τους Elgorban et al. (2015), δεν παρατηρήθηκε μεγάλη απόκλιση σε ό,τι αφορά την αποτελεσματικότητά του, για την απομόνωση A8. Σε τελική συγκέντρωση 10 ppm, προκλήθηκε αναστολή ανάπτυξης ποσοστού 48.5%, ενώ στην παρούσα μελέτη, το ποσοστό ήταν 47.71%. Οι υπόλοιπες απομονώσεις, για συγκέντρωση 10 ppm, ήταν ανεπηρέαστες, με τιμές αναστολής: 0% για την A14, 0.89% για την A16 και 0% για την A18. Σε 100 ppm, μόνο στην απομόνωση A16 παρουσιάστηκε αναστολή ανάπτυξης του μυκηλίου σε ποσοστό 26.21%, ποσοστό που αγγίζει το ήμισυ της τιμής (57.2%) που προέκυψε στο πείραμα των Elgorban et al. (2015), ενώ στην απομόνωση A8, το ποσοστό αναστολής ήταν χαμηλό, μόλις 4.18%.

Στην ίδια μελέτη από τους Elgorban et al. (2015), την πέμπτη μέρα επώασης βρέθηκε η τιμή της MIC να είναι 500 ppm. Στην παρούσα έρευνα, έπειτα από 3 μέρες επώασης, η τιμή της MIC στον ευκάλυπτο ήταν πενταπλάσια, δηλαδή 2500 ppm. Πιθανόν οι αποικίες των απομονώσεων στην παρούσα περίπτωση (A8, A14, A16, A18) ήταν ανθεκτικότερες σε σύγκριση με αυτές του προηγούμενου πειράματος, λαμβάνοντας υπόψιν δε ότι υπήρξε μια περίοδος επώασης στο πείραμά μας, μικρότερη κατά δύο μέρες.

Σύμφωνα με μια αντίστοιχη έρευνα από τους Ojaghian et al. (2019), βρέθηκε ότι έπειτα από εφαρμογή συγκέντρωσης 10 ppm, είχαμε αναστολή ανάπτυξης σε ποσοστό 25.4%, ενώ στη παρούσα έρευνα, για την απομόνωση A8, το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 47.71%. Οι υπόλοιπες απομονώσεις όπως ήδη έχει αναφερθεί παραπάνω, παρέμειναν ανεπηρέαστες. Σε 100 ppm, το ποσοστό αυξήθηκε σε 53.6% στο πείραμα των Ojaghian et al. (2019), ενώ στην παρούσα εργασία,

παρατηρήθηκε χαμηλή αναστολή στην απομόνωση A8, σε ποσοστό 4.18%, ενώ στην A16, το ποσοστό ήταν σαφώς υψηλότερο, με τιμή 26.21%.

Στο πείραμα των Ojaghian et al. (2019), είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν βρέθηκε η τιμή της MIC. Πιο συγκεκριμένα, έπειτα από 5 ημέρες επώασης βρέθηκε αναστολή ανάπτυξης της αποικίας σε ποσοστό 88.5%, σε συγκέντρωση 1000 ppm. Σε αντιστοιχία με την παρούσα έρευνα, στην ίδια συγκέντρωση, είχαμε κατά αύξουσα σειρά αναστολής των αποικιών των απομονώσεων για τις A18, A8, A16, A14 με αντίστοιχα ποσοστά 15.65%, 64.23%, 76.84% και 78.06%. Στην παρούσα έρευνα, ιδιαίτερα ανθεκτική εμφανίστηκε σε αυτή τη συγκέντρωση η απομόνωση A18, στην οποία η αναστολή της σημειώθηκε ιδιαίτερα χαμηλή. Πιθανόν, να αποτελεί διαφορετικό στέλεχος του μύκητα *S. Sclerotiorum* σε σχέση με τις υπόλοιπες απομονώσεις. Επίσης, στην απομόνωση A14 του αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου, η τιμή της EC₅₀ ήταν υψηλή (935.5). Επίσης υψηλή ήταν και η EC₅₀ για την A18 του ίδιου αιθέριου ελαίου (1066). Παρατηρήθηκε ότι η A18 ήταν ανθεκτική και ακόμα δεν παρατηρήθηκε σε αυτή στατιστική αστοχία, σε αντίθεση με την A14. Να αναφερθεί ότι η A14 είχε υψηλή ανάπτυξη και σε 10 αλλά και σε 100 ppm. Παρατηρήθηκε επίσης, έπειτα από εφαρμογή αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου, συγκέντρωσης 10 ppm, η απομόνωση A8 να έχει μεγάλη διακύμανση ($p=0.397>0.001$) στους μέσους όρους διαμέτρων των αποικιών, παρουσιάζοντας καμία σημαντική διαφορά. Αυτό αποτελεί ακόμη ένα από τα παράδοξα αποτελέσματα της μελέτης, όπου πιθανή αιτία να αποτελεί η περιεκτικότητα (0.5%) του γαλακτωματοποιητή Tween 20 που επιλέχθηκε ή ακόμα και ο ίδιος ο γαλακτωματοποιητής. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί η αξιοσημείωτη επίδραση του συγκεκριμένου αιθέριου ελαίου στην ανάπτυξη μυκηλίου έπειτα από έρευνες που διεξάχθηκαν από τους Survilienè et al. (2009), αλλά και πιο πρόσφατα από Díánez et al. (2018).

Στην παρούσα έρευνα, παρατηρήθηκε στις απομονώσεις A14 και A18 να έχουν τη μικρότερη διακύμανση μεταξύ των τιμών στην ίδια εφαρμογή αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την υψηλή τιμή R², περίπου ίσες με τη μονάδα, για αυτές τις απομονώσεις, έχοντας παράλληλα μικρή διαφορά στις τιμές EC₅₀. Στα 1000 ppm, η απομόνωση A8 παρουσίασε αναστολή σε ποσοστό 64.23%, όχι την υψηλότερη σε σχέση με τις υπόλοιπες, έχοντας όμως τη χαμηλότερη τιμή στην EC₅₀ (=11.37). Το παράδοξο στην περίπτωση αυτή είναι ότι έχοντας EC₅₀ ίσο με 11.37, θα περιμέναμε να εμφανίζει τη μεγαλύτερη αναστολή ανάπτυξης σε σχέση με τις υπόλοιπες απομονώσεις. Από την άλλη, η τιμή του R² (=0.2477<<1) δικαιολογεί αυτή την

αστοχία, θέτοντας την τιμή της EC_{50} αμφίβολης εγκυρότητας. Από τις μετρήσεις πιθανολογείται το αληθινό εύρος της EC_{50} για το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου να είναι 935.5 έως 1066.

Μέχρι και σήμερα δεν υπήρξαν μελέτες για τον έλεγχο ανασταλτικής δράσης του αιθέριου ελαίου του κέδρου στον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Στην παρούσα πτυχιακή, εξετάστηκαν αποικίες απομονώσεων, έχοντας μεταξύ τους διαφορά επώασης μίας μέρας.

Στην πρώτη επανάληψη, ο χρόνος επώασης ήταν 3 μέρες, ενώ στη δεύτερη 2 μέρες και ο λόγος αυτού είναι επειδή στο χρόνο επώασης 3 ημερών παρατηρήθηκε ανάπτυξη μυκηλίου που ξεπερνούσε τα τοιχώματα του τρυβλίου στο οποίο αναπτυσσόταν. Έτσι, η ανάπτυξη μυκηλίου σε χρόνο επώασης 2 ημερών θεωρήθηκε ιδανικότερη για την παρατήρηση της επίδρασης του μυκηλίου του μύκητα. Παρ' όλα αυτά και για τις δύο δοκιμές δε βρέθηκε η MIC μιας και ξεπερνούσε τα 2500 ppm. Συγκεκριμένα, αναφέρεται μεγαλύτερη αναστολή ανάπτυξης στα 2500 ppm: για την απομόνωση A8, 81.5%, για την A14, 89.7%, για την A16, 81.9% και για την A18 94.4%. Για τις απομονώσεις A8, A14, A18 παρατηρήθηκε υψηλή τιμή R^2 , με την A18 να αποτελεί την πιο ευαίσθητη αποικία με EC_{50} 59.63 και R^2 0.9664. Μάλιστα, βρέθηκε από τις μετρήσεις η αναστολή να ανέρχεται στο 94.4%. Από τις μετρήσεις που βρέθηκαν, το αληθινό εύρος τιμών EC_{50} πιθανολογείται να είναι 933.6 έως 942.7.

Στην δεύτερη επανάληψη, παρατηρήθηκε ότι οι μάρτυρες για όλες τις αποικίες των απομονώσεων A8, A14, A16, A18 είχαν χαμηλή ανάπτυξη μυκηλίου σε σχέση με την πρώτη επανάληψη. Πιθανόν αυτή η διαφορά να οφείλεται στο διαφορετικό χρόνο επώασης. Η μεγαλύτερη αναστολή ανάπτυξης για την A8, βρέθηκε να είναι στα 2500 ppm σε ποσοστό 65.19%. Αντίστοιχα, για την A14 το ποσοστό ήταν 48.49% στα 1000 και στα 2500 ppm. Για την A16, 73.25% στα 2500 ppm και τέλος, για την A18, 59.35% στα 100 και 1000 ppm. Οι απομονώσεις A14, A16, A18 είχαν υψηλή τιμή R^2 και ταυτόχρονα EC_{50} με μικρές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους (55.78 – 82.49). Η A8 έχει πολύ υψηλό EC_{50} ίσο με 706.5 σε σχέση με τις υπόλοιπες. Από τις μετρήσεις που βρέθηκαν, το αληθινό εύρος τιμών EC_{50} πιθανολογείται να είναι από 55.78 έως 82.49.

Συγκρίνοντας την επανάληψη 1 με την επανάληψη 2 του αιθέριου ελαίου του κέδρου, παρατηρήθηκε ότι οι τιμές του εύρους της EC_{50} στην επανάληψη 1, είναι πολύ υψηλότερες από αυτές του εύρους EC_{50} της επανάληψης 2. Οι συνθήκες επώασης (στην περίπτωση μας ο χρόνος), παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανασταλτική συμπεριφορά του αντιμικροβιακού παράγοντα, εν

προκειμένου σε περισσότερες ημέρες επώασης (επανάληψη 1), παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές EC₅₀, οπότε όλες οι απομονώσεις εμφάνισαν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε σύγκριση με την A18, η οποία και στην επανάληψη 1 και επανάληψη 2 εμφάνισε χαμηλή ανθεκτικότητα. Πιθανόν αυτό οφείλεται σε διαφορετικό στέλεχος του μύκητα, σε σχέση με τις υπόλοιπες απομονώσεις A8, A14, A16. Τονίζεται ότι στη συγκεκριμένη απομόνωση A18 παρατηρήθηκε χαμηλή ανθεκτικότητα και στον ευκάλυπτο, γεγονός που επιβεβαιώνει την παραδοχή της ευαισθησίας του.

Παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη, ότι η απομόνωση A18 ενώ ήταν ανθεκτικότερη στην αντιμικροβιακή δράση του αιθέριου ελαίου ευκαλύπτου σε σχέση με αυτό του κέδρου. Η MIC του αιθέριου ελαίου του ευκαλύπτου βρέθηκε στα 2500 ppm για όλες τις απομονώσεις, ενώ η MIC του αιθέριου ελαίου του κέδρου αποδείχθηκε ότι είναι μεγαλύτερη των 2500 ppm.

Παρατηρήθηκαν σε ορισμένες συγκεντρώσεις απομονώσεων (αιθέριο έλαιο ευκαλύπτου: A8, A14 και αιθέριο έλαιο κέδρου, δεύτερης επανάληψης: A8, A18) μη αναμενόμενη ανασταλτική δράση των αιθέριων ελαίων, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τα αντίστοιχα στατιστικά σφάλματα. Πιθανές αιτίες πρόκλησης αυτών, αποτελούν η επιλογή του διαλύτη και η περιεκτικότητά του καθώς και η μέθοδος ανάμιξης. Μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν σε άλλες μελέτες για την αξιολόγηση της επίδρασης των αιθέριων ελαίων είναι και η μέθοδος διάχυσης δισκίων και η δράση πτητικών ουσιών. Περαιτέρω μελέτες ανασταλτικής δράσης αιθέριων ελαίων είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθούν και με άλλους διαλύτες με διαφορετική περιεκτικότητα σε συνδυασμό με μεθόδους όπως αυτές που προαναφέρθηκαν.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου έχει πετύχει το σκοπό του ως αντιμικροβιακός ανασταλτικός παράγοντας έναντι του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Τέλος, η επιτυχής αντιμετώπιση του μύκητα με χρήση αιθέριου ελαίου, ενός «φυσικού φυτοφαρμάκου», δίνει ελπιδοφόρα μηνύματα και προοπτικές να πραγματοποιηθούν στο εγγύς μέλλον ανάλογα πειράματα, αντιμετωπίζοντας έτσι τις ασθένειες των φυτών με τρόπο ακίνδυνο για το ήδη επιβαρυνμένο από χημικές ουσίες περιβάλλον.

5. Συμπεράσματα

Έπειτα από επεξεργασία των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης παρατίθενται τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η Ελάχιστη Ανασταλτική Συγκέντρωση (MIC) για το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου (*Eucalyptus globulus*) βρέθηκε να είναι 2500 ppm.
2. Υπάρχει διαφοροποίηση στην τιμή του EC₅₀ του αιθέριου ελαίου του κέδρου (*Cedrus atlantica*) μεταξύ των δύο δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για τις ίδιες απομονώσεις, οι οποίες διέφεραν κατά μια ημέρα στο χρόνο επώασης.
3. Δε βρέθηκε η Ελάχιστη Ανασταλτική Συγκέντρωση (MIC) του αιθέριου ελαίου του κέδρου, για συγκεντρώσεις 10 έως 2500 ppm.
4. Το αιθέριο έλαιο του κέδρου ήταν λιγότερο αποτελεσματικό σε σχέση με αυτό του ευκαλύπτου, όπου η μεγαλύτερη ανασταλτική δράση έφτασε στο 94.4% στην επανάληψη 1 και 73.25% στη δεύτερη επανάληψη.
5. Ο μύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* παρουσιάζει διαφορετική αντίδραση στην ανασταλτική δράση του αντιμικροβιακού παράγοντα ανάλογα με το είδος του αιθέριου ελαίου που εφαρμόζεται σε αυτόν.
6. Ίδιες συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου (ευκάλυπτου, κέδρου) δεν προκαλούν το ίδιο ποσοστό αναστολής ανάπτυξης του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*.
7. Η επιλογή γαλακτωματοποιητή και περιεκτικότητας αυτού, επηρεάζει την αποδοτικότητα της ανάμιξης και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.
8. Χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση αποδοτικότητας της μεθόδου αραίωσης σε θρεπτικό υλικό σε σύγκριση με τη μέθοδο διάχυσης δισκίων και τη δράση πτητικών ουσιών.

6. Βιβλιογραφία

6.1 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Bender K.S., Buckley D.H., Madigan M.T., Martinko J.M. and Stahl D.A., 2018. Brock Βιολογία των Μικροοργανισμών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, σελ. 200, 204, 919.
- Ζιώγας Β.Ν. και Μαρκόγλου Α.Ν., 2017. Γεωργική Φαρμακολογία, Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Greenbooks publications, Αθήνα, σελ. 158-160, 195-197.
- Κατσιώτης Σ.Θ. και Χατζοπούλου Π., 2019. Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια, Παραγωγή, Επεξεργασία, Μεταποίηση, Αξιοποίηση, Διεθνείς αγορές, Αρωματοθεραπεία, Αρωματοποιία. Εκδόσεις Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, σελ 31, 32, 165, 203.
- Παναγόπουλος Γ.Χ., 2007. Ασθένειες καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα, σελ. 248, 316, 329.
- Παναγόπουλος Γ.Χ., 2000. Σκληρωτινίαση. In: Ασθένειες Κηπευτικών Καλλιεργειών, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ 59-63.
- Τζάμος Ε.Κ., 2007. Σκληρωτινίαση των Λαχανικών. In: Τζάμος Ε.Κ., Φυτοπαθολογία, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, Αθήνα, σελ 506-507.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. <http://www.minagric.gr/syspest/> (Πρόσβαση στις 3 Σεπτεμβρίου 2020).
- Crop Science Bayer Ελλάδα. <http://www.cropscience.bayer.gr> (Πρόσβαση στις 3 Σεπτεμβρίου 2020).

6.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Abawi G.S., Molin W.T., Polach F.J., 1975. Infection of bean by ascospores of *Whetzelinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 65: 673-678.
- Agarwal P., Choudhary D.K., Sharma A.K., Tuteja N. and Varma A., 2017. Volatiles and Food Security, Role of Volatiles in Agro-Ecosystems. Springer Singapore, Singapore.
- Adams R.P. 1991. Cedar wood oil. In: Modern methods of plant analysis oils and waxes. H.F. Linskens & J.F. Jackson (eds), Springer-Verlag. p:159-173.
- Agrios, G.N., 2005. Root and stem rots caused by *Ascomycetes* and *Deuteromycetes* (Mitosporic fungi). In.: Plant Pathology. Elsevier Academic Press, California, σελ. 546-550.
- Akanda A.M., Hossain M.M., Islam S., Prova A., 2018. Characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*, an emerging fungal pathogen causing blight in hyacinth bean (*Lablab purpureus*). *The Plant Pathology Journal*, 34: 367-380.
- Al-Taisan W.A., Bahkali A.H., Elgorban A.M. and El-Metwally M.A., 2014. Effective influence of essential oils and microelements against *Sclerotinia sclerotiorum*. *International Journal of Pharmacology*, 10: 275–281. Available from: <https://doi.org/10.3923/ijp.2014.275.281>
- Aparecida E., Silva J., Paula V., Cristina C., Alves F., Alves J. M., and Souchie E.L., 2018. Chemical composition of the essential oil of *Psidium guajava* leaves and its toxicity against *Sclerotinia sclerotiorum* *Composição química do óleo essencial de folhas de Psidium guajava e sua toxicidade contra Sclerotinia sclerotiorum*. *Ciências Agrárias*, 39: 865–874. Available from: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p865>
- Badawy M.E.I., and Abdelgaleil S.A.M., 2014. Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. *Industrial Crops and Products*, 52: 776–782. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.003>
- Baser K.H.C. and Buchbauer G., 2010. Handbook of essential oils science, technology and applications. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 5-8.
- Bayan Y. and Akşit H., 2016. Antifungal activity of essential oils and plant extracts from

sideritis germanicopolitana bornm. Growin in Turkey. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 26: 333–337.

- Bayan Y., 2018. Investigation of the antifungal effect of *Thymbra spicata* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils on *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*. Black Sea Journal of Agriculture, 1: 34–37.
- Boligłowa E. and Gleń-Karolczyk K., 2016. Fungicidal activity of juniper essential oil (*Juniperus communis* L.) against the fungi infecting horseradish seedlings. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 61: 119–125.
- Bolton M.D., Nelson B.D. and Thomma B.P.H.J., 2006. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. Molecular Plant Pathology, 7: 1–16.
- Castro, J.C., Endo E.H., de Souza M.R., Zanqueta E.B., Polonio J.C., Pamphile J.A., Ueda-Nakamura T., Nakamura C.V., Filho B.P.D. and Filho B.A.A., 2017. Bioactivity of essential oils in the control of *Alternaria alternata* in dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.). Industrial Crops and Products, 97: 101–109. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.007>
- Císarová M., Tančinová D., Medo J., and Kačániová M., 2016. The in vitro effect of selected essential oils on the growth and mycotoxin production of *Aspergillus* species. Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 51: 668–674. Available from: <https://doi.org/10.1080/03601234.2016.1191887>
- Couto D.A., Dias F.D.S., and Sáber M.L., 2017. Antimicrobial activity of essential oils on pathogenic fungi. Revista Agrogeoambiental, 9: 37–45. Available from: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v9n32017979>
- Daferer D.J., Ziogas B.N. and Polissiou M.G., 2000. GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69: 166–175. Available from: <https://doi.org/10.1021/jf990835x>
- Da Silva Bomfim N., Nakassugi L.P., Oliveira J., Kohiyama C.Y., Mossini S.A.G., Grespan R., Nerilo S.B., Mallman C.A., Filho B.A.A. and Machinski M.Jr., 2015. Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L.

essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. Food Chemistry, 166: 330–336. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.019>

- Davari M. and Ezazi R., 2017. Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Zhumeria majdae*, *Heracleum persicum* and *Eucalyptus* sp. against some important phytopathogenic fungi. Journal de Mycologie Medicale, 27: 463–468. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2017.06.001>
- Diáneez F., Santos M., Parra C., Navarro M.J., Blanco R. and Gea F.J., 2018. Screening of antifungal activity of 12 essential oils against eight pathogenic fungi of vegetables and mushroom. Letters in Applied Microbiology, 67: 400–410. Available from: <https://doi.org/10.1111/lam.13053>
- Dia A. L.B., Sousa W.C., Batista H.R.F., Alves C.C. F., Souchie E.L., Silva F.G., Pereira P.S., Sperandio E.M., Cazal C.M., Forim M.R., and Miranda M.L.D., 2020. Chemical composition and in vitro inhibitory effects of essential oils from fruit peel of three *Citrus* species and limonene on mycelial growth of *Sclerotinia sclerotiorum*. Brazilian Journal of Biology, 80: 460–464.
- Dumont K.P. and Korf R.P., 1971. Sclerotiniaceae I. Generic Nomenclature, Mycologia, 63:1, 157-168. Available from: <https://doi.org/10.1080/00275514.1971.12019093>
- Elgorban A.M., Bahkali A.H., El-Metwally M.A., Elsheshtawi M. and Abdel-Wahab M.A., 2015. In vitro antifungal activity of some plant essential oils. International Journal of Pharmacology, 11: 56–61. Available from: <https://doi.org/10.3923/ijp.2015.56.61>
- Falasca A., Caprari C., De Felice V., Fortini P., Saviano G., Zollo F., and Iorizzi M., 2016. GC-MS analysis of the essential oils of *Juniperus communis* L. berries growing wild in the Molise region: Seasonal variability and in vitro antifungal activity. Biochemical Systematics and Ecology, 69: 166–175. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2016.07.026>
- Fidah A., Salhi N., Rahouti M., Kabouchi B., Ziani M., Aberchane M. and Famiri A., 2016. Natural durability of *Cedrus Atlantica* wood related to the bioactivity of its essential oil against wood decaying fungi. Ciencia y Tecnologia, 18: 567–576. Available from: <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000049>

- Garibaldi A., Gullino M.L., Lopez-Reyes J.G., Prella A. and Spadaro D., 2013. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rots caused by fungi on different stone fruits in vivo. *Journal of Food Protection*, 76: 631-639. Available from: <http://doi.org/10.4315/0362-028XJFP-12-342>
- Ghahari S., Alinezhad H., Nematzadeh G.A., Tajbakhsh M. and Baharfar R., 2017. Chemical Composition, Antioxidant and Biological Activities of the Essential Oil and Extract of the Seeds of *Glycine max* (Soybean) from North Iran. *Current Microbiology*, 74: 522–531. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00284-016-1188-4>
- GraphPad Prism (version 8.0.0 for Windows) [GraphPad Software]. San Diego, California USA. Retrieved from <https://www.graphpad.com>
- Goussous S.J., Abu el-Samen, F.M. and Tahhan R.A., 2010. Antifungal activity of several medicinal plants extracts against the early blight pathogen (*Alternaria solani*). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43: 1745–1757. Available from: <https://doi.org/10.1080/03235401003633832>
- Goussous S.J., Mas'ad I.S., Abu El-Samen F.M. and Tahhan R.A., 2013. In vitro inhibitory effects of rosemary and sage extracts on mycelial growth and sclerotial formation and germination of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46: 890–902. Available from: <https://doi.org/10.1080/03235408.2012.753708>
- Hegedus D.D. and Rimmer S.R., 2005. *Sclerotinia sclerotiorum*: when “to be or not to be” a pathogen? *Federation of European Microbiological Societies*, 251: 177–184.
- Hendel N., Napoli E., Sarri M., Saija A., Cristani M., Nostro A., Ginestra G. and Ruberto G., 2019. Essential oil from aerial parts of wild Algerian Rosemary: Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 22(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1590246>
- Hind-Lanoiselet T. and Lewington F., 2004. Canola concepts: managing *sclerotinia*. *NSW Agriculture*, 1-4.
- Homa M., Fekete I.P., Böszörményi A., Singh Y.R.B., Selvam K.P., Shobana C.S., Manikandan P., Kredics L., Vágvölgyi C. and Galgóczy, L., 2015. Antifungal Effect of Essential Oils against *Fusarium Keratitis* Isolates. *Planta Medica*, 81: 1277–1284. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1546272>
- Hussein K.A., Lee Y. and Jo J. H., 2020. Effect of Rosemary Essential Oil and Trichoderma

koningiopsis T-403 VOCs on Pathogenic Fungi Responsible for Ginseng Root Rot Disease. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30: 1018–1026.

- Hu X., Roberts D.P., Xie L., Qin L., Li Y., Liao X., Han P., Yu C. and Liao X., 2019. Seed treatment containing *Bacillus subtilis* BY-2 in combination with other *Bacillus* isolates for control of *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape. *Biological Control*, 133: 50–57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.03.006>
- Kaab S. Ben, Rebey I.B., Hanafi M., Berha C., Fauconnier M.L., De Clerck C., Ksouri R. and Jijakli H., 2019. *Rosmarinus officinalis* essential oil as an effective antifungal and herbicidal agent. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17: 1-9. Available from: <https://doi.org/10.5424/sjar/2019172-14043>
- Khaddor M., Lamarti A., Tantaoui-Elaraki A., Ezziyyani M., Candela Castillo M.E. and Badoc A., 2006. Antifungal Activity of Three Essential Oils on Growth and Toxigenesis of *Penicillium aurantiogriseum* and *Penicillium viridicatum*. *Journal of Essential Oil Research*, 18: 586–589. Available from: <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.9699175>
- Kosalec I. and Era Z.K., 2005. Antimicrobial activity of juniper berry essential oil (*Juniperus communis* L., *Cupressaceae*). *Acta Pharmacology*, 55: 417–422.
- Leal L.E., Alarcón A.A., Ortega-Baes P., Cayo F. and Alarcón R., 2018. Effects of essential oils from two lippia species on growth of phytopathogenic fungi. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 17: 30–35.
- Lehner M.S., Paula Junior T.J., Silva R.A., Vieira R.F., Carneiro J.E.S., Schnabel G. and Mizubuti, E.S.G., 2015. Fungicide sensitivity of *Sclerotinia sclerotiorum*: A thorough assessment using discriminatory dose, EC₅₀, high-resolution melting analysis, and description of new point mutation associated with thiophanate-methyl resistance. *Plant Disease*, 99: 1537-1543.
- Lopez-Reyes J.G., Spadaro D., Gullino M.L. and Garibaldia A., 2010. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples in vivo. *Flavour and Fragrance Journal*, 25: 171–177. Available from: <https://doi.org/10.1002/ffj.1989>
- Lumsden, R. D. (1976). Pectolytic enzymes of *Sclerotinia sclerotiorum* and their localization in infected bean. *Canadian Journal of Botany*, 54: 2630-2641.
- Ma B., Ban X., Huang B., He J., Tian J., Zeng H., Chen Y. and Wang Y., 2015. Interference

and Mechanism of Dill Seed Essential Oil and Contribution of Interference and Mechanism of Dill Seed Essential Oil and Contribution of Carvone and Limonene in Preventing *Sclerotinia* Rot of Rapeseed, 10: 1-15. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131733>

- Ma B.X., Ban X.Q., He J.S., Huang B., Zeng H., Tian J., Chen Y. and Wang, Y. W., 2016. Antifungal activity of *Ziziphora clinopodioides* Lam. essential oil against *Sclerotinia sclerotiorum* on rapeseed plants (*Brassica campestris* L.). Crop Protection, 89: 289–295. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.07.003>
- Marandi R.J., Hassani A., Ghosta Y., Abdollahi A., Pirzad A. and Sefidkon F., 2011. Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on pear with *Thymus kotschyanus*, *Ocimum basilicum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. Journal of Medicinal Plants Research, 5: 626–634.
- Matusinsky P., Zouhar M., Pavela R. and Novy, P., 2015. Antifungal effect of five essential oils against important pathogenic fungi of cereals. Industrial Crops and Products, 67: 208–215. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.022>
- Mehrsorosh H., Gavanji S., Larki B., Mohammadi M.D., Karbasian A., Bakhtari A., Hashemzadeh F. and Mojiri A., 2014. Essential oil composition and antimicrobial screening of some Iranian herbal plants on *Pectobacterium carotovorum*. Global Nest Journal, 16: 240–251. Available from: <https://doi.org/10.30955/gnj.001205>
- Mekonnen M., Wariyo A. and Hilu G., 2019. Antifungal Activities of Some Essential Oils Against *Fusarium oxysporum* of Rosemary and Sage Plants. Advances in Crop Science and Technology, 7: 1–5. Available from: <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000419>
- Microsoft Corporation. (2018). Microsoft Excel. Retrieved from <https://office.microsoft.com/excel>
- Moon T., Cavanagh H.M.A. and Wilkinson J.M., 2007. Antifungal activity of australian grown *lavandula* spp. essential oils against *aspergillus nidulans*, *trichophyton mentagrophytes*, *leptosphaeria maculans* and *sclerotinia sclerotiorum*. Journal of Essential Oil Research, 19: 171–175. Available from: <https://doi.org/10.1080/10412905.2007.9699253>
- Müller-Riebau F., Berger B. and Yegen O., 1995. Chemical Composition and Fungitoxic Properties to Phytopathogenic Fungi of Essential Oils of Selected Aromatic Plants

Growing Wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 2262–2266.
Available from: <https://doi.org/10.1021/jf00056a055>

- Muthukumar A., Naveenkumar R. and Sangeetha G., 2016. Antimicrobial activity of essential oils against seed born fungi of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Environmental Biology*, 37: 1429-1436.
- Mycobank. Mycobank Database
<https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/24988> (Πρόσβαση στις 24 Σεπτεμβρίου 2020).
- Ojaghian M.R., Chen Y., Chen S., Cui Z.Q. Xie G.L. and Zhang, J., 2014. Antifungal and enzymatic evaluation of plant crude extracts derived from cinnamon and rosemary against *Sclerotinia* carrot rot. *Annals of Applied Biology*, 164: 415–429. Available from: <https://doi.org/10.1111/aab.12111>
- Ojaghian S. and Davoudi A., 2020. Effect of crude extracts and essential oils of aromatic plants against *Sclerotinia sclerotiorum* in potato fields. *Articulos de Investigacion*, 38: 7–12.
- Ojaghian S., Wang L., Xie G.L. and Zhang J.Z., 2019. Inhibitory efficacy of different essential oils against storage carrot rot with antifungal and resistance-inducing potential. *Journal of Phytopathology*, 167: 490–500. Available from: <https://doi.org/10.1111/jph.12822>
- Ownley, H.B. and Trigiano, R.N. 2017. *Plant pathology concepts and laboratory exercises* (3rd edition) New York: Taylor & Francis Group, pp. 20, 212.
- Özcan M.M. and Chalchat J.C., 2008. Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59: 691–698. Available from: <https://doi.org/10.1080/09637480701777944>
- Palfi M., Konjevoda P., Vrandečić K. and Čosić J., 2019. Antifungal activity of essential oils on mycelial growth of *Fusarium oxysporum* and *Bortyitis cinerea*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31: 544–554. Available from: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i7.1972>
- Pedrotti C., Marcon Â.R., Delamare A.P.L., Echeverrigaray S., da Silva Ribeiro R.T. and Schwambach J., 2019. Alternative control of grape rots by essential oils of two *Eucalyptus*

species. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99: 6552–6561. Available from: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9936>

- Pethybridge S.J., Gugino B.K. and Kikkert J.R., 2019. Optimizing fungicide timing for the management of white mold in processing snap bean in New York. Crop Protection, 125: 104883. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104883>
- Pitarokili D., Tzakou O. and Loukis A., 2008. Composition of the essential oil of spontaneous *rosmarinus officinalis* from greece and antifungal activity against phytopathogenic Fungi. Journal of Essential Oil Research. Available from: <https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9700058>
- Purdy L.H., 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: History, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. The American Phytopathological Society, 69: 875.
- Rahmouni A., Saidi R., Khaddor M., Pinto E., Da Silva Joaquim Carlos Gomes E. and Maouni A., 2019. Chemical composition and antifungal activity of five essential oils and their major components against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* of Moroccan palm tree. Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration, 4: 1–9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s41207-019-0117-x>
- Rhafouri R., Strani B., Zair T., Ghanmi M., Aafi A., El Omari M. and Bentayeb A., (2014). Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of the *Cedrus atlantica* (Endl.) Manettiex Carrière seeds essential oil. Mediterranean Journal of Chemistry, 3: 1034-1043.
- Ridgway, R., 1912. Color Standards and Color Nomenclature. Εκδόθηκε από Robert Ridgway, Washington, D.C..
- Sameza M. L., Bedine Boat M. A., Tchameni Nguemezi S., Nguemnang Mabou L.C., Jazet Dongmo P.M., Boyom F.F. and Menut C., 2014. Potential use of *Eucalyptus globulus* essential oil against *Phytophthora colocasiae* the causal agent of taro leaf blight. European Journal of Plant Pathology, 140: 243–250. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0457-y>
- Šernaitė L., Rasiukevičiūtė N., Dambrauskienė E., Viškelis P. and Valiuškaitė A., 2020. Biocontrol of strawberry pathogen *Botrytis cinerea* using plant extracts and essential oils. Zemdirbyste, 107: 147–152. Available from: <https://doi.org/10.13080/z-a.2020.107.019>

- Şesan T. E., Enache E., Iacomi B.M., Oprea M., Oancea F. and Iacomi C., 2017. In vitro antifungal activity of some plant extracts against fusarium oxysporum in blackcurrant (*Ribes nigrum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 16: 167–176. Available from: <https://doi.org/10.24326/asphc.2017.6.15>
- Sigma. 2003. TWEEN® 20, Product information Sheet. Available from: https://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/docs/Sigma/Product_Information_Sheet/1/p9416pis.pdf
- Soares C., Morales H., Faria J., Figueiredo A.C., Pedro L.G. and Venâncio A., 2016. Inhibitory effect of essential oils on growth and on aflatoxins production by *Aspergillus parasiticus*. *World Mycotoxin Journal*, 9: 525–534. Available from: <https://doi.org/10.3920/WMJ2015.1987>
- Soylu S., Yigitbas H., Soylu E.M. and Kurt Ş., 2007. Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology*, 103: 1021–1030. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03310.x>
- Starovic M., Ristic D., Pavlovic S., Ristic M., Stevanovic M., AlJuhaimi F., Svetlana N. and Özcan M.M., 2016. Antifungal activities of different essential oils against anise seeds mycopopulations. *Journal of Food Safety and Food Quality*, 67: 72–78. Available from: <https://doi.org/10.2376/0003-925X-67-72>
- Survilienė E., Valiuškaitė A., & Snieškienė V., 2009. Effect of essential oils on fungi isolated from apples and vegetables. *Scientific Works of The Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture*, 28: 227–234.
- The jamovi project, 2020. jamovi (Version 1.2) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>
- Tian Y., Dong F., Zhou X. and Yang X., 2020. Repellent, insecticidal and antimicrobial activities of leaf essential oils from three *Eucalyptus* Species. *Chemistry and Biodiversity*, 17. Available from: <https://doi.org/10.1002/cbdv.201900580>
- Tomazoni E.Z., Pauletti G.F., da Silva Ribeiro R.T., Moura S. and Schwambach J., 2017. In vitro and in vivo activity of essential oils extracted from *Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus globulus* and *Cinnamomum camphora* against *Alternaria solani* Sorauer causing early blight in tomato. *Scientia Horticulturae*, 223: 72–77. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.04.033>

- Üstüner T., Kordali Ş., Bozhüyük A.U. and Kesdek M., 2018. Investigation of pesticidal activities of essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* dehnh. Records of Natural Products, 12: 557–568. Available from: <https://doi.org/10.25135/rnp.64.18.02.088>
- Uwineza M.S., El Yousfi B. and Lamiri A., 2018. Antifungal activities of essential oils of *Mentha pulegium*, *Eugenia aromatica* and *Cedrus atlantica* on *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana* in vitro, Revue Marocaine de Protection des Plantes, 12: 19-32.
- Uwineza M.S., El Yousfi B. and Lamiri A., 2018. Alternative Treatments For Powdery Mildew, Spot Blotch And *Fusarium* Wilt On Autumn Cereals With Essential Oils From *Mentha Pulegium*, *Eugenia Aromatica* And *Cedrus Atlantica*. Journal of Agriculture and Veterinary Science, 11: 25-34.
- Vieira A.M.F.D., Steffens C.A., Argenta L.C., do Amarante C.V.T., Oster A.H., Casa R.T., Amarante A.G.M. and Espíndola B.P., 2018. Essential oils for the postharvest control of blue mold and quality of “Fuji” apples. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 53: 547–556. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000500003>
- Wahab H.A., Malek A. Ghobara M., 2020. Effects of some plant extracts, bioagents, and organic compounds on botrytis and *Sclerotinia* molds. Acta Agrobotanica, 73: 1–11. Available from: <https://doi.org/10.5586/AA.7321>
- Yilar M., Baya Y. and Aktivitesi A., 2018. Antifungal Activity of *Thymbra spicata* L . and *Rosmarinus officinalis* L . Essential Oils against *Monilinia fructigena* Honey in Whetze. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 5: 121–126.
- Tomazoni Z. E., Schiavo Griggio G., Pessin Broilo E., da Silva Ribeiro R.T., Gonçalves Soares, G.L. and Schwambach J., 2018. Screening for inhibitory activity of essential oils on fungal tomato pathogen *Stemphylium solani* Weber. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 16: 364–372. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.08.012>
- Zrira S. and Ghanmi M., 2016. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential of *Cedrus atlantica* (Cedarwood oil). Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 19: 1267–1272. Available from: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2015.1137499>

7. Παράρτημα

Πίνακας 3.30: Συγκεντρωτικός πίνακας ερευνητικών δεδομένων σχετικά με την εφαρμογή αιθέριων ελαίων (ως αντιμικροβιακοί παράγοντες) σε μικροοργανισμούς.

Μικροοργανισμοί	Αιθέρια έλαια	Μέθοδος	Συγκέντρωση διαλύτη/γαλακτοματοποιητή	Πηγή
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Αιθέρια έλαια από: Κόλιανδρο (<i>Coriandrum sativum</i>), λεβάντα (<i>Lavandula angustifolia</i>), γεράνι (<i>Pelargonium graveolens</i>), θυμάρι (<i>Thymus vulgaris</i>), θρούμπι (<i>Satureja hortensis</i>) και ευκάλυπτο (<i>Eucalyptus globulus</i>)	In planta	ethanol (95%). Συγκέντρωση: 300 µl/ml ethanol.	(Ojaghian and Davoudi 2020)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Αιθέρια έλαια από: Κόλιανδρο (<i>Coriandrum sativum</i>), λεβάντα (<i>Lavandula angustifolia</i>), γεράνι (<i>Pelargonium graveolens</i>), θυμάρι (<i>Thymus vulgaris</i>), θρούμπι (<i>Satureja hortensis</i>) και ευκάλυπτο (<i>Eucalyptus globulus</i>)	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Κανένας	(Ojaghian et al. 2019)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Αιθέρια έλαια από: Κόλιανδρο (<i>Coriandrum sativum</i>), λεβάντα	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό	SDW	(Ojaghian et al. 2019)

	(<i>Lavandula angustifolia</i>), γεράνι (<i>Pelargonium graveolens</i>), θυμάρι (<i>Thymus vulgaris</i>), θρούμπι (<i>Satureja hortensis</i>) και ευκάλυπτο (<i>Eucalyptus globulus</i>)	(agar dilution method)		
<i>Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Fusarium verticillioides, Sclerotinia sclerotiorum, Rhizoctonia solani</i>	Άλλιον (<i>Allium cepa</i>), Νιγέλα (<i>Nigella sativa</i>) και Ευκάλυπτος (<i>E. globulus</i>)	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 80 - 0.1% (v/v)	(Elgorban et al. 2015)
<i>Penicillium roqueforti, Aspergillus flavus, Aspergillus flavus var. oryzae, Mortierella hyalina var. hyaline, Sclerotinia sclerotiorum, Sporotrichum aurantiacum, Phoma exiguua, Clonostachys rosea f. catenulata</i>	<i>Picea abies, Eucalyptus globulus, Rosmarinus officinalis, Abies sibirica</i>	Δράση πτητικών ουσιών	Κανέννας	(Survilienė et al. 2009)

<p><i>Botrytis cinerea, Sclerotinia sclerotiorum, Fusarium oxysporum, Phytophthora parasitica, Pythium aphanidermatum, Alternaria brassicae, Cladobotryum mycophilum and Trichoderma aggressivum f.sp. Europaeum</i></p>	<p><i>Syzygium aromaticum, Pelargonium graveolens, Lavandula angustifolia, Cupresus sempervirens, Mentha piperita, Santolina chamaecyparissus, Citrus sinensis, Pogostemon patchouli, Thymus mastichina, Thymus vulgaris, Eucalyptus globulus και Rosmarinus officinalis</i></p>	<p>Μέθοδος διάχυσης δισκίων</p>	<p>Tween 20 - 0.01% (v/v)</p>	<p>(Diánez et al. 2018)</p>
<p><i>Sclerotinia sclerotiorum</i></p>	<p>Φλοιός κανέλας (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>), σπόροι κύμινου (<i>Cuminum cyminum</i>), φύλλα μέντας (<i>Mentha</i> spp.), σκελίδες σκόρδου (<i>Allium sativum</i>), σπόροι γαρίφαλου (<i>Syzygium aromaticum</i>)</p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Tween 80 - 0.01% (v/v)</p>	<p>(Al-Taisan et al. 2014)</p>
<p><i>Sclerotinia sclerotiorum</i></p>	<p><i>Origanum syriacum</i> var. <i>bevanii</i> και μάραθος <i>Foeniculum vulgare</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Tween 20 - 0.1% (v/v) + ethanol</p>	<p>(Soylu et al. 2007)</p>

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Origanum syriacum</i> var. <i>bevanii</i> και μάρμαθος <i>Foeniculum</i> <i>vulgare</i>	Δράση πτητικών ουσιών	Tween 20 - 0.1% (v/v) + ethanol	(Soylu et al. 2007)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Άνηθος (<i>Anethum graveolens</i> L.)	Μέθοδος αραιώσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 20 water solution - 0.10% (v/v)	(Ma et al. 2015)

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Άνηθος (<i>Anethum graveolens L.</i>)	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Κανέννας	(Ma et al. 2015)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Psidium guajava</i> φύλλα (Limonene)	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Κανέννας	(Aparecida et al. 2018)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Citrus reticulata</i> , <i>Citrus sinensis</i> and <i>Citrus deliciosa</i> (Limonene)	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Tween	(Dias et al. 2020)

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Cinnamomum cassia</i> , <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Δράση πτητικών ουσιών	Tween 20 & ethanol	(Ojaghian et al. 2014)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Cinnamomum cassia</i> , <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 20 & ethanol	(Ojaghian et al. 2014)

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i> και <i>Salvia fruticosa</i>	Μέθοδος αραιώσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Κανένας	(Goussous et al. 2013)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Ziziphora clinopodioides</i>	Μέθοδος αραιώσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 20 - 0.10% (v/v)	(Ma et al. 2016)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Ziziphora clinopodioides</i>	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Κανένας	(Ma et al. 2016)

<p><i>Aspergillus nidulans</i>, <i>Trichophyton mentagrophytes</i>, <i>Leptosphaeria maculans</i>, <i>Sclerotinia sclerotiorum</i></p>	<p><i>L. angustifolia</i>: μια Ευρωπαϊκή (A) και μια Αυστραλέζικη ποικιλία (B), <i>L. x allardii</i> (A&B), <i>L. x intermedia</i> 'Seal', 'Grosso', 'Miss Donnington, <i>L. x h eterophylla</i>, <i>L. stoechas</i> 'Avonview'</p>	<p>Μέθοδος διάχυσης δισκίων</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Moon et al. 2007)</p>
<p><i>Sclerotinia sclerotiorum</i>, <i>Phytophthora nicotianae</i>, <i>Sclerotium cepivorum</i>, <i>Fusarium oxysporum f. sp. dianthi</i> και <i>Fusarium proliferatum</i></p>	<p><i>Rosmarinus officinalis</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Pitarokili et al. 2008)</p>

<p><i>Sclerotinia sclerotiorum</i>, <i>S. nivalis</i>, <i>C. destructans</i>, <i>A. panax</i>, <i>B. cinerea</i>, και <i>F. oxysporum</i></p>	<p><i>Rosmarinus officinalis</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Hussein et al. 2020)</p>
<p><i>Fusarium moniliforme</i>, <i>Rhizoctonia solani</i>, <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> και <i>Phytophthora capsici</i></p>	<p><i>Thymbra spicata</i>, <i>Satureja thymbra</i>, <i>Salvia fruticosa</i>, <i>Laurus nobilis</i>, <i>Mentha pulegium</i>, <i>Inula viscosa</i>, <i>Pimpinella anisum</i>, <i>Eucalyptus camaldulensis</i>, και <i>Origanum minitiflorum</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>ακετόνη</p>	<p>(Müller-Riebau et al. 1995)</p>
<p><i>Rhizoctonia solani</i>, <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>, <i>Alternaria solani</i> και <i>Fusarium oxysporum f. Sp. Lycopersici</i></p>	<p><i>Sideritis germanicopolitana</i> + methanol extract</p>	<p>Δράση πτητικών ουσιών</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Bayan and Akşit 2016)</p>

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> και <i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Lippia turbinata</i> , <i>Lippia integrifolia</i> (Limonene)	Δράση πτητικών ουσιών	Κανένας	(Leal et al. 2018)
<i>Verticillium dahliae</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Phyium debaryanum</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> και <i>Rhizoctania solani</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	DMSO	(Üstüner et al. 2018)
			Tween 80 - 0.05% (v/v)	(Palfi et al. 2019)

<p>μονόσπορες απομονώσεις των <i>F. oxysporum</i> και <i>B. Cinerea</i></p>	<p>τειόδενδρο (<i>Melaleuca alternifolia L.</i>), γλυκάνισος (<i>Pimpinella anisum L.</i>), λεμονιά (<i>Citrus limon L.</i>), δυόσμος (<i>Mentha x piperita L.</i>), μάραθος (<i>Foeniculum vulgare Mill.</i>), βασιλικός (<i>Ocimum basilicum L.</i>), ευκάλυπτος (<i>Eucalyptus globulus L.</i>), δενδρολίβανο (<i>Rosmarinus officinalis L.</i>), λεβάντα (<i>Lavandula angustifolia Mills.</i>), θυμάρι (<i>Thymus vulgaris L.</i>), γαρυφαλλόδενδρο (<i>Eugenia caryophyllata L. Merr. & Perry</i>) και φασκομηλιά (<i>Salvia officinalis L.</i>).</p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>		
<p><i>Gloeophyllum trabeum</i>, <i>Oligoporus placenta</i>, <i>Coniophora puteana</i> και <i>Trametes versicolor</i>, CTB 863 A strain</p>	<p><i>Cedrus atlantica</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Κανέννας</p>	<p>(Fidah et al. 2016)</p>
<p><i>Botrytis cinerea</i> και <i>Colletotrichum acutatum</i></p>	<p><i>Eucalyptus staigeriana</i> και <i>Eucalyptus globulus</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Tween 20 - 0.1% (v/v)</p>	<p>(Pedrotti et al. 2019)</p>

<i>Botrytis cinerea</i> και <i>Colletotrichum acutatum</i>	<i>Eucalyptus staigeriana</i> και <i>Eucalyptus globulus</i>	Δράση πτητικών ουσιών	Tween 20 - 0.1% (v/v)	(Pedrotti et al. 2019)
<i>Pestalotiopsis sp.</i>, <i>Rhizopus spp.</i> και <i>Monilinia sp.</i>	Ευκάλυπτος (<i>Eucalyptus globulus</i>), Καλλιστήμων ο κρεμοκλαδής (<i>Callistemon viminalis</i>), λεμονόχορτο (<i>Cymbopogon winterianus</i>) και <i>Tetradenia riparia</i>	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Κανένας	(Couto et al. 2017)
<i>Alternaria alternata</i>	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> , <i>Cymbopogon flexuosus</i> ,	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Tween 80 - 1% (v/v)	(Castro et al. 2017)

	<i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Eugeniacyrophyllus</i> και <i>Rosmarinus officinalis</i>			
<i>Alternaria solani</i>	<i>Eucalyptus staigeriana</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> και <i>Cinnamomum camphora</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 20	(Tomazoni et al. 2017)
<i>Aspergillus parasiticus</i>	<i>Cymbopogon citratus</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Ruta graveolens</i> , <i>Salvia officinalis</i> , <i>Satureja montana</i>	Δράση πτητικών ουσιών	Κανέννας	(Soares et al. 2016)

<i>Phytophthora colocasiae</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 80	(Sameza et al. 2014)
<i>Stemphylium solani</i>	<i>Aloysia lycioides, Baccharis psiadioides, Baccharis trimera Baccharis articulata, Baccharis ochracea, Cinnamomum camphora var. linaloolifera, Eucalyptus globulus και Eucalyptus staigeriana, Foeniculum vulgare</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Κανέννας	(Tomazoni et al. 2018)
<i>Fusarium graminearum, Fusarium asiaticum, Fusarium redolens f.sp. dianthus, Fusarium verticillioides,</i>	<i>Zhumeria majdae, Heracleum persicum και Eucalyptus sp.</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 80 - 0.05% (v/v)	(Davari and Ezazi 2017)

<p><i>Fusarium oxysporum f.sp. lentis, Sclerotinia sclerotiorum, Aspergillus flavus, Aspergillus tubingensis, Botrytis cinerea</i> και <i>Cladosporium cladosporioides</i></p>				
<p><i>Monilinia fructigena</i></p>	<p><i>Rosmarinus officinalis, Thymbra spicata</i></p>	<p>Μέθοδος διάχυσης δισκίων</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Yilar et al. 2018)</p>
<p><i>Fusarium oxysporum</i></p>	<p><i>Cymbopogon nardus L., Mentha spicata L. και Eucalyptus citrodora Hook</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Ethanol - 0.1% (v/v)</p>	<p>(Mekonnen et al. 2019)</p>

<i>V. dahliae</i> , <i>C. destructans</i> , <i>E. purpurascens</i> , <i>R. solani</i> , <i>T. Harzianum</i>	<i>Juniperus communis</i> L.	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	5% ethanol	(Bolińska and Gleń-Karolczyk 2016)
<i>Alternaria solani</i>	<i>Majorana syriaca</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Salvia fruticosa</i> , <i>Hibiscus sabdariffa</i> , <i>Santolina chamaecyparissus</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Κανένας	(Goussous et al. 2010)
<i>Alternaria alternata</i> , <i>Botrytis cinerea</i> και <i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Κανένας	(Özcan and Chalchat 2008)

<i>Escherichia coli</i> και <i>Staphylococcus, Aspergillus, Alternaria, Candida, Fusarium, Penicillium</i> και <i>Saccharomyces</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Μέθοδος διάχυσης δισκίων	Κανέννας	(Hendel et al. 2019)
<i>Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum (FOC)</i> και <i>Fusarium oxysporum f. sp. melonis (FOM)</i>	<i>Thymbra spicata</i> και <i>Rosmarinus officinalis</i>	Δράση πτητικών ουσιών	Κανέννας	(Bayan 2018)

<p><i>Bipolaris/Drechslera sorociniana, Fusarium subglutinans, F. verticillioides, F. oxy - sporum, F. tricinctum, F. sporotrichioides, F. equiseti, F. incarnatum, F. proliferatum και Macrophomina phaseolina</i></p>	<p>Μέντα (<i>Mentha spicata L.</i>), φασκόμηλο (<i>Salvia fruti - cosa L.</i>), δενδρολίβανο(<i>Rosmarinus officinalis L.</i>), γλυκάνισο (<i>Pimpinella anisum L.</i>), πικρός μάραθος (<i>Foeniculum vulgare spp. piperituum L.</i>) και μυρτιά (<i>Myrtus communis L.</i>)</p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε υγρό θρεπτικό υλικό (πλάκες μικροτιτλοδότηση)</p>	<p>Tween 80 - 0.1 % (v/v)</p>	<p>(Starovic et al. 2016)</p>
<p><i>Fusarium verticillioides</i></p>	<p><i>Rosmarinus officinalis L.</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Tween-80 - 0.1% (v/v)</p>	<p>(Da Silva Bomfim et al. 2015)</p>
<p>Είδη <i>Fusarium</i></p>	<p><i>Cinnamomum zeylanicum, Citrus limon, Juniperus communis, Eucalyptus citriodora, Gaultheria procumbens, Melaleuca alternifolia, Origanum</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε υγρό θρεπτικό υλικό (πλάκες μικροτιτλοδότηση)</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Homa et al. 2015)</p>

	<i>majorana, Salvia sclarea, και Thymus vulgaris</i>			
<i>Oculimacula yallundae, Microdochium nivale, Zymoseptoria tritici, Pyrenophorateres και Fusarium culmorum</i>	<i>Pimpinella anisum, Thymus vulgaris, Pelargonium odoratissimum, Rosmarinus officinalis και Foeniculum vulgare</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 80 - 1μl/ml	(Matusinsky et al. 2015)
<i>Fusarium moniliforme και Helminthosporium oryzae</i>	<i>Cymbopogon nardus, Eucalyptus globulus, Pelargonium graveolens, Cymbopogon citratus, Cymbopogon martini και Ocimum sanctum</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Κανέναν	(Muthukumar et al. 2016)

<p><i>Botrytis cinerea</i></p>	<p><i>Rosmarinus officinalis L., Laurus nobilis L. & Syzygium aromaticum L.</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Šernaitė et al. 2020)</p>
<p><i>Fusarium oxysporum f. sp. Albedinis</i></p>	<p><i>Origanum compactum, Thymus satureioides, Rosmarinus officinalis, Lavandula dentata και Myrtus communis</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε υγρό θρεπτικό υλικό (πλάκες μικροτιτλοδότηση)</p>	<p>dimethyl sulfoxide (DMSO) & RPMI</p>	<p>(Rahmouni et al. 2019)</p>
<p><i>P. oryzae, F. oxysporum, S. sclerotiorum, A. alternata, B. cinerea, και R. solani</i></p>	<p><i>Glycine max</i></p>	<p>Μέθοδος διάχυσης δισκίων</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Ghahari et al. 2017)</p>

<i>Alternaria alternata, Botrytis cinerea, Fusarium oxysporum</i> και <i>Fusarium solani</i>	<i>Artemisia judaica, A. monosperma, Callistemon viminalis, Citrus aurantifolia, C. lemon, C. paradisi, C. sinensis, Cupressus macrocarpa, C. sempervirens, Myrtus communis, Origanum vulgare, Pelargonium graveolens, Rosmarinus officinalis, Syzygium cumini, Schinus molle, S. terebinthifolius, Thuja occidentalis και Vitex agnus-castus</i>	Μέθοδος αραιώσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Dimethyl sulfoxide (DMSO)	(Badawy and Abdelgaleil 2014)
<i>Botrytis cinerea και Penicillium expansum</i>	<i>Thymus kotschyanus, Ocimum basilicum και Rosmarinus officinalis</i>	Μέθοδος αραιώσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Tween 80 - 0.5% (v/v)	(Marandi et al. 2011)
		In planta	Κανένας	(Garibaldi et al. 2010)

<p><i>Botrytis cinerea</i> και <i>Penicillium expansum</i></p>	<p><i>Ocimum basilicum, Foeniculum sativum, Lavandula officinalis, Origanum majorana, oregano, Mentha piperita, Rosmarinus officinalis, Salvia officinalis, Satureja montana, Thymus vulgaris και Mentha arvensis</i></p>			
<p><i>Pectobacterium carotovorum</i></p>	<p><i>Thymus vulgaris, Artemisia kermanensis, Lavandula officinalis, Rosemarinus officinalis και Eucalyptus caesia</i></p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>DMSO</p>	<p>(Mehrsorosh et al. 2014)</p>
<p><i>Penicillium expansum</i></p>	<p>Δενδρολίβανο (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.), κανέλα (<i>Cinnamomum zeylacium</i> Blume), λεμονόχορτο(<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt), και γαρίφαλο (<i>Syzigium aromaticum</i> L.)</p>	<p>Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)</p>	<p>Κανένας</p>	<p>(Vieira et al. 2018)</p>

<i>Sclerotium rolfii</i>	<i>Juniperus communis</i> L.	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	ethanol	(Falasca et al. 2016)
<i>Botrytis cinerea</i> (strain Bc 27)	<i>Hyssopus officinalis</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Satureja hortensis</i> , <i>Allium sativum</i> , <i>Artemisia dracunculus</i> 'Sativa', <i>Valeriana officinalis</i> , <i>Achillea millefolium</i> και <i>Mentha sp.</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό (agar dilution method)	Κανέναν	(Şesan et al. 2017)
<i>Candida utilis</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Rhodotorula</i>	<i>E. cloeziana</i> , <i>E. umbellate</i> και <i>M. Alternifolia</i>	Μέθοδος αραίωσης σε θρεπτικό υλικό	Tween 80	(Tian et al. 2020)

<i>Harrison, Aspergillus flavus, Rhizopus nigricans, Penicillium, και Aspergillus niger</i>		(agar dilution method)		
<i>Fusarium oxysporum, Fusarium culmorum και Penicillium italicum</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Μέθοδος αραίωσης σε υγρό θρεπτικό υλικό (πλάκες μικροτιτλοδότηση)	Tween 20 - 1% (v/v)	(Kaab et al. 2019)