



Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος

Παραδοτέο Π.3.4.8: Αντιμικροβιακή δραστικότητα επιλεγμένων βασικών ουσιών (Basic substances) στην αντιμετώπιση μυκητολογικών ασθενειών της ροδακινιάς

Πληροφορίες για το έγγραφο

Αριθμός παραδοτέου: **Π.3.4.8**

Ενότητα εργασίας: **ΕΕ3**

Επικεφαλής δικαιούχος: **ΑΠΘ**

Συγγραφείς: **Αθανάσιος Πετμεζάς, Γεώργιος Καραογλανίδης**

Έκδοση: **1.1**

Είδος Παραδοτέου: **Έκθεση**

Ημερομηνία παράδοσης: **16/12/2025**

Στοιχεία Πράξης

Τίτλος: Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος

Τίτλος (EN): InnoPP-Innovations in Plant Protection for sustainable and environmentally friendly pest control

Κωδικός πράξης: TAEDR-0535675

Ακρωνύμιο έργου: InnoPP

Ημερομηνία έναρξης: 15 Μαΐου 2023

Διάρκεια: 28 Μήνες

Συντονιστής Φορέας: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Συντονιστής/ Επιστημονικός Υπεύθυνος: Ιωάννης Βόντας

Πίνακας Περιεχομένων

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	4
2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ <i>MONILINIA</i> SPP.	6
2.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	6
2.1.1	<i>Απομόνωση του μύκητα και σκευάσματα προς αξιολόγηση</i>	6
2.1.2	<i>In vitro</i> αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου.....	8
2.1.3	<i>In vivo</i> αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου	12
2.1.4	Αξιολόγηση σκευασμάτων σε προσυλλεκτικές εφαρμογές στον αγρό.....	15
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	18
2.2.1	<i>In vitro</i> αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου.....	18
2.2.2	Αποτελεσματικότητα μετασυλλεκτικών εφαρμογών σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου στην διαχείριση της φαιάς σήψης	29
2.2.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΈΝΑΝΤΙ ΤΗΣ ΦΑΙΑΣ ΣΗΨΗΣ (<i>MONILINIA</i> SPP.).....	35
2.2.3.1	<i>Προσυλλεκτική αξιολόγηση (μία ημέρα πριν τη συγκομιδή)</i>	35
2.2.3.2	<i>Μετασυλλεκτική αξιολόγηση μετά από 10 ημέρες συντήρησης σε ψύξη</i>	37
2.3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	38
2.4	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	47
3	ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ LISORHOS ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΕΞΩΑΣΚΟΥ ΤΗΣ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑΣ	40
3.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	40
3.1.1	<i>Πειραματικός οπωρώννας</i>	40
3.1.2	<i>Πειραματικός Σχεδιασμός και Επεμβάσεις</i>	41
3.1.3	<i>Μέτρηση συχνότητας και έντασης προσβολής</i>	43
3.1.4	<i>Στατιστική ανάλυση</i>	43
3.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	43
3.3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	46

Περίληψη του Έργου

Το έργο «Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος» στοχεύει στην ανάπτυξη σύγχρονων και καινοτόμων μεθόδων για την προστασία των καλλιεργειών όπως τα κηπευτικά, τα εσπεριδοειδή και το επιτραπέζιο σταφύλι. Περιλαμβάνει τη δημιουργία προηγμένων διαγνωστικών εργαλείων για την ανίχνευση εχθρών και παθογόνων με τεχνολογίες αιχμής, όπως ηλεκτρονικές παγίδες και βιοαισθητήρες, καθώς και πλατφόρμες αλληλούχησης για τον πλήρη προσδιορισμό των ιωμάτων. Επιπλέον, θα αναπτυχθούν μοντέλα πρόβλεψης επιδημιών και καινοτόμα βιοφυτοπροστατευτικά προϊόντα, τα οποία θα αξιολογηθούν για την ασφάλεια τους σε μη στόχους οργανισμούς. Τέλος, οι νέες τεχνολογίες θα ενσωματωθούν σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης φυτοπροστασίας και θα δοκιμαστούν σε πραγματικές συνθήκες, ενώ θα αξιολογηθούν οι κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους.

Σύνοψη της ΕΕ3

Οι δραστηριότητες της ΕΕ3 περιλαμβάνουν τις βιοδοκιμές αποτελεσματικότητας και τη βελτίωση και ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων και προϊόντων. Κύριες δράσεις της ΕΕ3 περιλαμβάνουν ανάπτυξη και αξιολόγηση καινοτόμων βιοφυτοπροστατευτικών προϊόντων, όπως:

- βιοδραστικά μόρια ανάπτυξης αντοχής στα φυτά (πεπτίδια, μεταβολίτες),
- φυτοπροστατευτικά φυσικής προέλευσης (εκχυλίσματα, μικροβιακοί μεταβολίτες, «green»),
- νέας γενιάς ελκυστικά και απωθητικά (παγίδες, παρεμπόδιση σύζευξης),
- ανθεκτικές ποικιλίες (και αλληλεπιδράσεις με το οικοσύστημα και τα ωφέλιμα).

Για τα πιο αποτελεσματικά καινοτόμα βιοφυτοπροστατευτικά, θα μελετηθούν και οι επιπτώσεις τους σε οργανισμούς μη στόχους (φυσικοί εχθροί, επικονιαστές, υδρόβιοι οργανισμοί, κυτταροκαλλιέργειες θηλαστικών).

Συνοπτική παρουσίαση του παραδοτέου (executive summary)

Το παραδοτέο Π3.4.8 αποτελεί μια έκθεση αποτελεσμάτων για τον προσδιορισμό της αντιμικροβιακής δράσης επιλεγμένων βασικών ουσιών (λεκιθίνες, εκχυλίσματα *Equisetum arvense*, άλατα, χιτοζάνη καθώς και μείγματα αυτών) *in vitro* έναντι των μυκήτων *Taphrina deformans*, *Monilinia laxa* και *Monilinia fructicola*, με βιοδοκιμές σε τεχνητά θρεπτικά υποστρώματα. Επιπλέον, οι αποτελεσματικότερες από αυτές τις ουσίες αξιολογήθηκαν έναντι του εξωάσκου σε πειραματισμό αγρού και έναντι της φαιάς σήψης σε πειραματισμό αγρού με προσυλλεκτικές εφαρμογές και πειραματισμό εργαστηρίου για μετασυλλεκτικές εφαρμογές με τα αποτελέσματα να συμπεριλαμβάνονται στην έκθεση.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Η ροδακινιά (*Prunus persica*) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες δενδρώδεις καλλιέργειες παγκοσμίως και στην Ελλάδα, τόσο ως προς τον όγκο παραγωγής, όσο και ως προς την οικονομική της σημασία (Faostat, 2023). Σε εθνικό επίπεδο, η καλλιέργεια της ροδακινιάς καταλαμβάνει σημαντική έκταση και συγκεντρώνεται κυρίως στην Κεντρική Μακεδονία (νομοί Πέλλας και Ημαθίας), αποτελώντας βασικό πυλώνα αγροτικού εισοδήματος και απασχόλησης (ELSTAT, 2022; Louka *et al.*, 2022). Η παραγωγή της καλλιέργειας μπορεί να υπονομευθεί σημαντικά από μυκητολογικές προσβολές. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες υποβάθμισης της ποιότητας των καρπών αποτελούν προσβολές από μύκητες του γένους *Monilinia*, με τις συχνότερες καταγραφές στην Ελλάδα να αναφέρονται στον *Monilinia fructicola*. Προσβολές του μύκητα οδηγούν στην εμφάνιση της ασθένειας φαιά σήψη στα άνθη, στους βλαστούς και στους καρπούς, προκαλώντας καταστρεπτικές συνέπειες τόσο προσυλλεκτικά, όσο και στη διακίνηση και αποθήκευση των καρπών μετά τη συγκομιδή (University of California IPM, 2023; Papavasileiou *et al.*, 2015). Σημαντική απειλή για τη ροδακινιά αποτελεί επίσης ο *Taphrina deformans*, προκαλώντας την ασθένεια του εξώασκου. Η ασθένεια εκδηλώνεται κυρίως στο φύλλωμα με συμπτώματα, όπως συστροφή και αποχρωματισμό των φύλλων. Σε σοβαρές περιπτώσεις παρατηρείται πρόωρη φυλλόπτωση, οδηγώντας σε μείωση της παραγωγής του δέντρου.

Στο πλαίσιο των συμβατικών προσεγγίσεων φυτοπροστασίας, η διαχείριση της φαιάς σήψης και του εξώασκου στηρίζεται σε χημικές επεμβάσεις με μυκητοκτόνα στον αγρό, όπως οι στρομπιλουρίνες, οι ανιλινοπυριμιδίνες, οι τριαζόλες, οι φαινυλοπυρόλες, τα υδροξυανιλιδία και οι αναστολείς της αφυδρογονάσης του ηλεκτρικού οξέος (Adaskaveg & Förster, 2005; Dardani *et al.*, 2023). Παρότι τα σκευάσματα αυτά παρουσιάζουν υψηλή αποτελεσματικότητα, η εκτεταμένη και μακροχρόνια χρήση τους έχει συσχετιστεί με την εμφάνιση ανθεκτικών πληθυσμών παθογόνων μικροοργανισμών. Τροχοπέδη στη εφαρμογή τέτοιων σκευασμάτων αποτελούν οι αυστηροί περιορισμοί ως προς τα επιτρεπτά όρια υπολειμμάτων, καθώς και η ανάγκη συμμόρφωσης με τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών και ασθενειών (EFSA, 2024).

Υπό το πρίσμα αυτό, αυξανόμενο ενδιαφέρον συγκεντρώνουν σκευάσματα χαμηλού κινδύνου, τα οποία βασίζονται σε βασικές ουσίες (Basic substances), εκχυλίσματα φυτικής ή τροφικής προέλευσης, άλατα, πολυσακχαρίτες, όπως η χιτοζάνη, καθώς και ωφέλιμους μικροοργανισμούς ή προϊόντα του μεταβολισμού αυτών. Ουσίες όπως οι λεκιθίνες, τα εκχυλίσματα του *Equisetum arvense* και στελέχη του γένους *Trichoderma* παρουσιάζουν δυναμική ένταξης σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από χημικά μυκητοκτόνα, στον περιορισμό των υπολειμμάτων και στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος (Llamazares De Miguel *et al.*, 2022). Η διερεύνηση και αξιολόγηση εναλλακτικών τρόπων φυτοπροστασίας αποτελεί κρίσιμο βήμα προς την ανάπτυξη βιώσιμων στρατηγικών αντιμετώπισης των σημαντικότερων μυκητολογικών ασθενειών της ροδακινιάς.

Σκοπός του παρόντος εγγράφου

Σκοπός της παρούσας ενότητας είναι η συστηματική διερεύνηση και αξιολόγηση της μυκοστατικής ή μυκητοκτόνου δράσης επιλεγμένων βασικών ουσιών και σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου έναντι των κυριότερων μυκητολογικών παθογόνων της ροδακινιάς, *Taphrina deformans*, *Monilinia laxa* και *Monilinia fructicola*. Η μελέτη επικεντρώνεται αρχικά στην *in vitro* αξιολόγηση, μέσω βιοδοκιμών μυκηλιακής ανάπτυξης και βλάστησης κονιδίων σε τεχνητά θρεπτικά υποστρώματα, με στόχο τον προσδιορισμό της ανασταλτικής τους ικανότητας έναντι των παθογόνων.

Παράλληλα, το παραδοτέο αποσκοπεί στον εντοπισμό των πλέον αποτελεσματικών ουσιών και στην *in vivo* αξιολόγησή αυτών. Οι ουσίες αυτές διερευνήθηκαν περαιτέρω με πειραματισμό αγρού για τον έλεγχο του εξώασκου και της φαιάς σήψης μέσω προσυλλεκτικών εφαρμογών, καθώς και με πειραματισμό εργαστηρίου για τη μετασυλλεκτική μεταχείριση των καρπών. Απώτερος στόχος αυτών είναι η εκτίμηση της δυνατότητας ενσωμάτωσης των βασικών ουσιών σε βιώσιμες και ολοκληρωμένες στρατηγικές διαχείρισης των σημαντικότερων μυκητολογικών ασθενειών της ροδακινιάς.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

2.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ *MONILINIA* SP.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

2.1.1 Απομόνωση του μύκητα και σκευάσματα προς αξιολόγηση

Για την μελέτη της αποτελεσματικότητας σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου έναντι της φαιάς σήψης έγινε απομόνωση του μύκητα *M. fructicola* από οπωρώνα ροδακινιάς στην περιοχή Παλαιό Σκυλίτσι, του νομού Ημαθίας στην Ελλάδα, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2023. Για τον σκοπό αυτό, με τη χρήση βαμβακοφόρου στειλεού έγινε δειγματοληψία κονιδίων του μύκητα από την επιφάνεια καρπού ροδάκινου με εμφανή συμπτώματα και συγκεκριμένα έντονη παρουσία καρποφοριών του *Monilinia fructicola*. Το δείγμα μεταφέρθηκε στον εργαστηριακό χώρο σε αποστειρωμένο σωληνάριο τύπου Eppendorf (χωρητικότητας 2 ml). Τα κονίδια εναποτέθηκαν στην επιφάνεια θρεπτικού υλικού Potato Dextrose Agar (PDA, Neogen, UK) σε τρυβλία τύπου petri με περιστροφικές κινήσεις του στειλεού.

Για την αποφυγή διαφοροποίησης των αποτελεσμάτων στις μετέπειτα πειραματικές διαδικασίες, λόγω της ύπαρξης διαφορετικών γενοτύπων του *M. fructicola*, έγινε επιλογή ενός, μόνο, γενοτύπου του μύκητα. Για τον σκοπό αυτό, τα κονίδια του μύκητα που συλλέχθηκαν, επώαστηκαν στο θρεπτικό υλικό για 20 ώρες και με οπτική παρατήρηση σε μικροσκόπιο έγινε επιλογή ενός κονιδίου και μεταφορά αυτού σε νέο θρεπτικό υλικό. Με την δημιουργία μονόσπορης καλλιέργειας επιτυγχάνεται η διασφάλιση της επαναληψιμότητας των αποτελεσμάτων. Στο σύνολο αποκτήθηκαν δύο (2) διαφορετικές μονόσπορες απομονώσεις με κωδικοποίηση BB6 και 20fc.

Στις πειραματικές διαδικασίες χρησιμοποιήθηκαν, ακόμη, στελέχη *Monilinia laxa* και *Monilinia fructigena*, που είχαν ταυτοποιηθεί σε προηγούμενες ερευνητικές εργασίες του Εργαστηρίου Φυτοπαθολογίας, του Τμήματος Γεωπονίας Α.Π.Θ. Στο σύνολο, χρησιμοποιήθηκαν 2 στελέχη για κάθε είδος μύκητα που μελετήθηκε.

Τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου που επιλέχθηκαν προς αξιολόγηση για την διαχείριση της φαιάς σήψης που προκαλείται από τον μύκητα *Monilinia* spp. ήταν τα Bioclean® και Lisophos® (Emphyton, Greece), τα Novastim™®, Fucovita®, T34 Biocontrol® και Softguard® (FarmaChem SA, Greece), το Sekacit® (Biogenus, Greece), το Kelpak® (BASF Hellas), το Problad SL® (Biogenus, Greece) και το Mevalone CS® (K&N Efthymiadis, Greece).

Το Bioclean® αποτελεί σκευάσμα χαμηλού κινδύνου, βασισμένο σε συνδυασμό βασικών ουσιών που περιλαμβάνουν ορό γάλακτος, υδροχλωρική χιτοζάνη και εκχύλισμα *Equisetum arvense*. Η σύνθεσή του χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα και πρωτεΐνες με αντιμικροβιακή δράση, τα οποία δημιουργούν δυσμενές περιβάλλον για την ανάπτυξη μυκήτων. Η χιτοζάνη, ως πολυσακχαρίτης με γνωστή μυκητοκτόνο δράση, συμβάλλει τόσο στην άμεση αναστολή

παθογόνων , όσο και στην επαγωγή μηχανισμών άμυνας των φυτών (Camele *et al.*, 2024; Ma *et al.*, 2013). Το εκχύλισμα *Equisetum arvense* είναι πλούσιο σε φαινολικές ενώσεις και φυσικής προέλευσης πυρίτιο, συστατικά που σχετίζονται με αντιοξειδωτική και πιθανή αντιμικροβιακή δράση (Mimica-Dukic *et al.*, 2008; Ataseven *et al.*, 2021) . Το Bioclean® εντάσσεται σε στρατηγικές ολοκληρωμένης διαχείρισης και χρησιμοποιείται ως εναλλακτικός τρόπος καταπολέμησης στη φυτοπροστασία.

Το Sekacit® αποτελεί φυσικής προέλευσης βιοδιεγέρτη, προϊόν της εκχύλισης του *Equisetum arvense*. Το συγκεκριμένο σκεύασμα χαρακτηρίζεται ως χαμηλού κινδύνου και συμβάλλει στη βελτίωση της ανθεκτικότητας των φυτών έναντι παθογόνων μικροοργανισμών.

Το Lisophos® βασίζεται στη φυσική φωσφολιπιδική ουσία lysophosphatidylethanolamine (LPE), η οποία προέρχεται από φυτικής προέλευσης λεκιθίνη. Το LPE επιδράει στη σταθερότητα των κυτταρικών μεμβρανών φυτικών ιστών και τη βιοσύνθεση φαινολικών ενώσεων σε καρπούς, βελτιώνοντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών και αυξάνοντας την διάρκεια ζωής τους κατά την διακίνηση και την αποθήκευση (Özgen *et al.*, 2015; Cowan *et al.*, 2009). Ακόμη, η ένωση αυτή έχει συσχετιστεί με επαγωγή μηχανισμών άμυνας των φυτών (Völz *et al.*, 2021).

Το NovastimTM® είναι βιοδιεγέρτης που παράγεται από το υπερκείμενο ζύμωσης στελέχους *Bacillus subtilis* LBS2. Το σκεύασμα αποτελεί προϊόν του πρωτογενούς και δευτερογενούς μεταβολισμού, πλούσιο σε πεπτίδια, λιπίδια και οργανικά οξέα. Ο *Bacillus subtilis* είναι γνωστός για τη σύνθεση αντιμικροβιακών ενώσεων και ενζύμων που μπορούν να παρεμποδίσουν την ανάπτυξη φυτοπαθογόνων μυκήτων, καθιστώντας το NovastimTM® ιδιαίτερα ενδιαφέρον στη μείωση της ευπάθειας των φυτών και στη γενικότερη βελτίωση της υγείας τους (Tsalgatidou *et al.*, 2024).

Το Fucovita® είναι οργανική ουσία, που προέρχεται από φύκη του γένους *Sargassum*, πλούσιο σε ολιγοσακχαρίτες. Οι ενώσεις αυτές δρουν ως βιοδιεγέρτες, ενισχύοντας την αντοχή των φυτών σε αβιοτικές καταπονήσεις. Παράλληλα, ορισμένοι ολιγοσακχαρίτες φυκών λειτουργούν ως επαγωγείς μηχανισμών άμυνας των φυτών, διατηρώντας την δράση τους έναντι πολλών φυτοπαθογόνων μυκήτων (De Corato *et al.*, 2017). Εφαρμογές του σκευάσματος αυτού μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της έντασης μυκητολογικών ασθενειών (Das *et al.*, 2025), συμπεριλαμβανομένης της φαιάς σήψης.

Το T34 Biocontrol® είναι εγκεκριμένο βιολογικό μυκητοκτόνο που περιέχει ζωντανά κονίδια του ωφέλιμου μύκητα *Trichoderma asperellum*, του στελέχους T34. Ο τρόπος δράσης του *Trichoderma* spp. ως παράγοντας βιολογικής καταπολέμησης φυτοπαθογόνων μυκήτων επικεντρώνεται στον ανταγωνισμό για χώρο κατά την μυκηλιακή ανάπτυξη, στον παρασιτισμό των παθογόνων και στην παραγωγή υδρολυτικών ενζύμων, που αποδομούν τα κυτταρικά τοιχώματα μυκήτων (Abbas *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022). Επιπλέον, προκαλεί επαγόμενη συστημική αντοχή (ISR), ενισχύοντας την άμυνα του φυτού (Zeilinger *et al.*, 2007). Το σκεύασμα χρησιμοποιείται ευρέως σε προγράμματα βιολογικής και ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας.

Το Softguard® είναι βιοδιεγέρτης που περιέχει ολιγοσακχαρίτες προερχόμενους από τον εξωσκελετό οστρακοειδών. Οι ενώσεις που βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στο κέλυφος οστρακοειδών είναι οι ολιγοσακχαρίτες χιτίνης. Αυτές μπορούν να δράσουν ως μοριακά σήματα, ενεργοποιώντας την άμυνα του φυτού (Pusztahelyi, 2018). Ακόμη, οι συγκεκριμένες ενώσεις μπορούν να έχουν αντιμικροβιακή δράση,

λειτουργώντας συνεργιστικά σε εφαρμογές χημικών μυκητοκτόνων για την αύξηση της αποτελεσματικότητας αυτών (Ngasotter *et al.*, 2023; Yang *et al.*, 2020).

Το Kelpak® είναι βιοδιεγέρτης με εκχύλισμα του θαλάσσιου φύκου *Ecklonia maxima*, πλούσιο σε αυξίνες και κυτοκινίνες. Οι μεταβολίτες αυτοί προάγουν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, τη δημιουργία νέων βλαστών και την καρπόδεση (Sosnowski *et al.*, 2013). Η ενίσχυση της υγείας του φυτού συχνά οδηγεί σε μειωμένη ευπάθεια απέναντι σε μυκητολογικές προσβολές (Das *et al.*, 2025).

Το Problad SL® είναι μυκητοκτόνο βασισμένο σε υδατικό εκχύλισμα βλαστημένων σπερμάτων λευκού λούπινου (*Lupinus albus*), με κύριο συστατικό την πρωτεΐνη BLAD. Η BLAD δεσμεύεται ισχυρά στη χιτίνη, κύριο συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος των μυκήτων, αναστέλλοντας πλήρως την ανάπτυξη των παθογόνων. Παράλληλα, αποδομεί τη χιτίνη καταλύοντας και απομακρύνοντας αποτελεσματικά τα τερματικά μονομερή N-ακετυλ- D-γλυκοζαμίνης, γεγονός που οδηγεί στην καταστροφή των κυττάρων.

Το Mevalone CS® είναι φυσικό μυκητοκτόνο που περιέχει μείγμα τριών τερπενίων: θυμόλη, γερανιόλη και ευγενιόλη. Οι ενώσεις αυτές προέρχονται από φυτικά αιθέρια έλαια και παρουσιάζουν μυκητοκτόνο δράση χάρη στη διαταραχή της κυτταρικής μεμβράνης των μυκήτων που προκαλούν, οδηγώντας σε αύξηση της διαπερατότητας αυτής, απώλεια ιόντων και θανάτωση των κυττάρων (Ranjbar *et al.*, 2022; Olea *et al.*, 2019). Το σκεύασμα αποτελεί μέρος προγραμμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης πολλών καλλιεργειών.

Τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου που αξιολογήθηκαν παρουσιάζουν ποικίλους και συμπληρωματικούς μηχανισμούς δράσης, οι οποίοι περιλαμβάνουν άμεση μυκητοκτόνο επίδραση, ενίσχυση των φυσιολογικών λειτουργιών του φυτού, επαγωγή μηχανισμών άμυνας και βελτίωση της αντοχής απέναντι σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. Η διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών τους επιτρέπει την ενσωμάτωσή τους σε σύγχρονα προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης, μειώνοντας την εξάρτηση από συμβατικά χημικά μυκητοκτόνα και συμβάλλοντας στη περιβαλλοντικά βιώσιμη φυτοπροστασία των καλλιεργειών.

2.1.2 In vitro αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου

2.1.2.1 Βιοδοκιμές μυκηλιακής ανάπτυξης

Για την μελέτη της πιθανής τοξικής επίδρασης στον *M. fructicola*, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές μυκηλιακής ανάπτυξης για τα σκευάσματα Bioclean, Lisophos, Novastim, Fucovita, Softguard, Sekacit, Kelpak, Problad SL και Mevalone. Για την διαδικασία αυτή το κάθε σκεύασμα διαλυτοποιήθηκε σε απιονισμένο νερό έως τελικής συγκέντρωσης 20.000 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Τα διαλύματα, αυτά, αποτέλεσαν τα μητρικά διαλύματα.

Για την παρασκευή του τεχνητού θρεπτικού υποστρώματος χρησιμοποιήθηκε Potato Dextrose Agar, σύμφωνα με τις οδηγίες της εταιρείας, σε φιάλες τύπου Erlenmeyer

flask. Αφότου έγινε αποστείρωση αυτού (131°C για 30 λεπτά), οι φιάλες παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου έως η θερμοκρασία του υποστρώματος να φτάσει 40°C. Στη συνέχεια, το θρεπτικό υπόστρωμα διαμοιράστηκε σε μικρότερες αποστειρωμένες φιάλες, όπου και προστέθηκε η κατάλληλη ποσότητα από κάθε μητρικό διάλυμα σκευάσματος, προκειμένου κάθε νέα φιάλη να περιέχει θρεπτικό υπόστρωμα εμπλουτισμένο με το κάθε υπό μελέτη σκεύασμα σε διαφορετικές δόσεις. Οι δόσεις των προϊόντων χαμηλού κινδύνου που χρησιμοποιήθηκαν κατά τις βιοδοκιμές μυκηλιακής ανάπτυξης κάλυπταν μεγάλο εύρος τιμών, από 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ έως 5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$, λόγω της έλλειψης προηγούμενων δεδομένων σχετικά με την ευαισθησία του μύκητα στα συγκεκριμένα προϊόντα.

Οι βιοδοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε τρυβλία τύπου petri διαμέτρου 9 χιλιοστών. Αφότου η αρχική καλλιέργεια του μύκητα ανανεώθηκε σε νέο θρεπτικό υπόστρωμα, παρέμεινε σε θάλαμο επώασης έως ότου η σποροποίηση του *M. fructicola* να είναι εμφανής στην επιφάνεια της νέας καλλιέργειας. Με την χρήση πιπέτας pasteur, τοποθετήθηκαν στην επιφάνεια της σποροποιημένης καλλιέργειας 400 μL αποστειρωμένου απιονισμένου νερού, ακολούθησε ελαφριά ανάδευση και το εναιώρημα σπορίων μεταφέρθηκε σε τέσσερα (4) νέα άδεια τρυβλία, όπου αναμείχθηκε με θρεπτικό υπόστρωμα PDA (θερμοκρασία 40°C) με ελαφριά περιστροφική κίνηση. Τα τρυβλία αυτά παρέμειναν σε θάλαμο επώασης για 5 ημέρες, μέχρι την εμφανή ομοιόμορφη ανάπτυξη του μύκητα σε όλη την επιφάνεια του θρεπτικού υλικού. Οι καλλιέργειες αυτές χρησιμοποιήθηκαν ως μήτρες μυκηλιακών εμβολίων στη συνέχεια.

Για κάθε σκεύασμα που μελετήθηκε, αντιστοιχούσαν τρυβλία με τις αντίστοιχες δόσεις του σκευάσματος που επιλέχθηκαν, για τα έξι (6) στελέχη του μύκητα (δύο για κάθε είδος – *M. fructicola*, *M. laxa*, *M. fructigena*). Χρησιμοποιήθηκαν, τέλος, τρεις επαναλήψεις για κάθε δόση του αντίστοιχου σκευάσματος, ενώ χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα χωρίς την παρουσία κάποιου σκευάσματος για την ανάπτυξη των στελεχών του μύκητα ως αμεταχείριστους μάρτυρες.

Για την καταγραφή της απόκρισης του μύκητα στην παρουσία του κάθε σκευάσματος τοποθετήθηκε μυκηλιακό εμβόλιο διαμέτρου 4 χιλιοστά στο κέντρο κάθε τρυβλίου από τις μήτρες μυκηλιακών εμβολίων που δημιουργήθηκαν προηγουμένως. Τα τρυβλία παρέμειναν για 5 ημέρες σε θάλαμο επώασης (23°C σε συνθήκες σκότους) και την τελευταία ημέρα έγινε καταγραφή της μυκηλιακής ανάπτυξης των μυκήτων. Για κάθε τρυβλίο έγινε καταγραφή της μυκηλιακής ανάπτυξης σε δύο άξονες, κάθετους μεταξύ τους, προκειμένου να εξασφαλιστεί η αντικειμενικότητα των μετρήσεων. Στη συνέχεια έγινε υπολογισμός της αναστολής της μυκηλιακής ανάπτυξης ως ποσοστιαία διαφορά της ανάπτυξης του κάθε στελέχους του μύκητα παρουσία του σκευάσματος χαμηλού κινδύνου, από την ανάπτυξη του στελέχους-μάρτυρα.

Από τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής επιλέχθηκαν τα σκευάσματα με την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έναντι του μύκητα *Monilinia fructicola* και πραγματοποιήθηκαν εκ νέου στοχευμένες βιοδοκιμές μυκηλιακής ανάπτυξης για τα σκευάσματα αυτά για την μελέτη της ανασταλτικής τους επίδρασης στην ανάπτυξη του *M. fructicola*. Τα προϊόντα αυτά ήταν το Bioclean, το Novastim, το Lisophos, το Softguard, το Fucovita, ενώ στη λίστα αυτή προστέθηκε και το σκεύασμα BiFend (Emphyton, Greece). Το προϊόν αυτό έχει παρόμοια σύσταση με το Bioclean, με αυξημένη συγκέντρωση υδροχλωρικής χιτοζάνης και προστέθηκε στα υπό μελέτη σκευάσματα, λόγω των εντυπωσιακών αποτελεσμάτων που παρατηρήθηκαν κατά την ολοκλήρωση των βιοδοκιμών αναφορικά με το σκεύασμα Bioclean. Για την αποτύπωση πιο ολοκληρωμένης εικόνας της αποτελεσματικότητας των προϊόντων αυτών έναντι του

M. fructicola πραγματοποιήθηκαν, ακόμη, βιοδοκιμές βλάστησης κονιδίων.

2.1.1.2 Βιοδοκιμές βλάστησης κονιδίων

Η μελέτη της ανασταλτικής δράσης των σκευασμάτων Bioclean, Bifend, Lisophos, Novastim, Softguard και Fucovita στη βλάστηση κονιδίων του μύκητα *Monilinia fructicola* έγινε μέσω της παρατήρησης και μέτρησης της βλάστησης σε στερεό θρεπτικό υλικό παρουσία διαφορετικών δόσεων των υπό μελέτη σκευασμάτων.

Αρχικά, έγινε καλλιέργεια των δύο (2) στελεχών του μύκητα BB6 και 20fc (ενότητα 2.1.1), σε θρεπτικό υπόστρωμα V8 (τελικός όγκος 400 ml: 320 ml απιονισμένο νερό, 8 g άγαρ, 80 ml συμπυκνωμένος χυμός λαχανικών V8), προκειμένου να επιτευχθεί η σποροποίηση των μυκήτων. Τέσσερις ημέρες μετά, και αφότου ήταν εμφανής η παραγωγή κονιδίων από τον μύκητα, μεταφέρθηκαν 400 μ L αποστειρωμένου απιονισμένου νερού στην επιφάνεια της καλλιέργειας, αναμείχθηκαν με τα κονίδια του μύκητα και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα εναιωρήματα κονιδίων σε σωληνάρια τύπου Erpendorf (2 ml), ξεχωριστά για κάθε στέλεχος. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες αραιώσεις προκειμένου το καθένα από τα τελικά εναιωρήματα κονιδίων να έχει συγκέντρωση 2×10^5 κονίδια/ml.

Για την προετοιμασία των τρυβλίων με θρεπτικό υλικό και τις αντίστοιχες δόσεις των σκευασμάτων που μελετήθηκαν, εφαρμόστηκε η ίδια διαδικασία όπως στην ενότητα 2.1.2.1. Οι δόσεις που επιλέχθηκαν για τις βιοδοκιμές βλάστησης κονιδίων στα σκευάσματα Bioclean και Novastim είναι 0-100-250-500-1000-2000 μ g ml⁻¹, ενώ για τα σκευάσματα BiFend, Lisophos, Softguard και Fucovita οι αντίστοιχες δόσεις ήταν 0-250-500-1000-2500-5000 μ g ml⁻¹. Στη συνέχεια, μεταφέρθηκαν 40 μ L από το αιώρημα κονιδίων στην επιφάνεια κάθε τρυβλίου με το αντίστοιχο σκεύασμα και ακολούθησε επώαση για 20 ώρες σε θερμοκρασία 23°C υπό συνθήκες σκότους. Στο τέλος της διαδικασίας αυτής, έγινε παρατήρηση στο μικροσκόπιο 100 κονιδίων σε κάθε τρυβλίο και καταγραφή του ποσοστού βλάστησης αυτών. Το μικροσκόπιο που χρησιμοποιήθηκε είναι το Zeiss Axio Lab A.1, με ενσωματωμένη κάμερα AxioCam ERc 5s, ενώ το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την παρατήρηση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι το Zen 2 Lite (©Carl Zeiss Microscopy GmbH, 2011)

2.1.1.3 Αξιολόγηση ανταγωνισμού διπλής καλλιέργειας μυκήτων *Monilinia spp.* και *Trichoderma arvense*

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του σκευάσματος T34 biocontrol, το οποίο περιέχει το στέλεχος T34 του *Trichoderma arvense*, έγινε απομόνωση του βιολογικού παράγοντα από το σκεύασμα. Για τον σκοπό αυτό, 1 g του σκευάσματος αναμείχθηκε με 50 ml Phosphate-Buffered Saline (PBS: 8 g NaCl, 0.2 g KCl, 1.44 g Na₂HPO₄, 0.24 g KH₂PO₄, 1 L απιονισμένο νερό) σε σωληνάριο τύπου Falcon (χωρητικότητας 50 ml) και τοποθετήθηκε σε επικυκλικό αναδευτήρα με ταχύτητα περιστροφής 120 rpm για 30 λεπτά. Ακολούθησε φυγοκέντρηση του δείγματος (3500 rpm για 5 λεπτά), απόρριψη του υπερκείμενου υγρού και επαναδιαλυτοποίηση του κατακρημνίσματος σε 5 ml PBS. Στη συνέχεια, 100 μ L του εναιωρήματος μεταφέρθηκαν σε τρυβλίο petri, ενώ το περιεχόμενο του τρυβλίου συμπληρώθηκε με θρεπτικό υπόστρωμα PDA σε θερμοκρασία 40°C, ακολουθούμενο από κυκλική ανάδευση έως την πήξη αυτού. Μετά από 4 ημέρες επώασης στους 22°C σε συνθήκες σκότους, ήταν εμφανής η ομοιόμορφη μυκηλιακή

ανάπτυξη του μύκητα στο σύνολο της επιφάνειας του θρεπτικού υλικού. Οι καλλιέργεια αυτή χρησιμοποιήθηκε ως μήτρα μυκηλιακών εμβολίων.

Στη συνέχεια, σε νέα τρυβλία petri με στερεό θρεπτικό υπόστρωμα PDA τοποθετήθηκαν αντιδιαμετρικά απέναντι ένα μυκηλιακό εμβόλιο του κάθε στελέχους του μύκητα *Monilinia* spp. που μελετήθηκε (από μήτρες μυκηλιακών εμβολίων όπως περιεγράφηκε στην ενότητα 2.1.2.1), ενώ στην άλλη μεριά του τρυβλίου τοποθετήθηκε ένα μυκηλιακό εμβόλιο του μύκητα *Trichoderma arvense*. Με το πέρασ 4 ημερών έγινε καταγραφή της ακτίνας ανάπτυξης (εκατοστά) του κάθε στελέχους των μυκήτων και υπολογισμός του ποσοστού αναστολής μυκηλιακής ανάπτυξης των μυκήτων *M. fructicola*, *M. laxa* και *M. fructigena*.

2.1.3 *In vivo* αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου

Στην συνέχεια των εργαστηριακών δοκιμών ευαισθησίας των στελεχών των μυκήτων *Monilinia fructicola*, *Monilinia laxa* και *Monilinia fructigena* σε προϊόντα χαμηλού κινδύνου σε τεχνητό θρεπτικό υπόστρωμα, ακολούθησε περαιτέρω μελέτη των σκευασμάτων αυτών σε επίπεδο μετασυλλεκτικών εφαρμογών αυτών, ως προς την ανασταλτική τους επίδραση στην εκδήλωση της ασθένειας φαιά σήψη, που προκαλείται από τον μύκητα *Monilinia fructicola*.

2.1.3.1 Φυτικό υλικό

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων Bioclean, BiFend, Lisophos, Novastim, Fucovita και Softguard, χρησιμοποιήθηκαν καρποί ροδακίνου της ποικιλίας Κατερίνα. Οι καρποί αυτοί προμηθεύτηκαν από τον Αγροτικό Συνεταιρισμό Μελίκης, Ημαθίας, την ημέρα της συγκομιδής σε στάδιο πλήρους εμπορικής ωριμότητας. Οι καρποί μεταφέρθηκαν σε συνθήκες ψύξης (4°C).

2.1.3.2 Μετασυλλεκτικές εφαρμογές σκευασμάτων

2.1.3.2.1 Επιφανειακή απολύμανση καρπών

Μετά την μεταφορά των καρπών ροδακίνου σε συνθήκες ψύξης, έγινε επιφανειακή απολύμανση αυτών σε διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (2%) για 1 λεπτό. Τα υπολείμματα του υποχλωριώδους νατρίου απομακρύνθηκαν από τους καρπούς με 2 επακόλουθες πλύσεις σε αποστειρωμένο, απιονισμένο νερό για 1 λεπτό έκαστη, και στη συνέχεια οι καρποί παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι την εξάτμιση της περίσσειας επιφανειακής υγρασίας. Στη συνέχεια, οι καρποί τοποθετήθηκαν σε απολυμασμένα πλαστικά δοχεία (διαστάσεις 35*23.8*13 cm). Κάθε πλαστικό δοχείο περιείχε 12 καρπούς και αντιστοιχούσε σε μια πειραματική μεταχείριση.

2.1.3.2.2 Τεχνητές μολύνσεις καρπών

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προϊόντων χαμηλού κινδύνου έναντι της φαιάς σήψης, πραγματοποιήθηκαν τεχνητές μολύνσεις των ροδακίνων με τον μύκητα *M. fructicola*. Για τον σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε μια τεχνητή οπή στο κέντρο της κοιλιακής πλευράς των καρπών με την χρήση αποστειρωμένης μεταλλικής βελόνας. Στη συνέχεια, παρασκευάστηκε εναιώρημα κονιδίων του μύκητα από σποροποιημένη καλλιέργεια 7 ημερών, όπως περιεγράφηκε στην ενότητα 2.1.2.2, με τελική συγκέντρωση 2×10^5 κονίδια/ml. 40 μ L του εναιωρήματος κονιδίων τοποθετήθηκαν στο άνοιγμα κάθε τεχνητής οπής των ροδακίνων, ενώ σε 48 καρπούς (4 πλαστικά δοχεία) τοποθετήθηκε αντίστοιχα αποστειρωμένο απιονισμένο νερό. Οι τελευταίοι καρποί χρησίμευσαν ως μάρτυρες, για την σύγκριση των αποτελεσμάτων.

2.1.3.2.3 Εφαρμογές σκευασμάτων

Η εφαρμογή των σκευασμάτων που αξιολογήθηκαν έγινε με την μέθοδο της εμβάπτισης. Πιο συγκεκριμένα, οι καρποί ροδακίνου από κάθε πλαστικό περιέκτη εμβάπτιστηκαν σε δοχεία, που περιείχαν το κάθε σκεύασμα σε συγκέντρωση ίση με την εμπορικά συνιστώμενη που αναγραφόταν την ετικέτα αυτού. Οι δόσεις των προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την *in vivo* αξιολόγηση τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.4.8-1. Οι εφαρμογές των σκευασμάτων στους καρπούς πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές χρονικές στιγμές: 96, 48 και 24 ώρες πριν την τεχνητή μόλυνση των καρπών, για την μελέτη της προστατευτικής δράσης των σκευασμάτων έναντι του *M. fructicola*, και 24 ώρες μετά την τεχνητή μόλυνση για την αξιολόγηση της θεραπευτικής τους ιδιότητας. Ακόμη, σε κάθε χρονική στιγμή εμβάπτισεων, έγινε εμβάπτιση καρπών σε αποστειρωμένο, απιονισμένο νερό, οι οποίοι χρησίμευσαν ως μάρτυρες για την εξακρίβωση της επιτυχίας της τεχνητής μόλυνσης. Επιπλέον, το σκεύασμα Luna experience χρησιμοποιήθηκε για την εμβάπτιση καρπών, οι οποίοι αποτελούσαν τον χημικό μάρτυρα. Όλες οι πειραματικές μεταχειρίσεις έγιναν σε 3 επαναλήψεις.

Πίνακας 3.4.8-1. Δόσεις εφαρμογών σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου κατά την *in vivo* αξιολόγηση τους για τη διαχείριση της φαιάς σήψης.

Σκεύασμα	Δόση [ml/ 100L]
Bioclean	300
BiFend	300
Novastim	250
Lisophos	300
Softguard	200
Fucovita	200
Luna experience	50

2.1.3.2.4 Αξιολόγηση και στατιστική ανάλυση

Μετά την εφαρμογή των προϊόντων χαμηλού κινδύνου σε καρπούς ροδακίνου και την πραγματοποίηση τεχνητής μόλυνσης αυτών, οι καρποί παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου (25°C και φωτοπερίοδο 10 ώρες/ημέρα) και σχετική υγρασία 90% για 4 ημέρες μετά την μόλυνση. Κατά την περίοδο αυτή, γινόταν συνεχής παρακολούθηση των καρπών και απόρριψη αυτών που εμφάνιζαν λανθάνουσες μολύνσεις. Στο τέλος του διαστήματος αυτού, έγιναν δύο διαφορετικές μετρήσεις: αρχικά καταγράφηκε η συχνότητα της ασθένειας, δηλαδή το ποσοστό των προσβεβλημένων καρπών με συμπτώματα φαιάς σήψης, ανά μεταχείριση. Στη συνέχεια έγινε καταγραφή της σοβαρότητας της ασθένειας, δηλαδή της διαμέτρου της κηλίδας της φαιάς σήψης (σε εκατοστά), που δημιουργήθηκε στην επιφάνεια των καρπών, γύρω από το σημείο της

μόλυνσης, ενώ από τις τιμές αυτές υπολογίστηκε το αντίστοιχο ποσοστό ανάσχεσης συγκριτικά με τον μάρτυρα.

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις μετασυλλεκτικές εφαρμογές των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου αναλύθηκαν στατιστικά με σκοπό την αξιολόγηση της επίδρασης των διαφορετικών μεταχειρίσεων και των χρόνων εφαρμογής στην εκδήλωση της φαιάς σήψης στους καρπούς ροδακίνου. Ως μεταβλητές απόκρισης χρησιμοποιήθηκαν: (α) η ένταση της ασθένειας, εκφρασμένη ως ποσοστό προσβεβλημένων καρπών ανά πειραματική μονάδα, και (β) η σοβαρότητα της ασθένειας, εκφρασμένη ως ανάσχεση της ανάπτυξης της διαμέτρου της κηλίδας της φαιάς σήψης γύρω από το σημείο μόλυνσης συγκριτικά με την μεταχείριση του μάρτυρα (%).

Για κάθε χρονική στιγμή εφαρμογής (96, 48 και 24 ώρες πριν την τεχνητή μόλυνση και 24 ώρες μετά τη μόλυνση), τα δεδομένα αναλύθηκαν ξεχωριστά, ώστε να διερευνηθεί η επίδραση των σκευασμάτων ανεξάρτητα από τον χρόνο εφαρμογής. Αρχικά, ελέγχθηκε η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων με τη δοκιμή Shapiro-Wilk και η ομοιογένεια των διακυμάνσεων με τη δοκιμή Levene. Όταν πληρούνταν οι παραδοχές της κανονικότητας και της ομοιογένειας, εφαρμόστηκε μονοπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης (one-way ANOVA). Σε περιπτώσεις όπου η ανάλυση διακύμανσης ανέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$), ακολούθησε πολλαπλή σύγκριση μέσων τιμών με το κριτήριο Tukey HSD, προκειμένου να εντοπιστούν οι στατιστικώς σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων. Σε περιπτώσεις όπου οι παραδοχές της παραμετρικής ανάλυσης δεν πληρούνταν, χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση με τη δοκιμή Kruskal-Wallis, ενώ για τις εκ των υστέρων συγκρίσεις εφαρμόστηκε το κριτήριο Dunn με διόρθωση Bonferroni. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στις γραφικές απεικονίσεις και στους πίνακες ως μη μετασηματισμένες μέσες τιμές, για λόγους ευκολότερης ερμηνείας.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$, ενώ τα αποτελέσματα εκφράζονται ως μέσες τιμές \pm τυπικό σφάλμα. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού GraphPad Prism (έκδοση 10.6.1).

2.1.4 Αξιολόγηση σκευασμάτων σε προσυλλεκτικές εφαρμογές στον αγρό

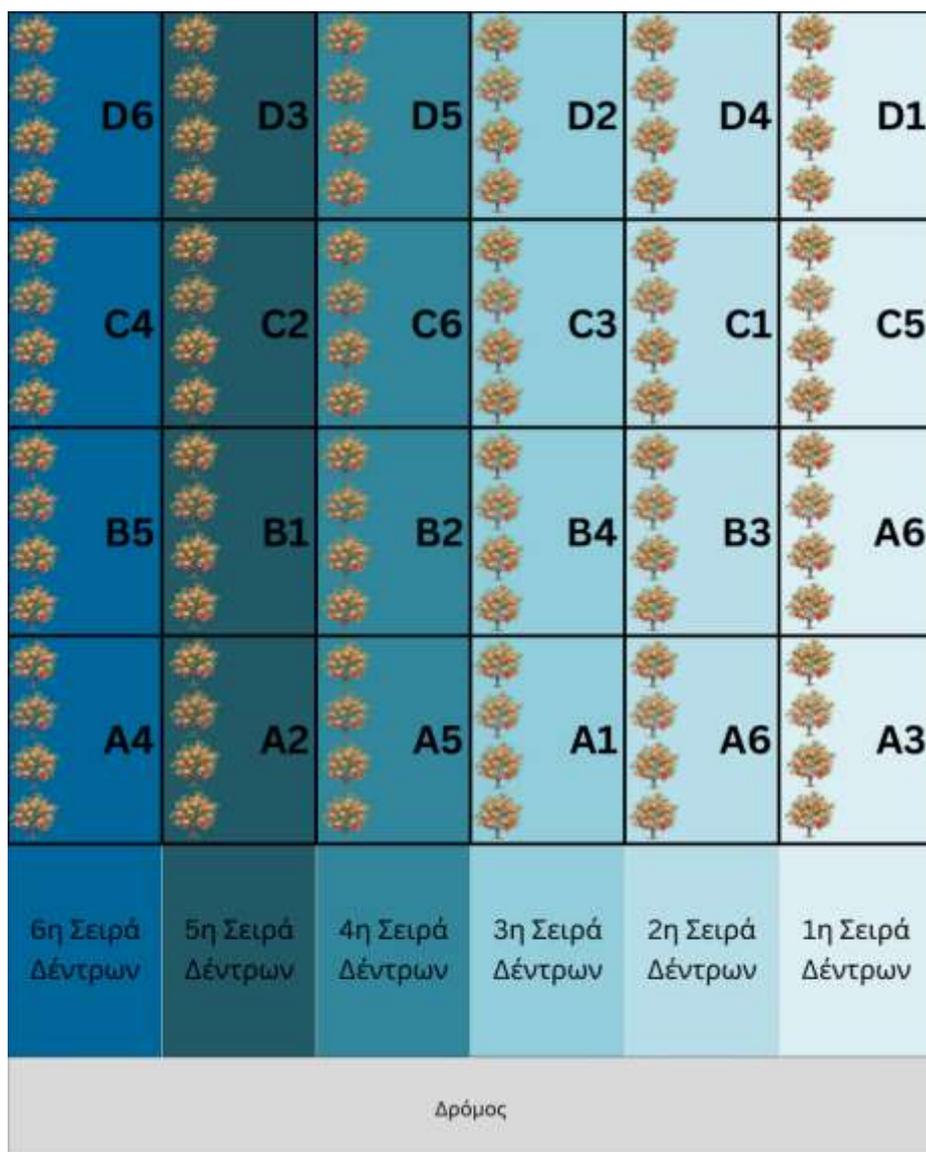
Με την ολοκλήρωση των πειραματικών διαδικασιών για την *in vitro* και *in vivo* αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου (Bioclean, BiFend, Lisophos, Novastim, Fucovita, Softguard και T34 Biocontrol) στην καταπολέμηση της φαιάς σήψης, ακολούθησε αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων με εφαρμογές ψεκασμών στον αγρό. Τα υψηλότερα επίπεδα αποτελεσματικότητας κατά την διεξαγωγή των *in vitro* και *in vivo* δοκιμών επέδειξαν τα σκευάσματα Bifend, Novastim, Fucovita, και Lisophos.

Ο πειραματισμός διεξήχθη σε εμπορικό οπωρώνα ροδακινιάς ποικιλίας Evert στην περιοχή της Ημαθίας. Η ποικιλία επιλέχθηκε λόγω του υψηλού βαθμού ευπάθειάς της στις προσβολές από φαιά σήψη, ώστε να καταστεί δυνατή η αξιόπιστη αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εφαρμοζόμενων επεμβάσεων. Η διάταξη των δέντρων στον αγρό ήταν σε σειρές. Κάθε σειρά δέντρων είχε πλάτος 5 μέτρα και η απόσταση μεταξύ των δέντρων ήταν 3 μέτρα, ενώ η απόσταση μεταξύ των σειρών ήταν 5 μέτρα.

Ο πειραματικός σχεδιασμός ήταν πλήρως τυχαίοποιημένος (Εικόνα 3.4.8-1) και περιέλαβε συνολικά έξι (6) επεμβάσεις, συμπεριλαμβανομένων του αφέκαστου μάρτυρα και του χημικού μάρτυρα (Signum), όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.4.8-2. Κάθε επέμβαση περιέλαβε τέσσερα (4) δένδρα ανά επανάληψη και εφαρμόστηκε σε τέσσερις (4) επαναλήψεις (A-B-C-D), με αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθούν δεκαέξι (16) δένδρα ανά επέμβαση.

Πίνακας 3.4.8-2. Δόσεις σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου που εφαρμόστηκαν κατά την αξιολόγηση τους για την αποτελεσματικότητα διαχείρισης της φαιάς σήψης (*Monilinia spp.*)

Πειραματικές επεμβάσεις		
Επέμβαση	Σκεύασμα	Δόση (ml/100L ψεκαστικού υγρού)
1	Novastim	100,00
2	Fucovita	200,00
3	Bifend	300,00
4	Lisophos	300,00
5	Signum	75,00
6	Untreated	-



Εικόνα 3.4.8-1. Πειραματικός σχεδιασμός προσυλλεκτικών εφαρμογών σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου για την διαχείριση της φαιάς σήψης (*Monilinia* spp.). A-B-c-D: οι τέσσερις (4) επαναλήψεις κάθε μεταχείρισης, 1-6: πειραματικές επεμβάσεις (πίνακας 3.4.8-2).

Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν από την πιστοποιημένη μονάδα Ορθής Πρακτικής Πειραματικής Αποτελεσματικότητας – Good Experimental Practice (Ο.Π.Π.Α – G.E.P.) «Anadiag», σύμφωνα με τις οδηγίες εφαρμογής των σκευασμάτων και τις ισχύουσες απαιτήσεις ορθής γεωργικής πρακτικής. Συγκεκριμένα, έγινε εφαρμογή των σκευασμάτων με βενζινοκίνητο ψεκαστήρα πλάτης και η ποσότητα του ψεκαστικού υγρού που χρησιμοποιήθηκε για την ομοιόμορφη κάλυψη της κόμης και των καρπών των δέντρων ήταν 100 λίτρα/στρέμμα με συγκέντρωση του κάθε σκευάσματος ίση με την εμπορικά συνιστώμενη δόση των σκευασμάτων. Οι εφαρμογές των σκευασμάτων πραγματοποιήθηκαν σε 4 διαφορετικές χρονικές στιγμές: 21, 14, 7 και 3 ημέρες πριν από την ημέρα συγκομιδής. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πρωτόκολλο EPPO PP1-221-1 για την αξιολόγηση φυτοπροστατευτικών προϊόντων έναντι της φαιάς σήψης των πυρηνοκάρπων σε

καρπούς. Η συχνότητα προσβολής εκτιμήθηκε τόσο σε προσυλλεκτικό, όσο και σε μετασυλλεκτικό στάδιο.

Στο προσυλλεκτικό στάδιο, μία (1) ημέρα πριν τη συγκομιδή, πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση του αριθμού των προσβεβλημένων καρπών σε δείγμα 100 καρπών ανά δένδρο. Την ημέρα της συγκομιδής συλλέχθηκαν 25 καρποί ανά δένδρο (σύνολο 100 καρποί ανά πειραματική μονάδα/plot), οι οποίοι μεταφέρθηκαν και αποθηκεύτηκαν σε ψυγεία συντήρησης υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Η μετασυλλεκτική εκτίμηση της προσβολής πραγματοποιήθηκε με καταμέτρηση του αριθμού των συμπτωματικών καρπών μετά από 10 ημέρες παραμονής στην ψύξη. Τα δεδομένα εκφράστηκαν ως ποσοστό προσβεβλημένων καρπών ανά πειραματική μονάδα και χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση των επεμβάσεων.

2.1.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.1.5.1 In vitro αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου

2.1.5.2 Αρχική in vitro αξιολόγηση σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου (screening)

Η *in vitro* αξιολόγηση των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου κατέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς την ικανότητά τους να αναστέλλουν τη μυκηλιακή ανάπτυξη των ειδών *Monilinia fructicola*, *Monilinia fructigena* και *Monilinia laxa*. Συνολικά, παρατηρήθηκε ότι τα περισσότερα σκευάσματα παρουσίασαν αυξανόμενη ανασταλτική δράση με την αύξηση της συγκέντρωσης τους, ωστόσο τα επίπεδα απόκρισης και η σταθερότητα αυτών διέφεραν μεταξύ των προϊόντων.

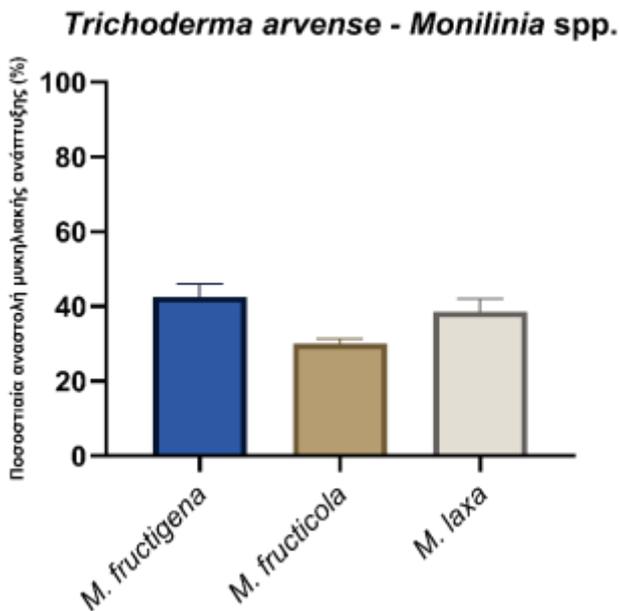
Τα σκευάσματα Bioclean® και Novastim™® παρουσίασαν υψηλά επίπεδα αναστολής της μυκηλιακής ανάπτυξης των ειδών *Monilinia fructicola*, *Monilinia fructigena* και *Monilinia laxa* στις *in vitro* δοκιμές. Το Bioclean® επέδειξε ισχυρή και σταθερή ανασταλτική δράση ήδη από χαμηλότερες συγκεντρώσεις για τα είδη *M. fructicola* και *M. fructigena*, ενώ δεν παρατηρήθηκε πλήρης αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης του *M. laxa* ακόμη και στις πιο υψηλές δόσεις (Γράφημα 3.4.8-2-I). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για το Novastim, με την αποτελεσματικότητα του σκευάσματος στην αναστολή της ανάπτυξης του μύκητα να φτάνει σε επίπεδο 90% και για τα τρία είδη μυκήτων που μελετήθηκαν. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσίασαν σταθερότητα ανεξαρτήτου του είδους του μύκητα, αλλά και αυξημένα επίπεδα ήδη από μικρότερες δόσεις (500-1000-5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$) (Γράφημα 3.4.8-2-III). Αντιθέτως, η αποτελεσματικότητα του Mevalone CS® παρατηρήθηκε αποκλειστικά σε ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις (5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$), ενώ σε χαμηλότερες δόσεις η ανασταλτική του δράση ήταν περιορισμένη ή μη σταθερή, όπως φαίνεται στο Γράφημα 3.4.8-2-VII. Το γεγονός αυτό περιορίζει τη ρεαλιστική δυνατότητα αξιοποίησής του σε συνθήκες αγρού, όπου η εφαρμογή τόσο υψηλών δόσεων απαιτεί μεγάλες ποσότητες του προϊόντος και δεν θεωρείται οικονομικά βιώσιμη. Ως εκ τούτου, το Mevalone δεν επιλέχθηκε για περαιτέρω αναλύσεις, ενώ το Bioclean και το Novastim θα μπορούσαν δυνητικά να αποτελέσουν αποτελεσματικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Το Sekacit® παρουσίασε επίσης υψηλά επίπεδα αναστολής, κυρίως σε μεσαίες και υψηλές συγκεντρώσεις (500–5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$), αν και η απόκριση εμφάνισε μεγαλύτερη διακύμανση μεταξύ των ειδών του μύκητα (Γράφημα 3.4.8-2-VI). Αναφορικά με τα είδη *M. fructicola* και *M. laxa*, δεν σημειώθηκε πλήρης τοξική επίδραση του προϊόντος στην ανάπτυξη του μύκητα, ακόμη και σε συγκέντρωση 5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Μόνο στην περίπτωση του *M. fructigena* και μόνο στην υψηλότερη δόση του προϊόντος τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά. Το γεγονός αυτό δεν θα μπορούσε να υποστηρίξει την καταλληλότητα του προϊόντος για την διαχείριση της φαιάς σήψης σε εφαρμογές ως μοναδικό φυτοπροστατευτικό προϊόν, αλλά θα μπορούσε να αποτελέσει μέρος συνδυαστικών

εφαρμογών για τον περιορισμό της φαιάς σήψης σε συνδυασμό με άλλα μυκητοκτόνα σκευάσματα.

Αντίθετα, τα σκευάσματα Softguard® και το Fucovita® εμφάνισαν μέτρια έως υψηλή ανασταλτική δράση, η οποία όμως ήταν αναλογική της δόσης του προϊόντος και λιγότερο σταθερή μεταξύ των διαφορετικών ειδών του μύκητα (Γραφήματα 3.4.8-2-V και 3.4.8-2-IV, αντίστοιχα). Σε χαμηλές συγκεντρώσεις ($\leq 100 \text{ mg ml}^{-1}$), η επίδρασή τους ήταν περιορισμένη, ενώ σε υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της αναστολής, χωρίς ωστόσο να επιτυγχάνεται καθολική αναστολή της ανάπτυξης. Και τα δύο προϊόντα εμφάνισαν μειωμένη αποτελεσματικότητα στον περιορισμό της ανάπτυξης των ειδών *M. fructigena* και *M. laxa*, ενώ στην περίπτωση του *M. fructicola* η αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης ξεπερνούσε το 60%. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι τα συγκεκριμένα σκευάσματα ενδέχεται να λειτουργούν κυρίως επικουρικά παρεμποδίζοντας μερικώς την ανάπτυξη των *M. fructigena* και των *M. laxa*, ενώ θα μπορούσαν να αποτελέσουν ικανοποιητική λύση για τον περιορισμό του παθογόνου *M. fructicola*.

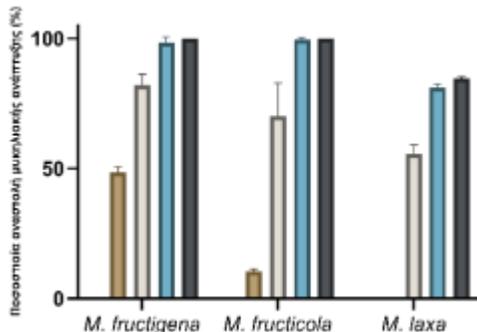
Τα Problad SL® και το Kelpak® παρουσίασαν τη χαμηλότερη συνολική αποτελεσματικότητα έναντι του *M. fructicola*. Παρότι σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρήθηκε μερική αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης των τριών ειδών του μύκητα στην περίπτωση του Problad (Γράφημα 3.4.8-2-VIII), η δράση του ήταν γενικά σημαντικά περιορισμένη. Ομοίως στο Γράφημα 3.4.8-2-IX είναι φανερή η απουσία τοξικής επίδρασης του σκευάσματος Kelpak στα τρία είδη του μύκητα. Η συμπεριφορά αυτή είναι συμβατή με τον χαρακτήρα τους ως βιοδιεγέρτες, των οποίων η κύρια λειτουργία δεν είναι η άμεση τοξική επίδραση στο παθογόνο, αλλά η έμμεση ενίσχυση των μηχανισμών άμυνας του φυτού σε βιοτικές καταπονήσεις.



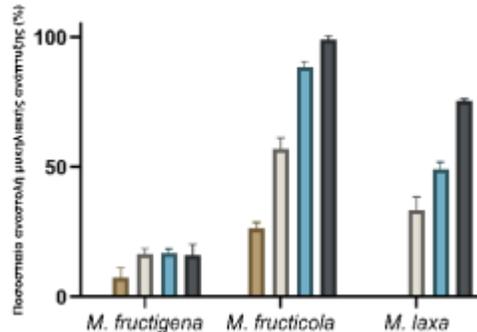
Γράφημα 3.4.8-1. Αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης ειδών του γένους *Monilinia* κατά την διπλή καλλιέργεια τους με τον παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης *T. arvense*.

Τέλος, η αξιολόγηση της διπλής καλλιέργειας με *Trichoderma asperellum* (T34) και τα είδη *M. fructicola*, *M. fructigena* και *M. laxa* ανέδειξε σαφή ανταγωνιστική δράση των μυκήτων (Εικόνα 3.4.8-2). Η αναστολή της ανάπτυξης των ειδών του μύκητα *Monilinia* λόγω της παρουσίας του παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης ξεπέρασε το 42%, 30% και 38%, αντίστοιχα (Γράφημα 3.4.8-1). Η παρατηρούμενη αναστολή αποδίδεται στον ανταγωνισμό για χώρο και θρεπτικά, καθώς και στην πιθανή παραγωγή υδρολυτικών ενζύμων, υποδηλώνοντας τη δυνατότητα του T34 να ενταχθεί σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης, συνδυαστικά με άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

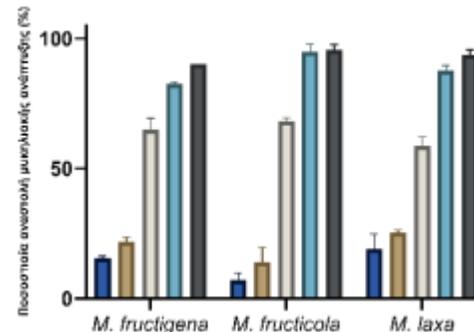
I. Bioclean



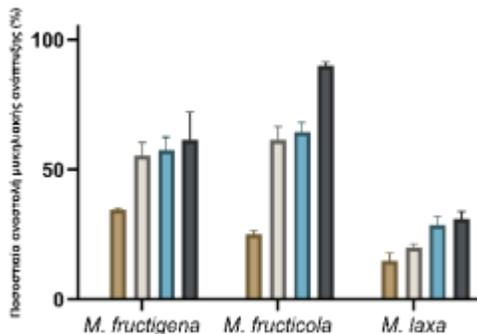
II. Lisophos



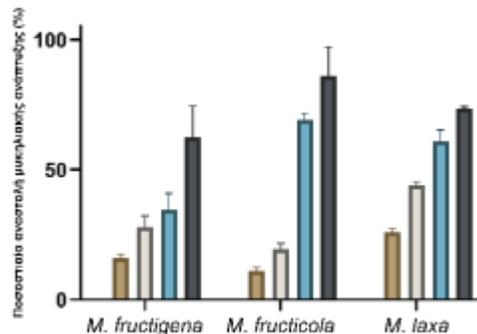
III. Novastim



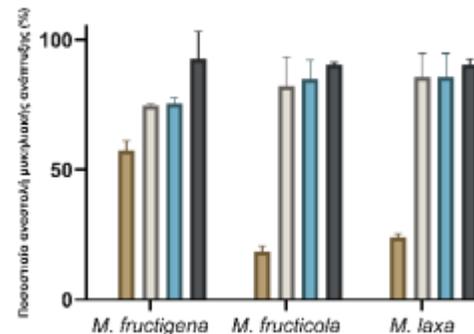
IV. Fucovita



V. Softguard

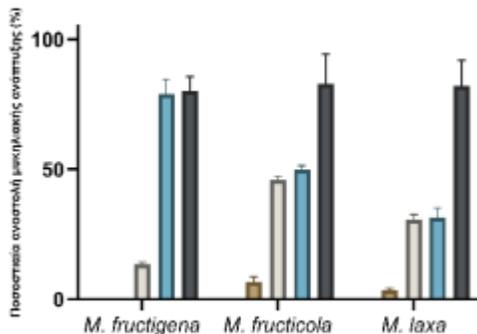


VI. Sekacit

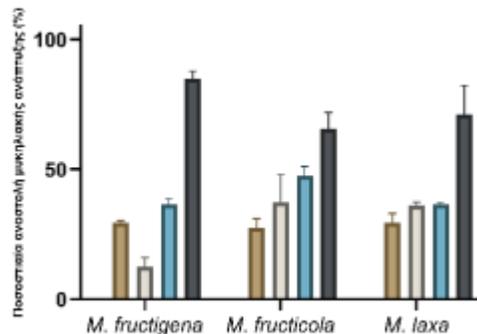


Γράφημα 3.4.8-2. Αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης των ειδών *M. fructicola*, *M. fructigena* και *M. laxa* κατά τις εργαστηριακές δοκιμές ανάπτυξης σε τεχνητό θρεπτικό υλικό εμπλουτισμένο με διαφορετικές δόσεις από τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου (Bioclean, Lisophos, Novastim, Fucovita, Softguard, Sekacit, Mevalone, Problad και Kelpak).

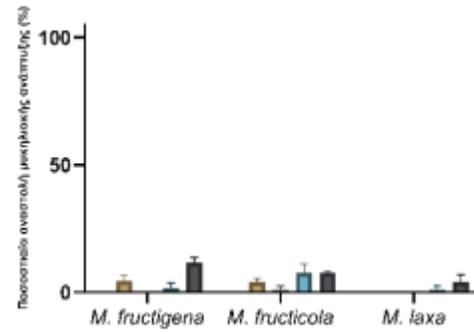
VII. Mevalone

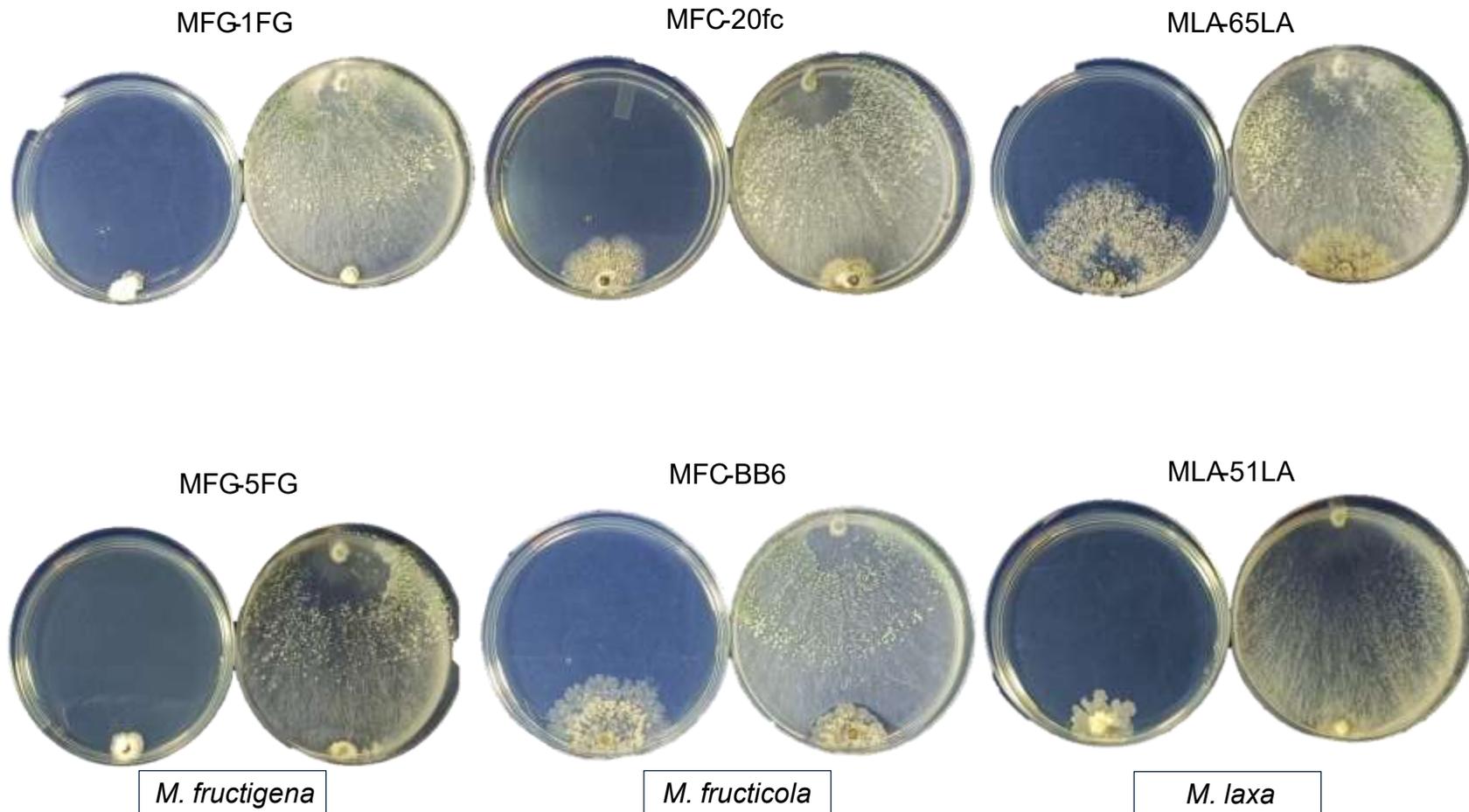


VIII. Problad



IX. Kelpak





Εικόνα 3.4.8-2. Διπλή καλλιέργεια του *T. arvense* με στελέχη των ειδών *M. fructigena* (MFG-1FG, MFG-5FG), *M. fructicola* (MFC-20fc, MFC-BB6) και *M. laxa* (MLA-65LA, MLA-51LA) για την μελέτη της ικανότητας του παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης να περιορίζει την ανάπτυξη ειδών του γένους *Monilia*.

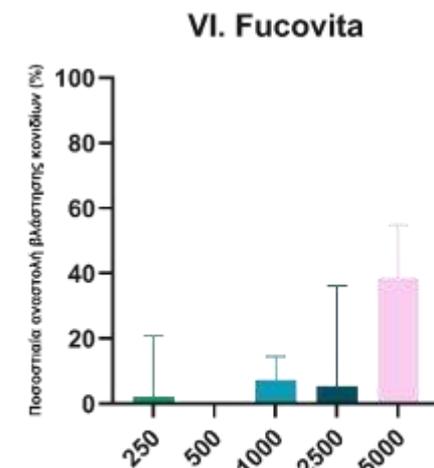
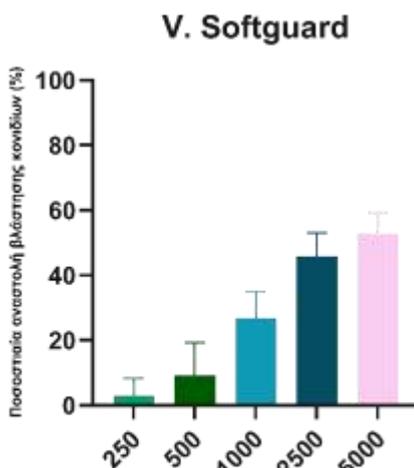
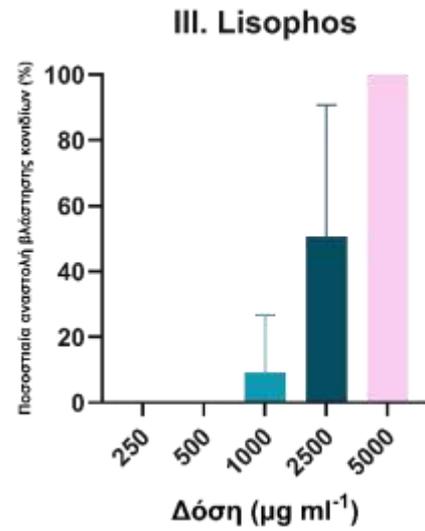
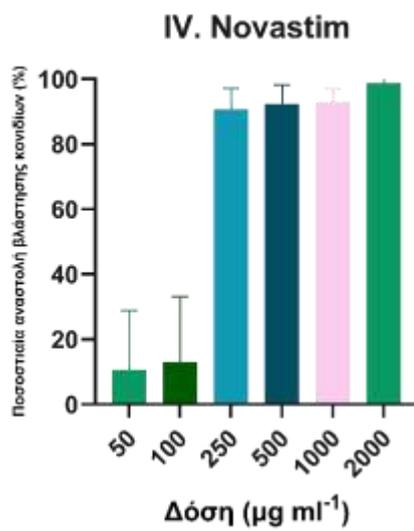
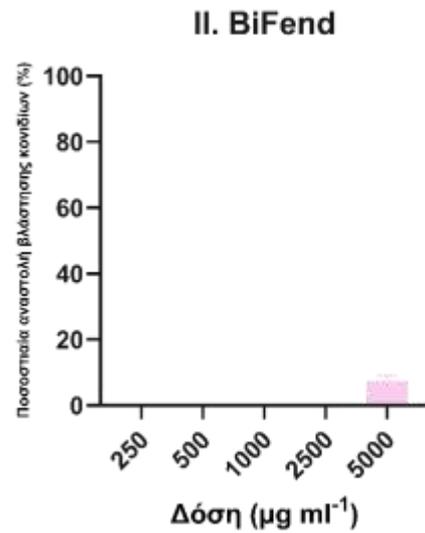
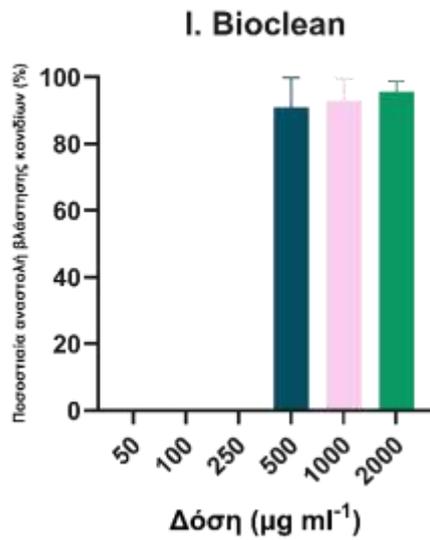
Συνολικά, η πρώτη αυτή *in vitro* αξιολόγηση υποδεικνύει ότι τα σκευάσματα Bioclean® και Novastim και, σε μικρότερο βαθμό, Lisophos, Softguard και Fucovita, εμφανίζουν τη μεγαλύτερη άμεση αποτελεσματικότητα έναντι του *Monilinia fructicola*, ενώ τα υπόλοιπα σκευάσματα παρουσιάζουν δυναμική συμπληρωματικής δράσης σε συνδυαστικά προγράμματα εφαρμογών. Τα αποτελέσματα αυτά αποτέλεσαν τη βάση για την περαιτέρω επιλογή σκευασμάτων προς λεπτομερή *in vitro* αλλά και στη συνέχεια, *in vivo* και *in planta* αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας τους έναντι του *M. fructicola*.

2.1.5.3 Δεύτερη *in vitro* αξιολόγηση επιλεγμένων σκευασμάτων

Μετά την διεξαγωγή της αρχικής *in vitro* μελέτης της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου στον περιορισμό των *M. fructicola*, *M. fructigena* και *M. laxa*, τα πιο αποτελεσματικά σκευάσματα επιλέχθηκαν για περαιτέρω μελέτη έναντι του *M. fructicola*. Στα σκευάσματα αυτά, προστέθηκε και το σκεύασμα BiFend, το οποίο έχει παρόμοια σύσταση με το Bioclean, διαφοροποιούμενο από το τελευταίο, λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης υδροχλωρικής χιτοζάνης. Η προσθήκη του προϊόντος αυτού έγινε λόγω των εντυπωσιακών αποτελεσμάτων που έδειξε το Bioclean στο πρώτο επίπεδο δοκιμών, υποδηλώνοντας την δυνατότητα του BiFend να έχει παρομοίως εντυπωσιακά αποτελέσματα στον περιορισμό του *M. fructicola*. Η μελέτη των ανωτέρω σκευασμάτων επικεντρώθηκε στην δυνατότητα καταπολέμησης του *M. fructicola*, καθώς είναι το πιο συχνά καταγεγραμμένο είδος του γένους *Monilinia* στην Ελλάδα.

Το σκεύασμα Bioclean παρουσίασε πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα τόσο στην αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης, όσο και στη βλάστηση των κονιδίων του *M. fructicola*, επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα από την πρώτη αξιολόγηση. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε πλήρης αναστολή (100%) της μυκηλιακής ανάπτυξης ήδη από τις συγκεντρώσεις των 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$, με τη δράση να διατηρείται σταθερά υψηλή και στις μεγαλύτερες δόσεις (Γράφημα 3.4.8-4-I). Παράλληλα, στις βιοδοκιμές βλάστησης κονιδίων καταγράφηκε ισχυρή ανασταλτική δράση, με σχεδόν πλήρη αναστολή σε συγκεντρώσεις 500, 1000 και 2000 $\mu\text{g ml}^{-1}$, και με ποσοστά 91%, 92.7% και 95.7%, αντίστοιχα (Γράφημα 3.4.8-3-I). Τα αποτελέσματα αυτά καταδεικνύουν ότι το Bioclean διαθέτει άμεση και ισχυρή μυκητοκτόνο δράση, καθιστώντας το ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα σκευάσματα της μελέτης.

Το BiFend, παρότι έχει παρόμοια σύσταση με το Bioclean, εμφάνισε περιορισμένη αποτελεσματικότητα στην αναστολή της βλάστησης κονιδίων, με χαμηλά ποσοστά αναστολής ακόμη και στις υψηλότερες συγκεντρώσεις (7.3%)(Γράφημα 3.4.8-3-II). Στις βιοδοκιμές μυκηλιακής ανάπτυξης παρατηρήθηκε αξιόλογη ανασταλτική δράση, η οποία έγινε εμφανής κυρίως στις συγκεντρώσεις των 1000 και 5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$ (85% και 87.4%, αντίστοιχα), όπως φαίνεται στο γράφημα 3.4.8-4-II. Η διαφοροποίηση αυτή



Γράφημα 3.4.8-3. Ποσοστιαία αναστολή της βλάστησης κονιδίων του *M. fructicola* σε εργαστηριακές δοκιμές σε τεχνητό θρεπτικό υλικό παρουσία σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου σε διαφορετικές συγκεντρώσεις.

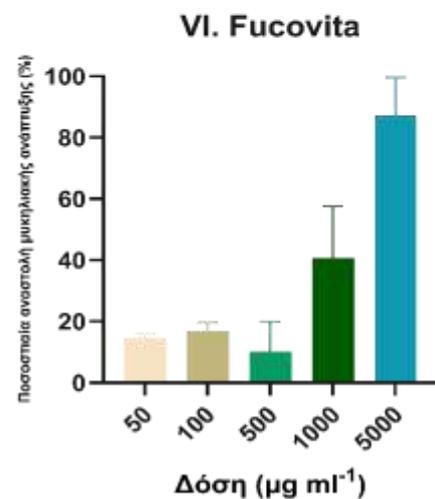
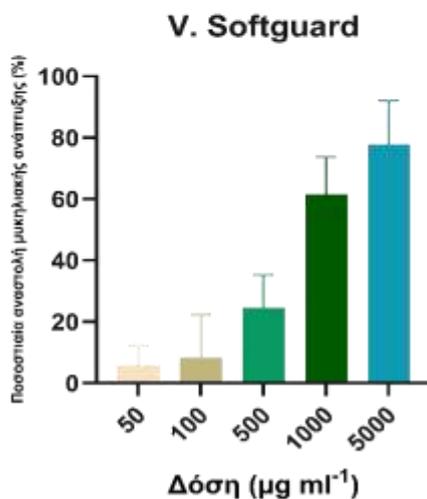
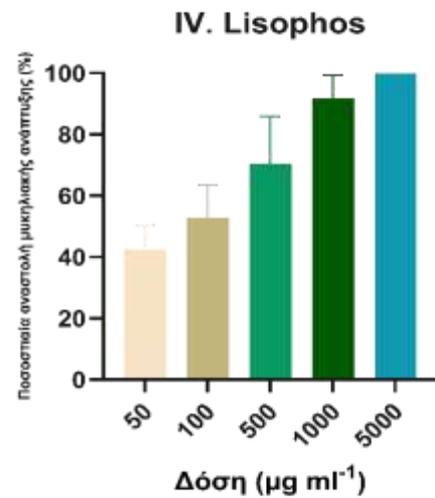
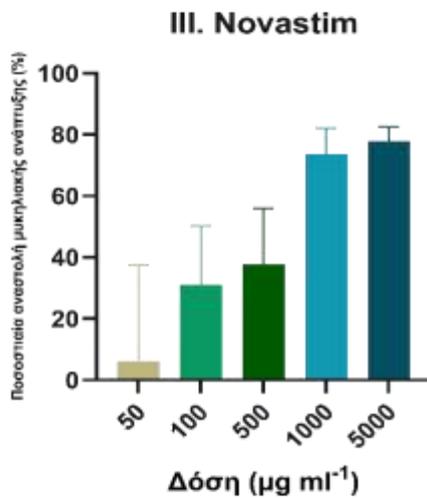
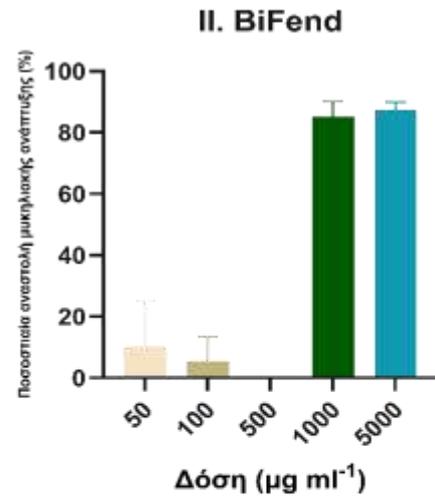
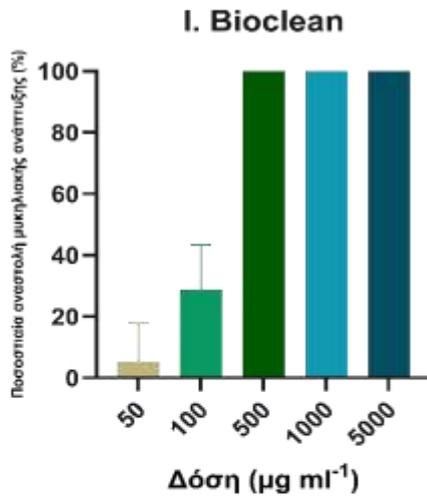
υποδηλώνει, ότι το BiFend δεν επηρεάζει τα αρχικά στάδια του κύκλου ζωής του παθογόνου, παρουσιάζοντας μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στη μυκηλιακή ανάπτυξη παρά στη βλάστηση των κονιδίων.

Το Novastim παρουσίασε ενθαρρυντικά αποτελέσματα αναφορικά με την τοξική επίδραση του στον *M. fructicola*. Συγκεκριμένα, η αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης του μύκητα ήταν εμφανής από τις μικρότερες, ήδη, συγκεντρώσεις του προϊόντος, η οποία αυξανόταν σημαντικά με την αύξηση της δόσης. Σε συγκεντρώσεις ≥ 1000 $\mu\text{g ml}^{-1}$ καταγράφηκαν ποσοστά αναστολής που προσέγγιζαν το 80% (Γράφημα 3.4.8-4-III). Αντίστοιχα, στις βιοδοκιμές παρατηρήθηκαν υψηλά επίπεδα αποτελεσματικότητας στον περιορισμό βλάστησης των κονιδίων σε μικρές συγκεντρώσεις του προϊόντος (250 $\mu\text{g ml}^{-1}$), με την ποσοστιαία αναστολή να είναι 90.7% και να αυξάνεται έως 98.7% με την αύξηση της συγκέντρωσης (Γράφημα 3.4.8-3-III). Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το Novastim δρα αποτελεσματικά τόσο στη μυκηλιακή ανάπτυξη, όσο και στη βλάστηση κονιδίων.

Το Lisophos οδήγησε σε μερική αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης στις χαμηλές συγκεντρώσεις (50 και 100 $\mu\text{g ml}^{-1}$), ωστόσο η αποτελεσματικότητά του αυξήθηκε σημαντικά στις υψηλότερες δόσεις, φτάνοντας σε ποσοστά αναστολής 91.7% και 100% σε δόσεις 1000 και 5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$, αντίστοιχα (Γράφημα 3.4.8-4-IV). Παράλληλα, στις βιοδοκιμές βλάστησης κονιδίων καταγράφηκε ισχυρή ανασταλτική δράση (100%) μόνο στην υψηλότερη δόση του προϊόντος που εξετάστηκε (5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$) (Γράφημα 3.4.8-3-IV). Η εικόνα αυτή υποδηλώνει ότι το Lisophos είναι ιδιαίτερα δραστικό στο στάδιο της μυκηλιακής ανάπτυξης και παρουσιάζει σημαντικό δυναμικό ως εναλλακτικό τρόπο διαχείρισης της φαιάς σήψης.

Το Softguard παρουσίασε σταδιακή και δόσοεξαρτώμενη αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης, με μέτρια αποτελεσματικότητα στις χαμηλές συγκεντρώσεις και σημαντική αύξηση της δράσης του στις υψηλότερες δόσεις (77.8% αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης), χωρίς όμως να επιτυγχάνεται πλήρης αναστολή του παθογόνου σε καμία δόση (Γράφημα 3.4.8-4-V). Η εικόνα κατά τις βιοδοκιμές βλάστησης κονιδίων έδειξε την αύξηση της αποτελεσματικότητας του προϊόντος, αυξανόμενης της δόσης αυτού, αλλά ακόμη και σε υψηλές δόσεις (5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$) η αναστολή σε ξεπέρασε το 55% (Γράφημα 3.4.8-3-V). Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν μέτρια, αλλά σταθερή μυκοστατική δράση, γεγονός που καθιστά το Softguard κατάλληλο κυρίως για ενσωμάτωση σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης. Το Fucovita εμφάνισε χαμηλή αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης στις χαμηλές και μεσαίες συγκεντρώσεις, με αισθητή αύξηση της αποτελεσματικότητας μόνο στην υψηλότερη δόση (87.2% αναστολή σε συγκέντρωση 5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$) (Γράφημα 3.4.8-4-VI). Αντίστοιχα αποτελέσματα καταγράφηκαν και στη βλάστηση των κονιδίων με περιορισμένη δυνατότητα αναστολής, η οποία έγινε εμφανής μόνο σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (5000 $\mu\text{g ml}^{-1}$), με την αποτελεσματικότητα να μην ξεπερνάει το 40% (Γράφημα 3.4.8-3-VI). Η συνολική εικόνα υποδηλώνει ότι το Fucovita δρα κυρίως έμμεσα και δεν

παρουσιάζει ισχυρή άμεση τοξική επίδραση έναντι του *M. fructicola*.

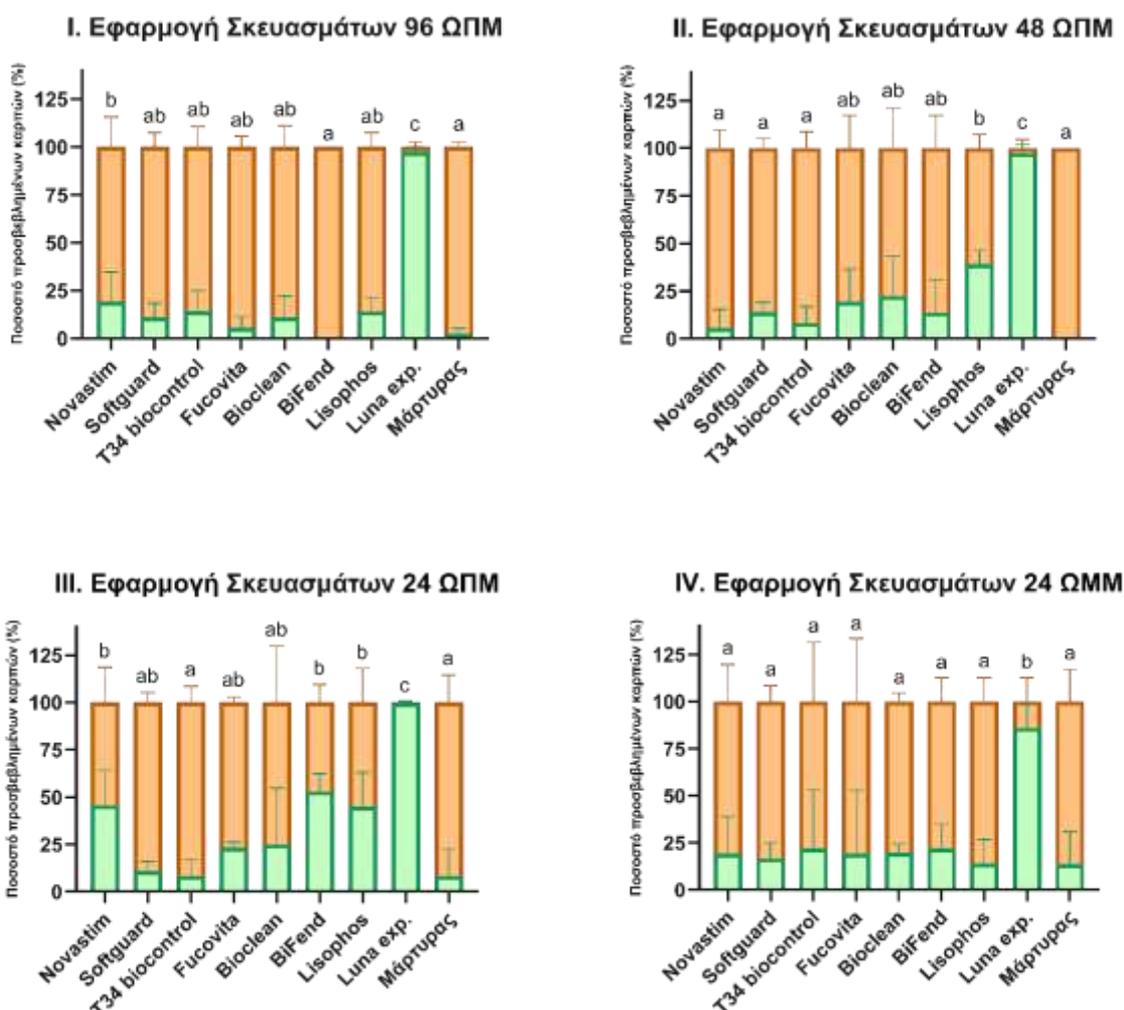


Γράφημα 3.4.8-4. Ποσοστιαία αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης του *M. fructicola* σε εργαστηριακές δοκιμές σε τεχνητό θρεπτικό υλικό παρουσία σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου σε διαφορετικές συγκεντρώσεις

Συνολικά, η συνδυαστική αξιολόγηση αναστολής της μυκηλιακής ανάπτυξης και της βλάστησης κονιδίων ανέδειξε το Bioclean και το Novastim ως τα πλέον αποτελεσματικά σκευάσματα με άμεση και ισχυρή μυκητοκτόνο δράση. Το Lisophos παρουσίασε ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα στην αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης, χωρίς ιδιαίτερα αποτελέσματα στη βλάστηση κονιδίων. Τα Softguard και Fucovita εμφάνισαν μέτρια έως περιορισμένη τοξικότητα έναντι του μύκητα, κυρίως σε πολύ υψηλές δόσεις. Για την συνέχεια της μελέτης, τα ίδια προϊόντα αξιολογήθηκαν σε μετασυλλεκτικές εφαρμογές για την διαχείριση της φαιάς σήψης σε ροδάκινα.

2.1.5.4 Αποτελεσματικότητα μετασυλλεκτικών εφαρμογών σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου στην διαχείριση της φαιάς σήψης

2.1.5.5 Επίδραση των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου στην ένταση της ασθένειας



Γράφημα 3.4.8-5. Αποτελεσματικότητα σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου στη μείωση της συχνότητας προσβεβλημένων καρπών εκφραζόμενη ως ποσοστό προσβεβλημένων και υγιών καρπών. (ΩΠΜ: Ώρες Πριν την Μόλυνση, ΩΜΜ: Ώρες Μετά την Μόλυνση)

Η αξιολόγηση της συχνότητας της φαιάς σήψης, εκφρασμένης ως ποσοστό προσβεβλημένων καρπών ανά μεταχείριση (συχνότητα ασθένειας-disease incidence), κατέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου, οι οποίες επηρεάστηκαν έντονα από τον χρόνο εφαρμογής.

Στις προστατευτικές εφαρμογές 96 ώρες πριν την τεχνητή μόλυνση των καρπών, το σκεύασμα Bioclean παρουσίασε τη μεγαλύτερη μείωση της έντασης της ασθένειας, με

σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά προσβεβλημένων καρπών (80%) σε σύγκριση με τον αφέκαστο μάρτυρα (100%). Οι τιμές αυτές διέφεραν στατιστικά από τον χημικό μάρτυρα (Luna experience), γεγονός που υποδηλώνει υψηλή αποτελεσματικότητα του σκευάσματος έναντι του παθογόνου, αλλά όχι στα επίπεδα που προσφέρει το Luna experience (Γράφημα 3.4.8-5-I).

Στις εφαρμογές 48 ώρες πριν την μόλυνση, το πιο αποτελεσματικό σκεύασμα στη μείωση του ποσοστού προσβεβλημένων καρπών καταγράφηκε να είναι το Lisophos με 39% λιγότερους συμπτωματικούς καρπούς, σε σχέση με τον αφέκαστο μάρτυρα. Ωστόσο, ο χημικός μάρτυρας σημείωσε τη μεγαλύτερη στατιστικώς σημαντική διαφορά συγκριτικά με τον μάρτυρα, αλλά και όλα τα προϊόντα που αξιολογήθηκαν (Γράφημα 3.4.8-5-II).

Όταν πραγματοποιήθηκαν εμβαπτίσεις των καρπών ροδακίνου 24 ώρες πριν την τεχνητή μόλυνση, παρατηρήθηκε αυξημένη τάση της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων, καθώς οι προσβεβλημένοι καρποί την ημέρα της μέτρησης ήταν λιγότεροι. Πιο συγκεκριμένα, τα σκευάσματα Bifend, Novastim και Lisophos ήταν κατά σειρά τα αποτελεσματικότερα με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τον μάρτυρα με ποσοστά προσβεβλημένων καρπών 47, 64.3 και 65%, αντίστοιχα, ενώ στον μάρτυρα καταγράφηκε 91.7% συμπτωματικών καρπών. Τα χαμηλά επίπεδα προσβολής μετά την εφαρμογή των τριών αυτών σκευασμάτων σε σχέση με τα υπόλοιπα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου καταδεικνύουν σταθερότητα της προστατευτικής τους δράσης ακόμη και σε μικρό χρονικό διάστημα πριν την έκθεση στο παθογόνο (Γράφημα 3.4.8-5-III).

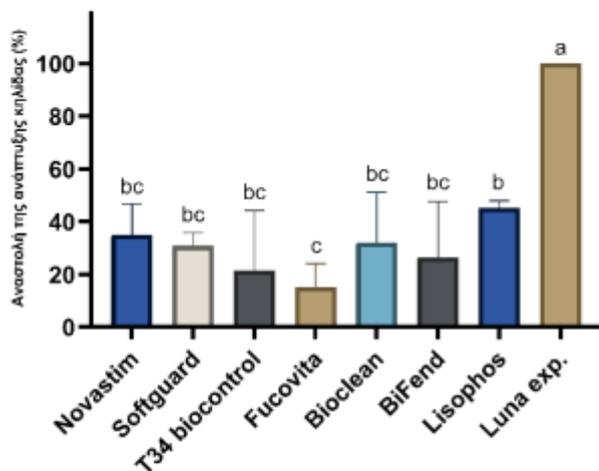
Στις θεραπευτικές εφαρμογές (24 ώρες μετά την τεχνητή μόλυνση), η ένταση της ασθένειας παρέμεινε υψηλή στις περισσότερες μεταχειρίσεις. Κανένα από τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου που αξιολογήθηκαν δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση από τα επίπεδα προσβολής που καταγράφηκαν στον μάρτυρα. Ο χημικός μάρτυρας διατήρησε τα υψηλά επίπεδα αποτελεσματικότητας ακόμη και μνητοκτόνο με θεραπευτική ιδιότητα (Γράφημα 3.4.8-5-IV).

2.1.5.6 Επίδραση των σκευασμάτων στην ένταση της φαιάς σήψης

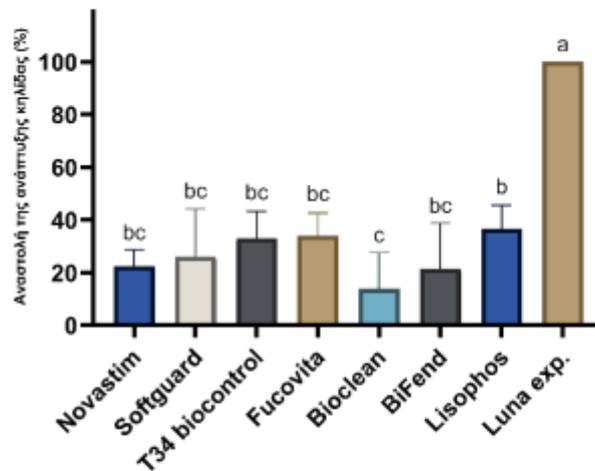
Η ένταση της φαιάς σήψης, εκφρασμένη ως αναστολή της ανάπτυξης της σήψης επί της επιφάνειας των καρπών περιφερειακά του σημείου μόλυνσης (ένταση ασθένειας-disease severity) σε σχέση με τον αφέκαστο μάρτυρα, ανέδειξε ακόμη σαφέστερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των σκευασμάτων και αποτέλεσε πιο ευαίσθητο δείκτη αξιολόγησης της αποτελεσματικότητάς τους.

Τα σκευάσματα Bifend και Lisophos προκάλεσαν τη μεγαλύτερη αναστολή της ανάπτυξης της κηλίδας σε όλες τις προστατευτικές εφαρμογές, με τη δράση τους να είναι εντονότερη στις εφαρμογές 96 και 24 ώρες πριν τη μόλυνση, όπου η διάμετρος της κηλίδας περιορίστηκε σημαντικά. Αναλυτικότερα, το Lisophos οδήγησε σε μείωση της κηλίδας που προκλήθηκε από την προσβολή από τον *M. fructicola* κατά 45.15%, όταν εφαρμόστηκε 96 ώρες πριν την μόλυνση. Κατά την ίδια χρονική στιγμή εμβάπτισης, τα αμέσως σημαντικότερα αποτελέσματα μετά του Lisophos παρουσίασαν το Novastim με 35% μείωση της κηλίδας και το Bioclean με 32%, αντίστοιχα (Γράφημα

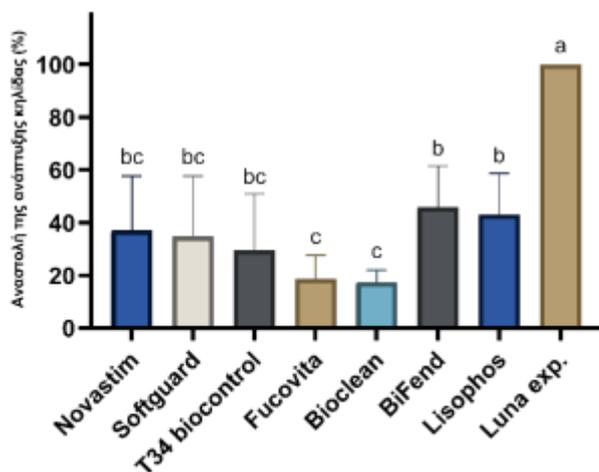
I. Εφαρμογή Σκευασμάτων 96 ΩΠΜ



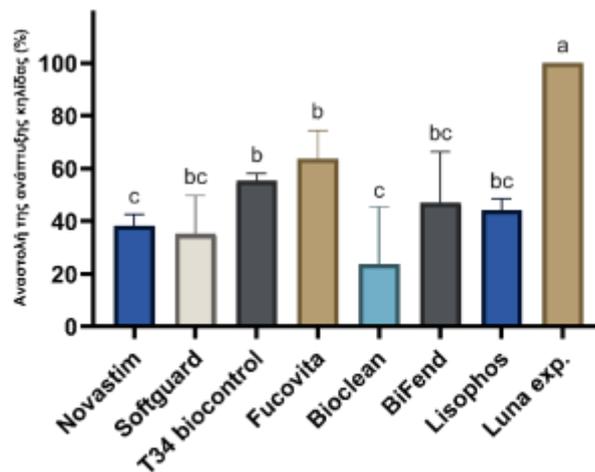
II. Εφαρμογή Σκευασμάτων 48 ΩΠΜ



III. Εφαρμογή Σκευασμάτων 24 ΩΠΜ



IV. Εφαρμογή Σκευασμάτων 24 ΩΜΜ



Γράφημα 3.4.8-6. Αποτελεσματικότητα σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου στη μείωση της σοβαρότητας της φαιάς σήψης εκφραζόμενη ως ποσοστιαία αναστολή της ανάπτυξης της κηλίδας σήψης επί της επιφάνειας των καρπών. (ΩΠΜ: Ώρες Πριν την Μόλυνση, ΩΜΜ: Ώρες Μετά την Μόλυνση)

3.4.8-6-I). Η εφαρμογή των σκευασμάτων 48 ώρες πριν την μόλυνση, οδήγησε σε μείωση της διαμέτρου της κηλίδας της φαιάς σήψης στην περίπτωση του Lisophos κατά 36.5%, ακολουθούμενο σε αποτελεσματικότητα από τα Fucovita και T34-biocontrol με 34% και 32.9%, αντίστοιχα (Γράφημα 3.4.8-6-II).

Όπως και στην μελέτη της έντασης της ασθένειας, τα καλύτερα αποτελέσματα στην καταπολέμηση της φαιάς σήψης παρατηρήθηκαν στην εμβάπτιση των καρπών 24 ώρες πριν την μόλυνση. Στην περίπτωση αυτή τα αποτελεσματικότερα σκευάσματα φάνηκε να είναι το BiFend και το Lisophos με 45.8% και 43%, αντίστοιχα, μείωση της έκτασης των συμπτωμάτων στην επιφάνεια των καρπών (Γράφημα 3.4.8-6-III). Η εφαρμογή των σκευασμάτων ως θεραπευτική μεταχείριση μετά την μόλυνση δημιούργησε μικρότερες διαφοροποιήσεις, όπως φαίνεται στο γράφημα 3.4.8-6-IV, με το Fucovita

να οδηγεί σε αποτελεσματική μείωση της διαμέτρου της κηλίδας της φαιάς σήψης κατά 63.7%, το T34-biocontrol κατά 55.3%, το BiFend κατά 47.05% και το Lisophos κατά 44.2%. Τα σκευάσματα Novastim και Softguard σημείωσαν μικρότερη αποτελεσματικότητα, αλλά επίσης σε σημαντικά επίπεδα (38.4% και 35.15%, αντίστοιχα), με το λιγότερο αποτελεσματικό σκεύασμα να είναι το Bioclean (23.7% μείωση της διαμέτρου της κηλίδας).

Συνοψίζοντας, η αξιολόγηση της σοβαρότητας της φαιάς σήψης ανέδειξε σαφείς διαφοροποιήσεις μεταξύ των σκευασμάτων, με τα BiFend και Lisophos να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη και πιο σταθερή ανασταλτική δράση στην ανάπτυξη της κηλίδας, ιδίως όταν εφαρμόστηκαν προληπτικά.

2.1.5.7 Συνολική αξιολόγηση των μετασυλλεκτικών εφαρμογών σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου

Η συνολική αξιολόγηση των μετασυλλεκτικών εφαρμογών κατέδειξε ότι τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στη διαχείριση της φαιάς σήψης του ροδάκινου, ωστόσο η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό τόσο από τον χρόνο εφαρμογής όσο και από το εξεταζόμενο κριτήριο αξιολόγησης (ένταση έναντι σοβαρότητας της ασθένειας). Γενικά, οι προστατευτικές εφαρμογές πριν από την τεχνητή μόλυνση ήταν σαφώς αποτελεσματικότερες από τις κατασταλτικές, επιβεβαιώνοντας ότι τα σκευάσματα αυτά δρουν κυρίως προληπτικά και όχι ως ισχυρά κατασταλτικά μέσα μετά την εγκατάσταση του παθογόνου.

Η ένταση της ασθένειας ανέδειξε περιορισμένη αλλά αξιοσημείωτη μείωση του ποσοστού προσβεβλημένων καρπών για ορισμένα σκευάσματα, κυρίως στις εφαρμογές 24 και 48 ώρες πριν τη μόλυνση, με τα BiFend, Lisophos και Novastim να εμφανίζουν τη μεγαλύτερη σταθερότητα δράσης. Παρ' όλα αυτά, σε καμία χρονική στιγμή τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου δεν ξεπέρασαν την αποτελεσματικότητα του χημικού μάρτυρα, ιδιαίτερα στις κατασταλτικές εφαρμογές, όπου η ένταση της προσβολής παρέμεινε υψηλή.

Αντίθετα, η σοβαρότητα της φαιάς σήψης αποδείχθηκε σαφώς πιο ευαίσθητος και διακριτικός δείκτης αξιολόγησης. Μέσω αυτού, αναδείχθηκε ξεκάθαρα η υψηλή και σταθερή αποτελεσματικότητα των BiFend και Lisophos, τόσο σε πρώιμες (96 ώρες) όσο και σε όψιμες (24 ώρες) προστατευτικές εφαρμογές, αλλά και η ικανότητα ορισμένων σκευασμάτων (όπως Fucovita και T34-biocontrol) να περιορίζουν σημαντικά την εξέλιξη της κηλίδας ακόμη και όταν εφαρμόστηκαν κατασταλτικά. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι, αν και τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου δεν μπορούν να υποκαταστήσουν πλήρως τα συμβατικά μυκητοκτόνα σε επίπεδο έντασης της ασθένειας, μπορούν να μειώσουν ουσιαστικά τη σοβαρότητα των συμπτωμάτων και, κατ' επέκταση, την ποιοτική υποβάθμιση των καρπών.



Bioclean



BiFend



Novastim



Lisophos



Μάρτυρας



Softguard



Fucovita



T34-biocontrol



Luna
Experience

Εικόνα 3.4.8-3. Συμπτωματικοί καρποί ροδακίνου 48 ώρες μετά από τεχνητή μόλυνση με τον *M. fructicola* και κατόπιν εφαρμογής σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου 96 ώρες πριν από την μόλυνση.



Bioclean



BiFend



Novastim



Lisophos



Μάρτυρας



Softguard



Fucovita



T34-biocontrol



Luna
Experience

Εικόνα 3.4.8-4. Συμπτωματικοί καρποί ροδακίνου 48 ώρες μετά από τεχνητή μόλυνση με τον *M. fructicola* και κατόπιν εφαρμογής σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου 48 ώρες πριν από την μόλυνση.



Bioclean



BiFend



Novastim



Lisophos



Μάρτυρας



Softguard



Fucovita



T34-biocontrol



Luna
Experience

Εικόνα 3.4.8-5. Συμπτωματικοί καρποί ροδακίνου 48 ώρες μετά από τεχνητή μόλυνση με τον *M. fructicola* και κατόπιν εφαρμογής σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου 24 ώρες πριν από την μόλυνση.



Bioclean



BiFend



Novastim



Lisophos



Μάρτυρας



Softguard



Fucovita



T34-biocontrol



Luna
Experience

Εικόνα 3.4.8-6. Συμπτωματικοί καρποί ροδακίνου 48 ώρες μετά από τεχνητή μόλυνση με τον *M. fructicola* και κατόπιν εφαρμογής σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου 24 ώρες μετά από την μόλυνση.

Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν, ότι τα BiFend και Lisophos αποτελούν τα πλέον υποσχόμενα σκευάσματα για μετασυλλεκτική χρήση έναντι της φαιάς σήψης, ιδίως στο πλαίσιο προληπτικών εφαρμογών. Η ενσωμάτωση τέτοιων προϊόντων σε στρατηγικές ολοκληρωμένης διαχείρισης μπορεί να συμβάλει στη μείωση της εξάρτησης από χημικά μυκητοκτόνα, στη διατήρηση της ποιότητας των καρπών κατά τη μετασυλλεκτική περίοδο και στη βιώσιμη διαχείριση της ασθένειας.

2.1.5.8 Αποτελεσματικότητα προσυλλεκτικών εφαρμογών σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου έναντι της φαιάς σήψης (*Monilinia spp.*)

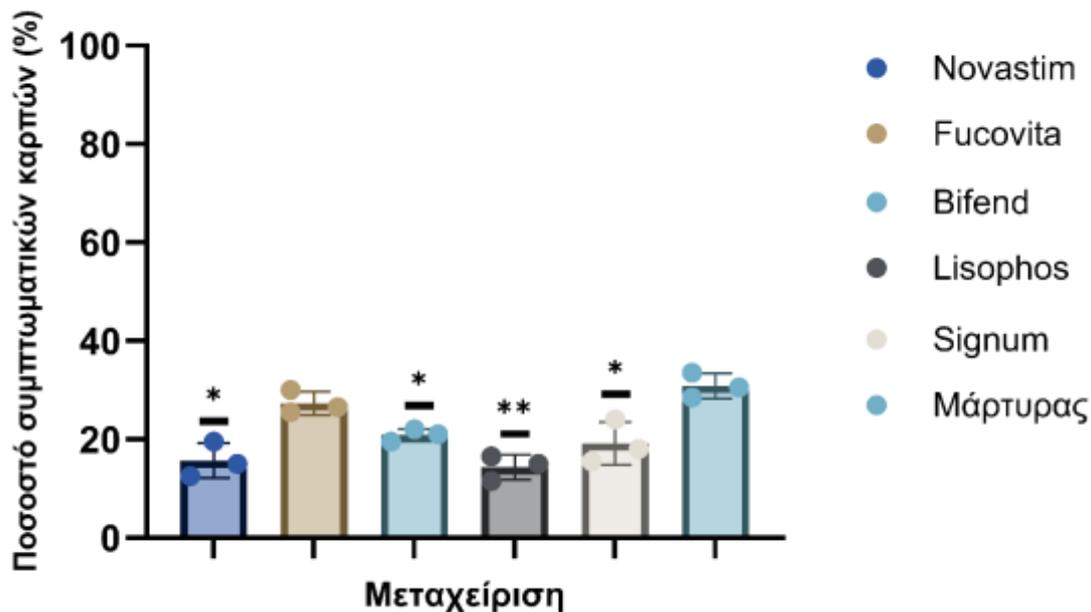
2.1.5.9 Προσυλλεκτική αξιολόγηση (μία ημέρα πριν τη συγκομιδή)

Η προσυλλεκτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου, μία ημέρα πριν τη συγκομιδή, ανέδειξε σαφείς διαφοροποιήσεις μεταξύ των επεμβάσεων ως προς τη συχνότητα προσβολής των καρπών από *Monilinia spp.* (Εικόνα 3.4.8-7).



Εικόνα 3.4.8-7. Συμπτωματικοί καρποί από προσβολές του *Monilinia spp.*, οι οποίοι καταμετρήθηκαν κατά την αξιολόγηση των προσυλλεκτικών εφαρμογών σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου για την διαχείριση της φαιάς σήψης.

Ο αφέκαστος μάρτυρας παρουσίασε τα υψηλότερα ποσοστά προσβεβλημένων καρπών, επιβεβαιώνοντας την έντονη παρουσία του παθογόνου στον πειραματικό αγρό και την καταλληλότητα των συνθηκών για την εκδήλωση της φαιάς σήψης.

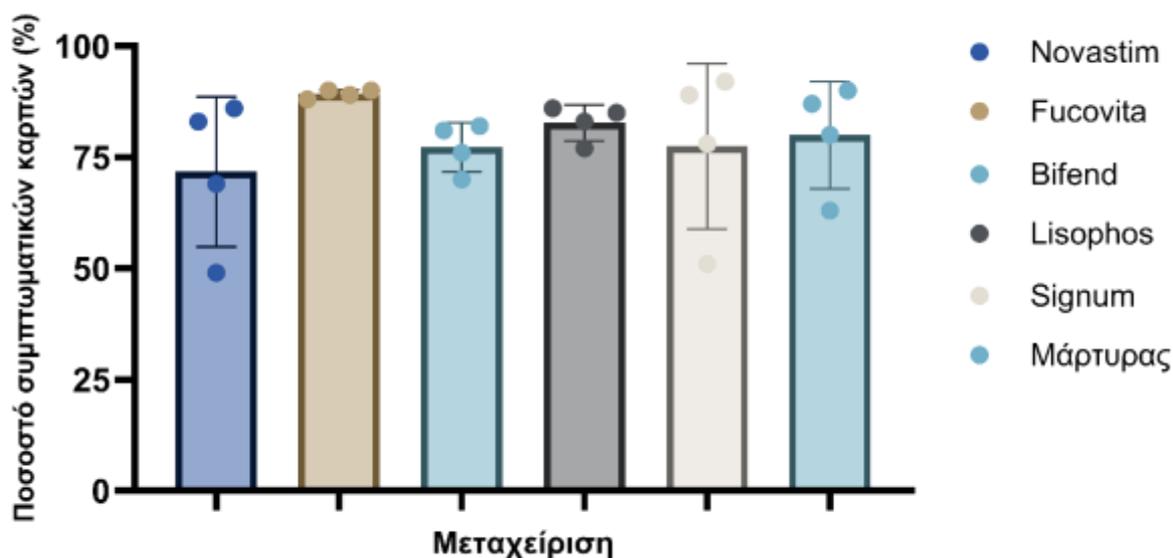


Γράφημα 3.4.8-7. Ποσοστό προσβεβλημένων καρπών από τον *Monilinia* spp. ανά δέντρο μετά από εφαρμογές σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου 21, 14,7 και 3 ημέρες πριν την συγκομιδή. Ημέρα αξιολόγησης: μια ημέρα πριν την συγκομιδή. Η στατιστική ανάλυση απεικονίζεται με τη χρήση αστερίσκου για τις μεταχειρίσεις που διαφοροποιούνται στατιστικώς σημαντικά από τον μάρτυρα ($p < 0.05$) και με διπλό αστερίσκο για τις μεταχειρίσεις με μεγάλη στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.01$).

Μεταξύ των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου, τα καλύτερα αποτελέσματα καταγράφηκαν στην περίπτωση των δέντρων που είχαν δεχθεί εφαρμογές με το Lisophos. Πιο συγκεκριμένα, σημειώθηκε μείωση του ποσοστού προσβεβλημένων καρπών ανά δέντρο στο 14.3%, από το 30.8% που αντιστοιχεί στον αφέκαστο μάρτυρα. Εντυπωσιακά αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και μετά από εφαρμογές με το Novastim μειώνοντας το αντίστοιχο ποσοστό προσβεβλημένων καρπών στο 15.6%. Και τα δύο αυτά σκευάσματα είχαν καλύτερα αποτελέσματα ακόμη και από τον χημικό μάρτυρα (Signum), ο οποίος οδήγησε σε παρουσία προσβεβλημένων καρπών σε ποσοστό 19.2% του συνόλου των καρπών ανά δέντρο. Ακόμη, λιγότερο αποτελεσματικό από τα παραπάνω σκευάσματα, αλλά σημειώνοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά από τον μάρτυρα φαίνεται να είναι το Bifend (20.8%). Αντίθετα, το σκεύασμα Fucovita παρουσίασε περιορισμένη δράση έναντι του *Monilinia* spp., με ποσοστά προσβολής κοντά σε αυτά που καταγράφηκαν στον μάρτυρα (27.3%), χωρίς καμία στατιστική διαφοροποίηση από αυτόν (Γράφημα 3.4.8-7). Συνολικά, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης προσυλλεκτικών εφαρμογών υποδεικνύουν ότι τα Lisophos, Novastim και BiFend διαθέτουν ικανοποιητική προστατευτική δράση στον αγρό, μειώνοντας τη συχνότητα πρωτογενών προσβολών πριν τη συγκομιδή.

2.1.5.10 Μετασυλλεκτική αξιολόγηση μετά από 10 ημέρες συντήρησης σε ψύξη

Η εκτίμηση της προσβολής από τον *Monilinia* spp. σε καρπούς ροδάκινου σε μετασυλλεκτικό επίπεδο, μετά από 10 ημέρες συντήρησης των καρπών σε συνθήκες ψύξης ανέδειξε την ανάγκη εύρεσης νέων εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης της φαιάς σήψης και ειδικά των λανθανουσών μολύνσεων που εκφράζονται στο στάδιο της αποθήκευσης και διακίνησης των καρπών.



Γράφημα 3.4.8-8. Ποσοστό συμπτωματικών καρπών με συμπτώματα φαιάς σήψης σε μετασυλλεκτικό στάδιο κατά την αξιολόγηση της επίδρασης προσυλλεκτικών εφαρμογών με σκευάσματα χαμηλού κινδύνου. Ημέρα αξιολόγησης: δέκα ημέρες μετά την συγκομιδή σε συνθήκες ψύξης (4°C). Δεν σημειώθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων και του μάρτυρα, για αυτό και δεν υπάρχει η αντίστοιχη απεικόνιση.

Κατά την αξιολόγηση παρατηρήθηκε γενικευμένη αύξηση του ποσοστού προσβεβλημένων καρπών σε όλες τις μεταχειρίσεις, συμπεριλαμβανομένου του αφέκαστου μάρτυρα, γεγονός που καταδεικνύει την εμφάνιση λανθανουσών μολύνσεων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Τα σκευάσματα BiFend, Lisophos, Fucovita και Novastim παρουσίασαν αριθμητικά χαμηλότερα ποσοστά προσβολής σε σύγκριση με τον μάρτυρα, τα οποία κυμάνθηκαν από 71.75% έως 89.25%, έναντι του μάρτυρα που παρουσίασε 80% προσβεβλημένων καρπών. Ωστόσο, οι διακυμάνσεις αυτές δεν συνοδεύτηκαν από στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση (Γράφημα 3.4.8-8).

2.1.6 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη αξιολόγησε τη δυναμική σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου έναντι της φαιάς σήψης που προκαλείται από είδη του γένους *Monilinia*, με διαδοχική προσέγγιση που περιέλαβε: (i) αρχικό *in vitro* screening σε τρία είδη του μύκητα (*M. fructicola*, *M. fructigena*, *M. laxa*), (ii) δεύτερη, στοχευμένη *in vitro* αξιολόγηση επιλεγμένων σκευασμάτων εστιάζοντας στον *M. fructicola* και στα δύο κρίσιμα στάδια του βιολογικού κύκλου (μυκηλιακή ανάπτυξη και βλάστηση κονιδίων) και (iii) *in vivo* μετασυλλεκτική αξιολόγηση σε καρπούς ροδάκινου, με εξέταση τόσο της συχνότητας όσο και της έντασης της ασθένειας σε διαφορετικούς χρόνους εφαρμογής. Τέλος, ακολούθησε πιλοτική προσυλλεκτική αξιολόγηση στον αγρό, ώστε να διερευνηθεί η αντιστοιχία της αποτελεσματικότητας σε εργαστηριακές συνθήκες ή μετασυλλεκτικής διαχείρισης, σε συνθήκες ανοιχτής καλλιέργειας.

Η αρχική *in vitro* αξιολόγηση ανέδειξε σαφείς διαφοροποιήσεις μεταξύ των προϊόντων, επιβεβαιώνοντας, ότι η άμεση τοξική δράση έναντι των ειδών *Monilinia* δεν είναι κοινό χαρακτηριστικό όλων των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου και εξαρτάται έντονα από τη δόση του προϊόντος και το είδος του παθογόνου. Τα Bioclean® και Novastim™ αναδείχθηκαν ως τα πλέον υποσχόμενα, παρουσιάζοντας υψηλή και σχετικά σταθερή αναστολή σε ευρύτερο φάσμα συγκεντρώσεων. Αντίθετα, η αποτελεσματικότητα του Mevalone CS® καταγράφηκε μόνο σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις, γεγονός που περιόρισε τη ρεαλιστική αξιοποίησή του. Σκευάσματα όπως Softguard® και Fucovita® εμφάνισαν μέτρια, δοσοεξαρτώμενη δράση, ενώ Problad SL® και Kelpak® παρουσίασαν χαμηλή ή αμελητέα άμεση τοξική επίδραση, εύρημα συμβατό με τον χαρακτήρα τους ως σκευασμάτων που στοχεύουν κυρίως σε έμμεσους μηχανισμούς (ενεργοποίηση μηχανισμών άμυνας του καρπού). Παράλληλα, η διπλή καλλιέργεια με *Trichoderma asperellum* (T34) κατέδειξε αξιοσημείωτη ανταγωνιστική δράση, υποστηρίζοντας τη δυνατότητα ένταξής του σε ολοκληρωμένα προγράμματα διαχείρισης.

Η δεύτερη, στοχευμένη *in vitro* αξιολόγηση για την αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου έναντι του *M. fructicola*, επιβεβαίωσε ότι η συνολική «ισχύς» ενός σκευάσματος δεν αποτυπώνεται επαρκώς μόνο από τη μυκηλιακή αναστολή, αλλά απαιτεί συνεκτίμηση και της βλάστησης κονιδίων. Το Bioclean παρουσίασε πλήρη αναστολή της μυκηλιακής ανάπτυξης από σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις και πολύ υψηλή αναστολή βλάστησης κονιδίων, υποδεικνύοντας έντονη άμεση δράση σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του μύκητα. Το Novastim κατέγραψε επίσης υψηλή αποτελεσματικότητα και στα δύο στάδια, ιδίως στη βλάστηση κονιδίων σε χαμηλότερες δόσεις, γεγονός που αποτελεί κρίσιμο πλεονέκτημα για προληπτική χρήση. Το Lisophos εμφάνισε ιδιαίτερα ισχυρή αναστολή στη μυκηλιακή ανάπτυξη στις υψηλές δόσεις, ενώ στη βλάστηση κονιδίων απαιτήθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις για πλήρη αναστολή, υποδεικνύοντας ότι το σκεύασμα στοχεύει πιο αποτελεσματικά το στάδιο της ανάπτυξης του παθογόνου, παρά το αρχικό στάδιο μόλυνσης. Το BiFend, παρά τη συγγένεια σύστασης με το Bioclean, έδειξε σαφή διαφοροποίηση, με σημαντική δράση στη μυκηλιακή ανάπτυξη, αλλά περιορισμένη επίδραση στη βλάστηση κονιδίων. Τέλος, για το Softguard και το Fucovita σημειώθηκε μέτρια τοξική επίδραση στον *M. fructicola*, με σαφή ανάγκη υψηλών δόσεων για αξιοσημείωτη αποτελεσματικότητα.

Στη μετασυλλεκτική αξιολόγηση, η συνολική εικόνα κατέδειξε ότι η αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων είναι έντονα εξαρτώμενη από τον χρόνο εφαρμογής. Γενικά, οι εφαρμογές πριν την τεχνητή μόλυνση ήταν πιο αποδοτικές από τις θεραπευτικές, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου λειτουργούν πρωτίστως ως προστατευτικά μέσα και όχι ως ισχυρές θεραπευτικές λύσεις μετά την εγκατάσταση του παθογόνου. Επιπλέον, η σοβαρότητα της ασθένειας (ανάπτυξη κηλίδας) αποδείχθηκε πιο ευαίσθητος δείκτης από την συχνότητα (ποσοστό προσβεβλημένων καρπών), επιτρέποντας καθαρότερη διάκριση της αποτελεσματικότητας μεταξύ σκευασμάτων. Με βάση τη σοβαρότητα, τα BiFend και Lisophos εμφάνισαν τη μεγαλύτερη και πιο σταθερή ανασταλτική δράση σε προστατευτικές εφαρμογές, ενώ σκευάσματα όπως το Fucovita και το T34-biocontrol εμφάνισαν μειωμένη δράση. Αντίθετα, στην ένταση της ασθένειας, οι διαφοροποιήσεις ήταν συνολικά πιο περιορισμένες και τα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου δεν ξεπέρασαν τον χημικό μάρτυρα.

Τέλος, η πιλοτική αξιολόγηση των σκευασμάτων χαμηλού κινδύνου στον αγρό ανέδειξε ότι, τα σκευάσματα Lisophos, Novastim και λιγότερο το Bifend, μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικούς τρόπους μείωσης της έντασης της φαιάς σήψης κατά το στάδιο της συγκομιδής. Στο στάδιο της αποθήκευσης και συντήρησης των καρπών σε συνθήκες ψύξης, παρά τις αριθμητικές διαφοροποιήσεις που καταγράφηκαν μεταξύ μεταχειρίσεων, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές έναντι του απέκαστου μάρτυρα. Η απουσία αποτελεσματικότητας σε συνθήκες συντήρησης υποδηλώνει ότι η δράση των σκευασμάτων που αξιολογήθηκαν επηρεάζεται από παραμέτρους όπως η πίεση του παθογόνου, η χρονική στιγμή των μολύνσεων (συμπεριλαμβανομένων λανθανουσών μολύνσεων), η παραμονή του σκευάσματος στην επιφάνεια του καρπού, καθώς και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που δεν αναπαράγονται πλήρως σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής. Η παρατήρηση γενικευμένης αύξησης της προσβολής μετά από 10 ημέρες ψύξης σε όλες τις μεταχειρίσεις καταδεικνύει τη σημασία των λανθανουσών μολύνσεων και την ανάγκη στρατηγικών που στοχεύουν ειδικά στη μετασυλλεκτική φάση.

Συμπερασματικά, η διαδοχική αξιολόγηση ανέδειξε ότι συγκεκριμένα σκευάσματα χαμηλού κινδύνου διαθέτουν δυνατότητα δράσης έναντι της φαιάς σήψης, κυρίως σε προληπτικό επίπεδο. Με βάση το σύνολο των δεδομένων, τα Bioclean και Novastim ξεχώρισαν ως τα ισχυρότερα σε επίπεδο άμεσης *in vitro* δράσης (μυκηλιακή ανάπτυξη και βλάστηση κονιδίων), ενώ σε μετασυλλεκτικό επίπεδο τα BiFend και Lisophos παρουσίασαν την πιο σταθερή και υψηλή αποτελεσματικότητα ως προς τον περιορισμό των συμπτωμάτων. Η διαφοροποίηση που παρουσίασαν οι επεμβάσεις στον αγρό υποδεικνύει ότι τα σκευάσματα αυτά μπορούν, με τα παρόντα δεδομένα, να θεωρηθούν πιθανά φυτοπροστατευτικά προϊόντα για τη μείωση της χρήσης ή την αντικατάσταση των συμβατικών χημικών μυκητοκτόνων σε προσυλλεκτικές εφαρμογές. Η πιο ρεαλιστική και τεκμηριωμένη κατεύθυνση αξιοποίησής τους είναι η ένταξή τους σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης, είτε ως μετασυλλεκτικά μέσα για τον περιορισμό της ποιοτικής υποβάθμισης, είτε ως συμπληρωματικές προληπτικές εφαρμογές σε συνδυασμό με άλλες στρατηγικές (καλλιεργητικά μέτρα, βιολογικούς παράγοντες καταπολέμησης, εναλλαγές/συνδυασμοί εφαρμογών), με στόχο τη περιβαλλοντικά βιώσιμη διαχείριση της φαιάς σήψης.

2.2 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ Lisophos ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΕΞΩΑΣΚΟΥ ΤΗΣ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑΣ

Η παραδοσιακή προσέγγιση της αντιμετώπισης των περισσότερων ασθενειών των φυτών περιλαμβάνει την εφαρμογή συμβατικών χημικών μυκητοκτόνων. Όμως, τα τελευταία χρόνια η αναγκαιότητα περιορισμού των υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα φρούτα και τα λαχανικά ή η περιορισμένη αποτελεσματικότητα των εφαρμογών με συμβατικά χημικά έχει οδηγήσει σε νέες προσεγγίσεις που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την εφαρμογή φυσικών βιοδραστικών ουσιών με άμεση μικροβιοκτόνο δράση ή συμβολή στην επαγωγή μηχανισμών άμυνας των φυτών. Διάφορες μελέτες των τελευταίων ετών έχουν δείξει ότι διάφορες ουσίες της κατηγορίας "Basic substances", μπορεί να έχουν δράση έναντι μυκητολογικών ασθενειών των φυτών. Στο πλαίσιο αυτό διεξήχθη πειραματισμός αγρού με στόχο τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας καταπολέμησης του εξωάσκου των πυρηνοκάρπων από το προϊόν Lisophos.

Περιγραφή των εργασιών

2.2.1 Πειραματικός οπωρώνας

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε οπωρώνα νεκταρινιάς ποικιλίας Έσκο Μπ.Τ. (κιτρινόσαρκα ποικιλία που ωριμάζει 1-5 Ιουλίου) και ηλικίας 4 ετών στην περιοχή του Παλιού Μυλότοπου Πέλλας (40.7895, 22.3068), (Εικ. 3.4.8-8). Στον πειραματικό οπωρώνα δεν έγινε καμία εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά την περίοδο του πειραματισμού (Ιανουάριος – Μάιος 2025). Ο οπωρώνας επιλέχθηκε με βάση πρότερο ιστορικό προσβολής από την ασθένεια του εξώασκου.



Εικόνα 3.4.8-8. Άποψη του πειραματικού οπωρώνα κατά την διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος

2.2.2 Πειραματικός Σχεδιασμός και Επεμβάσεις

Στον πειραματικό σχεδιασμό περιλαμβάνονταν συνολικά 5 διαφορετικές επεμβάσεις, με χρησιμοποίηση 3 διαφορετικών προϊόντων φυτοπροστασίας. Ο πειραματικός σχεδιασμός δίνεται στον Πίνακα 3.4.8-3, ενώ τα φαινολογικά στάδια στα οποία βρίσκονταν τα δένδρα κατά τη χρονική στιγμή των 4 εφαρμογών φαίνονται στην Εικόνα 3.4.8-10. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις 10/2/2025 και στο σύνολο των επεμβάσεων, με εξαίρεση αυτή του μάρτυρα έγινε εφαρμογή θειασβεστίου στη δόση των 50L/1000L. Στις υπόλοιπες εφαρμογές οι επεμβάσεις διαφοροποιήθηκαν σε: α) πρόγραμμα πράξης στο οποίο εφαρμόστηκε το μυκητοκτόνο ziram σε 3 εφαρμογές (18/2, 25/2 και 28/3), στη δόση των 300 γρ/1000L, β) εφαρμογές του υπό αξιολόγηση προϊόντος Lisophos σε 3 ψεκασμούς στη δόση των 2L/1000L, γ) εναλλαγή του Ziram από το Lisophos και δ) εναλλαγή του Lisophos από το Ziram. Τα πειραματικά τεμάχια κάθε επέμβασης αποτελούνταν από 3 δένδρα και κάθε επέμβαση επαναλήφθηκε 4 φορές (σύνολο δένδρων ανά επέμβαση 12).

Η εφαρμογή των προϊόντων έγινε από πειραματική μονάδα GEP με φορητό αυτοκινούμενο ψεκαστήρα (Εικ. 3), με πίεση 25 atm, ταχύτητα 0.62 ΚΜΗ, όγκο ψεκαστικού υγρού 1.000 L/ha και όγκο νερού ανά επέμβαση 40 L.

Πίνακας 3.4.8-3. Πειραματικός σχεδιασμός και δόσεις εφαρμογής φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την αντιμετώπιση του εξωάσκου

Επέμβαση	Εφαρμογή ¹			
	Α	Β	Γ	Δ
Πρόγραμμα Πράξης	Θειασβέστιο (50 L / 1000L)	Ziram 300 γρ / 1000L	Ziram 300 γρ / 1000L	Ziram 300 γρ / 1000L
Lisophos	Θειασβέστιο (50 L / 1000L)	Lisophos (2L / 1000 L)	Lisophos (2L / 1000 L)	Lisophos (2L / 1000 L)
Combination A	Θειασβέστιο (50 L / 1000L)	Ziram 300 γρ / 1000L	Lisophos (2L / 1000 L)	Lisophos (2L / 1000 L)
Combination B	Θειασβέστιο (50 L / 1000L)	Lisophos (2L / 1000 L)	Ziram 300 γρ / 1000L	Ziram 300 γρ / 1000L
Μάρτυρας	-	-	-	-

¹Χρόνοι Εφαρμογής Α: 10/2/2025, Β, 18/2/2025, Γ:25/2/2025, Δ: 28/3/2025



Εικόνα 3.4.8-9. Αυτοκινούμενος ψεκαστήρας εφαρμογής των ψεκασμών στον πειραματικό οπωρώνα



Εικόνα 3.4.8-10. Βλαστικά στάδια εφαρμογής φυτοπροστατευτικών προϊόντων για αξιολόγηση της δράσης του *Lisophos* έναντι του εξωάσκου της ροδακινιάς Α: 10/2/2025, Β, 18/2/2025, Γ:25/2/2025, Δ: 28/3/2025.

2.2.3 Μέτρηση συχνότητας και έντασης προσβολής

Η μέτρηση της έντασης προσβολής από την ασθένεια έγινε στις 4/5/2025, σύμφωνα με το πρωτόκολλο PP 1/82(2) της ΕΡΡΟ, με μικρές τροποποιήσεις. Πιο συγκεκριμένα καταμετρήθηκε σε κάθε δένδρο ο αριθμός ετήσιων βλαστών που έφεραν συμπτώματα προσβολής από την ασθένεια (συχνότητα ασθένειας) και σε κάθε συμπτωματικό ετήσιο βλαστό καταμετρήθηκε ο αριθμός των φύλλων με συμπτώματα (ένταση ασθένειας).

2.2.4 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα της συχνότητας και της έντασης ασθένειας υποβλήθηκαν σε ανάλυση ANOVA και οι μέσοι όροι συγκρίθηκαν με την δοκιμή Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0.05$.

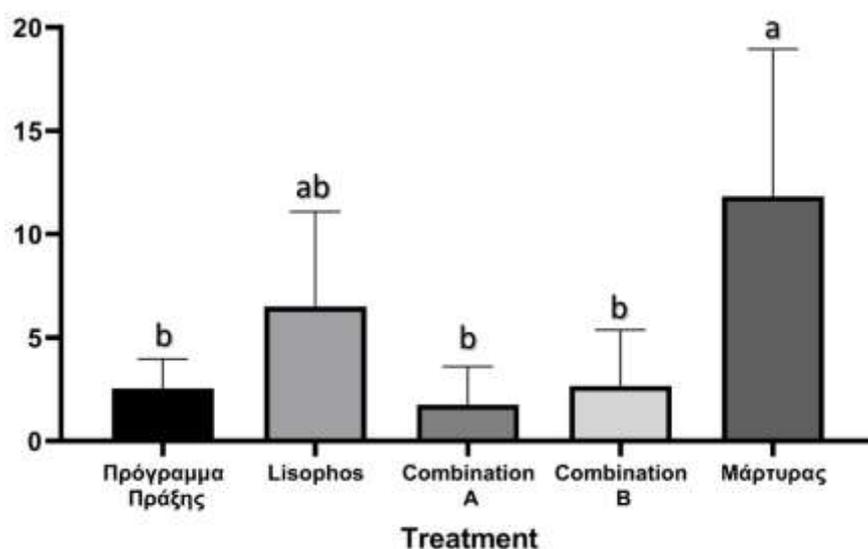
2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας εμφανίσθηκαν περί τα μέσα Απριλίου (Εικόνα 3.4.8-11). Η συχνότητα και η ένταση της ασθένειας δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλή ακόμη και στην επέμβαση του μάρτυρα κάτι που σχετίζεται με την έλλειψη βροχοπτώσεων που καταγράφηκε κατά την κρίσιμη, για μολύνσεις από την ασθένεια, περίοδο του φουσκώματος των οφθαλμών και της έκπτυξής τους, αλλά και τις ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν καθόλη τη διάρκεια του Μαρτίου. Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός της μεγάλης καθυστέρησης στην εξέλιξη των φαινολογικών σταδίων της ροδακινιάς λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών του Μαρτίου. Για τον λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο, κατόπιν συνεννόησης με την εταιρεία και ακολουθώντας την πρακτική που εφάρμοσαν και οι περισσότεροι ροδακινοπαραγωγοί της περιοχής, να πραγματοποιηθεί και 4^{ος} ψεκασμός – επανάληψη του 3^{ου} ψεκασμού. Η καταμέτρηση της συχνότητας και έντασης προσβολής έγινε αφού ολοκληρώθηκε η εκδήλωση των συμπτωμάτων και λίγο πριν αρχίσει η νέκρωση/πτώση των προσβεβλημένων φύλλων, στις 4/5/2025.



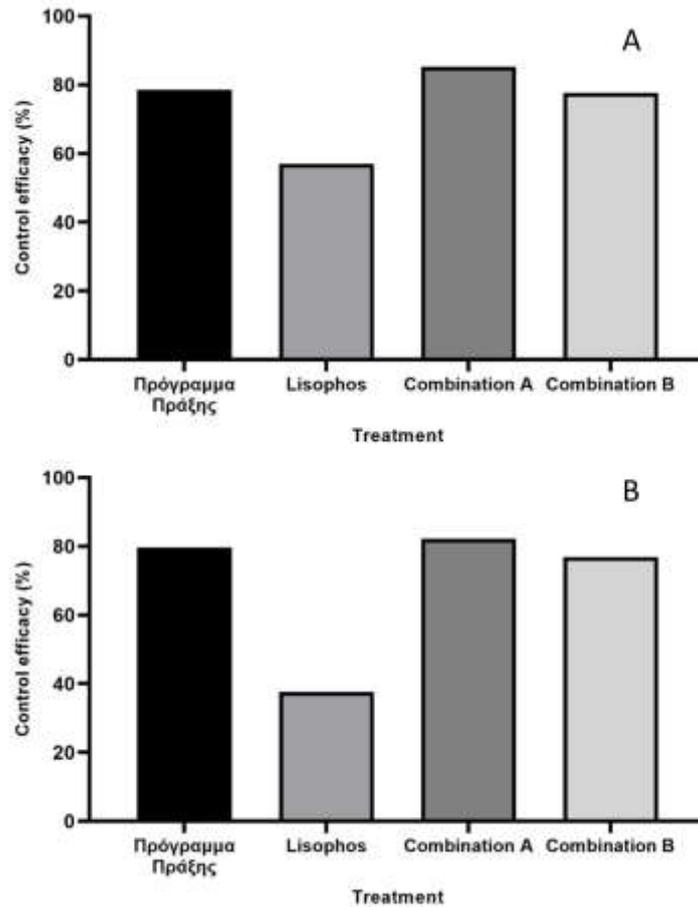
Εικόνα 3.4.8-11. Συμπτώματα προσβολής από τον Εξώασκο σε δένδρο νεκταρινιάς ποικιλίας Έσκο. Μπ.Τ., του πειραματικού οπωρώνα.

Παρά το ότι η ένταση προσβολής δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλή, όπως προαναφέρθηκε, εντούτοις καταγράφηκαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των 5 επεμβάσεων του πειράματος. Οι αναλυτικές τιμές συχνότητας και έντασης προσβολής όπως καταγράφηκαν ανά επέμβαση και επανάληψη δίνονται στους Πίνακες 3.4.8-4 και 3.4.8-5, αντιστοίχως. Η μεγαλύτερη συχνότητα προσβολής καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα με μέση τιμή 11,83 προσβεβλημένων ετήσιων βλαστών/ δένδρο (Γράφημα 3.4.8-9). Στην επέμβαση του Lisorhos καταγράφηκε η δεύτερη μεγαλύτερη ένταση προσβολής με 6,74 συμπτωματικούς ετήσιους βλαστούς/δένδρο. Αντίθετα, η χαμηλότερη ένταση προσβολής καταγράφηκε στις επεμβάσεις του προγράμματος πράξης ή εκεί όπου το Lisorhos χρησιμοποιήθηκε συνδυαστικά με το Ziram, με τιμές που κυμάνθηκαν από 1,74 έως 2,66 συμπτωματικοί βλαστοί ανά δένδρο (Γράφημα 3.4.8-9). Η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα καταπολέμησης με βάση την συχνότητα προσβολής από την ασθένεια καταγράφηκε στην επέμβαση της συνδυαστικής εφαρμογής Α του Ziram με το Lisorhos με τιμή 85,3% (Εικόνα 3.4.8-10).

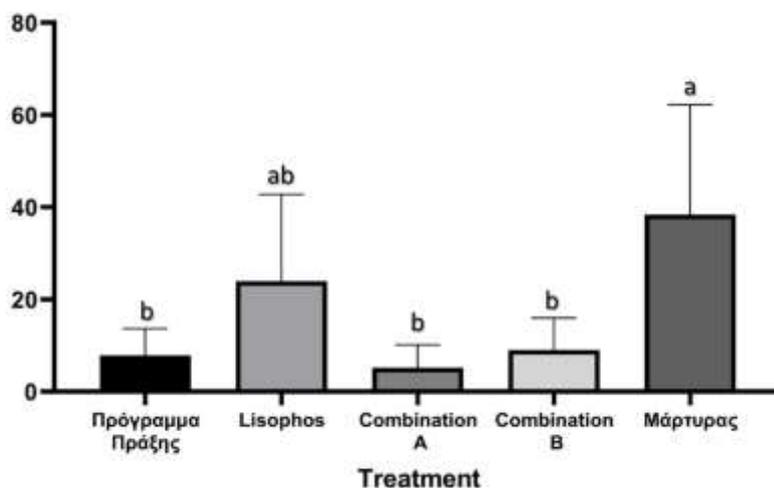


Γράφημα 3.4.8-9. Συχνότητα προσβολής (αριθμός συμπτωματικών ετήσιων βλαστών/δένδρο) από εξώασκο σε πειραματικό οπωρώνα νεκταρινιάς. Διαφορετικά γράμματα στις στήλες δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των μέσων όρων με βάση τη δοκιμή Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0.05$.

Αντίστοιχη ήταν η τάση και οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των επεμβάσεων σε ότι αφορά στην ένταση προσβολής από την ασθένεια όπως αυτή καταγράφηκε από τον μέσο αριθμό συμπτωματικών φύλλων ανά δένδρο. Η υψηλότερη ένταση προσβολής, όπως αναμένονταν, καταγράφηκε στην επέμβαση του μάρτυρα με 38,4 συμπτωματικά φύλλα ανά δένδρο, ακολουθούμενη από την επέμβαση του Lisorhos με 23,98 συμπτωματικά φύλλα / δένδρο (Εικόνα 3.4.8-9). Οι χαμηλότερες εντάσεις προσβολής και συνακόλουθα οι υψηλότερες αποτελεσματικότητες καταπολέμησης επιτεύχθηκαν από την επέμβαση του Προγράμματος πράξης και τις 2 επεμβάσεις συνδυαστικής εφαρμογής του Lisorhos με το Ziram με τιμές αποτελεσματικότητας καταπολέμησης που κυμαίνονταν από 76.8 έως 82.2% (Εικόνα 3.4.8-10).



Γράφημα 3.4.8-10. Αποτελεσματικότητα καταπολέμησης (%) του εξωάσκου της ροδακινιάς με βάση τη συχνότητα (A) και την ένταση (B) της ασθένειας στην επέμβαση του μάρτυρα.



Γράφημα 3.4.8-11. Ένταση προσβολής (αριθμός συμπτωματικών φύλλων/δένδρο) από εξωάσκο σε πειραματικό οπωρώνα νεκταρινιάς. Διαφορετικά γράμματα στις στήλες δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των μέσων όρων με βάση τη δοκιμή Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0.05$.

3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Ο πειραματισμός ήταν γενικά επιτυχής καθώς συμπτώματα προσβολής εκδηλώθηκαν μόνο στα πειραματικά τεμάχια, ενώ στον υπόλοιπο οπωρώνα που δέχθηκε πυκνό πρόγραμμα εφαρμογών από τον παραγωγό, δεν καταγράφηκαν προσβολές από την ασθένεια
- Η συχνότητα και ένταση προσβολής μολονότι μικρή, λόγω περιβαλλοντικών συνθηκών που δεν ευνόησαν τις υψηλές εντάσεις προσβολών γενικότερα, επέτρεψαν την καταγραφή στατιστικά σημαντικών διαφοροποιήσεων μεταξύ των επεμβάσεων
- Η επέμβαση του Lisophos στη δόση που προτάθηκε από την Εταιρεία, διασφάλισε μέσου επιπέδου αποτελεσματικότητα καταπολέμησης, όταν εφαρμόσθηκε μόνο του έναντι της ασθένειας
- Οι συνδυαστικές εφαρμογές του Lisophos με το ziram επέδειξαν υψηλή αποτελεσματικότητα καταπολέμησης, αντίστοιχη αυτής που πέτυχε το ziram σε τριπλή εφαρμογή μόνο του
- Τα αποτελέσματα πιστοποιούν τη δυνατότητα που έχει το Lisophos να συμβάλλει σε κάποιο περιορισμό της ασθένειας, όμως απαιτείται η διερεύνηση της επίδρασης και υψηλότερων δόσεων εφαρμογής, αν δεν τίθεται θέμα φυτοτοξικότητας του προϊόντος καθώς και διερεύνηση/προσδιορισμό του καταλληλότερου χρόνου επέμβασης με Lisophos σε συνδυασμό με συμβατικό χημικό προϊόν

Πίνακας 3.4.8-4. Συχνότητα προσβολής από Εξώασκο σε ετήσιους βλαστούς δένδρων νεκταρινιάς – Μέσος αριθμός συμπτωματικών ετήσιων βλαστών ανά δένδρο

Επέμβαση	Επανάληψη				Μέσος Όρος
	1 ^η Επαν.	2 ^η Επαν	3 ^η επαν	4 ^η Επαν	
Πρόγραμμα Πράξης	4.66	1.5	2	2	2.54
Lisophos	16.66	6.66	6	1.66	6.74
Combination A	4.33	1.66	0	1	1.74
Combination B	4.66	5.33	0	0.66	2.66
Μάρτυρας	4.33	13.33	8.66	21	11.83

Πίνακας 3.4.8-5. Ένταση προσβολής από Εξώασκο σε ετήσιους βλαστούς δένδρων νεκταρινιάς – Μέσος αριθμός συμπτωματικών φύλλων ανά δένδρο

Επέμβαση	Επανάληψη				Μέσος Όρος
	1 ^η Επαν.	2 ^η Επαν	3 ^η επαν	4 ^η Επαν	
Πρόγραμμα Πράξης	15.66	3.33	9	3.33	7.83
Lisophos	49.66	24.33	16.6	5.33	23.98
Combination A	11.6	6.33	0	2.66	6.86
Combination B	15.33	13.66	0	7	8.89
Μάρτυρας	15.33	44	25	69.33	38.41

4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

4.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1 Abbas, A., Mubeen, M., Zheng, H., Sohail, M. A., Shakeel, Q., Solanki, M. K., ... & Zhou, L. (2022). *Trichoderma* spp. genes involved in the biocontrol activity against *Rhizoctonia solani*. *Frontiers in Microbiology*, 13, 884469.
- 2 Adaskaveg, J. E., Förster, H., Gubler, W. D., Teviotdale, B. L., & Thompson, D. F. (2005). Reduced-risk fungicides help manage brown rot and other fungal diseases of stone fruit. *California agriculture*, 59(2).
- 3 Camele, I., Mohamed, A. A., Ibrahim, A. A., & Elshafie, H. S. (2024). Biochemical Characterization and Disease Control Efficacy of *Pleurotus eryngii*-Derived Chitosan—An In Vivo Study against *Monilinia laxa*, the Causal Agent of Plum Brown Rot. *Plants*, 13(18), 2598.
- 4 Cowan, A. K. (2009). Plant growth promotion by 18: 0-lyso-phosphatidylethanolamine involves senescence delay. *Plant signaling & behavior*, 4(4), 324-327.
- 5 Dardani, G., Guarnaccia, V., Nari, L., Testempasis, S. I., Karaoglanidis, G. S., & Gullino, M. L. (2023). Identification of pathogens causing brown rot of stone fruit in Cuneo province (Italy) and assessment of sensitivity to azoxystrobin, cyprodinil, fenhexamid, fludioxonil, and tebuconazole. *Phytopathologia Mediterranea*, 62(3), 455-465.
- 6 Das S., Dhabal S., Marandi S., Pandit M. K., Mondal S. (2025). Role of Seaweed Biostimulant in Plant Growth and Stress Resistance – A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 14 Number 11, 211-229
- 7 De Corato, U., Salimbeni, R., De Pretis, A., Avella, N., & Patruno, G. (2017). Antifungal activity of crude extracts from brown and red seaweeds by a supercritical carbon dioxide technique against fruit postharvest fungal diseases. *Postharvest Biology and Technology*, 131, 16-30.
- 8 European Food Safety Authority (EFSA), Carrasco Cabrera, L., Di Piazza, G., Dujardin, B., Marchese, E., & Medina Pastor, P. (2024). The 2022 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA journal*, 22(4), e8753.
- 9 Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). FAOSTAT - Peach and nectarine production in Europe. <https://www.fao.org/faostat/>
- 10 Hellenic Statistical Authority (ELSTAT). (2022). Annual Agricultural Statistical Survey (AASS) 2022. Athens: ELSTAT.
- 11 Llamazares De Miguel, D., Mena-Petite, A., & Díez-Navajas, A. M. (2022). Toxicity and preventive activity of chitosan, *Equisetum arvense*, lecithin and salix cortex against *Plasmopara viticola*, the causal agent of downy mildew in grapevine. *Agronomy*, 12(12), 3139.

- 12 Louka, P., Kalatzis, N., & Marianos, N. (2022). SmartPeach: Smart Farming Practices Enhance the Adaptation of Peach Crops to Climate Change. *Chemistry Proceedings*, 10(1), 96.
- 13 Ma, Z., Yang, L., Yan, H., Kennedy, J. F., & Meng, X. (2013). Chitosan and oligochitosan enhance the resistance of peach fruit to brown rot. *Carbohydrate polymers*, 94(1), 272-277.
- 14 Mimica-Dukic, N., Simin, N., Cvejic, J., Jovin, E., Orcic, D., & Bozin, B. (2008). Phenolic compounds in field horsetail (*Equisetum arvense* L.) as natural antioxidants. *Molecules*, 13(7), 1455-1464.
- 15 Ngasotter, S., Xavier, K. M., Meitei, M. M., Waikhom, D., Pathak, J., & Singh, S. K. (2023). Crustacean shell waste derived chitin and chitin nanomaterials for application in agriculture, food, and health—A review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 6, 100349.
- 16 Özgen, M., Serçe, S., Akça, Y., & Hong, J. H. (2015). Lysophosphatidylethanolamine (LPE) improves fruit size, color, quality and phytochemical contents of sweet cherry cv '0900 Ziraat'. *Horticultural Science and Technology*, 33(2), 196-201.
- 17 Papavasileiou, A., Testempasis, S., Michailides, T. J., & Karaoglanidis, G. S. (2015). Frequency of brown rot fungi on blossoms and fruit in stone fruit orchards in Greece. *Plant Pathology*, 64(2), 416-424.
- 18 Pusztahelyi, T. (2018). Chitin and chitin-related compounds in plant–fungal interactions. *Mycology*, 9(3), 189-201.
- 19 Rahman, M. H., Shovan, L. R., Hjeljord, L. G., Aam, B. B., Eijsink, V. G., Sørli, M., & Tronsmo, A. (2014). Inhibition of fungal plant pathogens by synergistic action of chito-oligosaccharides and commercially available fungicides. *Plos one*, 9(4), e93192.
- 20 Sosnowski, J., Jankowski, K., Wiśniewska-Kadżajan, B., & Jankowska, J. (2013). Effect of different concentrations of Kelpak bioregulator on the formation of above-ground biomass cocksfoot. *Journal of Ecological Engineering*, 14(1), 48-52.
- 21 Tsalgatidou, P. C., Papageorgiou, A., Boutsika, A., Chatzidimopoulos, M., Delis, C., Tsitsigiannis, D. I., ... & Zambounis, A. (2024). Insights into the interaction between the biocontrol agent *Bacillus amyloliquefaciens* QST 713, the pathogen *Monilinia fructicola* and peach fruit. *Agronomy*, 14(4), 771.
- 22 University of California Statewide Integrated Pest Management Program (UC IPM). (2023). Fungicide resistance management guidelines. <https://ipm.ucanr.edu>

- 23 Völz, R., Park, J. Y., Harris, W., Hwang, S., & Lee, Y. H. (2021). Lyso-phosphatidylethanolamine primes the plant immune system and promotes basal resistance against hemibiotrophic pathogens. *BMC biotechnology*, 21(1), 12.
- 24 Wang, Z., Wang, Z., Lu, B., Quan, X., Zhao, G., Zhang, Z., ... & Tian, Y. (2022). Antagonistic potential of *Trichoderma* as a biocontrol agent against *Sclerotinia asari*. *Frontiers in Microbiology*, 13, 997050.
- 25 Yang, X., Liu, J., Pei, Y., Zheng, X., & Tang, K. (2020). Recent progress in preparation and application of nano-chitin materials. *Energy & Environmental Materials*, 3(4), 492-515.
- 26 Zeilinger, S., & Omann, M. (2007). *Trichoderma* biocontrol: signal transduction pathways involved in host sensing and mycoparasitism. *Gene regulation and systems biology*, 1, GRSB-S397.



Ελλάδα 2.0
ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΚΑΜΨΗΣ
ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ



Με τη χρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης
NextGenerationEU