



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Φυτιατρική Και Περιβάλλον»

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**«Διερεύνηση αποτελεσματικότητας στην αντιμετώπιση
κομβοηματοδών με Βασικές Ουσίες»**

Ασκιανάκη Ροδάνθη

Βόλος, 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Φυτιατρική Και Περιβάλλον»

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**«Διερεύνηση αποτελεσματικότητας στην αντιμετώπιση
κομβοηματοδών με Βασικές Ουσίες»**

Ασκιανάκη Ροδάνθη

Βόλος, 2023

**«Διερεύνηση αποτελεσματικότητας στην αντιμετώπιση κομβοηματοδών με
Βασικές Ουσίες»**

**«Investigation of effectiveness of Basic Substances for the control of root-knot
nematodes»**

Askianaki Rodanthi

Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή

Ντάλλη Γ. Νικολέττα (Επιβλέπουσα)

Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Νικόλαος Γ. Τσιρόπουλος (Μέλος)

Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αθανασίου Γ. Χρήστος (Μέλος)

Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Copyright © *ΑΣΚΙΑΝΑΚΗ ΡΟΔΑΝΘΗ*, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αποτελεί καταγραφή και ανάλυση των πειραματικών δεδομένων του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με θεματική την επίδραση Βασικών Ουσιών και εκχυλισμάτων τριαντάφυλλου στην κινητικότητα των προνυμφών δευτέρου σταδίου του κομβοηματώδη *Meloidogyne incognita*.

Καθώς η προσπάθεια μου αυτή ολοκληρώνεται, θα ήθελα να ευχαριστήσω κάθε έναν που συνέβαλε με οποιονδήποτε τρόπο στην πραγματοποίησή της. Πρωτίστως, ευχαριστώ ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου και Επίκουρη Καθηγήτρια, κα. Νικολέττα Ντάλλη και τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο, μέλος επίσης της εξεταστικής επιτροπής, του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος. Εκτιμώ την εμπιστοσύνη, την επιστημονική καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές που έλαβα, για τη διεξαγωγή των πειραμάτων, και την αξιολόγηση αυτών.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά και το τρίτο μέλος της εξεταστικής επιτροπής, τον κ. Χρήστο Αθανασίου, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, για την αποδοχή του ρόλου και το χρόνο που διέθεσε στην κριτική ανάγνωση της διατριβής. Επιπλέον, ευχαριστίες ανήκουν στο προσωπικό του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας, τους μεταπτυχιακούς και προπτυχιακούς φοιτητές, τόσο για το εύρυθμο κλίμα συνεργασίας και αλληλοβοήθειας, όσο και για τη θετική τους διάθεση, εξασφαλίζοντας ένα ενθαρρυντικό περιβάλλον εργασίας. Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, το Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας Φυτών, αλλά και στο Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, για την πρόσβαση στον απαραίτητο εργαστηριακό εξοπλισμό.

Τέλος, δεν μπορώ παρά να ευχαριστήσω όσους με στήριξαν πνευματικά, τους συμφοιτητές, τους συναδέλφους, τους φίλους μου, που ήταν δίπλα μου, με τον καθένα από αυτούς να προσφέρει ένα μοναδικό στοιχείο στην καθημερινότητά μου. Απαρέγκλιτα, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους γονείς μου, Αντώνη και Ειρήνη, την αδερφή μου, Ελένη, για τον αναντικατάστατο και ουσιαστικό ρόλο που επιτελούν στη ζωή μου, στηρίζοντας με έμπρακτα όσα χιλιόμετρα και αν απέχουν. Τους αφιερώνω λοιπόν την εργασία μου αυτή, ως ελάχιστο δείγμα ευγνωμοσύνης.

Περίληψη

Οι νηματώδεις αποτελούν μικροσκοπικούς οργανισμούς, οι οποίοι προσβάλλουν το ριζικό σύστημα των φυτών και έχουν επιπτώσεις στην ανάπτυξη και την απόδοση των καλλιεργειών. Με την απόσυρση αρκετών νηματωδοκτόνων σκευασμάτων από την αγορά, λόγω των αρνητικών επιδράσεων τους τόσο στο περιβάλλον, όσο και στον άνθρωπο, διερευνάται η επίδραση ουσιών φυσικής προέλευσης, χαμηλού κινδύνου. Με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα τριών Βασικών Ουσιών και έξι εκχυλισμάτων τριαντάφυλλου (*Rosa damascena*), στην καταπολέμηση των κομβονηματωδών, μέσω πειραμάτων παράλυσης σε προνύμφες J2 του είδους *Meloidogyne incognita*. Συγκεκριμένα, από τις Βασικές Ουσίες, χρησιμοποιήθηκε το όξινο ανθρακικό νάτριο, το χλωριούχο νάτριο και η μύρα με αλκοόλ (5%) και χωρίς αλκοόλ. Από το τριαντάφυλλο χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένα πέταλα και άνθη, με τα οποία παρασκευάστηκαν εκχυλίσματα μέσω υπερήχων, καθώς και υδατικά διαλύματα μέσω της διαδικασίας της υδροαπόσταξης αιθέριου ελαίου, δηλαδή το αρωματικό ύδωρ και το υποπροϊόν υδρόλυμα. Οι ουσίες αξιολογήθηκαν για τη δράση τους, τόσο μεμονωμένα όσο και έπειτα από δυαδικό συνδυασμό τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, κάποιες από τις υπό εξέταση ουσίες εμφάνισαν νηματωδοκτόνο δράση. Από τις Βασικές Ουσίες κρίθηκαν αποτελεσματικότερες το όξινο ανθρακικό νάτριο ($EC_{50/72h} = 7880 \text{ mg/L}$) το οποίο παρουσίασε παρόμοια δράση με το χλωριούχο νάτριο ($EC_{50/72h} = 6450 \text{ mg/L}$), και λιγότερο δραστική ήταν η μύρα χωρίς αλκοόλ ($EC_{50/72h} = 30070 \text{ μL/L}$). Αντίστοιχα, μεταξύ των εκχυλισμάτων τριαντάφυλλου, το εκχύλισμα υπερήχων των πετάλων ήταν αποτελεσματικότερο ($EC_{50/72h} = 26600 \text{ μL/L}$), έπειτα το αρωματικό ύδωρ των πετάλων ($EC_{50/72h} = 49400 \text{ μL/L}$) και τέλος το εκχύλισμα υπερήχων των ανθέων ($EC_{50/72h} = 144500 \text{ μL/L}$). Τα αποτελέσματα των πειραμάτων με διαλύματα ελέγχου μύρας με αλκοόλ, υδρολυμάτων πετάλων και ανθέων και αρωματικού ύδατος ανθέων, δεν μπόρεσαν να αξιολογηθούν, λόγω παραλλακτικότητας. Επιπλέον, η εφαρμογή δυαδικών μιγμάτων των παραπάνω ουσιών,

επέδειξε αθροιστική δράση κατά την καταπολέμηση νηματωδών και δεν παρουσιάζονται. Με βάση τις ενδείξεις αυτές, παρέχονται ωφέλιμες πληροφορίες, δυνητικά αξιοποιήσιμες με περισσότερη διερεύνηση, στην καταπολέμηση των νηματωδών.

Λέξεις κλειδιά: *Meloidogyne incognita*, όξινο ανθρακικό νάτριο, χλωριούχο νάτριο, μπύρα, εκχυλίσματα τριαντάφυλλου

Abstract

Nematodes are microscopic organisms, that infect the plant root system, affecting the crop growth and yield. Since several chemical nematicides have been withdrawn from the market, due to their negative impact both on the environment and humans, the naturally originated low- risk substances are now intensively investigated. With this master's thesis, the effectiveness of three Basic Substances and six rose extracts (*Rosa damascena*), were studied against nematodes, through paralysis experiments on J2 larvae of the species *Meloidogyne incognita*. In particular, among the Basic Substances, sodium bicarbonate, sodium chloride and beer with alcohol (5%) and non-alcohol, were used. Rose was extracted in the form of dried petals and buds, in ultrasonic as well as Clevenger apparatus. The extracts originating from the hydrodistillation process were aromatic water and infusion, considered as by-product. The essential oil yield was too low to acquire any. The extracts were tested for their efficacy on *M. incognita* both individually and in binary mixtures. According to the results, some of the examined substances showed nematocidal activity. In specific, considering the Basic Substances, sodium bicarbonate ($EC_{50/72h} = 7880 \text{ mg/L}$) was the best effective, presenting a similar effect to sodium chloride ($EC_{50/72h} = 6450 \text{ mg/L}$), while alcohol-free beer ($EC_{50/72h} = 30070 \text{ }\mu\text{L/L}$) followed. Accordingly, among the rose extracts, the ultrasonic petal extract was the most effective ($EC_{50/72h} = 26600 \text{ }\mu\text{L/L}$), followed by the aromatic petal water ($EC_{50/72h} = 49400 \text{ }\mu\text{L/L}$) and last the ultrasonic bud extract ($EC_{50/72h} = 144500 \text{ }\mu\text{L/L}$). The results of the experiments undertaken with alcoholic beer, petal and bud infusions plus aromatic bud water, could not be evaluated, due to abnormal results. In addition, the application of binary mixtures of the above substances showed additive effect and thus are not presented herein. Overall, the thesis reveals promising indications, than need further investigation for nematodes' control under bigger scale conditions.

Key words: *Meloidogyne incognita*, sodium bicarbonate, sodium chloride, beer, rose extracts

«Εγώ, η Ασκιανάκη Ροδάνθη είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.»

«Ως επιβλέπουσα της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον/την κα Ασκιανάκη Ροδάνθη.»

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1. Κομβονηματώδεις- Γένος <i>Meloidogyne</i>.....	1
1.1.1. Οικονομική σημασία	2
1.1.2. Βιολογικός κύκλος	2
1.1.3. Γεωγραφική εξάπλωση και συμπτώματα προσβολής	4
1.1.4. Οικολογικές απαιτήσεις	5
1.2. Μέτρα και μέθοδοι καταπολέμησης των κομβονηματωδών	6
1.2.1. Προληπτικά μέτρα και καλλιεργητικές πρακτικές	7
1.2.2. Βιοδραστικοί παράγοντες.....	9
1.2.3. Χημική καταπολέμηση.....	11
2. Βοτανικά εργαλεία φυτοπροστασίας	13
2.1. Βασικές Ουσίες (Basic Substances)	13
2.1.1. Φυτικής προέλευσης	15
2.1.2. Ζωικής προέλευσης	18
2.1.3. Ανόργανης προέλευσης	19
2.2. Βοτανικά Νηματωδοκτόνα Χαμηλού Κινδύνου (Low Risk Nematicides)	20
2.2.1. Τριαντάφυλλο	24
2.3. Σκοπός Εργασίας.....	25
3. Υλικά και Μέθοδοι	26
3.1. Ανάπτυξη και συντήρηση του πληθυσμού <i>M. incognita</i>	26
3.1.1. Μέθοδος παραλαβής προνυμφών 2 ^{ου} σταδίου ανάπτυξης (J2)	26
3.2. Ουσίες ελέγχου.....	28
3.3. Δοκιμές επίδρασης ουσιών ελέγχου σε προνύμφες 2ου σταδίου (J2) <i>M. incognita</i>	28
3.3.1. Πειράματα κινητικότητας με Βασικές Ουσίες	29

3.3.1.1. Παρασκευή διαλυμάτων όξινου ανθρακικού νατρίου και χλωριούχου νατρίου.....	29
3.3.1.2. Παρασκευή διαλυμάτων μύρας με και χωρίς αλκοόλ.....	30
3.3.2. Πειράματα κινητικότητας με εκχυλίσματα τριαντάφυλλου	31
3.3.2.1. Παρασκευή εκχυλισμάτων με υπέρηχους (πέταλα, άνθη).....	31
3.3.2.2. Παρασκευή αιθέριου ελαίου με υδροαπόσταξη για παραλαβή αρωματικού ύδατος και υδρολύματος	32
3.3.2.3. Χημική ανάλυση εκχυλίσματος υπέρηχων αποξηραμένων πετάλων	33
3.4. Αξιολόγηση αποτελεσματικότητας	34
3.5. Πειράματα συνεργισμού των Βασικών Ουσιών με τα εκχυλίσματα τριαντάφυλλου	34
3.6. Στατιστική ανάλυση	35
4. Αποτελέσματα	36
4.1. Μελέτη πρόκλησης παράλυσης προνυμφών J2 με Βασικές Ουσίες.....	36
4.1.1. Αποτελεσματικότητα του όξινου ανθρακικού νατρίου	36
4.1.2. Αποτελεσματικότητα του χλωριούχου νατρίου	36
4.1.3. Αποτελεσματικότητα της μύρας με και χωρίς αλκοόλ	37
4.2. Μελέτη πρόκλησης παράλυσης προνυμφών J2 με εκχυλίσματα τριαντάφυλλου	38
4.2.1. Αποτελεσματικότητα εκχυλισμάτων.....	38
4.2.2. Αποτελεσματικότητα αρωματικού ύδατος και υδρολύματος	39
4.2.3. Χημική ανάλυση εκχυλίσματος με υπέρηχους αποξηραμένων πετάλων...	40
4.3. Δοκιμές συνεργισμού των Βασικών Ουσιών με τα εκχυλίσματα τριαντάφυλλου στην παράλυση των προνυμφών J2	41
5. Συζήτηση	42
5.1. Βασικές Ουσίες	42
5.2. Εκχυλίσματα Τριαντάφυλλου	45
6. Συμπεράσματα	49

7. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	50
7.1. Ελληνική Βιβλιογραφία	50
7.2. Ξένη Βιβλιογραφία.....	50
8. Παράρτημα	65

1. Εισαγωγή

Οι νηματώδεις αποτελούν μία ξεχωριστή ομάδα ζωικών οργανισμών, οι οποίοι εντοπίζονται σε όλα τα οικοσυστήματα. Αναφέρεται ότι η ποικιλότητά τους, δύναται να περιλαμβάνει έως και ένα εκατομμύριο είδη. Διαχωρίζονται σε εκείνους που ζουν ελεύθερα και σε εκείνους που έχουν εξελίξει τον τρόπο ζωής τους σε παρασιτικό. Οι παρασιτικοί νηματώδεις εκτιμάται ότι προσβάλλουν όλους τους σπονδυλωτούς οργανισμούς, καθώς και τα φυτά. Έχουν αναφερθεί περισσότερα από 4100 είδη φυτοπαρασιτικών νηματωδών. Οι σημαντικότεροι αυτών είναι οι κυστονηματώδεις και οι κομβονηματώδεις (Tapia-Vázquez *et al.* 2022).

1.1. Κομβονηματώδεις- Γένος *Meloidogyne*

Ταξινομικά οι νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* κατατάσσονται ως εξής:

Βασίλειο: Metazoa

Φύλο: Nematoda

Τάξη: Secernentea

Υποτάξη: Tylenchida

Οικογένεια: Heteroderidae

Γένος: *Meloidogyne*

Μέχρι και το 1949, η λατινική ονομασία των κομβονηματωδών ήταν *Heterodera marioni*. Αργότερα άλλαξε σε *Meloidogyne* λόγω των μορφολογικών διαφορών που διαπιστώθηκαν σε σχέση με τους κυστονηματώδεις (Wendimu, 2021).

Οι κομβονηματώδεις είναι υποχρεωτικά φυτικά παράσιτα, και το πλέον κορυφαίο από τα δέκα πιο επικίνδυνα γένη φυτοπαρασιτικών. Μολύνουν τον ξενιστή μέσω του αγγειακού συστήματος (Αγγειόσπερμα).

Έχουν καταγραφεί περίπου 100 είδη κομβονηματωδών, με τα κυριότερα να είναι τα *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* και *M. hapla*, τα οποία εντοπίζονται παγκοσμίως τόσο σε ανοιχτούς αγρούς και θερμοκήπια, όσο και σε προστατευόμενες καλλιέργειες. Προσβάλλουν ευρύ φάσμα κηπευτικών και καλλωπιστικών φυτών αλλά και οπωροφόρων δέντρων. Βέβαια υπάρχουν παραδείγματα ειδών με λιγότερους συμβατούς ξενιστές όπως το *M. hispanica*, που προσβάλλει τη ροδακινιά και την τομάτα. Αναφέρεται η καλή προσαρμοστικότητα τους σε περιβαλλοντικές

διακυμάνσεις. Παρ' όλο που αναφέρεται πλήθος ξενιστών των νηματωδών, τα κυριότερα καλλιεργούμενα είδη που προσβάλλονται είναι η σόγια, τα σιτηρά, και τα σολανώδη, όπως τομάτα και πατάτα (Tapia-Vázquez *et al.* 2022). Επιπλέον προσβάλλονται και πολυετείς καλλιέργειες όπως ο καφές, η μπανάνα, το αμπέλι και λοιπές δενδρώδεις καλλιέργειες.

Η αναγνώριση των κομβονηματωδών επιτυγχάνεται μέσω προσδιορισμού των μορφολογικών, βιοχημικών ή μοριακών χαρακτηριστικών τους, με τη μέθοδο της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης πραγματικού χρόνου (quantitative polymerase chain reaction: qPCR) ή της ισοθερμικής ενίσχυσης μέσω βρόχου (LAMP) (Wendimu, 2021).

1.1.1. Οικονομική σημασία

Τα διάφορα είδη των κομβονηματωδών εντοπίζονται παγκοσμίως σχεδόν σε κάθε καλλιέργεια. Συντελούν στην μείωση τόσο της παραγωγής όσο και της ποιότητας, επιφέροντας οικονομικές απώλειες (Tapia-Vázquez *et al.* 2022). Η σοβαρότητα των επιπτώσεων μπορεί να κυμαίνεται από ελάχιστη έως και καθολική, με ολοκληρωτική απώλεια της καλλιέργειας, ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας, την ποικιλία, την εποχή, τον τύπο εδάφους και τη χρήση αμειψισποράς (Lamonšek *et al.* 2013). Εκτιμάται ότι ο παγκόσμιος οικονομικός αντίκτυπος που αποδίδεται σε προσβολές από νηματώδεις, αγγίζει το 5 % επί του συνόλου των απωλειών κατά την απόδοση των καλλιεργειών (Jones *et al.* 2017). Το *M. incognita* προκαλεί τις σημαντικότερες οικονομικές ζημιές μεταξύ των υπόλοιπων φυτοπαρασιτικών ειδών νηματωδών (Wendimu, 2021).

1.1.2. Βιολογικός κύκλος

Τα περισσότερα είδη του γένους *Meloidogyne* αναπαράγονται αγενώς. Αναφέρονται δύο τρόποι αγενούς αναπαραγωγής. Ο πρώτος τρόπος αφορά τη μειωτική διαδικασία, και έπειτα λαμβάνει χώρα η αποκατάσταση του πλήθους των χρωμοσωμάτων μέσω σύντηξης του δεύτερου πολικού πυρήνα με τον προπυρήνα του αυγού. Παραδείγματα ειδών που ακολουθούν το συγκεκριμένο τρόπο αναπαραγωγής είναι τα: *M. chitwoodi*, *M. exigua*, *M. fallax* και *M. hapla*. Ο δεύτερος τρόπος, αφορά την παρθενογένεση (απόμειξη) και είναι χαρακτηριστική των *M. arenaria*, *M. incognita* και *M. javanica*. Η παρθενογένεση είναι αποτέλεσμα της μικρής κινητικότητας που διαθέτουν ως

εδαφικοί οργανισμοί. Σε περιπτώσεις χαμηλής πληθυσμιακής πυκνότητας τα θηλυκά άτομα δύναται να μην αναπαραχθούν, επομένως με την παρθενογένεση αυξάνεται το αναπαραγωγικό δυναμικό και εντείνεται η ικανότητα αποικισμού. Κατ' αυτόν τον τρόπο βέβαια, δεν παρατηρείται παραλλακτικότητα στο γονιδίωμα και περιορίζεται η εξέλιξη (Tapia-Vázquez *et al.* 2022; Trudgill & Blok, 2001).

Υπό στρεσογόνες περιβαλλοντικές συνθήκες, ενδέχεται να παραχθούν επιγενετικά, αρσενικά άτομα, ενώ επίσης έχει αναφερθεί και ύπαρξη διαφυλικής φάσης (Tapia-Vázquez *et al.* 2022, Papadopoulou & Triantaphyllou, 1982). Μία μειονότητα ειδών (*M. carolinensis*, *M. megatyta*, *M. microtyta*, και *M. pini*) αναπαράγεται εγγενώς (Eisenback and Triantaphyllou, 2020).

Οι κομβονηματώδεις είναι σκωληκόμορφοι, κυλινδρικοί, άχρωμοι και μικροσκοπικοί. Οι διαστάσεις των ενηλίκων *Meloidogyne* spp. είναι για το αρσενικό μήκους 1.2 έως 1.5 mm και διαμέτρου 30 έως 36 μm, και για το θηλυκό αντίστοιχα 0.4 έως 1.3 mm μήκος και από 0.27 έως 0.75 mm διάμετρο (Tapia-Vázquez *et al.* 2022; Agrios, 2005). Το θηλυκό άτομο του *M. incognita* έχει λευκό σώμα αχλαδοειδούς σχήματος, ενώ το αρσενικό έχει επίμηκες λεπτό και κυλινδρικό σώμα (Wendimu, 2021).

Τα θηλυκά άτομα, αποθέτουν περίπου 500 αυγά σε μία ζελατινώδη μάζα, τον ωόσακο, η οποία αποτελείται από γλυκοπρωτεΐνες που προστατεύουν τα αυγά, εξασφαλίζοντας ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Σε περίπτωση ξηρασίας αυτή η μάζα σκληροποιείται εξωτερικά. Επίσης, λειτουργεί και ως αντιμικροβιακός παράγοντας από εδαφικούς μικροοργανισμούς. Οι ωόσακοι είτε εξωθούνται είτε παραμένουν εντός των κόμβων των ριζών, ανάλογα με τη θέση τους. Η μετάβαση από αυγό σε ενήλικο κυμαίνεται από 25 έως 30 ημέρες, και εξαρτάται από την εδαφική θερμοκρασία. Διακρίνονται τέσσερα προνυμφικά στάδια μέχρι την ενηλικίωση, κατά τα οποία οι προνύμφες αυξάνονται κατά μήκος αλλά κυρίως κατά πλάτος. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τις προνύμφες J1, ενώ το δεύτερο τις προνύμφες J2 που ζουν και κινούνται στο έδαφος έως να ανιχνεύσουν τη ρίζα ξενιστή μέσω των φυτικών εκκρίσεων, όπως αμινοξέα, σάκχαρα, CO₂ ή μεταβολής του pH. Στη συνέχεια διεισδύουν στις ρίζες, εγκαθίστανται και αρχίζουν να τρέφονται από το εσωτερικό των αγγείων του φυτού ξενιστή. Σε αυτή τη φάση βρίσκονται στο παρασιτικό στάδιο. Τα επόμενα δύο στάδια ανάπτυξης, J3 και J4, λαμβάνουν χώρα εντός του ξενιστή, και διαχωρίζονται μεταξύ τους από το πλήθος των εξωτερικών κυτταρικών στοιβάδων.

Κατά το στάδιο J4, παρατηρείται ο φυλετικός διμορφισμός, όπου οι προνύμφες μεταμορφώνονται σε αρσενικά και θηλυκά ενήλικα άτομα. Όταν τα θηλυκά άτομα ωριμάσουν, διογκώνονται σε αχλαδοειδές σχήμα και αποθέτουν τα αυγά τους μέσα στον ωόσακο (Tapia-Vázquez *et al.* 2022, Blasco *et al.* 2021; Feyisa, 2021; Agrios, 2005).

Οι νεοεκκολαπτόμενες προνύμφες J2 ζουν στη ριζόσφαιρα για μικρό χρονικό διάστημα, χωρίς να τρέφονται (Ntalli & Caboni, 2012). Η διάρκεια ζωής τους στο έδαφος, ρυθμίζεται από τα αποθέματα τους σε λιπίδια, τα οποία όταν βρίσκονται σε ποσοστό λιγότερο από 65%, δυσχεραίνουν την εισβολή στη ρίζα. Για την εισβολή τους, διατρύπουν μηχανικά, το πιο ευαίσθητο σημείο στο ριζικό μερίστωμα, με το λεπτό στιλέτο τους. Συνήθως επιλέγεται το ακραίο ριζικό τμήμα για προσβολή, από το οποίο προχωρούν, μαλακώνοντας τους ιστούς με την έκκριση τροποποιητικών ενζύμων και εγκαθίστανται στον κεντρικό κύλινδρο. Αποφεύγουν τα γηραιότερα τμήματα καθότι σε αυτά είναι ανεπτυγμένη η λωρίδα του Caspary, με τα λιγνιτοποιημένα φυτικά κύτταρα, τα οποία οι νηματώδεις δύσκολα διαπερνούν (Tapia-Vázquez *et al.* 2022). Στη ρίζα, όπου εγκαθίστανται οι J2, σχηματίζονται πολυπύρηννα παρεγχυματικά κύτταρα, τα οποία διογκώνονται και αποτελούν την πηγή τροφής των προνυμφών (Wendimu, 2021).

1.1.3. Γεωγραφική εξάπλωση και συμπτώματα προσβολής

Οι νηματώδεις μεταδίδονται μέσω μολυσμένων σποροφύτων ή σπόρων, υπολείμματα ριζών ή εδάφους, ή μέσω μολυσμένου νερού άρδευσης. Για τη μόλυνση μιας περιοχής χωρίς προηγούμενες προσβολές, συχνότερη αιτία είναι η μεταφορά μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού ή εδάφους, καθώς οι προνύμφες J2 μπορούν να μετακινηθούν μόνο κάποιες δεκάδες εκατοστά στο έδαφος. Στην περίπτωση των υδροπονικών συστημάτων, η πιο κοινή πηγή προσβολής είναι το προσβεβλημένο φυτικό υλικό και το νερό άρδευσης (Seid *et al.* 2015; Wendimu, 2021; Tapia-Vázquez *et al.* 2022). Στην Ελλάδα γίνεται αναφορά των ειδών *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. artiellia* και *M. exigua*, για την περίοδο 1963-1996, και έκτοτε τα ευρήματα αφορούν τα είδη *M. javanica*, *M. incognita* και *M. arenaria* (Tzortzakakis *et al.* 2011).

Τα συμπτώματα που εκδηλώνονται στο υπέργειο τμήμα των φυτών δεν αποτελούν χαρακτηριστικά προσβολής νηματωδών. Η γενική εικόνα του φυτού επηρεάζεται, από

την εμφάνιση χλώρωσης στα φύλλα, ή μααρασμού αυτών, καθυστέρηση στην ανάπτυξη ή φτωχή ανάπτυξη και αρκετά χαμηλές αποδόσεις.

Στο υπόγειο τμήμα οι ρίζες παραμορφώνονται χαρακτηριστικά και εμφανίζουν εξογκώματα, καθώς οι νηματώδεις διατρέφονται εντός αυτών. Οι προσβεβλημένες ρίζες επιπλέον, είναι πιο θυσανώδεις και μικρότερου μήκους σε σχέση με τις υγιείς. Οι παραμορφώσεις εμφανίζονται στο ξύλωμα και τα αγγεία των ριζών τα οποία αποτελούνται από πολυπύρρηνα κύτταρα. Ως αποτέλεσμα, οι βλαστοί οδηγούνται σε μειωμένη πρόσληψη νερού και θάνατο (Wendimu, 2021; Tapia-Vázquez *et al.* 2022; Lamovšek *et al.* 2013; Sikandar *et al.* 2020).

1.1.4. Οικολογικές απαιτήσεις

Το *M. incognita* οικολογικά ευνοείται σημαντικά σε υγρά αμμώδη και ζεστά εδάφη, όπου η επιβίωση και το ποσοστό παθογένειάς του αυξάνονται. Μεγαλύτερης έντασης ζημιές, παρατηρούνται σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε άργιλο, και απουσία έντονης άρδευσης. Συγκεκριμένα σε ελαφριά και αμμώδη εδάφη οι νηματώδεις ευνοούνται από τον αερισμό τους, και κινούνται καλύτερα, διεισδύοντας στις ρίζες, και παράλληλα διευκολύνεται ο σχηματισμός ωόσακων. Ακόμα και στην περίπτωση των υδροπονικών συστημάτων καλλιέργειας, σχεδόν όλα τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται μπορούν να θεωρηθούν ευνοϊκά για την προσβολή των νηματωδών. Για τις προνύμφες J2 τα ιδανικά ποσοστά υγρασίας εδάφους είναι μεταξύ 10 και 30%, ώστε να μεταβούν στα επόμενα στάδια ανάπτυξης.

Συναντάται σε τροπικές, υποτροπικές και λοιπές θερμότερες περιοχές του κόσμου, και συγκεκριμένα σε κάθε περιοχή με ελάχιστη θερμοκρασία τους 3 °C. Προτιμά ένα εύρος θερμοκρασίας μεταξύ 25 και 30 °C, και οι ιδανικές θερμοκρασίες για την εκκόλαψη των αυγών είναι 15 έως 30 °C, ενώ για τις προνύμφες J2 είναι ενδεικτικό το εύρος 10 έως 25 °C. Η διάρκεια του κύκλου ζωής του εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Για το είδος *M. incognita*, ο βιολογικός κύκλος δύναται να ολοκληρωθεί στις 20 ημέρες με ιδανικός εύρος θερμοκρασιών από 25 έως 30 °C. Σε χαμηλότερες ή υψηλότερες θερμοκρασίες ο βιολογικός κύκλος διαρκεί περισσότερο. (Wendimu, 2021; Trudgill & Blok, 2001; Seid *et al.* 2015; Ntalli & Caboni, 2012; Xiang *et al.* 2018; Agrios, 2005).

1.2. Μέτρα και μέθοδοι καταπολέμησης κομβονηματωδών

Οι κομβονηματώδεις παρουσιάζουν δυσκολία στην αντιμετώπιση καθώς έχουν μεγάλο εύρος ξενιστών, μικρό βιολογικό κύκλο, και υψηλούς αναπαραγωγικούς ρυθμούς (Trudgill & Blok, 2001). Σε πολλές χώρες οι προκαλούμενες απώλειες από *M. incognita* συχνά αγνοούνται, κυρίως λόγω της δυσκολίας εντοπισμού του και τη συσχέτιση της προσβολής και με άλλα παρασιτικά ή μη αίτια (Wendimu, 2021). Επιπλέον, η εγκατάσταση των νηματωδών σε βαθύριζες πολυετείς καλλιέργειες, δυσχεραίνει την αντιμετώπισή τους, καθώς οι διαθέσιμες μέθοδοι περιορίζονται (Radwan *et al.* 2012). Ταυτόχρονα, η κλιματική αλλαγή παρουσιάζει ευνοϊκότερες συνθήκες για τους κομβονηματώδεις, εντείνοντας την εξάπλωσή τους (Lamonšek *et al.* 2013).

Τα εργαλεία για την αντιμετώπιση των νηματωδών, αποτελούνται τόσο από καλλιεργητικά μέτρα, όσο και από βιολογικά και χημικά μέσα. Βέβαια κανένα από αυτά δεν διακρίνεται ως προς την αποτελεσματικότητά του απέναντι σε νέους βιοτύπους, ή σε ανθεκτικούς με αυξημένη προσαρμοστικότητα. Επιπρόσθετα, τα διαθέσιμα μέτρα καταπολέμησης των νηματωδών χαρακτηρίζονται από το υψηλό τους κόστος και υπάρχουν αμφιβολίες σχετικά με την περιβαλλοντική ασφάλεια που προσφέρουν. Ως εκ τούτου, γίνεται λόγος για ανάπτυξη στρατηγικών με βασικό στόχο τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των τροφίμων (Tapia-Vázquez *et al.* 2022).

Σε παγκόσμιο επίπεδο η έρευνα στρέφεται σε φιλικότερες για το περιβάλλον εναλλακτικές, οι οποίες βασίζονται στην πρόληψη παρά στη θεραπεία, και συχνά στοχεύουν στη βελτίωση παλαιότερων πρακτικών. Οι στρατηγικές αυτές είναι σχετιζόμενες με τη διαχείριση του εδάφους, όπως και με μεθόδους βιολογικής καταπολέμησης. Τα εδάφη με ικανότητα καταστολής των νηματωδών, έχουν εμφανίσει υψηλή μικροβιακή ποικιλομορφία (Lamonšek *et al.* 2013; Radwan *et al.* 2012).

Στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης νηματωδών, αξιοποιείται ένας συνδυασμός από διάφορες μεθόδους καταπολέμησης, με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος και του ανθρώπου. Η επιλογή εξαρτάται από οικονομικούς, τεχνολογικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Πραγματοποιείται καταπολέμηση των νηματωδών με θερμικά ή χημικά μέσα, καθυστέρηση ή διακοπή του βιολογικού τους κύκλου, και ενίσχυση του ανταγωνισμού με τους εδαφογενείς οργανισμούς (Seid *et al.*

2015). Τα μέτρα χωρίζονται στα προληπτικά καθώς και σε αυτά που εφαρμόζονται μετά την εκδήλωση των συμπτωμάτων.

1.2.1. Προληπτικά μέτρα και καλλιεργητικές πρακτικές

Στα προληπτικά μέτρα, η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού και η κατάλληλη επιλογή χώρου και χρόνου εγκατάστασης της καλλιεργητικής περιόδου, δύνανται να μειώσουν την ένταση των επιπτώσεων των κομβονηματωδών. Για παράδειγμα η επιλογή εγκατάστασης της καλλιέργειας σε περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών, μειώνει τις προσβολές, λόγω αδυναμίας επιβίωσης νηματωδών, όπως οι *M. incognita*, *M. javanica*, και *M. arenaria* (Wendimu, 2021). Οι ανθεκτικές ποικιλίες αποτελούν μία οικονομική και περιβαλλοντικά ασφαλή μέθοδο αντιμετώπισης. Η εγκατάστασή τους δεν απαιτεί αλλαγές στις γεωργικές δραστηριότητες και στην περίπτωση των βιολογικών καλλιεργειών όπου τα μέσα διαχείρισης είναι περιορισμένα, η επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών είναι ύψιστης σημασίας (Seid *et al.* 2015). Ωστόσο σε υψηλές θερμοκρασίες (>28 °C), αυξάνεται ο αριθμός των κόμβων, και μάλιστα σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 32 °C αναφέρεται και ολική απώλεια της ανθεκτικότητας των σχετικών ποικιλιών (De Carvalho *et al.* 2015).

Στις καλλιεργητικές πρακτικές με θετικές ενδείξεις εναντίον των νηματωδών, αναφέρονται η αγρανάπαυση, η ηλιαπολύμανση, η αμειψισπορά, η κατάκλιση, το όργωμα από δύο έως τρεις φορές ανά καλλιεργητική περίοδο, και η προσθήκη οργανικής ουσίας (Wendimu, 2021).

Η αγρανάπαυση αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα σε περιοχές με θερμό κλίμα (Wendimu, 2021).

Η ηλιαπολύμανση και η χρήση ατμού εναντίον του *Meloidogyne* spp., στον αγρό και στο θερμοκήπιο αντίστοιχα, εξαρτάται από την εδαφική θερμοκρασία. Για τον έλεγχο των νηματωδών μία επαρκής θερμοκρασία είναι οι 45 °C. Σε αμμώδη εδάφη η έκθεση στον ήλιο για τους τρεις θερινούς μήνες θεωρείται αρκετή. Ωστόσο, ως μέθοδος είναι κατάλληλη στις ετήσιες καλλιέργειες επειδή δεν επιδρά στα βάθος μεγαλύτερο των 5 cm. Παράλληλα, η χρήση ατμού στα θερμοκήπια συχνά αποφεύγεται λόγω του υψηλού κόστους καυσίμων θέρμανσης και των πιθανών επιπτώσεων σε ωφέλιμους εδαφικούς οργανισμούς (Seid *et al.* 2015).

Η στρατηγική αμειψισποράς χρειάζεται να γίνεται με προσοχή λόγω του μεγάλου φάσματος ξενιστών. Συνήθως επιλέγονται καλλιέργειες που δεν προσβάλλονται από νηματώδεις για τουλάχιστον πέντε έτη (Wendimu, 2021). Για παράδειγμα σε καλλιέργειες τομάτας, η εναλλαγή με καλαμπόκι και φασόλι έφερε θετικά αποτελέσματα (Seid *et al.* 2015). Αντίστοιχα, σε καλλιέργειες πατάτας, η εναλλαγή με το βαμβάκι αντίστοιχα, μείωσε την πυκνότητα πληθυσμών *M. incognita* (Crow *et al.* 2000).

Σχετικά με τη χρήση του αρδευτικού νερού, στις περιπτώσεις που το νερό ανακυκλώνεται, όπως στα θερμοκήπια, προτείνεται να καθαρίζεται, ώστε να αποφεύγεται η εξάπλωση των φυτικών παρασίτων και ασθενειών. Ο καθαρισμός μπορεί να πραγματοποιείται με χλωρίωση, ηλεκτρική εκκένωση, διήθηση, θερμική επεξεργασία, οζονισμό, καθίζηση και ακτινοβολία UV (Seid *et al.* 2015). Η κατάκλιση ενδείκνυται για καλλιέργειες όπως το ρύζι (Wendimu, 2021).

Ο εμπλουτισμός του εδάφους με οργανική ουσία, βελτιώνει την εδαφική γονιμότητα, μειώνοντας τη διάβρωση, διεγείροντας τη μικροβιακή δραστηριότητα και απελευθερώνοντας νηματωδοκτόνες ενώσεις. Προέρχεται από διάφορες πηγές περιλαμβάνοντας τη χλωρή λίπανση, τις καλλιέργειες κάλυψης, τα υπολείμματα των καλλιεργειών ή τα ζωικής προέλευσης λιπάσματα. Η προσθήκη αυτών γίνεται είτε με ενσωμάτωση, είτε με εφαρμογή τους στην επιφάνεια. Σε έρευνα των Shiferaw *et al.* (2017), η προσθήκη κοπριάς ορνίθων σε συνδυασμό με υπολείμματα καλλιέργειας ελαιοκράμβης (πίτα), σε σπορόφυτα τομάτας ποικιλίας Marglobe, μείωσε το πληθυσμό προνυμφών *M. incognita* σταδίου J2 και το πλήθος των παραγόμενων αυγών ενώ παράλληλα παρατηρήθηκε μεγαλύτερη απόδοση καρπών. Ωστόσο, η επίδραση της οργανικής ουσίας στους νηματώδεις εξαρτάται από την προστιθέμενη ποσότητα και χρειάζεται να αξιολογείται το κόστος μεταφοράς της οργανικής ουσίας και να συγκρίνεται η αποτελεσματικότητά της συγκριτικά με εναλλακτικές πρακτικές (Seid *et al.* 2015; Ntalli *et al.* 2010).

Προτείνεται επίσης η φύτευση φυτών- παγίδων ή η τοποθέτηση ανταγωνιστικών καλλιεργειών. Παραδείγματα φυτών- παγίδων είναι ο κατιφές (*Tagetes* spp.), και το χρυσάνθεμο (*Chrysanthemum* spp.), και αντίστοιχα ανταγωνιστικά θεωρούνται τα είδη ρετσινολαδιά (*Ricinus communis* L.), το είδος μπιζελιού *Chamaecrista fasciculata*, το είδος φασολιού *Mucuna pruriens*, ο βίκος (*Vicia sativa*), η ελαιοκράμβη (*Brassica*

napus subsp. *napus*) και το σουσάμι (*Sesamum indicum*). Επιπλέον ανθεκτική ποικιλία τομάτας (Wendimu, 2021).

Τέλος, όσον αφορά τα γεωργικά μηχανήματα και εργαλεία, συστήνεται ο καθαρισμός τους, ώστε να αποφεύγεται η μεταφορά μολυσμένου εδάφους (Seid *et al.* 2015). Επιπλέον, σε περιπτώσεις καλλιεργειών όπως η πατάτα, ενδείκνυται η αφαίρεση των πρωτογενών μολυσμάτων, μέσω της απομάκρυνσης των μολυσμένων κονδύλων από το έδαφος, ή γενικότερα έκθεση των μολυσμένων υπολειμμάτων στο ηλιακό φως (Wendimu, 2021).

1.2.2. Βιοδραστικοί παράγοντες

Το έδαφος αποτελεί ένα περίπλοκο οικοσύστημα, φιλοξενώντας πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από ένα πολύπλοκο δίκτυο αλληλεπιδράσεων. Στη ριζόσφαιρα ιδιαίτερα συγκεντρώνονται σε αφθονία τα θρεπτικά συστατικά, για τα οποία οι μικροοργανισμοί ανταγωνίζονται. Οι μύκητες και τα βακτήρια του εδάφους, κυριαρχούν μεταξύ των εδαφογενών μικροοργανισμών. Ορισμένα από αυτά έχουν εμφανίσει ικανότητες βιοελέγχου εναντίον των κομβοηματοδών. Ο βιολογικός έλεγχος στοχεύει στην εκμετάλλευση αυτής της ικανότητας (Lamovšek *et al.* 2013; Radwan *et al.* 2012).

Η καταστολή των νηματωδών μέσω μικροοργανισμών, δύναται να επιτυγχάνεται μέσω έκκρισης αντιβιοτικών ουσιών ή πρόκλησης ανταγωνισμού στη ριζόσφαιρα λόγω παραγωγής τοξικών ουσιών. Παραδείγματα αποτελούν οι υδατοδιαλυτές ουσίες fervernulin, avermectin και nemadectin παραγόμενες από διαφορετικά στελέχη και είδη του γένους μυκήτων *Streptomyces*, και οι ουσίες surfactin και fengycin προερχόμενες από στελέχη *Bacillus* (Tapia-Vázquez *et al.* 2022). Αντίστοιχα οι μύκητες του γένους *Trichoderma* εκκρίνουν τοξικούς μεταβολίτες, ικανούς να αναστείλουν τη διείσδυση και την ανάπτυξη των νηματωδών εντός των ριζών. Μεταξύ των ειδών, μεγαλύτερη τοξικότητα στο *M. incognita* εμφανίζει το είδος *T. harzianum* συγκριτικά με το *T. viride* (Wendimu, 2021). Τα συμβιοτικά βακτήρια από τα γένη *Xenorhabdus* και *Photorhabdus*, παράγουν μεταβολίτες που μειώνουν την εκκόλαψη των αυγών, προκαλούν παράλυση των προνυμφών J2, αναστέλλοντας την προσβολή. Οι μεταβολίτες εμφανίζουν αποτελεσματικότητα κυρίως στο έδαφος και συνήθως δεν επηρεάζουν τους νηματώδεις που ήδη βρίσκονται εντός των ριζών (Lamovšek *et al.* 2013).

Ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης αναφέρεται στην προαγωγή της ανάπτυξης των φυτών και της επαγόμενης συστημικής ανθεκτικότητας. Για παράδειγμα ο *Bacillus firmus* I-1582 παράγει τη φυτική ορμόνη ινδολο-οξικό οξύ (Indol-acetic acid/IAA), η οποία κατά το στάδιο ανάπτυξης της ρίζας υποβοηθά την ανάπτυξή της και την ευρωστία των καλλιεργειών. Τα ριζοβακτήρια που έχουν ερευνηθεί περισσότερο είναι τα εξής: *Bacillus subtilis*, *B. sphaericus* και *Pseudomonas fluorescens* (Tapia-Vázquez *et al.* 2022; Lamovšek *et al.* 2013).

Μία τρίτη προσέγγιση αφορά τον παρασιτισμό, ο οποίος στηρίζεται σε φυσικούς εχθρούς των νηματωδών, περιλαμβάνοντας βακτήρια μύκητες και ακάρεα, και αρπακτικούς νηματώδεις. Ένα παράδειγμα σχετικού μύκητα είναι ο *Paecilomyces lilacinus*, ο οποίος παρασιτεί στα αυγά του *M. incognita* και επίσης τα σπόριά του προσκολλώνται στα επιφανειακά κύτταρα των προνυμφών σταδίου J4 πριν ενηλικιωθούν, μειώνοντας τη γονιμότητά τους μετέπειτα. Οι μύκητες τους γένους *Trichoderma* έχουν την ικανότητα διείσδυσης στα αυγά των νηματωδών αποτρέποντας τα να εκκολαφθούν. Το βακτήριο *Pasteuria penetrans* παρασιτεί στις προνύμφες J2, εμποδίζοντας τις να εισέλθουν στις ρίζες και θανατώνοντάς τις. Επιπλέον, τα θηλυκά άτομα που έχουν μολυνθεί παράγουν μικρή ποσότητα αυγών. Αποτελεσματική διαχείριση των κομβονηματωδών έχει εμφανίσει και το βακτήριο *Bacillus penetrans* (Wendimu, 2021; Lamovšek *et al.* 2013).

Οι μικροοργανισμοί που εμφανίζουν ανταγωνισμό στη ριζόσφαιρα με τους νηματώδεις, ή παράγουν τοξικές για αυτούς ουσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν δραστικές νηματωδοκτόνων σκευασμάτων, με εξειδικευμένη δράση. Συναντώνται επίσης σε βιολιπάσματα, ή βελτιωτικά εδάφους. Η εφαρμογή τους μπορεί να ενταχθεί σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών των φυτών (Radwan *et al.* 2012). Ο συνδυασμός μικροοργανισμών με νηματωδοκτόνες ιδιότητες συμβάλουν στην καλύτερη αποτελεσματικότητα. Σύμφωνα με το Nagachandrabos (2018), ένα σχετικό παράδειγμα είναι τα σκευάσματα τα οποία περιέχουν στελέχη *Pseudomonas fluorescens*, *P. lilacinus* και *T. viride*, με εφαρμογή αυτών σε πρώιμο στάδιο της καλλιέργειας. Το *Pasteuria penetrans* διαθέτει περιορισμένο εύρος ξενιστών επομένως η μαζική του παραγωγή είναι δύσκολο να επιτευχθεί (Lamovšek *et al.* 2013). Ωστόσο, η χρήση εισαγόμενων σκευασμάτων στα οποία εμπεριέχονται βιοδραστικοί μικροοργανισμοί, παρουσιάζει ευμετάβλητη αποτελεσματικότητα, η οποία είναι ανάλογη της προσαρμοστικότητας που θα εμφανίσουν οι μικροοργανισμοί στις τοπικές

συνθήκες, επηρεαζόμενοι από βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες. Κρίνεται απαραίτητη επομένως, η απομόνωση κατάλληλων στελεχών σε τοπικό επίπεδο (Radwan *et al.* 2012).

Ο βιολογικός έλεγχος δεν μπορεί να υποκαταστήσει το χημικό έλεγχο λόγω των περιορισμών που παρουσιάζει, παρ' όλα αυτά μακροπρόθεσμα μπορεί να διασφαλίσει ένα υγιέστερο περιβάλλον (Lamonšek *et al.* 2013).

1.2.3. Χημική καταπολέμηση

Η χημική καταπολέμηση περιλαμβάνει τη χρήση χημικών ουσιών, που θανατώνουν τους νηματώδεις ή εμποδίζουν την αναπαραγωγή τους (Subedi *et al.* 2020) και αποτέλεσε την πιο σημαντική στρατηγική για την αντιμετώπιση των νηματωδών σε συνδυασμό με την ηλιαπολύμανση, και τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών (Seid *et al.* 2015). Παρ' όλα αυτά, η παρατεταμένη χρήση χημικών φυτοφαρμάκων οδηγεί σε αναποτελεσματικότητα λόγω της μικροβιακής αποδόμησης στο έδαφος, έχει αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον, τους μικροοργανισμούς μη στόχους και τον άνθρωπο. Ως εκ τούτου, έχει θεσπιστεί περιορισμός ή και απαγόρευση χρήσης των περισσότερων χημικών νηματωδοκτόνων (Radwan *et al.* 2012; Jones *et al.* 2017, Chitwood, 2003) και συγκεκριμένα για την Ευρωπαϊκή Ένωση μη καταχώριση πολλών νηματωδοκτόνων στο Παράρτημα I της Κοινοτικής Οδηγίας 91/414/EEC. Σημειώνεται ότι η κοινοτική οδηγία 91/414/ECC καθόριζε τη διαδικασία έγκρισης των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων εναρμονίζοντας την κυκλοφορία τους στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής ένωσης (Council Directive, 1991). Το 2005 η Ευρωπαϊκή Ένωση απαγόρευσε τη χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου που έως τότε ήταν το πιο αποτελεσματικό υποκαπνιστικό νηματωδοκτόνο (Lamonšek *et al.* 2013). Ως χαρακτηριστικό ενός νηματωδοκτόνου, η υποκαπνιστική δραστηριότητα είναι σημαντική, καθώς εξασφαλίζει τη βιολογική δράση του σκευάσματος και στα στρώματα του εδάφους που δεν έχουν υποστεί μεταχείριση (Ntalli & Caboni, 2012). Μετά την απόσυρση του βρωμιούχου μεθυλίου αλλά και άλλων υποκαπνιστικών σκευασμάτων εδάφους, τα κυρίαρχα νηματωδοκτόνα ήταν τα καρβαμιδικά και τα οργανοφωσφορικά, ελάχιστα από τα οποία εξακολουθούν να κυκλοφορούν σήμερα. Η εφαρμογή τους γίνεται τουλάχιστον μία φορά στην αρχή κάθε καλλιεργητικής περιόδου (Tzortzakakis, 2017). Παρακάτω παρατίθενται οι δραστικές των εγκεκριμένων νηματωδοκτόνων σκευασμάτων με τη λήξη της έγκρισης τους (ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης 03/10/2023).

Πίνακας 1.1. Εγκεκριμένες νηματωδοκτόνες ουσίες στην Ελλάδα (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης Και Τροφίμων, 2023)

Εγγυημένη Σύνθεση	Ομάδα Γεωργικών Φαρμάκων	Λήξη Έγκρισης
1.3 dichloropropene*	Καπνιστικά	28-09-2023
Abamectin	Αβερμεκτίνες	30-04-2024
Dazomet	Καπνιστικά	31-05-2024
Chloropicrin*	Καπνιστικά	28-09-2023
Fosthiazate	Οργανοφωσφορικά	31-10-2024
Fluopyram	Βενζαμίδια	31-01-2025
Oxamyl	Καρβαμιδικά	31-01-2024
<i>Bacillus firmus</i> i-1582*	Βακτήρια	30-09-2023
<i>Purpureocillium lilacinum</i> strain 251*	Μύκητες	31-07-2023
Garlic extract*	Βοτανικό εκχύλισμα	31-08-2021
Geraniol	Αιθέριο έλαιο	30-11-2024
Thymol	Αιθέριο έλαιο	30-11-2024

* Για τις ουσίες αυτές έχει λήξει η έγκρισή τους, όμως δεν αναφέρεται λήξη διάθεσης αποθεμάτων.

Τον Μάιο του 2020 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε τη στρατηγική της «Από το αγρόκτημα στο πιάτο», η οποία αποτελεί μία από τις βασικές δράσεις στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Συμβάλλοντας στην επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, η στρατηγική έχει ως σκοπό να στρέψει το σημερινό σύστημα τροφίμων της ΕΕ προς ένα βιώσιμο πρότυπο. Η στρατηγική «Από το αγρόκτημα στο πιάτο» ευθυγραμμίζεται με τη στρατηγική της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα με ορίζοντα το 2030, καθώς οι δύο προτάσεις αλληλοσυμπληρώνονται. Ο εκσυγχρονισμός της γεωργίας με την ανάπτυξη πιο βιώσιμων γεωργικών πρακτικών, σε συνδυασμό με την προστασία της φύσης και την καταπολέμηση της κλιματικής

αλλαγής, συγκαταλέγεται στους βασικούς στόχους της μεταρρύθμισης της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ). Επομένως, οι στόχοι της ΚΑΠ είναι στενά συνυφασμένοι με τη στρατηγική «Από το αγρόκτημα στο πιάτο». Στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας η χρήση των συμβατικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων θα μειωθεί δραστικά ενώ η χρήση των φυσικών προϊόντων προωθείται (European Commission, 2023b).

2. Βοτανικά εργαλεία φυτοπροστασίας

Καθώς τα κριτήρια για τη διαθεσιμότητα των φυτοπροστατευτικών γίνονται πιο αυστηρά, οι συνθετικές ουσίες με υψηλή τοξικότητα σταδιακά απαγορεύονται. Επομένως, δημιουργείται η ανάγκη εύρεσης προϊόντων με χαμηλότερο αντίκτυπο. Τα τελευταία χρόνια, τα φυσικής προέλευσης φυτοπροστατευτικά προϊόντα εμφανίζονται να είναι μία ασφαλέστερη εναλλακτική, συγκριτικά με τα χημικώς συντιθέμενα (Marchand, 2015; Ntalli *et al.* 2010).

2.1. Βασικές Ουσίες (Basic Substances)

Με τον όρο Βασικές Ουσίες (Basic Substances) περιγράφονται ορισμένες ουσίες, των οποίων η κύρια χρήση δεν απαντάται στη φυτοπροστασία, αλλά δύνανται να συνεισφέρουν σε αυτή. Αποτελούν πηγή ενδιαφέροντος για έρευνα, λόγω του ότι προσφέρονται ως εναλλακτική εναντίων των συνθετικών φυτοφαρμάκων, και εμφανίζουν μυκητοκτόνες, βακτηριοκτόνες, εντομοκτόνες ή ιοκτόνες ιδιότητες (Marchand, 2015; Romanazzi *et al.* 2022).

Οι Βασικές Ουσίες συνιστούν μία νέα κατηγορία ουσιών, οι οποίες εισάγονται με το άρθρο 23 του Κανονισμού του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου αριθ. 1107/2009, ο οποίος είναι σχετικός με τη διάθεση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά. Για την έγκριση των Βασικών Ουσιών, χρειάζεται να διασφαλίζεται ότι δεν προκαλούν κινδύνους, τόσο στο περιβάλλον, όσο και στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων, δηλαδή να μην προκαλούν διαταραχές ενδοκρινικής, νευρολογικής, ή ανοσολογικής φύσεως. Αφορούν απλά προϊόντα διατροφής, όπως σακχαρόζη, φυτικά έλαια (π.χ. ηλιέλαιο, έλαιο κρεμμυδιού) ή φυτικά εκχυλίσματα (*Salix* spp., *Urtica* spp.). Επομένως, δεν εμφανίζουν ανησυχίες σχετικές με τα υπολείμματα, και δεν αναφέρονται σχετικά μέγιστα επιτρεπόμενα όρια υπολειμμάτων (MRL). Μάλιστα κάποιες από αυτές είναι καταχωρημένες ως δραστικές ουσίες φυτοπροστατευτικών προϊόντων, όπως το όξινο ανθρακικό νάτριο (μαγειρική σόδα) και το ξύδι, από τα οποία το πρώτο έχει εγκριθεί ως ουσία χαμηλού κινδύνου, και το δεύτερο έχει ως κύριο συστατικό το οξικό οξύ, που έχει εγκριθεί ως ζιζανιοκτόνο. Οι Βασικές Ουσίες εξ ορισμού είναι ευεργετικές στη γεωργία και δεν αποτελούν αποκλειστικά δραστικές ουσίες ή φυτοπροστατευτικά προϊόντα, έχουν όμως θετικό αντίκτυπο στις καλλιέργειες εάν εφαρμοστούν προληπτικά, όπως για παράδειγμα η χιτοζάνη, που διεγείρει το

αμυντικό σύστημα των φυτών (Marchand, 2015; Romanazzi *et al.* 2022; Constantini & La Torre, 2022).

Οι πρώτες Βασικές Ουσίες που αξιολογήθηκαν, προέρχονταν από τρόφιμα, όπως το ξύδι και ο ορός γάλακτος. Έπειτα μελετήθηκε το υδρόλυμα του *Equisetum arvense*, και καταχωρήθηκε το 2014 ως βιοδραστικό εναντίων διαφόρων μυκήτων. Προτάθηκαν επίσης ουσίες ορυκτής προέλευσης (π.χ. ταλκ), ζωικής προέλευσης (π.χ. χιτοζάνη), και μικροοργανισμοί (π.χ. μαγιά μύρας ή αρτοποιίας). Επί του παρόντος έχουν εγκριθεί 24 Βασικές Ουσίες (Ημερομηνία τελευταία ανασκόπησης 30/09/2023). Λόγω των χαρακτηριστικών τους, οι ουσίες αυτές μπορούν να βρουν εφαρμογή στη βιολογική γεωργία, με τις 21 από αυτές να εγκρίνονται ως κατάλληλες για αυτό τον σκοπό. Εφαρμόζονται με απευθείας εφαρμογή ή μετά από διάλυση. Μέχρι στιγμής το κύριο αραιωτικό είναι το νερό, όμως έχει εγκριθεί και η διάλυση της χιτοζάνης σε ξύδι. Επιπλέον, είναι συμβατές με άλλους παράγοντες φυτοπροστασίας όπως μικροοργανισμούς, καθώς και ουσίες φυσικής, ορυκτής, ή ζωικής προέλευσης (Marchand, 2015; Romanazzi *et al.* 2022; Constantini & La Torre, 2022). Αναλυτικά ο τρόπος χρήσης των Βασικών Ουσιών περιγράφεται στον Πίνακα 8.1 του Παραρτήματος.

Σχετικά με τις δοκιμές αποτελεσματικότητας των Βασικών Ουσιών σε συνθήκες πεδίου, εναντίων παρασίτων και παθογόνων, σημειώνονται ελάχιστες πληροφορίες. Παρ' όλα αυτά, η εφαρμογή της υδροχλωρικής χιτοζάνης σε συνθήκες αγρού έφερε επίδραση συγκρίσιμη με ορισμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Η επιστημονική βιβλιογραφία που σχετίζεται με τις Βασικές Ουσίες, αν και είναι περιορισμένη, προοδευτικά αυξάνεται τα τελευταία χρόνια. Η χρήση των Βασικών Ουσιών κρίνεται σημαντική στα πλαίσια της στρατηγικής Farm to Fork της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (Romanazzi *et al.* 2022; Constantini & La Torre, 2022).

2.1.1. Φυτικής προέλευσης

1) Μύρα. Η μύρα αποτελεί το πιο κοινό αλκοολούχο ποτό ζύμωσης παγκοσμίως. Για την παρασκευή της απαιτείται η διαδικασία ζύμωσης αμύλων προερχόμενων από σπόρους σιτηρών, και είναι πλούσια σε φαινολικές ενώσεις, και πτητικούς οργανικούς μεταβολίτες. Το 2017 εγκρίθηκε ως Βασική Ουσία ως μαλακιοκτόνο, για όλες τις εδώδιμες και μη καλλιέργειες. Εφαρμόζεται αδιάλυτη σε καλυμμένες παγίδες, ελέγχοντας φυτικούς εχθρούς, όπως τα σαλιγκάρια και οι γυμνοσάλιαγκες, τα οποία

έλκονται από την οσμή, με την παρουσία των πτητικών ενώσεων, λαυρικού οξέος και λαυρικού αιθυλεστέρα, να καθορίζουν την προσέλκυσή τους (Constantini & La Torre, 2022).

2) Εκχύλισμα *Equisetum arvense* L. Το *Equisetum arvense* L. είναι πολυετές ποώδες φυτό της οικογένειας Equisetaceae. Εντοπίζεται στο βόρειο ημισφαίριο και αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο πτεριδόφυτο. Για την εφαρμογή του φυτού ως Βασική Ουσία, εκχυλίζεται σε νερό το υπέργειο τμήμα του. Το κύριο συστατικό του κατά την εκχύλιση του είναι το πυρίτιο, υπό τη μορφή πυριτικού οξέος, η παρουσία του οποίου αναφέρεται να επιδρά θετικά εναντίον του αβιοτικού στρες των φυτών, και αποτρέποντας τις προσβολές από μύκητες.

3) Σακχαρόζη. Η σακχαρόζη ως οργανική ένωση, είναι ένας δισακχαρίτης προερχόμενος από το συνδυασμό γλυκόζης και φρουκτόζης, και είναι γνωστή ως επιτραπέζια ζάχαρη. Για τη χρήση της, παρασκευάζεται ένα υδατικό διάλυμα το οποίο εφαρμόζεται προληπτικά και λειτουργεί ως διεγέρτης ενεργοποιώντας τη φυσική άμυνα του φυτού απέναντι σε μύκητες, τροποποιώντας τους μεταβολίτες στην επιφάνεια του φύλλου, και σε έντομα, μειώνοντας τελικά τα εναποτιθέμενα αυγά.

4) Φρουκτόζη. Η φρουκτόζη, είναι ένας απλός μονοσακχαρίτης εντοπιζόμενη σε πολλά φυτά. Εφαρμόζεται στις καλλιέργειες ως υδατικό διάλυμα και εμφανίζει προληπτική δράση εναντίον του λεπιδοπτέρου *Cydia pomonella*, και το μύκητα *Plasmopara viticola*.

5) Ξύδι. Το ξύδι έχει σαν βασικό συστατικό το οξικό οξύ, και παρασκευάζεται κατά τη διαδικασία ζύμωσης αιθανόλης ή σακχάρων και αξιοποιείται στη διατροφή αλλά και τη ζιζανιοκτονία. Ως ασθενές οξύ, λόγω του μειωμένου του pH, έχει τη δυνατότητα αναστολής της ανάπτυξης μυκητιακών και βακτηριακών κυττάρων, εντός των οποίων το pH έχει υψηλότερη τιμή.

6) Λεκιθίνες. Οι λεκιθίνες αφορούν μία ομάδα κηρωδών υγροσκοπικών φωσφολιπιδίων και συναντώνται τόσο σε ζωικούς, όσο και σε φυτικούς ιστούς. Αποτελούν ένα μίγμα διγλυκεριδίων του στεατικού, παλμιτικού και ελαϊκού οξέος, συνδεδεμένα με τον εστέρα χολίνης του φωσφορικού οξέος. Χρησιμοποιούνται κυρίως στη βιομηχανία φαρμάκων, τροφίμων, στην παραγωγή ζωοτροφών, χρωμάτων υφασμάτων κλπ. Ως Βασική Ουσία αξιοποιούνται οι λεκιθίνες που παράγονται από τη σόγια και τον ηλιάνθο.

Αναμιγνύονται με κρύο νερό για να εφαρμοστούν και έχουν αντιμυκητιακή δράση, αναστέλλοντας την ανάπτυξη και τη βλάστηση των μυκηλίων.

7) Εκχύλισμα *Salix* spp. Το εκχύλισμα ιτιάς, παρασκευάζεται από νωπά ή αποξηραμένα τμήματα φλοιού από διάφορα είδη *Salix* spp. (οικογένεια Saliceae): *S. purpurea*, *S. daphnoides* και *S. fragilis*, τα οποία χρησιμοποιούνται παραδοσιακά σε διάφορες χώρες, λόγω των φαρμακευτικών ιδιοτήτων τους. Περιέχει σαλικίνη (σαλικυλικό οξύ) και είναι η πιο σημαντική ένωση του φυτού, με αναλγητικές, αντιφλεγμονώδεις, ηρεμιστικές, αντιπυρετικές, αντιρευματικές και πεπτικές ιδιότητες. Στα φυτά, το εκχύλισμα δρα προληπτικά εναντίων των ασθενειών, μειώνοντας τις επιπτώσεις της υγρασίας, ενισχύει το αμυντικό σύστημα, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μετασυλλεκτικά με αντιμυκητιακή δράση κατά του *Botrytis cinerea* και του *Penicillium expansum*.

8) Ηλιέλαιο. Το ηλιέλαιο παράγεται από τους σπόρους του ηλίανθου (*Helianthus annuus* L., οικογένεια Asteraceae), ενός από τα πλέον ελαιούχα φυτά. Η δράση του εξαρτάται από την περιεκτικότητα του σε ελαϊκό οξύ. Έχει μυκητοκτόνες ιδιότητες και εφαρμόζεται μετά από αραίωση σε κρύο νερό.

9) Εκχύλισμα *Urtica* spp. Η τσουκνίδα *Urtica* spp. (οικογένεια Urticaceae), είναι ένα ποώδες πολυετές φυτό. Χρησιμοποιείται ευρέως ως φαρμακευτικό φυτό για την ανθρώπινη υγεία, έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και άλλα οφέλη εναντίων αυτοάνοσων νοσημάτων, ενώ επίσης περιέχει θρεπτικά συστατικά που αξιοποιούνται στα συμπληρώματα διατροφής. Οι ενώσεις που εμπλέκονται στη φυτοπροστασία, είναι το οξικό οξύ, το χλωρογενικό οξύ, το μυρμηκικό οξύ, η λεκιθίνη, η L-προυνασίνη, η ρουτίνη. Έχει εγκριθεί για τις εντομοκτόνες και ακαρεοκτόνες ιδιότητές της για διάφορες καλλιέργειες, ως αποθητικό εντόμων ή για την αντιτροφοδοτική της δράση. Εφαρμόζεται με ψεκασμό υδατικού εκχυλίσματος.

10) Σκόνη Σπόρων Σιναπιού. Η σκόνη σπόρων σιναπιού των ειδών *Sinapis alba* L. (*Brassica alba* L.), *B. juncea* L. και *B. nigra* L. (οικογένεια Brassicaceae), χρησιμοποιείται ως πρόσθετο τροφίμων και έχει μυκητοκτόνο δράση. Εφαρμόζεται για την επένδυση σπόρων σιτηρών.

11) Έλαιο *Allium cepa* L. Το έλαιο κρεμμυδιού είναι αρκετά πτητικό και παραλαμβάνεται από τους βολβούς του *Allium cepa* L. (οικογένεια Liliaceae).

Αξιοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, αλλά διακρίνεται επίσης για τις αναλγητικές, και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Στη φυτοπροστασία, έχει εγκριθεί για την απωθητική δράση κατά της *Psila rosae*, στην καλλιέργεια καρότου, όταν εφαρμόζεται αδιάλυτο. Το εκχύλισμα κρεμμυδιού ως Βασική Ουσία έχει εγκριθεί για τη μυκητοκτόνο δράση του στην πατάτα, το αγγούρι και την τομάτα.

12) Αργιλικός Άνθρακας (Clayed Charcoal). Ο αργιλικός άνθρακας αποτελεί μίγμα ξυλάνθρακα και μπετονίτη (άργιλο). Ο άνθρακας παράγεται από ενανθράκωση φυτικών υλικών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο τροφίμων. Ο μπετονίτης ως εδαφικό συστατικό, έχει θεμελιώδη ρόλο στον έλεγχο της διαθεσιμότητας των θρεπτικών συστατικών της οργανικής ουσίας του εδάφους, ενώ επίσης αξιοποιείται και ως πρόσθετο ζωοτροφών. Ως Βασική Ουσία εφαρμόζεται σε μορφή κόκκων στο έδαφος κατά της ίσκας της αμπέλου (Constantini & La Torre, 2022).

2.1.2. Ζωικής προέλευσης

1) Γάλα Αγελάδος. Έχει μυκητοκτόνο δράση, όταν αυτό εφαρμόζεται με αραίωση σε νερό, ενώ επίσης δύναται να απολυμάνει τα εργαλεία κλαδέματος με εμβάπτισή τους σε μη αραιωμένο γάλα, έχοντας ιοκτόνες ιδιότητες.

2) Ορός Γάλακτος. Ο ορός γάλακτος λαμβάνεται κατά την παρασκευή τυροκομικών προϊόντων, και προκύπτει από το διαχωρισμό του τυροπήγματος κατά την πήξη του γάλακτος και των παραγώγων του, και οφείλεται στη δράση των πηκτικών ενζύμων του γάλακτος (Constantini & La Torre, 2022). Ως Βασική Ουσία, έχει μυκητοκτόνο δράση εναντίον του ωιδίου καθώς και ιοκτόνο δράση (European Commission, 2021b). Σε έρευνα των Ntalli *et al.* (2019), μελετήθηκε η επίδραση του ορού γάλακτος σε κομβονηματώδεις του είδους *M. javanica*, και υπήρξαν θετικές ενδείξεις στην αντιμετώπισή του τόσο σε εργαστηριακά πειράματα, όσο και σε πειράματα αγρού, χωρίς να βλάψουν εδαφικούς μικροοργανισμούς ή μη φυτοπαρασιτικούς νηματώδεις.

3) L-Κυστεΐνη. Η L-κυστεΐνη, αποτελεί ένα μη απαραίτητο αμινοξύ που απαντάται σε ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Βιομηχανικά παράγεται από υδρόλυση της φυσικής κερατίνης προερχόμενη από φτερά πάπιας. Συναντάται ως πρόσθετο στη διατροφή ανθρώπων και ζώων. Στη φυτοπροστασία έχει εγκριθεί για τη δράση του κατά των φυλλοφάγων μυρμηγκιών σε όλες της καλλιέργειες αλλά και σε δασικές εκτάσεις. Η

εφαρμογή της πραγματοποιείται με ανάμιξη της ουσίας σε υπόστρωμα σιτάλευρου και επίπαση αυτού.

4) Χιτίνη. Η χιτίνη, η οποία απαντάται σε αφθονία στη φύση, σε κυτταρικά τοιχώματα μυκήτων, εντόμων και εξωσκελετούς αρθροπόδων. Η χιτίνη και η χιτοζάνη χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και τα καλλυντικά.

5) Υδροχλωρική Χιτοζάνη. Η υδροχλωρική χιτοζάνη είναι ένα βιοπολυμερές, που παράγεται από το γένος *Aspergillus*. Ως Βασική Ουσία παράγεται από αποακετυλίωση της χιτίνης που εντοπίζεται στα καρκινοειδή, με τη χρήση υδροχλωρικού οξέος, ώστε να καθίσταται υδατοδιαλυτή ουσία, η οποία εφαρμόζεται σε διάφορες καλλιέργειες και επάγει τους αμυντικούς τους μηχανισμούς εναντίων βακτηρίων και μυκήτων (Constantini & La Torre, 2022).

2.1.3. Ανόργανης προέλευσης

1) Χλωριούχο Νάτριο (NaCl). Ως ανόργανη ένωση, το χλωριούχο νάτριο συναντάται με την κοινή ονομασία αλάτι, και χρησιμοποιείται ευρέως στη διατροφή. Αποτελεί παράγωγο της εξάτμισης του θαλασσινού νερού ή εξορύσσεται. Έχει εγκριθεί ως Βασική Ουσία με μυκητοκτόνο δράση στο αμπέλι και σε καλλιέργειες μανιταριών, με εφαρμογή σε υδατικό διάλυμα και σε κόκκους αντίστοιχα (Constantini & La Torre, 2022; European Commission, 2021a). Επιπλέον έχει παρατηρηθεί και εντομοκτόνος δράση προκαλώντας προσρόφηση του επιδερμικού κεριού του εντόμου *Lobesia botrana* και τελικώς των αφυδάτωση και το θάνατό του (Lucchi & Loni, 2001).

2) Όξινο Ανθρακικό Νάτριο (NaHCO_3). Το όξινο ανθρακικό νάτριο, εντοπίζεται με την κοινή ονομασία ως μαγειρική ή διττανθρακική σόδα. Διαθέτει πληθώρα χρήσεων, ανάμεσά τους η ανθρώπινη διατροφή, οι ζωοτροφές, τα φαρμακευτικά προϊόντα, τα απορρυπαντικά κλπ. Ως Βασική Ουσία, έχει εγκριθεί για τη μυκητοκτόνο δράση της σε διάφορες καλλιέργειες. Εφαρμόζεται με τη μορφή υδατικού διαλύματος ή ως ξηρή, τόσο σε επεμβάσεις στο φύλλωμα, όσο και σε μετασυλλεκτικές επεμβάσεις, με θετικά αποτελέσματα στον έλεγχο του ωιδίου και του *Penicillium* spp. κατά τη μετασυλλεκτική επεξεργασία φρούτων (Constantini & La Torre, 2022).

3) Υδροξείδιο Ασβεστίου (Ca(OH)_2). Το υδροξείδιο του ασβεστίου ως ανόργανη ένωση, χρησιμοποιείται στη γεωργία ως βελτιωτικό εδάφους, καθώς και ως ρυθμιστής

οξύτητας σε διάφορα τρόφιμα. Ως Βασική Ουσία, αναμιγνύεται με νερό και έχει εγκριθεί ως μυκητοκτόνο σε καλλιέργειες πυρηνοκάρπων και γιγαρτοκάρπων.

4) Φωσφορικό Διαμμώνιο ((NH₄)₂HPO₄). Το φωσφορικό διαμμώνιο αποτελεί την πιο κοινή πηγή φωσφόρου στα λιπάσματα, ενώ επίσης, αξιοποιείται και στην επεξεργασία του κρασιού. Έχει εγκριθεί, για την εντομοκτόνο δράση του, κατά των μυγών των φρούτων *Ceratitis capitata* και *Rhagoletis cerasi*, στις καλλιέργειες που προσβάλλονται από αυτά τα έντομα. Χρησιμοποιείται αραιωμένο σε νερό και τοποθετείται σε παγίδες για τη μαζική σύλληψη των προαναφερθέντων εντόμων.

5) Υπεροξείδιο του Υδρογόνου (H₂O₂). Το υπεροξείδιο του υδρογόνου, γνωστό και με την ονομασία οξυζενέ, χρησιμοποιείται στην ιατρική και την οικιακή υγιεινή, αλλά και κατά την απολύμανση των τροφίμων. Ως Βασική Ουσία, έχει εγκριθεί για χρήση ως επενδυτικό σπόρων σποράς λάχανου και καλλωπιστικών φυτών και για απολύμανση γεωργικών εργαλείων, αντιμετωπίζοντας διάφορους μύκητες. Χρησιμοποιείται αναμειγμένο με νερό.

6) Ταλκ (Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂). Αποτελεί μία φυσική μορφή ένυδρου πυριτικού μαγνησίου και περιέχει ποικίλες αναλογίες σχετικών ορυκτών. Αξιοποιείται σε φαρμακευτικά προϊόντα, σε καλλυντικά και στις ζωοτροφές. Έχει εγκριθεί για εφαρμογή στις δενδρώδεις καλλιέργειες και το αμπέλι, υπό τη μορφή βρέξιμης σκόνης, αντιμετωπίζοντας μύκητες και έντομα (Constantini & La Torre, 2022).

2.2. Βοτανικά Νηματωδοκτόνα Χαμηλού Κινδύνου (Low Risk Nematicides)

Ορισμένα βοτανικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα δεν παρουσιάζουν κινδύνους για τον άνθρωπο, ή τα ζώα συγκριτικά με τα χημικώς συντιθέμενα, εμφανίζουν εκλεκτικότητα και είναι περιβαλλοντικά ασφαλή. Επιπλέον, η υπολειμματικότητά τους στο έδαφος είναι σε χαμηλά επίπεδα (Ntalli & Caboni, 2012; Ntalli *et al.* 2010).

Σχετικές προκλήσεις των σκευασμάτων βοτανικής προέλευσης, αφορούν το γεγονός ότι δεν είναι κοινά στην αγορά. Η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες, λόγω της εύκολης αποικοδόμησής τους και απαιτούν καλή τυποποίηση. Παρουσιάζουν δυσκολία στον καθορισμό της συνιστώμενης δοσολογίας, καθώς η περιεκτικότητα στα βιοενεργά συστατικά δύναται να μεταβάλλεται, ανάλογα με την ποικιλία του είδους, τη διάρκεια της συγκομιδής, τη μέθοδο εκχύλισης και τις συνθήκες αποθήκευσης (Ngegba *et al.* 2022).

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία έχουν δοκιμαστεί φυτικά είδη των οικογενειών Brassicaceae και Asteraceae, μέσω ενσωμάτωσης ή αμειψισποράς, εμφανίζοντας νηματωδοκτόνες ιδιότητες (Ntalli *et al.* 2010). Τα βοτανικά νηματωδοκτόνα, περιορίζουν τον πληθυσμό των νηματωδών, την κινητικότητά τους, επιφέροντας μέχρι και το θάνατό τους. Βασικές νηματωδοκτόνες χημικές ομάδες βοτανικής προέλευσης είναι οι εξής δέκα (Ntalli & Caboni, 2012):

1) Αλδεΐδες και Κετόνες. Προκαλούν κυτταροτοξικότητα, και οξειδωση στις πρωτεΐνες και το DNA, καθώς παράγουν ελεύθερες ρίζες οξυγόνου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η *Melia azedarach* κατά του *Meloidogyne* sp., με οργανικά οξέα, αλδεΐδες και αλκοόλες. Μία άλλη επίσης ουσία, η φουρφουράλη εμφάνισε καλύτερη δράση συγκριτικά με το χημικό νηματωδοκτόνο fosthiazate. Άλλες πηγές αλδεΐδών με σημαντική νηματωδοκτόνη δράση, είναι η βενζαλδεΐδη του αιθέριου ελαίου *Eucalyptus meliodora*, και οι (E,E)-2.4-δεκαδιενάλη, (E)-2-ενδεκεναλική, (E)-2-δεκενάλη, εξανάλη, εννεανάλη και φουρφουράλη του είδους *Ailanthus altissima*. Όσον αφορά τις κετόνες, ανάμεσα αποτελεσματικές ενώσεις διακρίθηκαν οι 2-ενδεκανόνη και η πουλεγόνη.

2) Αλκαλοειδή. Περιέχουν άζωτο και έναν ετεροκυκλικό δακτύλιο (Desmedt *et al.* 2020). Είναι συστατικά διάφορων βοτανικών οικογενειών, όπως η Solacaneae. Το υδατικό εκχύλισμα του *Tagetes patula*, με υψηλή περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή, ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικό. Αντίστοιχα, το εκχύλισμα *Peganum harmala*, με αυξημένη συγκέντρωση αλκαλοειδών, εμφάνισε παρόμοια επίδραση με εκείνη του oxamyI, σε δοκιμή *in vitro*.

3) Γλυκοσίδια. Ως δευτερογενείς μεταβολίτες, παράγονται από αμινοξέα που εντοπίζονται σε περισσότερα από 2500 φυτικά είδη. Κυανογενή γλυκοσίδια, όπως τη λιναμαρίνη, περιέχει η κασάβα (*Manihot esculenta*)

4) Γλυκοσινολικές και Ισοθειοκυανικές ενώσεις. Περιέχουν θείο, άζωτο, β-D-θειογλυκόζη και τμήματα σουλφονωμένης οξίμης. Παράγονται από είδη *Brassica* spp. *Sinapis* spp., και άλλα γένη της τάξης Capparales. Η απελευθέρωση ισοθειοκυανικών ενώσεων στο έδαφος πραγματοποιείται μέσω βιοκαπνισμού, κατά την ενσωμάτωση σχετικών ειδών. Τα ισοθειοκυανικά απορροφώνται σε μεγάλο βαθμό από την οργανική ουσία του εδάφους, και έχουν μικρό κίνδυνο έκπλυσης και υπολειμματικότητας στο

περιβάλλον. Παραδείγματα τέτοιων ουσιών είναι το metam sodium και το dazomet, πρόδρομες ουσίες ισοθειοκυανικού μεθυλεστέρα.

5) Λιμονοειδή, κουασινοειδή και σαπωνίνες. Εμπίπτουν στην κατηγορία των τριτερπενοειδών. Τα λιμονοειδή αποτελούν μεταβολισμένα τριτερπένια και καταγράφονται περίπου 300 σχετικές ενώσεις, εκ των οποίων το ένα τρίτο παράγεται από φυτικά είδη της οικογένειας Meliaceae (π.χ. *Azadirachta indica* L. και *Melia azedarach*). Η αζαδιραχτίνη είναι η πιο ευρέως γνωστή ένωση στη διαχείριση φυτικών εχθρών, παραγόμενη από το *A. indica* L., η οποία όμως εμφανίζει τοξικές συνέπειες σε άλλους ζωικούς οργανισμούς μη στόχους. Σχετικά με τη δράση της εναντίων των νηματωδών, δεν εμφανίζεται ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται μεμονωμένα. Τα κουασινοειδή εντοπίζονται σε είδη της οικογένειας Simaroubaceae (π.χ. *Quassia amara*, *Cassia camara* και *Picrasma excelsa*). Είναι αναστολείς της δράσης του Γ-αμινοβουτυρικού οξέος (GABA) και μειώνουν τη διείσδυση και την αναπαραγωγή του *M. javanica*. Οι σαπωνίνες απαντώνται σε είδη των οικογενειών Quillajaceae (π.χ. *Quillaja saponaria*) και Alliaceae, Asteraceae, Polygalaceae και Agavaceae. Ως νηματωδοκτόνα, διαταράσσουν την κυτταρική μεμβράνη.

6) Οργανικά Οξέα. Ως παράγωγα των φυτικών ελαίων, έχουν τη δυνατότητα πρόκλησης τοξικότητας, διεισδύοντας μέσω της επιδερμίδας, και διακόπτοντας τη διαδικασία της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης. Το υπέργειο τμήμα της *Lantana camara* L. var. *aculeata*, με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα, μεταξύ άλλων 11-οξο τριτερπενικό οξύ, ήταν αρκετά δραστικό έναντι των νηματωδών.

7) Φαινόλες, Φλαβονοειδή και Κινόνες. Ως δευτερογενείς μεταβολίτες, αναστέλλουν την κινητικότητα των *M. incognita*. Η ρίζα της *L. camara*, συγκεντρώνει διάφορες φαινολικές ενώσεις, σε μορφή οξέων και ενός γλυκοζίτη, με ένδειξη αποτελεσματικότητας εναντίων των *M. incognita* και *M. javanica*. Μείωση των προσβολών επίσης, επέφερε και η εφαρμογή της θυμόλης, που αποτελεί φαινολικό μονοτερπένιο. Τα είδη *Acacia gummifera* και *T. patula*, αναφέρονται για την υψηλή περιεκτικότητα τους σε φλαβονοειδή.

8) Πιπεραμίδια. Αποτελούν δευτερογενείς μεταβολίτες ειδών του γένους *Capsicum* spp. (Solanaceae). Αναφέρονται ως νευροτοξικές ενώσεις και φωτοδιασπώνται. Παράδειγμα τέτοιας ουσίας αποτελεί η καπαϊκίνη.

9) Πολυακετυλένια και Πολυθιενύλια. Οι συγκεκριμένες ενώσεις παράγονται από είδη κατιφέ (*Tagetes* spp.) της οικογένειας Asteraceae. Για την εφαρμογή τους, προτείνεται η ενσωμάτωση τους στο έδαφος ή εφαρμογή υδατικού εκχυλίσματος αυτών.

10) Τερπένια. Αποτελούν πτητικές αρωματικές ενώσεις των αιθέριων ελαίων, παραγόμενες από τα αρωματικά φυτά και παρουσιάζουν διάφορες βιολογικές δράσεις, συνεργιστικές ή ανταγωνιστικές με άλλες ουσίες. Οι κύριες ενώσεις τερπενίων είναι τα μονοτερπένια, τα διτερπένια, τα τριτερπένια, τα τετρατερπένια και τα σεσκιτερπένια. Η αποτελεσματικότητα τους απέναντι στους φυτικούς εχθρούς εξαρτάται από τη χημική τους σύσταση, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με τη διαδικασία εκχύλισής τους, το στάδιο ανάπτυξης του αρωματικού φυτού, και την περιεχόμενη υγρασία του συγκομιζόμενου υλικού. Κατά την εφαρμογή τους διεισδύουν στο κύτταρο χωρίς να διαταράσσουν την κυτταρική μεμβράνη, τις πρωτεΐνες ή το DNA και παράγουν ελεύθερες ρίζες οξυγόνου. Τα αιθέρια έλαια από το θυμάρι και το σκόρδο κατά την εφαρμογή τους περιόρισαν το σχηματισμό κόμβων. Τα αιθέρια έλαια *Carum carvi*, *Foeniculum vulgare*, *Mentha rotundifolia* και *Mentha spicata*, είχαν νηματωδοκτόνο δράση έναντι του *M. javanica*. Είδη των Lamiaceae, *Mentha* spp., *Origanum* spp., *Melissa officinalis*, και των Apiaceae, *Foeniculum vulgare*, *Pimpinella anisum*, και του *Eucalyptus meliodora* (Myrtaceae), αντίστοιχα ήταν αποτελεσματικά εναντίον του *M. incognita*. Μεταξύ των βιοδραστικών αιθερίων ελαίων κατά των νηματωδών, αξιοσημείωτη αποτελεσματικότητα παρουσιάζουν η θυμόλη, η γερανιόλη, και η καρβακρόλη.

Η αψιθιά (*Artemisia absinthium*, οικογένεια Asteraceae) περιέχει φλαβονοειδή και σεσκιτερπενικές λακτόνες, όπως η αρτεμισίνη, η οποία δρα κατά των νηματωδών, μέσω αλκυλίωσης των πρωτεϊνών και παραγωγή ελεύθερων ριζών (Bakr & Ketta, 2018). Το εκχύλισμα ριζών αψιθιάς περιέχει υψηλά ποσοστά θειοφαίνιων, τα οποία είχαν μεγαλύτερη νηματωδοκτόνο δράση συγκριτικά με την αρτεμισίνη (Liu *et al.* 2019). Το 2014, προτάθηκε προς αξιολόγηση για την ένταξή της στις Βασικές Ουσίες, όμως υπήρξαν ανησυχίες σχετικές με τις περιεχόμενες ουσίες και τους κινδύνους που μπορεί να ενέχουν για τους οργανισμούς μη στόχους (EFSA, 2014; European Commission, 2015b).

Μεταξύ των φυτικών εκχυλισμάτων, υψηλή αποτελεσματικότητα εναντίον του *M. incognita* έδειξε ο βασιλικός (*Ocimum sanctum*), συγκρινόμενος με την αντίστοιχη εφαρμογή neem (*Azadirachta indica* L.), την παπάγια (*Carica papaya*) τη ρετινολαδία (*Ricinus communis* L.) και τον κατιφέ (*Tagetes patula*) (Bharadwaj & Sharma, 2007).

Άλλες νηματωδοκτόνες ουσίες έχουν απομονωθεί από τον καπνό (*Nicotiana tabacum*), το γαρόφαλλο (*Syzygium aromaticum*), και τα είδη *Piper betle* και *Acorus calamus*. Σε εργαστηριακές συνθήκες τα εκχυλίσματα κατιφέ (*T. erecta*), λαντάνας (*Lantana camara*), και κυπαρισσιού (*Cupressus bakeri*), ανέστειλαν την εκκόλαψη των αυγών (Wendimu, 2021).

2.2.1. Τριαντάφυλλο

Το *Rosa damascena*, της οικογένειας Rosaceae αποκαλείται με την κοινή ονομασία ως τριαντάφυλλο της Δαμασκού ή ως εκατοντάφυλλο τριαντάφυλλο και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα αρωματικά φυτά παγκοσμίως. Αν και επιλέγεται ως καλλωπιστικό φυτό, η κύρια αξιοποίησή του έγκειται στα προϊόντα που παράγει. Καλλιεργείται ευρέως σε χώρες της Ασίας αλλά και της Ευρώπης, με τις κυριότερες χώρες παραγωγής να είναι η Βουλγαρία, η Τουρκία και το Ιράν.

Βοτανικά το τριαντάφυλλο αποτελεί ένα πολυετή ορθοστέλεχο θάμνο, ο οποίος δύναται να ξεπεράσει τα 2.5 μέτρα σε ύψος και ανθίζει την περίοδο Μαΐου- Ιουνίου. Τα άνθη αποτελούνται από τριάντα περίπου πέταλα και διαθέτουν φωτεινά χρώματα ροζ αποχρώσεων. Ένας πλήρως ανεπτυγμένος θάμνος, τεσσάρων ετών και άνω, μπορεί να παράγει ετησίως 500-600 άνθη.

Από τα άνθη αξιοποιούνται τα φρέσκα ή ξηρά πέταλα ή τα άνθη για την παραγωγή αιθέριου ελαίου, αρωματικού ύδατος, εκχυλίσματος, ή κηρών. Τα παράγωγα αυτά, χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων, αρωματοποιίας, καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων. Οι ευεργετικές ιδιότητες που παρουσιάζει το τριαντάφυλλο, είναι αντικαρκινικές, αντιοξειδωτικές, και αναλγητικές. Ακόμη, τα φυτικά υπολείμματα της απόσταξης βρίσκουν χρήση στις ζωοτροφές και στην κομποστοποίηση.

Οι κύριες χημικές ενώσεις που εντοπίζονται στη χημική σύσταση του τριαντάφυλλου, αποτελούνται από μονοτερπενικές αλκοόλες, όπως για παράδειγμα κιτρονελόλη, γερανιόλη, νερολί, από μονοτερπένια όπως το οξείδιο του τριαντάφυλλου, από δευτερογενείς μεταβολίτες της σικιμικής οδού, όπως μέθυλ-ευγενόλη και φαινυλαιθανόλη, από υδρογονάνθρακες μακράς αλυσίδας, και από μεταβολίτες από την αποικοδόμηση των καροτενοειδών. Η φαινυλαιθανόλη απαντάται σε υψηλά

ποσοστά στα άνθη του τριαντάφυλλου, διαθέτει έντονο χαρακτηριστικό άρωμα του φυτού και είναι υδατοδιαλυτή (Nunes & Miguel, 2017).

Έρευνες σχετικά με την τοξικολογία των εκχυλίσμάτων Δαμασκηνού τριαντάφυλλου, έχουν δείξει πολύ χαμηλό κίνδυνο τοξικότητας στα ζώα, ή τον άνθρωπο (Akbari *et al.* 2013; Peron *et al.* 2021).

2.3. Σκοπός Εργασίας

Στα πλαίσια της διερεύνησης ουσιών φυσικής προέλευσης με νηματωδοκτόνο δράση, επιλέχθηκαν τρεις Βασικές Ουσίες και τρία φυτικά εκχυλίσματα τριαντάφυλλου και εξετάστηκαν ως προς τη δυνατότητα πρόκλησης παράλυσης σε προνύμφες δευτέρου σταδίου ανάπτυξης, του *M. incognita*, στάδιο κατά το οποίο ο κομβονηματώδης είναι σε μολυσματική φάση. Οι ουσίες αυτές δεν είχαν μελετηθεί στο παρελθόν στους νηματώδεις.

Συγκεκριμένα, οι Βασικές Ουσίες που εφαρμόστηκαν στα πειράματα παράλυσης ήταν το όξινο ανθρακικό νάτριο, το χλωριούχο νάτριο και η μύρα με ή χωρίς αλκοόλ. Οι ουσίες εφαρμόστηκαν με τη μορφή υδατικών διαλυμάτων.

Όσον αφορά τα εκχυλίσματα τριαντάφυλλου, χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένα πέταλα και άνθη, βιολογικής καλλιέργειας του είδους *Rosa x damascene*. Από αυτά παρασκευάστηκαν υδατικά εκχυλίσματα μέσω υπερήχων, και υδροαπόσταξης. Από την υδροαπόσταξη, αξιοποιήθηκε το αρωματικό ύδωρ και το υδρόλυμα. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε χημική ανάλυση του εκχυλίσματος υπερήχων για τον προσδιορισμό των περιεχόμενων συστατικών.

3. Υλικά και Μέθοδοι

3.1. Ανάπτυξη και συντήρηση του πληθυσμού *M. incognita*

Ο αρχικός πληθυσμός νηματωδών *M. incognita*, παραλήφθηκε υπό τη μορφή προνυμφών 2^{ου} σταδίου ανάπτυξης (J2), από μολυσμένες ρίζες τομάτας (*Solanum lycopersicum* L.). Στη συνέχεια αναπτύχθηκε σε φυτά τομάτας ποικιλίας Belladonna τα οποία παραχωρήθηκαν από την εταιρία AGRIS. Χρησιμοποιήθηκαν περίπου 2000 προνύμφες ανά φυτό για την τεχνητή μόλυνση, όταν αυτά βρίσκονταν στο στάδιο του τέταρτου έως πέμπτου φύλλου. Τα μολυσμένα φυτά συντηρήθηκαν σε θάλαμο υπό ελεγχόμενες συνθήκες, με θερμοκρασία 25-28 °C, σχετική υγρασία 60% και φωτοπερίοδο 16 ώρες. Παρακολουθούνταν τακτικά, ποτίζοντας κάθε δύο με τρεις ημέρες, και ελέγχονταν για λοιπές προσβολές. Στο θάλαμο επίσης τοποθετήθηκε κίτρινη κολλητική παγίδα για τα δίπτερα έντομα και φερομονική παγίδα για το έντομο *Tuta absoluta*, όπως επίσης έλαβαν χώρα συμπληρωματικοί ψεκασμοί με abamectin για τον έλεγχο αυτού.



Εικόνα 1. (I) Θάλαμος συντήρησης μολυσμένων φυτών τομάτας, (II) Μόλυνση φυτού τομάτας με τη χρήση σιφωνίου

3.1.1. Μέθοδος παραλαβής προνυμφών 2^{ου} σταδίου ανάπτυξης (J2)

Οι ρίζες των μολυσμένων φυτών ελέγχονταν για την ανάπτυξη κόμβων από το πέρας των τριάντα πρώτων ημερών και έπειτα. Περίπου 45 έως 60 ημέρες μετά, όταν παρατηρούνταν ωόσακοι επί των κόμβων, χρώματος κίτρινου-πορτοκαλί, τα φυτά επιλέγονταν για πλύσιμο των ριζών τους. Σε αυτό το στάδιο είχε ολοκληρωθεί ο

βιολογικός κύκλος των νηματωδών. Από τα φυτά κοβόταν και απορριπτόταν το υπέργειο τμήμα και οι ρίζες τοποθετούνταν σε νερό ώστε να απομακρυνθούν τα υπολείμματα εδάφους. Ακολουθούσε κοπή των ριζών σε τμήματα μήκους 2 cm. Για την παραλαβή των προνυμφών J2, χρησιμοποιήθηκε διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) 4.5% σε νερό. Στο διάλυμα αυτό, οι ρίζες εμβαπτίστηκαν και ανακινήθηκαν σε κλειστό περιέκτη, για τέσσερα λεπτά. Στη συνέχεια οι ρίζες τοποθετήθηκαν σε διπλό κόσκινο διατομής 250 και 38 mesh, και ξεπλύθηκαν κάτω από τρεχούμενο νερό. Από το κατώτερο κόσκινο (38 mesh), με τη βοήθεια ενός υδροβολέα παραλήφθηκαν τα αυγά που προέκυψαν από την αποδιάταξη των ωόσακων, και τοποθετήθηκαν σε τροποποιημένο δοχείο Baermann, στους 25 °C περίπου.



Εικόνα 2. (I) Κόμβοι και ωόσακοι επί των προσβεβλημένων ριζών, (II) Ξέπλυμα ριζών από το διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου σε διπλό κόσκινο

Το τροποποιημένο δοχείο Baermann (Εικ. 3) επιτρέπει την συνεχή επαφή των νηματωδών με το νερό ώστε να ευνοείται η εκκόλαψη. Η πρώτη παραλαβή του αιωρήματος αυτού, λάμβανε χώρα δύο ημέρες από την κατασκευή του Baermann. Συνήθως η πρώτη παραλαβή αιωρήματος δεν χρησιμοποιούταν στα πειράματα καθώς οι προνύμφες που προκύπταν, ήταν μικτών ηλικιών και επιπλέον υπήρχε το ενδεχόμενο να εντοπιστούν και αυγά. Η διαδικασία παραλαβής επαναλαμβανόταν κάθε 48 ώρες, ώστε οι προνύμφες που χρησιμοποιούνταν στα πειράματα να είναι ηλικίας δύο ημερών.



Εικόνα 3. Τροποποιημένο δοχείο Baermann, υδροβολέας, ποτήρι ζέσεως με το αιώρημα προνυμφών J2

3.2. Ουσίες ελέγχου

Για τα πειράματα παράλυσης, από τις Βασικές Ουσίες, χρησιμοποιήθηκαν το όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3), το χλωριούχο νάτριο (NaCl), η μύρα χωρίς αλκοόλ και η μύρα με αλκοόλ 5%. Χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον εκχυλίσματα τριαντάφυλλου (*Rosa x damascena*), από τα πέταλα και τα άνθη ξεχωριστά. Συγκεκριμένα, το εκχύλισμα προερχόμενο από τη χρήση υπερήχων, και από τη διαδικασία υδροαπόσταξης αιθέριου ελαίου χρησιμοποιήθηκε το αρωματικό ύδωρ (ροδόνερο) και το υποπροϊόν υδρόλυμα.

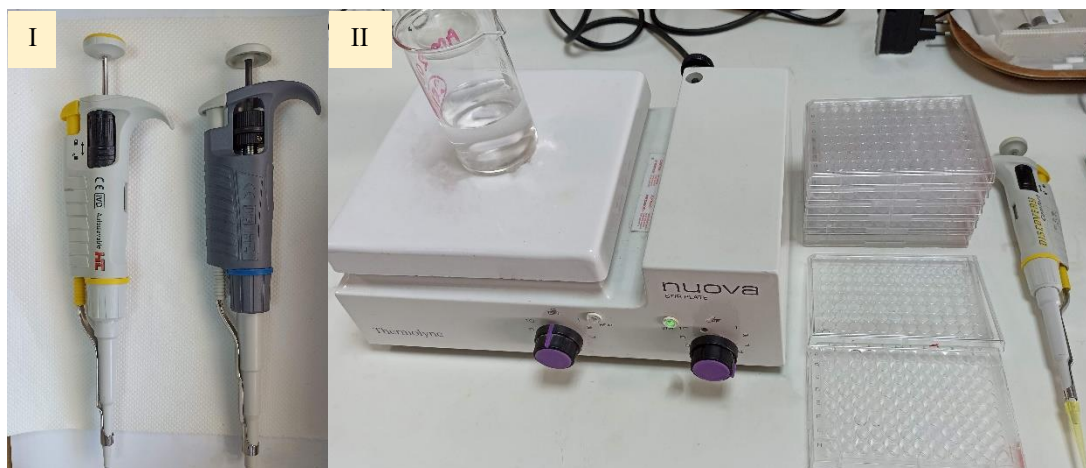
3.3. Δοκιμές επίδρασης ουσιών ελέγχου σε προνύμφες 2^{ου} σταδίου (J2) *M. incognita*

Για την προετοιμασία των πειραμάτων, απαραίτητος ήταν ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των προνυμφών J2 στο αιώρημα. Σε ένα ποτήρι ζέσεως το αιώρημα αναδευόταν για 10 δευτερόλεπτα δύο φορές με τη βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα. Έπειτα, με μία πιπέτα ακριβείας, παραλαμβάνονταν 100 μL από το αιώρημα, σε πέντε επαναλήψεις και προστίθεντο σε πηγάδια πλάκας πολυστυρενίου 96 πηγαδιών. Σε ανάστροφο μικροσκόπιο με φακό μεγέθυνσης 40x, καταμετρούνταν οι περιεχόμενες προνύμφες και υπολογιζόταν ο μέσος όρος αυτών ανά πηγάδι. Στην περίπτωση που η μέση συγκέντρωση αυτών ήταν χαμηλότερη από το επιθυμητό, το αρχικό αιώρημα αφηνόταν για τουλάχιστον δύο ώρες από την ανάδευσή του, σε ηρεμία για να

καθιζάνουν οι προνύμφες J2, και στη συνέχεια συμπυκνώνονταν. Αντίστοιχα, στην περίπτωση που το μέσο πλήθος ήταν μεγαλύτερο, γινόταν προσθήκη κατάλληλου όγκου νερού. Για τις ανάγκες των πειραμάτων ο επιθυμητός αριθμός προνυμφών ανά πηγάδι κυμαινόταν μεταξύ 15-25.

Για τα πειράματα παράλυσης, χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων, με πέντε μεταχειρίσεις και έξι επαναλήψεις για την κάθε μεταχείριση. Με μία πιπέτα ακριβείας παραλαμβάνονταν 70 μL αιωρήματος σε έξι επαναλήψεις και προστίθεντο στα αντίστοιχα πηγάδια της πλάκας πολυστυρενίου.

Για την αποφυγή επιμόλυνσης των μεταχειρίσεων, λόγω πτητικότητας, χρησιμοποιούνταν ξεχωριστές πλάκες για κάθε συγκέντρωση, και μετά την εφαρμογή των ουσιών οι πλάκες καλύπτονταν με καπάκι ώστε να αποφευχθεί η εξάτμιση των διαλυμάτων και να ελαττωθούν οι πιθανότητες επιμόλυνσης των μεταχειρίσεων. Ο μάρτυρας του πειράματος αντιπροσωπεύονταν από εμβαπτισμένες προνύμφες σε νερό.



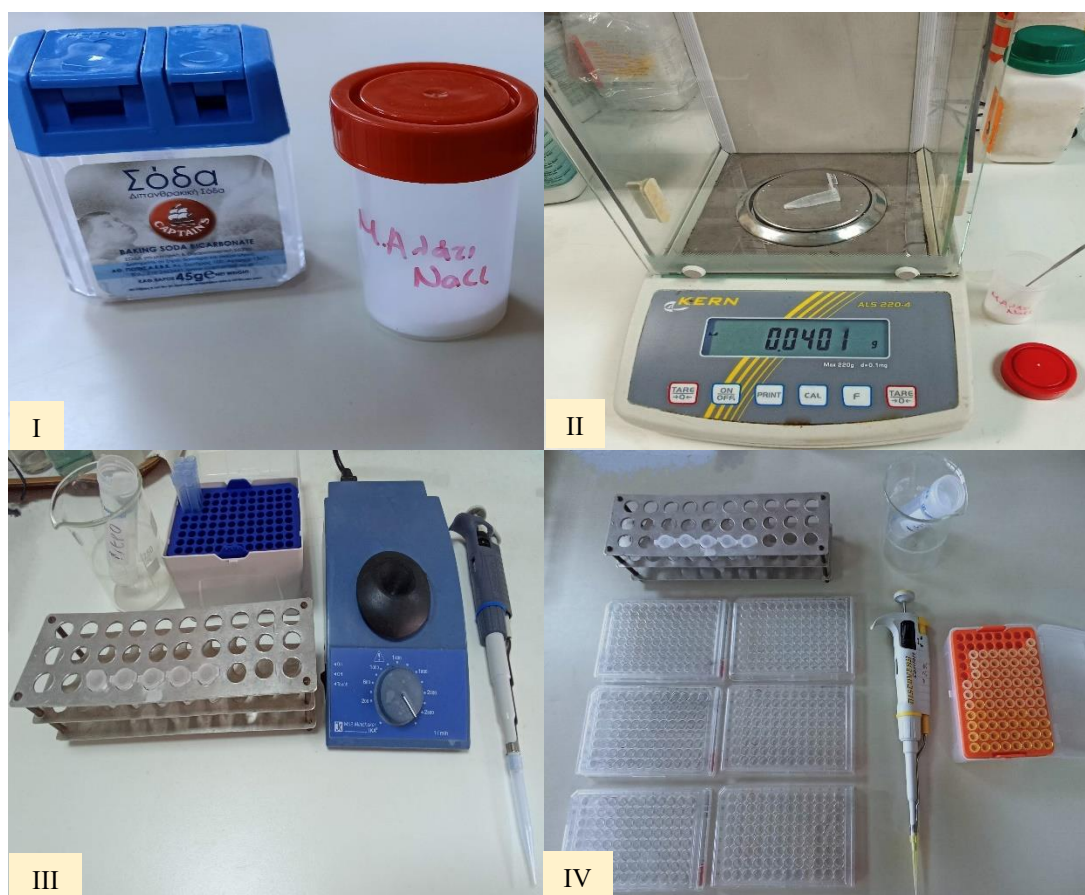
Εικόνα 4. (I) Πιπέτες ακριβείας μεταβλητού όγκου, (II) Ανάδευση αιωρήματος προνυμφών J2 και τοποθέτηση αυτών στα πηγάδια

3.3.1. Πειράματα κινητικότητας με Βασικές Ουσίες

3.3.1.1. Παρασκευή διαλυμάτων όξινου ανθρακικού νατρίου και χλωριούχου νατρίου

Οι ουσίες ελέγχου διαλύθηκαν σε νερό και αξιολογήθηκαν σε πέντε συγκεντρώσεις η κάθε μία. Η διαδικασία παρασκευής διαλυμάτων ήταν ίδια για τις Βασικές Ουσίες όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3) και χλωριούχο νάτριο (NaCl). Σε 1 mL νερού βρύσης, διαλύθηκαν 40 mg της κάθε ουσίας και το μίγμα αναδεύτηκε σε συσκευή

Vortex έως ότου ομογενοποιηθεί. Ακολούθησαν με την ίδια διαδικασία, τέσσερις διαδοχικές αραιώσεις 1:1. Επομένως προέκυψαν οι εξής συγκεντρώσεις στο διπλάσιο των επιθυμητών, υπολογισμένες σε mg/ mL: 40, 20, 10, 5 και 2.5 (ή 4000, 2000, 1000, 500 και 250 mg/L). Έπειτα παραλήφθηκαν 70 μ L του κάθε διαλύματος έξι φορές, όσες και οι επαναλήψεις κάθε μεταχείρισης, και προστέθηκαν στα πηγάδια μαζί με το αιώρημα των προνυμφών J2 σε αναλογία 1:1 (v/v). Η τελική επιθυμητή συγκέντρωση των ουσιών στα πηγάδια υπολογισμένη σε mg/ mL, ήταν 20, 10, 5, 2.5 και 1.25 (ή 2000, 1000, 500, 250 και 125 mg/L).

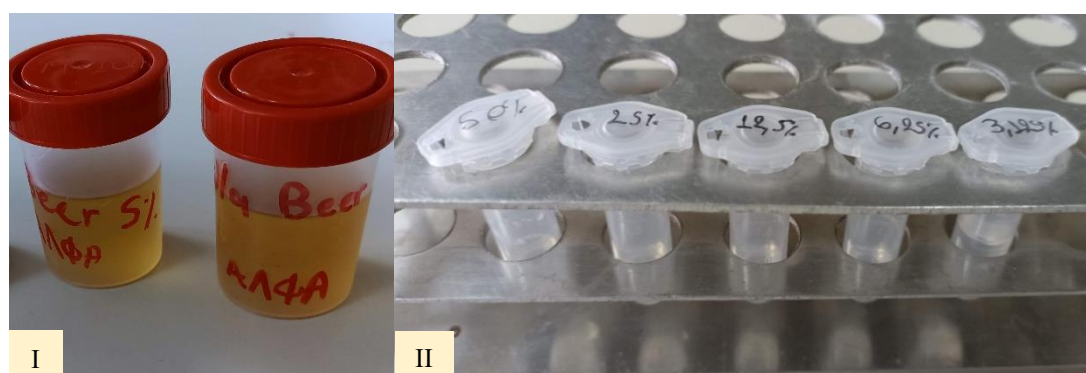


Εικόνα 5. (I) Όξινο ανθρακικό νάτριο και χλωριούχο νάτριο, (II) Ζυγός ακριβείας, (III) Προετοιμασία διαλυμάτων ελέγχου με διαδοχικές αραιώσεις του αρχικού διαλύματος, (IV) Εφαρμογή διαλυμάτων ελέγχου

3.3.1.2. Παρασκευή διαλυμάτων μύρας με και χωρίς αλκοόλ

Η παρασκευή διαλυμάτων μύρας με αλκοόλ και χωρίς αλκοόλ, έγινε με τη λήψη 1 mL της εκάστοτε μύρας, απευθείας από τον περιέκτη συσκευασίας της, μέσω μίας πιπέτας ακριβείας και τοποθέτηση σε σωληνάρια με πόμα όγκου 1.5 mL, τύπου Eppendorf. Ακολούθησαν πέντε διαδοχικές αραιώσεις 1:1 (v/v) με νερό βρύσης και

ενδιάμεση χρήση συσκευής Vortex για ομογενοποίηση των διαλυμάτων. Οι συγκεντρώσεις που προέκυψαν στο διπλάσιο των επιθυμητών, υπολογισμένες επί τοις εκατό του αρχικού διαλύματος (% v/v): 50, 25, 12.5, 6.25 και 3.125 (ή 500000, 250000, 125000, 62500 και 31250 $\mu\text{L/L}$). Αντίστοιχα παραλήφθηκαν από το κάθε διάλυμα 70 μL έξι φορές διαδοχικά και προστέθηκαν στα πηγάδια με το αιώρημα των προνυμφών J2 σε αναλογία 1:1 (v/v). Επομένως, εντός των πηγαδιών οι τελικές επιθυμητές συγκεντρώσεις, υπολογισμένες επί τοις εκατό του αρχικού διαλύματος (% v/v), ήταν: 25, 12.5, 6.25, 3.125 και 1.5625 (ή 250000, 125000, 62500, 31250 και 15625 $\mu\text{L/L}$).



Εικόνα 6. (I) Μπύρα με αλκοόλ 5% και μπύρα χωρίς αλκοόλ, (II) Διαλύματα που προέκυψαν από διαδοχικές αραιώσεις διαλύματος μπύρας

3.3.2. Πειράματα κινητικότητας με εκχυλίσματα τριαντάφυλλου

3.3.2.1. Παρασκευή εκχυλισμάτων με υπέρηχους (πέταλα, άνθη)

Όσον αφορά την παρασκευή εκχυλισμάτων τριαντάφυλλου, οι διαδικασίες που έλαβαν χώρα ήταν οι ίδιες τόσο για τα αποξηραμένα πέταλα, όσο και για τα αποξηραμένα άνθη. Για την παρασκευή του εκχυλίσματος μέσω υπέρηχων, αρχικά τα φυτικά δείγματα αλέστηκαν σε μύλο, για τη διευκόλυνση της εκχύλισης. Για την εκχύλιση χρησιμοποιήθηκε αναλογία φυτικού υλικού προς νερό 1:10 (v/v) λόγω της υψηλής συγκράτησης του αποξηραμένου τριαντάφυλλου σε νερό. Συγκεκριμένα ζυγίστηκε 1 g αλεσμένου φυτικού υλικού και προστέθηκε σε σωληνάριο τύπου Falcon. Σε αυτό προστέθηκαν 10 mL νερό βρύσης, το σωληνάριο πωματίστηκε και το μίγμα αφέθηκε να εκχυλιστεί σε λουτρό υπέρηχων για δέκα λεπτά, σε θερμοκρασία δωματίου. Με την ολοκλήρωση της εκχύλισης πραγματοποιήθηκε διήθηση σε βαμβάκι και το περιεχόμενο εκχύλισμα παραλήφθηκε σε Eppendorf. Για το κάθε πείραμα

αξιοποιήθηκε 1 mL διαλύματος. Με πιπέτα ακριβείας ακολούθησαν τέσσερις διαδοχικές αραιώσεις 1:1 (v/v) με νερό βρύσης, με ενδιάμεση χρήση συσκευής Vortex για ομογενοποίηση των διαλυμάτων. Οι συγκεντρώσεις των διαλυμάτων που προέκυψαν στο διπλάσιο των επιθυμητών, υπολογισμένες επί τοις εκατό του αρχικού διαλύματος (% v/v) ήταν: 100, 50, 25, 12.5 και 6.25 (ή 1000000, 500000, 250000, 125000 και 62500 $\mu\text{L/L}$). Από το κάθε διάλυμα προστέθηκαν 70 μL έξι φορές διαδοχικά στα πηγάδια μαζί με 70 μL αιωρήματος προνυμφών J2 και οι τελικές επιθυμητές συγκεντρώσεις, υπολογισμένες επί τοις εκατό του αρχικού διαλύματος (% v/v), ήταν: 50, 25, 12.5, 6.25, και 3.125 (ή 500000, 250000, 125000, 62500 και 31250 $\mu\text{L/L}$).



Εικόνα 7. (I) Τεμαχισμός αποξηραμένων φυτικών δειγμάτων, (II) Τεμαχισμένα πέταλα και άνθη

3.3.2.2. Παρασκευή αιθέριου ελαίου με υδροαπόσταξη

Για την υδροαπόσταξη αιθέριου ελαίου, αρχικά ζυγίστηκαν 22 g μη τεμαχισμένων αποξηραμένων πετάλων και αντίστοιχα ανθέων. Τα φυτικά δείγματα τοποθετήθηκαν εντός σφαιρικών φιαλών όγκου 1 L, στις οποίες προστέθηκαν 500 mL νερού βρύσης. Οι φιάλες τοποθετήθηκαν σε θερμαντικούς μανδύες και συνδέθηκαν σε συσκευές Clevenger (Εικ. 5). Η διαδικασία υδροαπόσταξης διήρκησε τρεις ώρες. Λόγω του περιορισμένου φυτικού υλικού δεν παράχθηκε αιθέριο έλαιο, παρ' όλα αυτά αξιοποιήθηκε το αρωματικό ύδωρ (ροδόνερο) και το υποπροϊόν της σφαιρικής φιάλης, το υδρόλυμα, το οποίο φιλτραρίστηκε από τα φυτικά υλικά. Για το κάθε πείραμα χρησιμοποιήθηκε 1 mL διαλύματος κάθε φορά, το οποίο στη συνέχεια αραιώθηκε με νερό βρύσης σε αναλογία 1:1 (v/v), τέσσερις φορές, σε σωληνάρια με πώμα όγκου 1.5

mL, τύπου Eppendorf, με ενδιάμεση χρήση συσκευής Vortex για ομογενοποίηση των διαλυμάτων. Οι συγκεντρώσεις των αρχικών διαλυμάτων, στο διπλάσιο των επιθυμητών, υπολογισμένες επί τοις εκατό (% v/v), ήταν: 100, 50, 25, 12.5 και 6.25 (ή 1000000, 500000, 250000, 125000 και 62500 $\mu\text{L/L}$). Με τη χρήση πιπέτας ακριβείας παραλήφθηκαν έξι φορές, όσες και οι επαναλήψεις κάθε μεταχείρισης, 70 μL διαλύματος και προστέθηκαν στα πηγάδια με το αιώρημα προνυμφών J2, έτσι ώστε οι τελικές συγκεντρώσεις των διαλυμάτων εντός αυτών, υπολογισμένες επί τοις εκατό του αρχικού διαλύματος (% v/v), να είναι: 50, 25, 12.5, 6.25, και 3.125 (ή 500000, 250000, 125000, 62500 και 31250 $\mu\text{L/L}$).



Εικόνα 8.(I) Αποξηραμένα φυτικά δείγματα τριαντάφυλλου: (α) πέταλα, (β) άνθη (II) Σύστημα υδροαπόσταξης: (α) Στήλη παραγωγής αρωματικού ύδατος, (β) Σφαιρική φιάλη - Παραγωγή υδrolύματος

3.3.2.3. Χημική ανάλυση εκχυλίσματος υπερήχων αποξηραμένων πετάλων

Για τη χημική ανάλυση του εκχυλίσματος των δοκιμών αποτελεσματικότητας, αξιοποιήθηκαν 15 g αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου, τα οποία εκχυλίστηκαν με 270 mL νερό βρύσης σε λουτρό υπερήχων για τριάντα λεπτά, χωρίς επιπλέον εφαρμογή θέρμανσης. Πραγματοποιήθηκε διήθηση σε βαμβάκι και παραλείφθηκαν

150 mL εκχυλίσματος. Για την παραλαβή των οργανικών συστατικών και το διαχωρισμό τους από το υδατικό διάλυμα, ακολούθησε εκχύλιση με 10 mL εξάνιο, σε διαχωριστική φιάλη. Στη συνέχεια παραλείφθηκαν 5 mL εξανικού εκχυλίσματος, το οποίο συμπυκνώθηκε με τελικό όγκο 1.5 mL και τελικώς αναλύθηκε με βάση το σύστημα συζευγμένης αέριας χρωματογραφίας-φασματογραφίας μάζας. Η ταυτοποίησή πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το φάσμα σε Total Ion Current (TIC) scan, και συγκρίθηκαν με τη βάση φασμάτων NIST.

3.4. Αξιολόγηση αποτελεσματικότητας

Έγινε αξιολόγηση της κινητικότητας των προνυμφών J2 και χωρίστηκαν σε δυο κατηγορίες, κινητές και ακίνητες. Για το σκοπό αυτό οι πλάκες τοποθετούνταν σε ανάστροφο μικροσκόπιο OLYMPUS σε μεγέθυνση 40x. Η καταγραφή των αποτελεσμάτων πραγματοποιείτο στις 24, 48 και 72 ώρες από την εφαρμογή των ουσιών. Καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων οι πλάκες διατηρούνταν σε συνθήκες θερμοκρασίας 25 °C περίπου.



Εικόνα 9. (I) Ανάστροφο μικροσκόπιο και αναλογικός μετρητής, (II) Όψη προνυμφών J2 εντός των πηγαδίων: (α) κινητές προνύμφες, (β) ακίνητες προνύμφες

3.5. Πειράματα συνεργισμού των Βασικών Ουσιών με τα εκχυλίσματα τριαντάφυλλου

Αρχικά επιλέχθηκαν οι συγκεντρώσεις ελέγχου, για την κάθε επιμέρους μεταχείριση, που προκάλεσε παράλυση σε λιγότερες από τις μισές προνύμφες. Στη συνέχεια παρασκευάστηκαν διαλύματα στο τετραπλάσιο αυτών των συγκεντρώσεων, για την

κάθε μεταχείριση του διμερούς μίγματος και στη συνέχεια συνδυάστηκαν οι μεταχειρίσεις ανά δυο σε αναλογία 1:1 (v/v). Πραγματοποιήθηκαν οι εξής συνδυασμοί: χλωριούχο νάτριο με όξινο ανθρακικό νάτριο, εκχύλισμα μέσω υπερήχων πετάλων τριαντάφυλλου με μπύρα χωρίς αλκοόλ, εκχύλισμα μέσω υπερήχων πετάλων τριαντάφυλλου με χλωριούχο νάτριο ή με όξινο ανθρακικό νάτριο αντίστοιχα. Για το κάθε πείραμα υπήρξε μάρτυρας υπό την μορφή εμβλαπτισμένων προνυμφών σε νερό.

3.6. Στατιστική ανάλυση

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων παράλυσης, υπολογίστηκαν τα ποσοστά παράλυσης σε κάθε μεταχείριση και αφαιρέθηκε η φυσική θνησιμότητα του μάρτυρα σύμφωνα με την εξίσωση των Schneider Orelli's: Αύξηση παράλυσης % = {(παράλυση % στην μεταχείριση - παράλυση % στον μάρτυρα)/(100 - παράλυση % στον μάρτυρα)}x100 (Puntener & Zahner, 1981).

Στη συνέχεια και όσον αφορά στα δεδομένα παράλυσης μετά από εμβάπτιση σε διαλύματα εκχυλισμάτων, τα διορθωμένα κατά το μάρτυρα δεδομένα υποβλήθηκαν στο πρόγραμμα SPSS, σε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) και εφαρμόστηκαν στην λογαριθμική-λογιστική (log-logistic) εξίσωση των Seefeldt *et al.* (1995) για τον υπολογισμό των τιμών EC_{50} .

$$y = C + \frac{D - C}{1 + \left(\frac{x}{EC_{50}} \right)^b}$$

Όπου C = το χαμηλότερο όριο, D = το υψηλότερο όριο, b = η κλίση της ευθείας στην τιμή EC_{50} , και EC_{50} = η συγκέντρωση του εκχυλίσματος που απαιτείται για 50% αύξηση των ακίνητων J2 έναντι αυτών του μάρτυρα. Στη συγκεκριμένη εξίσωση συμμεταβολής, η συγκέντρωση του εκχυλίσματος ($\mu\text{g/mL}$) ήταν ο ανεξάρτητος παράγοντας (x) και οι ακίνητες J2 (ποσοστιαία αύξηση επί του μάρτυρα) ο εξαρτημένος (y).

4. Αποτελέσματα

4.1. Μελέτη πρόκλησης παράλυσης προνυμφών J2 με Βασικές Ουσίες

4.1.1. Αποτελεσματικότητα του όξινου ανθρακικού νατρίου Στον Πίνακα 4.1 αναφέρονται οι τιμές EC_{50} , όπως υπολογίστηκαν για όλα τα διαστήματα εμβάπτισης των προνυμφών J2 στα διαλύματα όξινου ανθρακικού νατρίου, μετά από στατιστική επεξεργασία. Έπειτα από 24 ώρες από την εμβάπτιση των προνυμφών, επήλθε πρόκληση παράλυσης με τιμή EC_{50} ίση με 15.08 mg/mL. Στις 48 ώρες η τιμή EC_{50} μειώθηκε στα 6.45 mg/mL και στις 72 ώρες σταθεροποιήθηκε χωρίς περαιτέρω διαφοροποίηση (7.88 mg/mL) οπότε και οι παράλυτες προνύμφες χαρακτηρίστηκαν νεκρές, αφού η παράλυση έκτοτε ήταν μη αναστρέψιμη.

Πίνακας 4.1. Τιμές EC_{50} με τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης, έπειτα από 24, 48 και 72 ώρες εμβάπτισης των προνυμφών J2 του *M.incognita*, σε υδατικά διαλύματα ελέγχου συγκεντρώσεων όξινου ανθρακικού νατρίου, από 1.25 έως 20 mg/mL.

Διάρκεια Εμβάπτισης ($NaHCO_3$)	R^2	* EC_{50} (mg/mL)	EC_{50} (mg/L)	95% Όρια Εμπιστοσύνης
24h	0.61	15.08	15080	13.83-16.33
48h	0.68	6.45	6450	5.05-7.84
72h	0.72	7.88	7880	6.39-9.36

* EC_{50} : Η συγκέντρωση του διαλύματος που προκαλεί παράλυση ή θάνατο στο 50 % των προνυμφών

4.1.2. Αποτελεσματικότητα του χλωριούχου νατρίου

Για όλα τα διαστήματα εμβάπτισης, οι τιμές EC_{50} που προέκυψαν έπειτα από στατιστική επεξεργασία αναφέρονται στον Πίνακα 4.2 Στις 24 ώρες από την έναρξη της εμβάπτισης των προνυμφών J2 στα διαλύματα ελέγχου χλωριούχου νατρίου, διακρίνεται πρόκληση παράλυσης, με τιμή EC_{50} ίση με 7.04 mg/mL. Η αύξηση της διάρκειας της εμβάπτισης στις 48 ώρες εμφάνισε τιμή EC_{50} , ίση με 6.47 mg/mL, και ένα 24ωρο αργότερα κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα (6.45 mg/mL). Με το πέρας των 72 ωρών, οι προνύμφες που καταγράφηκαν ως παράλυτες, χαρακτηρίστηκαν ως νεκρές.

Πίνακας 4.2. Τιμές EC_{50} με τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης, έπειτα από 24, 48 και 72 ώρες εμβάπτισης των προνυμφών J2 του *M.incognita*, σε υδατικά διαλύματα ελέγχου συγκεντρώσεων χλωριούχου νατρίου, από 1.25 έως 20 mg/mL.

Διάρκεια Εμβάπτισης (NaCl)	R^2	* EC_{50} (mg/mL)	EC_{50} (mg/L)	95% Όρια Εμπιστοσύνης
24h	0.52	7.04	7040	5.98-8.11
48h	0.68	6.47	6470	5.06-7.87
72h	0.68	6.45	6450	5.05-7.84

* EC_{50} : Η συγκέντρωση του διαλύματος που προκαλεί παράλυση ή θάνατο στο 50% των προνυμφών

4.1.3. Αποτελεσματικότητα της μύρας με και χωρίς αλκοόλ

Στον Πίνακα 4.3, διακρίνονται οι τιμές EC_{50} , όπως υπολογίστηκαν για διαλύματα ελέγχου μύρας χωρίς αλκοόλ στις προνύμφες J2, και όπως προέκυψαν μετά από στατιστική επεξεργασία. Η μύρα χωρίς αλκοόλ χρησιμοποιήθηκε για να αποκλειστεί το ενδεχόμενο αποτελεσματικότητας λόγω της περιεχόμενης αιθανόλης. Από τις πρώτες 24 ώρες μετά την εμβάπτιση των προνυμφών ήταν εμφανής η βιολογική δράση της ουσίας, με την τιμή EC_{50} να υπολογίζεται στο ποσοστό αραίωσης 3.78% v/v. Με το πέρας 48 και 72 ωρών από την εμβάπτιση των προνυμφών, η τιμή EC_{50} υπολογίστηκε σε παρόμοια ποσοστά 3.35% και 3.07 % (v/v), αντίστοιχα, και οι παράλυτες προνύμφες χαρακτηρίστηκαν νεκρές.

Πίνακας 4.3. Τιμές EC_{50} με τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης, έπειτα από 24, 48 και 72 ώρες εμβάπτισης των προνυμφών J2 του *M.incognita*, σε υδατικά διαλύματα ελέγχου συγκεντρώσεων μύρας χωρίς αλκοόλ, περιεκτικότητας 1.5625 έως 25% v/v.

Διάρκεια Εμβάπτισης (Μύρα χωρίς αλκοόλ)	R^2	* EC_{50} (% v/v)	EC_{50} (μL/L)	95% Όρια Εμπιστοσύνης
24h	0.079	3.78	37800	3.62-3.94

48h	0.43	3.35	33500	2.47-4.23
72h	0.22	3.07	30070	2.60-3.53

* EC₅₀: Η συγκέντρωση του διαλύματος που προκαλεί παράλυση ή θάνατο στο 50% των προνυμφών

4.2. Μελέτη πρόκλησης παράλυσης προνυμφών J2 με εκχυλίσματα τριαντάφυλλου

4.2.1. Αποτελεσματικότητα εκχυλισμάτων

Όσον αφορά το εκχύλισμα υπερήχων αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου, στον Πίνακα 4.4 αναφέρονται οι τιμές EC₅₀, όπως προέκυψαν μετά από στατιστική επεξεργασία των δεδομένων αποτελεσματικότητας πρόκληση παράλυσης σε J2. Το εκχύλισμα επέφερε παράλυση στις προνύμφες J2 σύμφωνα με την τιμή του EC₅₀ ίση με ποσοστό αραίωσης 25.82 % v/v, 24 ώρες μετά την εμβάπτιση τους. Μετά από 48 ώρες, η τιμή του EC₅₀ μειώθηκε σε ποσοστό 11.06 % v/v, και αργότερα, έπειτα από 72 ώρες η τιμή ορίστηκε σε ποσοστό 2.66 % v/v, όπου οι παράλυτες προνύμφες θεωρήθηκαν νεκρές. Παρουσίασαν δηλαδή τα αποτελέσματα θετική συσχέτιση δόσης αποτελεσματικότητας στο χρόνο.

Πίνακας 4.4. Τιμές EC₅₀ με τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης, έπειτα από 24, 48 και 72 ώρες εμβάπτισης των προνυμφών J2 του *M.incognita*, σε υδατικά διαλύματα ελέγχου συγκεντρώσεων εκχυλίσματος υπερήχων αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου, περιεκτικότητας 3.125 έως 50% v/v.

Διάρκεια Εμβάπτισης (Εκχύλισμα υπερήχων-πέταλα)	R ²	*EC ₅₀ (% v/v)	EC ₅₀ (μL/L)	95% Όρια Εμπιστοσύνης
24h	2.63	25.82	258200	20.4-31.2
48h	0.96	11.06	110600	9.09-13.02
72h	0.72	2.66	26600	1.18-4.13

* EC₅₀: Η συγκέντρωση του διαλύματος που προκαλεί παράλυση ή θάνατο στο 50% των προνυμφών

Σχετικά με το εκχύλισμα υπερήχων αποξηραμένων ανθέων τριαντάφυλλου, οι τιμές EC_{50} που προέκυψαν μετά από στατιστική επεξεργασία, αναφέρονται στον Πίνακα 4.5. Με το πέρας των 24 ωρών από την εμβάπτιση των προνυμφών J2 η τιμή του EC_{50} ήταν ίση με το ποσοστό αραίωσης 16.06 % v/v. Στις 48 ώρες, η τιμή του EC_{50} μειώθηκε στο ποσοστό 7.77 % v/v και μεταγενέστερα στις 72 ώρες η τιμή αυτή αυξήθηκε, διότι οι προνύμφες ανέκτησαν την κινητικότητά τους από τη δεύτερη στην τρίτη ημέρα. Παρουσιάστηκε δηλαδή μια νηματωδοστατική δράση στις 48 ώρες, ενώ η νηματωδοκτόνος σταθεροποιήθηκε στις 72 ώρες και οι παράλυτες προνύμφες χαρακτηρίστηκαν νεκρές διότι έκτοτε δεν ανέκτησαν ποτέ ξανά την κινητικότητά τους.

Πίνακας 4.5. Τιμές EC_{50} με τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης, έπειτα από 24, 48 και 72 ώρες εμβάπτισης των προνυμφών J2 του *M.incognita*, σε υδατικά διαλύματα ελέγχου συγκεντρώσεων εκχυλίσματος υπερήχων αποξηραμένων ανθέων τριαντάφυλλου, περιεκτικότητας 3.125 έως 50% v/v.

Διάρκεια Εμβάπτισης (Εκχύλισμα υπερήχων- άνθη)	R^2	* EC_{50} (% v/v)	EC_{50} (μ L/L)	95% Όρια Εμπιστοσύνης
24h	2.3	16.06	160600	11.32-20.79
48h	0.68	7.77	77700	6.36-9.18
72h	4.16	14.45	144500	5.91-22.91

* EC_{50} : Η συγκέντρωση του διαλύματος που προκαλεί παράλυση ή θάνατο στο 50% των προνυμφών

4.2.2. Αποτελεσματικότητα αρωματικού ύδατος και υδρολύματος

Στον Πίνακα 4.6 εμφανίζονται οι τιμές EC_{50} για όλα τα διαστήματα εμβάπτισης των προνυμφών J2 στα διαλύματα του αρωματικού ύδατος αποξηραμένων πετάλων, ύστερα από στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Παρουσιάστηκε θετική απόκριση της δόσης με την πρόκληση παράλυσης στο χρόνο. Στις 24, 48 και 72 ώρες από την έναρξη της εμβάπτισης των προνυμφών στα διαλύματα ελέγχου η τιμή EC_{50} υπολογίστηκε στα 7.73, 5.95 και 4.95 % v/v, αντίστοιχα. Η παράλυση δεν ανακτήθηκε έκτοτε και οι προνύμφες χαρακτηρίστηκαν νεκρές.

Πίνακας 4.6. Τιμές EC₅₀ με τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης, έπειτα από 24, 48 και 72 ώρες εμβάπτισης των προνυμφών J2 του *M.incognita*, σε υδατικά διαλύματα ελέγχου συγκεντρώσεων αρωματικού ύδατος αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου, περιεκτικότητας 3.125 έως 50% v/v.

Διάρκεια Εμβάπτισης (Αρωματικό ύδωρ-πέταλα)	R ²	*EC ₅₀ (% v/v)	EC ₅₀ (μL/L)	95% Όρια Εμπιστοσύνης
24h	0.71	7.73	77300	6.27-9.18
48h	1.10	5.95	59500	3.69-8.21
72h	0.55	4.94	49400	3.80-6.07

* EC₅₀: Η συγκέντρωση του διαλύματος που προκαλεί παράλυση ή θάνατο στο 50% των προνυμφών

Τα δεδομένα που προέκυψαν από την εμβάπτιση των προνυμφών J2 σε διαλύματα ελέγχου αρωματικού ύδατος ανθέων, υδρολύματος πετάλων και υδρολύματος ανθέων, δεν επέτρεψαν την περεταίρω επεξεργασία τους λόγω παραλλακτικότητας και τα πειράματα θα επαναληφθούν στον χρόνο.

4.2.3. Χημική ανάλυση εκχυλίσματος με υπερήχους αποξηραμένων πετάλων

Στον Πίνακα 4.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης του εκχυλίσματος των αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου, με τα κύρια περιεχόμενα συστατικά (>1%), τα οποία αποτέλεσαν το 82.2% των συνολικών συστατικών. Το 13.6% αυτών παρέμεινε αταυτοποιήτο, ενώ όσα είχαν παρουσία <1% στο εκχύλισμα άγγιζαν ποσοστό ίσο με 4.2 %.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα υψηλότερα ποσοστά περιεχομένων ουσιών, κατείχαν οι εξής ουσίες: κιτρονελόλη (21.3%), φαινυλαιθανόλη (20.7%), cis-γερανιόλη (9.3%), πελαργονικό οξύ (6.4%), γερανικό οξύ (6.2%), β-σιτράλη (3.9%), ευγενόλη (3.5%) και μεθυλευγενόλη (2.9%).

Πίνακας 4.7. Τα κύρια οργανικά συστατικά όπως προέκυψαν από τη χημική ανάλυση εκχυλίσματος αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου.

Βάση Φασμάτων NIST	Ποσοστό	
	Χρόνος Ανάσχεσης (tR)	Περιεχόμενης Ουσίας %
4-Methylhexan-2-one	4.358	2.8
2-Hexanone, 3,4-dimethyl-	4.809	1.0
Phenylethyl Alcohol/ Rose Oil	12.485	20.7
Rose oxide	13.281	1.4
Citronellol/Rhodinol	19.161	21.3
β-Citral	19.704	3.9
cis-Geraniol	20.545	9.3
Pelargic acid	21.310	6.4
Carvacrol	22.946	1.4
Eugenol	25.523	3.5
Geranic acid/ Neric acid	26.028	6.2
n-Decanoic acid	26.510	1.4
Methyleugenol	27.840	2.9

4.3. Δοκιμές συνεργισμού των Βασικών Ουσιών με τα εκχυλίσματα τριαντάφυλλου στην παράλυση των προνυμφών J2

Σύμφωνα με της μετρήσεις που καταγράφηκαν, δεν υπήρξε συνεργιστική, ή ανταγωνιστική δράση μεταξύ των ουσιών που συνδυάστηκαν. Η αλληλεπίδραση επέδειξε αθροιστική δράση σε κάθε περίπτωση και για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται.

5. Συζήτηση

Οι κίνδυνοι που επιφέρουν τα γεωργικά φάρμακα, αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για την κοινωνία, και σχετίζονται με την υπολειμματικότητά τους στο περιβάλλον και τα τρόφιμα, με τη χρήση τους να αποτελεί την τρίτη μεγαλύτερη ανησυχία γύρω από την ασφάλεια των τροφίμων. Για τον λόγο αυτό καθίσταται απαραίτητη η ολοκληρωμένη διαχείριση η οποία περιλαμβάνει τη χρήση φυσικών προϊόντων εναλλακτικά των βιομηχανικά συντιθέμενων ανάπτυξη σκευασμάτων (Robin & Marchand, 2019).

Οι Βασικές Ουσίες και τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα χαμηλού κινδύνου που περιέχουν μικροοργανισμούς και φυτικά εκχυλίσματα, εκτός από την απευθείας τοξικότητα λειτουργούν και σαν βιοδιεγέρτες, προαγωγείς της ανάπτυξης των φυτών και εδαφοβελτιωτικά. Δύνανται είτε να καταστείλουν την ανάπτυξη των φυτικών εχθρών, είτε να διεγείρουν το αμυντικό σύστημα των φυτών, είτε να βελτιώσουν την ανάπτυξη του φυτού μέσω της αξιοποίησης θρεπτικών ουσιών. Ορισμένα δεν μπορούν να εφαρμοστούν ανεξάρτητα ώστε να είναι αποτελεσματικά εναντίων των φυτικών εχθρών, αλλά είναι χρήσιμα όταν αυτά συνδυάζονται με άλλες μεθόδους, στα πλαίσια μίας ευρύτερης στρατηγικής φυτοπροστασίας. Αξιοσημείωτη είναι η δυνατότητα χρήσης ενός μεγάλου εύρους τους στη βιολογική γεωργία (Matyjaszczyk, 2018).

5.1. Βασικές Ουσίες

Οι Βασικές Ουσίες εξ ορισμού είναι ουσίες που δεν προκαλούν ανησυχία διότι δεν προκαλούν ενδοκρινικές, νευρολογικές, ή ανοσολογικές διαταραχές. Δεν είναι φυτοπροστατευτικά προϊόντα, αλλά είναι χρήσιμες είτε με άμεση εφαρμογή, είτε μετά από αραίωση. Όσον αφορά την έγκριση τους, συγκριτικά με τις ουσίες χαμηλού κινδύνου που η έγκριση τους δεν υπερβαίνει τα 15 έτη, οι Βασικές Ουσίες δεν έχουν περιορισμό, δηλαδή δεν έχουν ημερομηνία λήξης (European Commission, 2018e). Σύμφωνα με τον πίνακα του Παραρτήματος, οι μέχρι τώρα εγκεκριμένες Βασικές Ουσίες αφορούν χρήση τους εναντίων φυτοπαρασιτικών εντόμων, μυκήτων, βακτηρίων και ιών ή για την απολύμανση γεωργικών εργαλείων και δεν έχουν εγκριθεί για την πιθανή νηματωδοκτόνο δράση τους. Οι De Long *et al.* (2021) για παράδειγμα, σε καλλιέργεια χρυσανθέμων, εφάρμοσαν υδροχλωρική χιτοζάνη σε συνδυασμό με εκχύλισμα σκόρδου, που στη χώρα μας έχει έγκριση σαν νηματωδοκτόνο σκεύασμα χαμηλού κινδύνου, και παρατήρησαν νηματωδοκτόνο δράση. Με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έγινε μία προσπάθεια διερεύνησης επίδρασης, μέσω

πειραμάτων παράλυσης, τριών Βασικών Ουσιών, του όξινου ανθρακικού νατρίου, του χλωριούχου νατρίου και της μύρας.

Όσον αφορά το όξινο ανθρακικό νάτριο, ως Βασική Ουσία έχει εγκριθεί, για τη χρήση υπό τη μορφή υδατοδιαλυτής σκόνης, σε λαχανικά, μαλακά φρούτα ή και διακοσμητικά φυτά για την αντιμετώπιση μυκήτων όπως οι *Sphaerotheca* spp., *Oidium* spp., στο αμπέλι εναντίον του *Uncinula necator*, στη μηλιά κατά του *Venturia inaequalis*. Επιπλέον, δύναται να χρησιμοποιηθεί μετασυλλεκτικά σε διάφορα φρούτα για τη καταπολέμηση των *Penicillium italicum*, και *P. digitatum*, και υπό ξηρή μορφή σε καλλωπιστικά φυτά για την καταστολή της ανάπτυξης θαλλοφύτων όπως το *Lunularia cruciata* (European Commission, 2018c).

Έρευνες επισημαίνουν επιπλέον βιολογικές δράσεις, όπως για παράδειγμα την καταπολέμηση μυκήτων όπως οι *Didymella bryoniae* και *Podosphaera xanthii* σε καλλιέργεια καρπουζιού, εχθρών όπως οι *Aphis gossypii*, *Tetranychus urticae*, *Spodoptera exigua*, *S. litura* και οι θρίπες (Kim *et al.* 2019). Σε έρευνα των Yassen & Sulaiman (2021), εφαρμογή 8000 mg/L διαλύματος όξινου ανθρακικού νατρίου επέφερε υψηλό ποσοστό θνησιμότητας σε προνύμφες κουνουπιών *Culex pipiens molestus*, τέσσερις ημέρες από την εφαρμογή. Ακόμη και σε συνδυασμό με άλλες ουσίες, επιφέρει θετικά αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα σε συνδυασμό με λινέλαιο, όπου επέφεραν ακινητοποίηση των πράσινων ακρίδων από τη πρώτη μέρα εφαρμογής (Abdelatti & Hartbauer 2020).

Σχετικά με το χλωριούχο νάτριο, έχει εγκριθεί ως Βασική Ουσία για την εφαρμογή του ως υδατοδιαλυτή σκόνη στο αμπέλι κατά του μύκητα *Erysiphe necator* και υπό μορφή κόκκων σε καλλιέργεια μανιταριών για την αντιμετώπιση των ειδών *Cladobotryum* (π.χ. *Mycophilum*), *Lecanicillium* (*Verticillium*) *fungicola*, και *Mycogone perniciosa* (European Commission, 2021e).

Αναφορικά με την επίδραση του χλωριούχου νατρίου στους εχθρούς των φυτών, ένα παράδειγμα προσθήκης NaCl στο θρεπτικό διάλυμα των φυτών, επέφερε αύξηση του ωσμωτικού δυναμικού μειώνοντας τη διαθεσιμότητα νερού σε προνύμφες *Tuta absoluta*, ενώ παράλληλα λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης ιόντων Na⁺ και Cl⁻ στα φύλλα μείωσε η διατροφική ικανότητα των προνυμφών (Han *et al.* 2019). Κατά τη μελέτη του χλωριούχου νατρίου εναντίων μυζητικών εντόμων (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, *Euschistus heros*) σε καλλιέργεια σόγιας, συμπέραναν ότι με την

εφαρμογή διαλύματος χλωριούχου νατρίου στην καλλιέργεια, δεν προσελκύονταν τα έντομα και παράλληλα σε συνδυαστική εφαρμογή με κατάλληλο εντομοκτόνο, αύξησαν την αποτελεσματικότητά, και συνεπώς να προτείνεται η χρήση μικρότερης δοσολογίας του σκευάσματος (Corso & Gazzoni, 1998; Rodrigues *et al.* 2021).

Η έκθεση φυτοпараσιτικών νηματωδών σε διάφορα άλατα και κατ' επέκταση στα ιόντα από τα οποία αποτελούνταν επηρεάζει τη συμπεριφορά τους και μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα. Συγκεκριμένα το *M. javanica* και *M. incognita* δεν ελκύονται από ιόντα όπως τα Na^+ και Cl^- , ενώ το CO_2 επέφερε μη αναστρέψιμη παράλυση σε είδη νηματωδών *Heterodera* spp. Η παρουσία ιόντων Na^+ , CO_2 ή HCO_3^- , δύναται να επηρεάσει την ικανότητα παρασιτισμού των νηματωδών. Η δράση των νηματωδών εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ιόντων. Για παράδειγμα, χαμηλές συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl) (0.001 M ή 35.5 mg/L) ευνόησαν τη δράση του *Hirschmanniella oryzae*. Το όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3), έχει χρησιμοποιηθεί σε διάλυμα συγκέντρωσης 1000 mg/L, για την πρόκληση κίνησης και συνεπώς την διάκριση ζωντανών και νεκρών προνυμφών J2 του είδους *M. incognita*. Συγκεντρώσεις NaHCO_3 και NaCl μεγαλύτερες των 15000 mg/L, προκάλεσαν σημαντική θνησιμότητα σε προνύμφες των *M. incognita* και *M. javanica* (Xiang & Lawrence, 2016; Castro *et al.* 1990; Zaki *et al.* 2012).

Από την άλλη πλευρά η μπύρα ως Βασική Ουσία, εγκεκριμένη για τη χρήση της σε παγίδες εδάφους, ως μαλακιοκτόνο, προσφέρεται ως καλή εναλλακτική εναντίων των συνθετικών σκευασμάτων, λόγω της υψηλής της αποτελεσματικότητας και του χαμηλού της κόστους, χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον (European Commission, 2017b). Η μπύρα περιέχει πτητικά συστατικά τα οποία προσελκύουν τα σαλιγκάρια, όπως το CO_2 το οποίο μεταβάλλει του χημειούποδοχείς τους στα οσφρητικά τους νεύρα. Μάλιστα η περιεκτικότητα της σε CO_2 ίσως δικαιολογεί και τη δράση της στους κομβονηματώδεις, όπως απεδείχθη και στα πειραματικά μας αποτελέσματα. Βέβαια, η σύνθεση της μπύρας δύναται να μεταβάλλεται, επομένως και η αποτελεσματικότητά της, όχι μόνο από επωνυμία σε επωνυμία, αλλά και μεταξύ των διαφορετικών παρτίδων μιας επωνυμίας (Piechowicz *et al.* 2016).

Συγκρίνοντας την αποτελεσματικότητα του χλωριούχου νατρίου (NaCl) και του όξινου ανθρακικού νατρίου (NaHCO_3), στις 24 ώρες από την εμβάπτιση των προνυμφών στα διαλύματα ελέγχου, μεγαλύτερη παράλυση προκάλεσε το NaCl , ενώ το NaHCO_3 είχε

το διπλάσιο σχεδόν EC₅₀. Στις 48 ώρες οι τιμές των EC₅₀ μειώθηκαν και ήταν παρόμοιες. Στις 72 ώρες το NaCl παρουσίασε παρόμοιο EC₅₀ με το αντίστοιχο των 48 ωρών, ενώ για το NaHCO₃ υπήρξε μία αύξηση, και η τιμή ήταν μεγαλύτερη από του NaCl. Σε σχέση με το διάλυμα ελέγχου μύρας χωρίς αλκοόλ, οι παραπάνω Βασικές Ουσίες ήταν πιο αποτελεσματικές αφού προκάλεσαν παράλυση σε μικρότερες συγκεντρώσεις.

5.2. Εκχυλίσματα Τριαντάφυλλου

Το τριαντάφυλλο της Δαμασκού αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά αρωματικά φυτά στον κόσμο. Χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό φυτό, αλλά κυρίως για την εξαγωγή αιθέριου ελαίου από τα πέταλα και τα άνθη του. Κατά τη διαδικασία εξαγωγής αξιοποιούνται επίσης και τα παραπροϊόντα, με χρήσεις στα τρόφιμα την αρωματοποιία και τη βιομηχανία φαρμάκων. Μεταξύ άλλων, διαθέτει ιδιότητες αντιμικροβιακές και εντομοκτόνες (Nunes & Miguel, 2017).

Τα πέταλα των τριαντάφυλλων είναι πλούσια σε πολυφαινόλες και συγκεκριμένα σε φλαβονόλες, μεταξύ των οποίων η καμπφερόλη, και τα γλυκοσίδια κουερσετίνης (Shikon *et al.* 2012). Οι ουσίες αυτές μπορούν να παραληφθούν τόσο μέσω υδατικών εκχυλισμάτων, αλλά και μέσω των παραπροϊόντων της υδροαπόσταξης (Dina *et al.* 2021). Κατά την εκχύλιση στερεού σε υγρό, η ικανότητα μεταφοράς των συστατικών από τη στερεή στην υγρή φάση εξαρτάται από τη θερμοκρασία, το χρόνο εκχύλισης, αλλά και τον τύπο του διαλύτη, το μέγεθος των σωματιδίων του στερεού υλικού και την ανάμειξη. Με την εφαρμογή υπερήχων προκαλείται ταχεία διάχυση του διαλύτη στο κυτταρικό υλικό, καθώς διασπώνται τα κυτταρικά τοιχώματα. Η εκχύλιση ανθοκυανίνης τριαντάφυλλου, μέσω υπερήχων, ως μέθοδος είναι πιο γρήγορη και πιο αποτελεσματική συγκριτικά με τη συμβατική εκχύλιση (Torusdağ & Bakkalbaşı, 2021).

Το αιθέριο έλαιο τριαντάφυλλου, συνδυαζόμενο με έλαιο Citronella (*Cymbopogon nardus*), λεμονιού, λεβάντας και βασιλικού, αναμεμειγμένα με αποσταγμένο νερό απωθούν τα έντομα εσωτερικών χώρων (Koul & Walia, 2009). Σε έρευνα των Yorulmaz & Erbaş (2014), οι σημαντικότερες ενώσεις του αιθέριου ελαίου τριαντάφυλλου, γερανιόλη και κιτρονελόλη, είχαν απωθητική δράση κατά των ενηλίκων και νυμφών του *Tetranychus urticae* Koch (Οικ. Tetranychidae), ενώ παρουσίασαν και ωοκτόνο δράση στα αυγά. Η υψηλότερη αποτελεσματικότητα οφειλόταν στη γερανιόλη. Το

αιθέριο έλαιο *R. damascena* επίσης, σύμφωνα με τους Basim & Basim (2004), είχε βακτηριοκτόνο δράση κατά του *Erwinia amylovora*. Παρ' όλα αυτά επειδή η εξαγωγή αιθερίου ελαίου τριαντάφυλλου χαρακτηρίζεται από το υψηλό της κόστος, η χρήση του ως φυτοπροστατευτικό καθίσταται αδύνατη. Παρόμοια κύρια συστατικά, δηλαδή κιτρονελόλη, γερανιόλη και λιναλοόλη, συναντώνται στο αιθέριο έλαιο του *Pelargonium graveolens* L., το οποίο είχε νηματωδοκτόνο δράση εναντίον του *M. incognita* (Leela *et al.* 1992).

Στο υδρόλυμα αναφέρεται ότι συναντώνται υψηλά ποσοστά φαινυλαιθανόλης (Singh *et al.* 2023). Όσον αφορά το αρωματικό ύδωρ, το οποίο προκύπτει από την υδροαπόσταξη των πετάλων *Rosa damascena*, σε αυτό εντοπίστηκαν έπειτα από υγρή εκχύλιση με δίχλωρομεθάνιο τα εξής πτητικά συστατικά: 2-φαινυλαιθανόλη, λιναλοόλη, κιτρονελόλη, νερολί, γερανιόλη και οξείδια τριαντάφυλλου που προσδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή (Agarwal *et al.* 2005). Προκειμένου να ξεπεραστεί το πρόβλημα του υψηλού κόστους του αιθερίου ελαίου τριαντάφυλλου, οι El Zayyat *et al.* (2018) επέλεξαν το ροδόνηρο ως εναλλακτική λύση και το μελέτησαν για τη δράση του έναντι προνυμφών και ενηλίκων ατόμων *Culex pipiens*, έχοντας θετικά αποτελέσματα. Η λιναλοόλη ως μονοτερπένιο, συχνά συναντάται ως δραστικό συστατικό διαθέσιμων παρασιτοκτόνων, ενώ έχει αναφερθεί και η νηματωδοκτόνος δράση της (Liu *et al.* 2022; Chatterjee *et al.* 1982).

Σύμφωνα με τη χημική ανάλυση του εκχυλίσματος αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου, της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, οι κύριες ενώσεις που εντοπίστηκαν αφορούσαν την κιτρονελόλη, τη φαινυλαιθανόλη, τη *cis*-γερανιόλη, το πελargonικό οξύ, το γερανικό οξύ, τη β-σιτράλη, την ευγενόλη, και τη μεθυλευγενόλη. Από τις παραπάνω ενώσεις, η γερανιόλη και η β-σιτράλη ως μονοτερπένια, αναφέρονται για τη νηματωδοκτόνο δράση τους στις προνύμφες J2 του *M. incognita*, ενώ η γερανιόλη και η σιτράλη επιπλέον αποτρέπουν και την εκκόλαψη των αυγών (Liu *et al.* 2022).

Άλλες μονοτερπενικές ενώσεις είναι η κιτρονελόλη, η *cis*-γερανιόλη, η β-σιτράλη, και το γερανικό οξύ. Μία από τις κύριες ενώσεις που συναντώνται στο τριαντάφυλλο είναι η κιτρονελόλη. Εντοπίζεται σε αιθέρια έλαια ποικίλων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και αναφέρεται ως δραστική στα προνυμφικά στάδια εντόμων (Santos *et al.* 2019; Koul & Walia, 2009). Εμβάπτιση σπόρων τομάτας σε κιτρονελόλη

μείωσε την προσβολή των φυταρίων από το *M. incognita* (Rao *et al.* 1996). Η *cis*-γερανιόλη αποτελεί ισομερές του μίγματος της γερανιόλης, και συναντάται και με την ονομασία νερόλη (Bedoukian, 1986). Η β -σιτράλη αποτελεί ένωση της νεράλης, η οποία συναντάται ως μονοτερπενικό ισομερές, που εντοπίζεται μαζί με τη γερανιάλη ως συστατικά της σιτράλης (Oliveira *et al.* 2017). Για το γερανικό οξύ, έχει αναφερθεί η εντομοκτόνος δράση του, παρόμοια με εκείνη της σιτράλης, σε προνύμφες του είδους *Trichoplusia ni* (Οικ. *Lepidoptera*) και σε νύμφες και ενήλικα άτομα του *Metcalfa pruinosa* (Οικ. *Hemiptera*), στο οποίο είχε επίσης υψηλή τοξικότητα και η ευγενόλη (Tak *et al.* 2017; Kim *et al.* 2015; Mi *et al.* 2014).

Η φαινυλαιθανόλη, ανήκει στις φαινολικές ενώσεις, οι οποίες, όπως και οι μονοτερπενικές ενώσεις, ως δευτερογενείς μεταβολίτες αναπτύσσουν αμυντικούς μηχανισμούς των φυτών απέναντι σε διάφορες ασθένειες και εχθρούς. Σε φυτά που απαντάται υψηλή συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων, αναφέρεται θετική συσχέτιση με την αντοχή τους απέναντι και στους νηματώδεις (Desmedt *et al.* 2020). Η ευγενόλη αποτελεί επίσης φαινολική ένωση, η οποία συναντάται σε πληθώρα αρωματικών φυτών, και διαθέτει πέρα από φαρμακευτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Khalil *et al.* 2017). Επιπλέον, είναι γνωστή ένωση και για τη νηματωδοκτόνο δράση, κατά του *M. incognita* (Chatterjee *et al.* 1982; Meyer *et al.* 2007; Moreira *et al.* 2013). Η μεθυλευγενόλη, σε πείραμα των παρουσίασε παρόμοια αποτελεσματικότητα με την ευγενόλη, έναντι του *M. incognita* (Li *et al.* 2013).

Οι Ali *et al.* (2013), ερευνώντας την επίδραση περιεχόμενων ουσιών του *Pelargonium* spp., σε προνύμφες *Aedes aegypti*, ανέφεραν τοξικότητα προκαλούμενη από γερανιόλη, και προοδευτικά σε υψηλότερες συγκεντρώσεις διαδοχικά από την κιτρονελόλη και το γερανικό οξύ, ενώ η σιτράλη δεν εμφάνισε κάποια επίδραση. Σε πείραμα των Babu *et al.* (2012), εφαρμογή δευτερογενών μεταβολιτών σε νηματώδεις *M. incognita*, μεταξύ των οποίων κιτρονελόλη, γερανιόλη, ευγενόλη, εμφάνισε νηματωδοκτόνο δράση με την μεγαλύτερη να παρουσιάζεται από την ευγενόλη. Αντίστοιχα σε προνύμφες του νηματώδη *Bursaphelenchus xylophilus*, περισσότερο αποτελεσματική η κιτρονελόλη, έπειτα η γερανιόλη παρομοίως και η νερόλη, και η σιτράλη, ενώ μέτρια αποτελεσματικότητα είχε η νεράλη και η μεθυλευγενόλη. Η γνώση του μηχανισμού δράσης των ενώσεων είναι σημαντική για τον έλεγχο των νηματωδών, συντελώντας στην ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού νηματωδοκτόνου. Οι φαινολικές ενώσεις εμφανίζουν μεγαλύτερη τοξικότητα από τις μονοτερπενικές

ενώσεις. Μεταξύ των αλκοολών, οι πρωτογενείς αλκοόλες (κιτρνελόλη, γερανιόλη, νερόλη) έχουν μεγαλύτερη νηματοδοκτόνο δράση από τις δευτερογενείς και τις τριτογενείς (λιναλοόλη), υποδεικνύοντας ότι η θέση του υδροξυλίου σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα. Σχετικά με τις μονοτερπενικές ενώσεις ο μηχανισμός δράσης τους παραμένει αδιευκρίνιστος (Choi *et al.* 2007; Park *et al.* 2007).

Συγκρίνοντας την περιεκτικότητα των πετάλων και των ανθέων σε πτητικές ουσίες, τα άνθη περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα πτητικών ουσιών από τα πέταλα, όμως τα πέταλα διαθέτουν μεγαλύτερη ποικιλότητα αυτών. Η κιτρνελόλη που περιέχεται σε μεγάλα ποσοστά, απαντάται σε παρόμοια επίπεδα και για τα πέταλα και για τα άνθη (Abudayeh *et al.* 2022; Karpiuk *et al.* 2022).

Μεταξύ των εκχυλισμάτων τριαντάφυλλου, συγκρίνοντας τις τιμές EC_{50} που προέκυψαν 24 ώρες από την εμβάπτιση των προνυμφών στα διαλύματα ελέγχου, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα είχε το αρωματικό ύδωρ των αποξηραμένων πετάλων, και ακολούθως το εκχύλισμα τους μέσω υπερήχων των αποξηραμένων ανθέων, ενώ λιγότερο αποτελεσματικό ήταν το εκχύλισμα μέσω υπερήχων των πετάλων. Στις 48 ώρες αντίστοιχα, η αποτελεσματικότητα ήταν ανάλογη με τις τιμές των EC_{50} να έχουν μικρότερη διαφορά μεταξύ τους. Τέλος, στις 72 ώρες από την εμβάπτιση όπου πλέον θεωρήθηκε σταθεροποιημένη η κατάσταση των προνυμφών, πιο αποτελεσματικό κρίθηκε το εκχύλισμα μέσω υπερήχων των πετάλων, ακολούθησε το αντίστοιχο αρωματικό ύδωρ και λιγότερο αποδοτικό ήταν το εκχύλισμα μέσω υπερήχων των ανθέων.

6. Συμπεράσματα

Η φυτοπροστασία έχει θεμελιώδη ρόλο στην ομαλή και αποδοτική εξέλιξη των καλλιεργειών. Η χρήση των χημικών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων πρωτοστατεί στη συμβατική γεωργία. Με την απόσυρση πολλών από αυτά, καθώς ενέχουν κινδύνους για το περιβάλλον αλλά και τον άνθρωπο, αναζητούνται συνεχώς εναλλακτικές καταπολέμησης φυτικών εχθρών χρησιμοποιώντας ασφαλέστερες ουσίες.

Ανακεφαλαιώνοντας, με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής οι ουσίες οι οποίες εφαρμόστηκαν, προκάλεσαν φαινόμενα παράλυσης στους νηματώδεις *M. incognita*. Μεταξύ των Βασικών Ουσιών, προέκυψε ότι το όξινο ανθρακικό νάτριο και το χλωριούχο νάτριο είχαν παρόμοια αποτελέσματα, και ήταν πιο δραστικά σε χαμηλότερη συγκέντρωση συγκριτικά με την μύρα χωρίς αλκοόλ. Η ύπαρξη ιόντων Na^+ , Cl^- , CO_2 ή HCO_3^- , στα διαλύματα ελέγχου, πιθανότατα να προκάλεσαν την παράλυση στις προνύμφες J2. Οι Βασικές Ουσίες αν και δεν έχουν εγκριθεί για τη χρήση τους κατά των νηματωδών, θα μπορούσαν να ερευνηθούν περαιτέρω για την πιθανή νηματωδοκτόνο δράση τους.

Όσον αφορά τα εκχυλίσματα τριαντάφυλλου, ήταν αποτελεσματικότερο το εκχύλισμα υπερήχων των πετάλων, έπειτα το αρωματικό ύδωρ των πετάλων και τέλος το εκχύλισμα υπερήχων των ανθέων. Η δράση των βοτανικών εκχυλισμάτων μπορεί να διαφέρει, καθώς η παρασκευή τους δύναται να επηρεάζει τη χημική τους σύσταση. Τα περιεχόμενα συστατικά του εκχυλίσματος αποξηραμένων πετάλων τριαντάφυλλου, κατά τη χημική ανάλυση, υπέδειξαν βιοδραστικές ενώσεις οι οποίες θα μπορούσαν να αποτελέσουν μέσα βιολογικής καταπολέμησης των κομβονηματωδών, και ενδεχομένως να αξιοποιηθούν στα εργαλεία καταπολέμησής τους. Κρίνεται όμως απαραίτητη η εξέτασή όλων των παραπάνω ουσιών σε πραγματικές συνθήκες καλλιέργειων-ξενιστών των κομβονηματωδών, για την ασφαλή διεξαγωγή συμπερασμάτων.

7. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

7.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης Και Τροφίμων (2023). Τα Δεδομένα Ανακτήθηκαν
Στις 03-10-2023 Από Τη Διεύθυνση
<https://1click.minagric.gr/oneClickUI/frmFytoPro.zul>

7.2. Ξένα Βιβλιογραφία

Abbot W. S. (1925). A Method Of Computing The Effectiveness Of An Insecticide, *Journal Of Economic Entomology*, Vol. 18, p. 265-267

Abdelatti Z. A. S., Hartbauer M. (2020). Plant Oil Mixtures As A Novel Botanical Pesticide To Control Gregarious Locusts, *Journal Of Pest Science*, Vol. 93, p. 341-353

Abudayeh Z. H., Karpiuk U. Armoon N., Abualassal Q., Mallah E., Hassouneh I. K., Aldalahmeh Y. (2022). Phytochemical, Physiochemical, Macroscopic, And Microscopic Analysis Of *Rosa damascena* Flower Petals And Buds, *Journal Of Food Quality*, p. 1-10 <https://doi.org/10.1155/2022/5079964>

Agarwal S. G., Gupta A., Kapahi B. K., Baleshwar R., Thappa K., Suri O. P. (2005). Chemical Composition Of Rose Water Volatiles, *Journal Of Essential Oil Research*, Vol. 17, Issue 3, p. 265-267

Agrios G. (2005). Plant Pathology, Fifth Edition, *Elsevier Editions*, p. 831-837
<https://doi.org/10.1016/C2009-0-02037-6>

Akbari M., Kazerani H. R., Kamrani A., Mohri M. (2013). A Preliminary Study On Some Potential Toxic Effects Of *Rosa damascena* Mill, *Iranian Journal Of Veterinary Research*, Vol. 14, Issue 3, p. 232-236

Ali A., Murphy C. C., Dermirci B., Wedge D. E., Sampson B. J., Khan I. A., Baser K. H. C., Tabanca N. (2013). Insecticidal And Biting Deterrent Activity Of Rose-Scented Geranium (*Pelargonium* spp.) Essential Oils And Individual Compounds Against *Stephanitis pyrioides* And *Aedes aegypti*, *Pest Management Science*, Vol. 69, Issue 12, p. 1385-1392

- Babu R. O., Moorkoth D., Azeez S., Eapen S. J. (2012). Virtual Screening And In Vitro Assay Of Potential Drug Like Inhibitors From Spices Against Glutathione-S-Transferase Of *Meloidogyne incognita*, *Bioinformation*, Vol. 8, Issue 7, p. 319-325
- Bakr R. A., Ketta H. A. (2018). Nematicidal Potential Of Some Botanical Products Against *Meloidogyne incognita* Infecting Eggplant, *Indian Journal Of Nematology*, Vol. 48, Issue 2, p. 203-211
- Basim E., Basim H. (2004). Evaluation Of Antibacterial Activity Of Essential Oil Of *Rosa damascena* On *Erwinia amylovora*, *Phytoparasitica*, Vol. 32, Issue 4, p. 409-412
- Bedoukian P. Z. (1986). *Geraniol And Nerol, Perfumery And Flavoring Synthetics*, Third, Revised Edition, Allured Publishing Corporation, Wheaton, USA, p. 173-181
- Bharadwaj A., Sharma S. (2007). Effect Of Some Plant Extracts On The Hatch Of *Meloidogyne incognita* Eggs, *International Journal Of Botany*, Vol. 3, Issue 3, p. 312-316
- Blasco A. G., Monfort P., Sorribas F. J. (2021). Creation And Validation Of A Temperature-Based Phenology Model For *Meloidogyne incognita* On Common Bean, *Plants*, Vol. 10, Issue 2, 240, <https://doi.org/10.3390/plants10020240>
- Castro C. E., Belser N. O., McKinney H. E., Thomason I. J. (1990). Strong Repellency Of The Root Knot Nematode, *Meloidogyne incognita* By Specific Inorganic Ions, *Journal Of Chemical Ecology*, Vol. 16, Issue 4, p.1199-1205
- Chatterjee A., Sucul N. C., Laskar S., Ghoshjumdar S. (1982). Nematicidal Principles From Two Species Of Lamiaceae, *The Journal Of Nematology*, Vol. 14, Issue1, p. 118-120
- Chitwood D. J. (2003), *Nematicides, Encyclopedia Of Agrochemicals*, New York, NY: John Wiley & Sons, Vol. 3, p. 1104-1115
- Choi I. H., Kim J., Shin S. C., Park I. K. (2007). Nematicidal Activity Of Monoterpenoids Against The Pine Wood Nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), *Russian Journal Of Nematology*, Vol. 15, Issue 1, p. 35-40

- Constantini E., La Torre A. (2022). Regulatory Framework In The European Union Governing The Use Of Basic Substances In Conventional And Organic Production, *Journal Of Plant Diseases And Protection*, Vol. 129, p. 715-743
- Corso I. C., Gazzoni D. L. (1998). Sodium Chloride: An Insecticide Enhancer For Controlling Pentatomids On Soybeans, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Vol. 33, Issue 10, p. 1563-1571
- Council Directive of 15 July 1991 Concerning The Placing Of Plant Protection Products On The Market (91/414/EEC), *Official Journal Of The European Communities*, L 230, Vol. 34, pp. 1-32
- Crow W. T., Weingartner D. P., Dickson D. W. (2000). Effects Of Potato-Cotton Cropping Systems And Nematicides On Plantparasitic Nematodes And Crop Yields, *The Journal Of Nematology*, Vol. 32, Issue 3, p. 297–302
- De Carvalho L. M., Benda N. D., Vaughan M. M., Cabrere A. R., Hung K., Cox T., Abdo Z., Allen L. H., Teal P. E. A. (2015). Mi-1-Mediated Nematode Resistance in Tomatoes is Broken by Short-Term Heat Stress but Recovers Over Time, *The Journal Of Nematology*, Vol. 47, Issue 2, p. 133-140
- De Long J. R., Streminska M. A., Persijn A., Huisman H. M. I., Van Der Salm C. (2021). Biological Control Of *Meloidogyne* spp. In Glasshouse-Grown Chrysanthemum, *The Journal Of Nematology*, Vol. 52, p. 1-12, <https://doi.org/10.21307/jofnem-2020-125>
- Desmedt W., Mangelinckx S., Kyndt T., Vanholme B. (2020). A Phytochemical Perspective On Plant Defense Against Nematodes, *Plant Science*, Vol. 11, 602079, p. 1-25
- Dina E., Sklirou A. D., Chatzigeorgiou S., Manola M. S., Cheilari A., Louka X. P., Argyropoulou A., Xynos N., Skaltsounis A. L., Aligiannis N., Trougakos I. P. (2021). An Enriched Polyphenolic Extract Obtained From The By-Product Of *Rosa damascena* Hydrodistillation Activates Antioxidant And Proteostatic Modules, *Phytomedicine*, Vol. 93, p. 1-13 <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153757>

- EFSA (2020). Outcome Of The Consultation With Member States And EFSA On The Basic Substance Application For Approval Of Sunflower Oil For The Extension Of Use In Plant Protection As A Fungicide On Vegetables (Common Bean, Cucumber), Rosaceae (Like *Prunus*, *Fragaria*, *Rosa*, *Rubus* Etc.), Apple, Pear, Grapevine, Wheat, Barley, Potato And Carrot, p. 1-39
- Eisenback J.D., Triantaphyllou H.H. (2020). Root-Knot Nematodes: *Meloidogyne* Species And Races, *Manual Of Agricultural Nematology*, CRC Press, Boca Raton, p. 191–274
- El Zayyat E. A., Elleboudy N. A., Mostafa A. A., Ammar A. M. (2018). Biological And Morphological Changes In *Culex pipiens* After Rose Water Exposure, *Journal Of Life Sciences*, Vol. 10, Issue 2, p. 98-106
- European Commission (2015a). Review Report For The Basic Substance Salix spp. Cortex Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals Food And Feed At Its Meeting On 29 May 2015 In View Of The Approval Of *Salix* spp. Cortex As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-6
- European Commission (2015b). Commission Implementing Regulation (EU) 2015/2046 Of 16 November 2015 Concerning The Non-Approval Of *Artemisia absinthium* L. As A Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009 Of The European Parliament And Of The Council Concerning The Placing Of Plant Protection Products On The Market, p. 1
- European Commission (2016a). Review Report For The Basic Substance Sunflower Oil Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 7 October 2016 In View Of The Approval Of Sunflower Oil As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-7
- European Commission (2016b). Review Report For The Basic Substance Diammonium Phosphate Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 8 March 2016 In View Of The Approval Of Diammonium Phosphate As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-6
- European Commission (2017a). Review Report For The Basic Substance *Equisetum arvense* L. Finalised In The Standing Committee On The Food Chain And Animal

Health At Its Meeting On 20 March 2014 In View Of The Approval Of *Equisetum arvense* L. As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-16

European Commission (2017b). Final Review Report For The Basic Substance Beer Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 6 October 2017 In View Of The Approval Of Beer As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-6

European Commission (2017c). Final Review Report For The Basic Substance Hydrogen Peroxide Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 24 January 2017 In View Of The Approval Of Hydrogen Peroxide As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2017d). Final Review Report For The Basic Substance Mustard Seeds Powder Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 6 October 2017 In View Of The Approval Of Mustard Seeds Powder As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-6

European Commission (2017e). Final Review Report For The Basic Substance *Urtica* spp. Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 24 January 2017 In View Of The Approval Of *Urtica* spp. As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-13

European Commission (2018a). Final Review Report For The Basic Substance Lecithins Finalised In The Standing Committee On The Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 25 May 2015 In View Of The Approval Of Lecithins As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2018b). Final Review Report For The Basic Substance Onion Oil Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 20 July 2018 In View Of The Approval Of Onion Oil As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-7

European Commission (2018c). Final Review Report For The Basic Substance Sodium Hydrogen Carbonate Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals,

Food And Feed At Its Meeting On 9 October 2015 In View Of The Approval Of Sodium Hydrogen Carbonate As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/20093, p. 1-7

European Commission (2018d). Final Review Report For The Basic Substance Talc E553b Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 22 March 2018 In View Of The Approval Of Talc E553b As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/20091, p. 1-9

European Commission (2018e). Study Supporting The REFIT Evaluation Of The EU Legislation On Plant Protection Products And Pesticides Residues (Regulation (EC) No 1107/2009 And Regulation (EC) No 396/2005), p. 1-336

European Commission (2020a). Final Review Report For The Basic Substance *Allium cepa* L. Bulb Extract (Onion Bulbs) Finalised By The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed On 22 October 2020 In View Of The Approval Of *Allium cepa* L. Bulb Extract (Onion Bulbs) As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2020b). Final Review Report For The Basic Substance Cow Milk Finalised By The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed On 19 May 2020 In View Of The Approval Of Milk As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-7

European Commission (2020c). Final Review Report For The Basic Substance Fructose Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 14 July 2015 And Amended On 17 July 2020 In View Of The Approval Of Fructose As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2020d). Final Review Report For The Basic Substance L-Cysteine Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed On 24 March 2020 In View Of The Approval Of L-Cysteine As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2020e). Final Review report for the basic substance sucrose Finalised in the Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed at its meeting on 11 July 2014 and amended on 17 July 2020 in view of the approval of

sucrose as basic substance in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-9

European Commission (2021a). Final Review Report For The Basic Substance Sodium Chloride Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 20 July 2017 And Amended On 25 January 2021 In View Of The Approval Of Sodium Chloride As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-11

European Commission (2021b). Final Review Report For The Basic Substance Whey Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 8 March 2016 And Amended On 25 March 2021 In View Of The Approval Of Whey As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2021c). Final Review Report For The Basic Substance Calcium Hydroxide Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 20 March 2015 And Amended On 24 March 2021 In View Of The Approval Of Calcium Hydroxide As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-10

European Commission (2021d). Final Review Report For The Basic Substance Clayed Charcoal Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 24 January 2017 And Amended On 25 January 2021 In View Of The Approval Of Clayed Charcoal As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2021e). Final Review Report For The Basic Substance Sodium Chloride Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 20 July 2017 And Amended On 25 January 2021 In View Of The Approval Of Sodium Chloride As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-11

European Commission (2021f). Review Report For The Basic Substance Whey Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 8 March 2016 And Amended On 25 March 2021 In View Of The

Approval Of Whey As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-8

European Commission (2022a). Final Review Report For The Basic Substance Vinegar Finalised In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 29 May 2015 And Amended On 13 December 2018, 26 January 20212 And 28 January 20221 In View Of The Approval Of Vinegar As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-12

European Commission (2022b). Final Review report for the basic substance chitosan finalised by the Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed on 28 January 2022 in view of the approval of chitosan as basic substance in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009, p. 1-14

European Commission (2023a). Final Review Report For The Basic Substance Chitosan Hydrochloride Finalised In The Standing Committee On The Food Chain And Animal Health At Its Meeting On 20 March 2014 In View Of The Approval Of Chitosan Hydrochloride As Basic Substance In Accordance With Regulation (EC) No 1107/20092 , Amended In The Standing Committee On Plants, Animals, Food And Feed At Its Meeting On 25 January 20213 And Corrected On 5 July 20214 And On 23 March 2023, p. 1-10

European Commission (2023b). Farm To Fork Strategy For A Fair, Healthy And Environmentally-Friendly Food System, https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

Feyisa B. (2021). A Review On Root Knot Nematodes (Rkns): Impact And Methods For Control, *Journal Of Plant Pathology & Microbiology*, Vol. 12, Issue 3, No. 547, p. 1-4

Han P., Desneux N., Becker C., Larbat R., Le Bot J., Adamowicz S., Zhang J., Lavoit A. V. (2019). Bottom-Up Effects Of Irrigation, Fertilization And Plant Resistance On *Tuta absoluta*: Implications For Integrated Pest Management, *Journal Of Pest Science*, Vol. 92, p. 1359-1370

Jones J. G., Kleczewski N.M., Desaege J., Meyer S.L., Johnson G.C. (2017). Evaluation Of Nematicides For Southern Root Knot Nematode Management In Lima Bean, *Crop Protection*, Vol. 96, p. 151-157

- Karpiuk U. V., Abudayeh Z. H., Minarchenko V. M. (2022). *Rosa damascena* Flower Petals And Buds Comparative Phytochemical Analysis, Materials Of VI Ukrainian Scientific Conference With The International Participation «Chemistry Of Natural Compounds» October 27-28, Ternopil, p. 10-11
- Khalil A. A., Rahman U. U., Khan M. R., Sahar A., Mehmood T., Khan M. (2017). Essential Oil Eugenol: Sources, Extraction Techniques And Nutraceutical Perspectives, The Royal Society Of Chemistry, Vol. 7, Issue 52, p. 1-17, DOI: 10.1039/c7ra04803crsc.li/rsc-advances
- Kim Y. S., Han J. W., Jeong T. G., Noh S. J., Park S. W., Jeon Y. M., Hue Y. S., Kim T. I. (2019). Effect Of Organic Materials For The Control Of Diseases And Pests In Organic Watermelon Cultivation, Spring International Conference Of KSAE (2019.04), p. 124
- Kim Y. S., Jeong I. H., Lee Y. S., Lee S. G. (2015). Insecticidal Activity of Cinnamon Essential Oils, Constituents, And (E)- Cinnamaldehyde Analogues against *Metcalfa pruinosa* Say (Hemiptera: Flatidae) Nymphs and Adults, *Korean Journal Of Applied Entomology*, Vol. 54, p. 375-382
- Koul O., Walia S. (2009). Comparing Impacts Of Plant Extracts And Pure Allelochemicals And Implications For Pest Control, *CABI Reviews: Perspectives In Agriculture, Veterinary Science, Nutrition And Natural Resources*, Vol. 4, Issue 049, p. 1-30
- Lamovšek J., Urek G., Trdan S. (2013). Biological Control Of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.): Microbes Against The Pests, *Acta Agriculturae Slovenica*, Vol. 101, Issue 2, p. 263-275
- Li H. Q., Liu Q. Z., Liu Z. L., Du S. S., Deng Z. W. (2013). Chemical Composition And Nematicidal Activity Of Essential Oil Of *Agastache rugosa* Against *Meloidogyne incognita*, *Molecules*, Vol. 18, Issue 4, p. 4170-4180
- Liu T. T., Wu H. B., Wu H. B. Zhang J. (2019). Wormwood (*Artemisia absinthium* L.) As A Promising Nematicidal And antifungal Agent: Chemical Composition, Comparison Of Extraction Techniques And Bioassay-Guided Isolation, *Industrial Crops & Products*, Vol. 133, p. 295-303
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.12.002>

- Liu Z., Li Q. X., Song B. (2022). Pesticidal activity And Mode Of Action Of Monoterpenes, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol. 70, Issue 15, p. 4556-4571
- Leela N. K., Khan R. M., Reddy P. P., Nidiry E. S. J. (1992). Nematicidal Activity Of Essential Oil Of *Pelargonium graveolens* Against The Root-Knot Nematodes *Meloidogyne incognita*, *Nematologia Mediterranea*, Vol. 20, Issue 1, p. 57-58
- Lucci A., Loni A. (2001). Preliminary Study On The Efficacy Of Sodium Salts For The Control Of The Grape Vine Moth *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.), *Integrated Control In Viticulture IOBC-WPRS*, Vol. 24, Issue 7, p. 99–102
- Marchand P. A. (2015). Basic Substances: An Opportunity For Approval Of Low-Concern Substances Under EU Pesticide Regulation, *Pest Management Science*, Vol. 71, p. 1197-1200
- Matyjaszczyk E. (2018). “Biorationals” In Integrated Pest Management Strategies, *Journal Of Plant Diseases And Protection*, Vol. 125, p. 523-527
- Meyer S. L. F., Laksman D. K., Zasada I. A., Vinyard B. T., Chitwood D. J. (2007). Dose–Response Effects Of Clove Oil From *Syzygium aromaticum* On The Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita*, *Pest Management Science*, Vol. 64, Issue 3, p. 223-229
- Mi J., Becher D., Lubuta P., Dany S., Tusch K., Schewe H., Buchhaupt M., Schrader J. (2014). *De novo* Production Of The Monoterpenoid Geranic Acid By Metabolically Engineered *Pseudomonas putida*, *Microbial Cell Factories*, Vol. 13, Issue 170, p. 1-11
- Moreira L. C. B., Vieira B. S., da Mota Junior C. V., Lopes E. A., Canedo E. J. (2013). Nematicidal Effect Of Eugenol On Tomato Plants, *Proteção De Plantas*, Vol. 43 Issue 3, p. 286-291
- Nagachandrabos S. (2018). Liquid Bio Formulations For The Management Of Root-Knot Nematode, *Meloidogyne hapla* That Infects Carrot, *Crop Protection Journal*, Vol. 114, p. 155-161

- Ngegba P. M., Cui G., Khalid M. Z., Zhong G. (2022). Use Of Botanical Pesticides In Agriculture As An Alternative To Synthetic Pesticides, *Agriculture*, Vol. 12, Issue 5, p. 1-24 <https://doi.org/10.3390/agriculture12050600>
- Ntalli N. G., Caboni P. (2012). Botanical Nematicides: A Review, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol. 60, Issue 40, p. 9929-9940
- Ntalli N. G., Menkissoglu- Spiroudi U., Giannakou I. (2010). Nematicidal Activity Of Powder And Extracts Of *Melia azedarach* Fruits Against *Meloidogyne incognita*, *Annals Of Applied Biology*, Vol. 156, p. 309-317
- Ntalli N., Tsiafouli M. A., Tzani K., Mavridi O., Oplos C., Menkissoglu- Spiroudi U., Monokrousos N. (2019). Whey: The Soil Bio-Community Enhancer That Selectively Controls Root-Knot Nematodes, *Plants*, Vol. 8, Issue 11, p. 1-15 <https://doi.org/10.3390/plants8110445>
- Nunes H. S., Miguel M. G. (2017). *Rosa damascena* Essential Oils: A Brief Review About Chemical Composition And Biological Properties, *Trends In Phytochemical Research*, Vol. 1 Issue 3, p. 111-128
- Oliveira M. A., Bastos M. S. R., Magalhães H. C. R., Garruti D. S., Benevides S. D., Furtado R. F., Egito A. S. (2017). α , β -citral From *Cymbopogon citratus* On Cellulosic Film: Release Potential And Quality Of Coalho Cheese, *LWT-Food Science And Technology*, Vol. 85, Issue A, p. 246-251
- Papadopoulou J., Triantaphyllou A. C. (1982). Sex Differentiation In *Meloidogyne incognita* And Anatomical Evidence Of Sex Reversal, *The Journal Of Nematology*, Vol. 14, Issue 4, p. 549-566
- Park I. K., Kim J., Lee S. G., Shin S. C. (2007). Nematicidal Activity Of Plant Essential Oils And Components From Ajowan (*Trachyspermum ammi*), Allspice (*Pimenta dioica*) And Litsea (*Litsea cubeba*) Essential Oils Against Pine Wood Nematode (*Bursaphelenchus Xylophilus*), *The Journal Of Nematology*, Vol. 39, Issue 3, p. 275-279
- Peron S., Hadi F., Azarbani F., Murthy H. C. A. (2021). Antimicrobial, Antioxidant, Anti-Glycation And Toxicity Studies On Silver Nanoparticles Synthesized Using

Rosa damascena Flower Extract, *Green Chemistry Letters And Review*, Vol. 14, Issue 3, p. 519-533

- Piechowicz B., Rębisz E., Grodzicki P., Zaręba L., Balawejder M., Pieniążek M., Stawarczyk K., Piechowicz I. (2016). The Smell Of Beer As A Factor Affecting The Emission Of Carbon Dioxide By *Arion lusitanicus auct.* Non-Mabille, *Annals Of Animal Science*, Vol. 16, Issue 2, p. 463-476
- Puntener W., Zahner O. (1981). *Manual For Field Trials In Plant Protection*, 2nd Edition, Ciba-Geigi, Basle, Switzerland, p.205
- Radwan M. A., Farrag S. A. A., Abu- Elamayem M. M., Ahmed N. S. (2012). Biological Control Of The Root-Knot Nematode, *Meloidogyne incognita* On Tomato Using Bioproducts Of Microbial Origin, *Applied Soil Ecology*, Vol. 56, p. 58-62
- Rao M. S., Reddi P. P., Mittal A., Chandravada M. N., Nagesh M. (1996). Effect Of Some Secondary Plant Metabolites As Seed Treatment Agents Against *Meloidogyne incognita* On Tomato, *Nematologia Mediterranea*, Vol. 24, Issue 1, p. 1-3
- Robin D. C., Marchand P. A. (2019). Evolution Of The Biocontrol Active Substances in The Framework Of The European Pesticide Regulation (EC) No. 1107/2009, *Pest Management Science*, Vol. 75, p. 950-958
- Rodrigues H. S., Haddi K., Campos M. O., Ferreira-Filho A., Guedes R. N. C., Newland P. L., Oliveira E. E. (2021). Synergism And Unintended Effects Of The Association Between Imidacloprid And Sodium chloride (NaCl) On The Management Of *Euschistus herosi*, *Pest Management Science*, Vol. 77, p. 471-424
- Romanazzi G., Orçonneau Y., Moumni M., Davillerd Y., Marchand P. A. (2022). Basic Substances, A Sustainable Tool To Complement And Eventually Replace Synthetic Pesticides In The Management Of Pre And Postharvest Diseases: Reviewed Instructions For Users, *Molecules*, Vol. 27, Issue 11, p. 1-41
<https://doi.org/10.3390/molecules27113484>
- Santos P. L., Matos J. P. S. C. F., Picot L., Almeida J. R. G. S., Quintans J. S. S., Quintans-Junior L. L. (2019). Citronellol, A Monoterpene Alcohol With Promising

- Pharmacological Activities - A Systematic Review, *Food And Chemical Toxicology*, Vol. 123, p. 459-469
- Seefeldt S.S., Jensen J.E., Fuerst E.P. (1995). Log-Logistic Analysis Of Herbicide Rate Response Relationships, *Weed Technology*, Vol.9, p.218-227
- Seid A., Fininsa C., Mekete T., Decraemer W., Wesemael W. M. L. (2015). Tomato (*Solanum lycopersicum*) And Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) – A Century-Old Battle, *Nematology*, Vol. 17, Issue 9, p.1-15
- Shiferaw T., Dechassa N., Sakhuja P. K. (2017). Management Of Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid And White) Chitwood In Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Through Poultry Manure And Rapeseed Cake, *Journal Of Horticulture And Forestry*, Vol. 9, Issue 7, p. 59-65
- Shikov V., Kammerer D. R., Mihalev K., Mollov P., Carle R. (2012). Antioxidant Capacity And Colour Stability Of Texture-Improved Canned Strawberries As Affected By The Addition Of Rose (*Rosa damascena* Mill.) Petal Extracts, *Food Research International*, Vol. 46, Issue 2, p. 552-556
- Sikandar A., Zhang M. Y., Wang Y. Y., Zhu X. F., Liu X. Y., Fan H. Y., Xuan Y. H., Chen L. J., Duan Y. X. (2020). Review Article: *Meloidogyne incognita* (Root-Knot Nematode) A Risk To Agriculture, *Applied Ecology and Environmental Research*, Vol. 18, Issue 1, p. 1679-1690
- Singh M. K., Savita K., Singh S., Mishra D., Rani P., Chanda D., Verma R. S. (2023). Vasorelaxant Property Of 2-Phenyl Ethyl Alcohol Isolated From The Spent Floral Distillate Of Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) And Its Possible Mechanism, *Journal Of Ethnopharmacology*, Vol. 313, 116603, p. 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.116603>
- Subedi S., Thapa B., Shrestha J. (2020). Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) And Its Management: A Review, *Journal Of Agriculture And Natural Resources*, Vol. 3, Issue 2, p. 21-31
- Tak J. H., Jovel E., Isman M. B. (2017). Synergistic Interactions Among The Major Constituents Of Lemongrass Essential Oil Against Larvae And An Ovarian Cell

Line Of The Cabbage Looper, *Trichoplusia ni*, *Journal Of Pest Science*, Vol. 90, p. 735-744

Tapia-Vázquez I., Montoya- Martínez A. C., De Los Santos- Villalobos S., Ek-Ramos M. J., Montesinos- Matías R., Martínez- Anaya C. (2022). Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) A Threat To Agriculture In Mexico: Biology, Current Control Strategies, And Perspectives, *World Journal Of Microbiology And Biotechnology*, Vol. 38, Issue 26, p. 1-18, <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03211-2>

Torusdağ G. B., Bakkalbaşı E. (2021). Determination Of Some Physicochemical Properties And Anthocyanin Extraction Conditions Of *Rosa damascena* Mill., *Journal Of Processing And Preservation*, Vol. 46, Issue 2, p. 1-11 <https://doi.org/10.1111/jfpp.16279>

Trudgill D. L., Blok V. C. (2001). Apomictic, Polyphagous Root-Knot Nematodes: Exceptionally Successful And Damaging Biotrophic Root Pathogens, *Annual Review Of Phytopathology*, Vol. 39, p. 58-77

Tzortzakakis E. A., da Conceição I. L. P. M., dos Santos M. C. V., de O. Abrantes I. M. (2011). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Greece, *Hellenic Plant Protection Journal*, Vol. 4, Issue 1, p. 25-30

Tzortzakakis E. A. (2017). In Vitro Susceptibility Of Root-Knot Nematode Populations (*Meloidogyne* spp.) From Crete, Greece To Oxamyl And Fenamiphos, *Journal Of Plant Diseases And Protection*, Vol. 124, p. 611-616

Wendimu G. Y. (2021). Biology, Taxonomy, And Management Of The Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) In Sweet Potato, *Advances In Agriculture*, Vol. 2021, p. 1-13, <https://doi.org/10.1155/2021/8820211>

Xiang N., Lawrence K. S. (2016). Optimization Of In Vitro Techniques For Distinguishing Between Live And Dead Second Stage Juveniles Of *Heterodera glycines* And *Meloidogyne incognita*, *Plos One*, p. 1-13

Xiang N., Lawrence K. S., Donald P. A. (2018). Biological control potential of plant growth-promoting rhizobacteria suppression of *Meloidogyne incognita* on cotton and *Heterodera glycines* on soybean: A review, *Journal Of Phytopathology*, Vol. 166, Issue 7-8, p. 449-458

- Yassen A. T., Sulaiman K. A. (2021). Insecticidal Activity Of Some Chemicals Of Mosquitoes *Culex pipiens molestus* Forskal, *Baghdad Science Journal*, Vol. 18, Issue 1, p. 716-721
- Yorulmaz S., Erbaş S. (2014). Contact And Repellency Effects Of Rosa Damascena Mill. Essential Oil And Its Two Major Constituents Against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), *Turkish Journal Of Entomology*, Vol. 38, Issue 4, p. 365-376
- Zaki M. J., Khan D., Abid M. (2012). Nematodes In The Saline Environment: a Mini Overview, *International Journal Of Biology And Biotechnology*, Vol. 9, Issue 1-2, p. 99-113

8. Παράρτημα

Πίνακας 8.1. Βασικές Ουσίες και εφαρμογή

ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΟ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΜΟΡΦΗ	ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΟΓΚΟΣ ΨΕΚ. ΥΓΡΟΥ (L/ στρ)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	ΜΕΣΟΔΙΑΣΤΗΜΑ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΗΓΗ
Εκχύλισμα Κρεμμυδιού (<i>Allium cepa</i> L. bulb extract)	<i>Alternaria solani</i>	Πατάτα (<i>Solanum tuberosum</i>)	Εναιωρηματοποιήσιμο συμπύκνωμα (DC)	Εκχύλισμα: 50g βολβού <i>Allium cepa</i> L./ L νερού (Εγχυση για 10 min και βράσιμο για 15 min, χρήση την επόμενη μέρα)	10 g εκχυλίσματος/ L νερού	60-100	3-5 ανά καλλιεργητική περίοδο	7	European Commission, 2020a
	<i>Phytophthora infestans</i>	Τομάτα (<i>Lycopersicum esculentum</i>)				150		3-4	
	<i>Botrytis cinerea</i>	Αγγούρι (<i>Cucumis sativus</i>)						7	
Μπύρα (Beer)	Μαλάκια (Σαλιγκάρια, Γυμνοσάλιαγκες)	Όλες	-	Ετοιμόχρηστη ουσία	Χρήση σε παγίδες, έως 1 παγίδα/ m ²	-	1-5 ανά καλλιεργητική περίοδο	-	European Commission, 2017b
Υδροξείδιο του Ασβεστίου-Ασβεστόνερο (Calcium Hydroxide)	<i>Neonectria galligena</i>	Γιγαρτόκαρπα	Υδατικό διάλυμα	Ετοιμόχρηστη ουσία, 24% Υδροξείδιο του Ασβεστίου	0.104-0.208 L/ L νερού	500-1000	2-7	5-14	European Commission, 2021c
	<i>Neonectria galligena</i> και άλλες ασθένειες	Γιγαρτόκαρπα , Πυρηνόκαρπα		Ετοιμόχρηστη ουσία, 24% ή 33.12% Υδροξείδιο του Ασβεστίου	Για το διάλυμα 24%: 0.063-0.104 L/ L νερού. Για το διάλυμα 33.12%: 0.045-0.076 L/ L νερού				
					Επάλειψη στα σημεία κλαδέματος, ή σε λοιπές αμυχές	-	1-2	21	
Χιτοζάνη (Chitosan: <i>Aspergillus niger</i>)	Μύκητες-Βακτήρια	Ελιά (<i>Olea europaea</i>)	Υδατοδιαλυτή σκόνη (SP)	≥ 85% Χιτοζάνη		20-40	4-8 ανά καλλιεργητική περίοδο	14	European Commission, 2022b
		Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)				20-60			
		Χλοοτάπητες				20-40			
		Διακοσμητικά Φυτά			Εμβάπτιση	-	1 ανά καλλιεργητική περίοδο	-	
		Διάφορα Φρούτα (Μετασυλλεκτικά)			0.5-2 g/ L νερού	20-40	4-8 ανά καλλιεργητική περίοδο	14	
		Φρούτα, Μούρα, Μικροί Καρποί							
		Λαχανικά							

Χιτοζάνη (Chitosan: <i>Aspergillus niger</i>)	Μύκητες-Βακτήρια	Σιτηρά	Υδατοδιαλυτή σκόνη (SP)	≥ 85% Χιτοζάνη	0.5-1 g/ L νερού	20-40	4-8 ανά καλλιεργητική περίοδο	14	European Commission, 2022b
		Καρυκεύματα				-	1 ανά καλλιεργητική περίοδο	-	
		Σιτηρά Ζωοτροφών				-		-	
		Επένδυση Σπόρων Σποράς Σιτηρών			0.5-2 g/ L νερού	-	1 ανά καλλιεργητική περίοδο	-	
		Επένδυση Σπόρων Σποράς Πατάτας (<i>Solanum tuberosum</i>)							
		Επένδυση Σπόρων Σποράς Ζαχαρότευτλου (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>)							
Υδροχλωρική Χιτοζάνη (Chitosan Hydrochloride)	Μύκητες-Βακτήρια (Δράση στην επαγόμενη συστηματική αντίσταση)	Μικρόκαρπες Καλλιέργειες	Υδατοδιαλυτή σκόνη (SP)	100% Υδροχλωρική Χιτοζάνη	0.5-2 g/ L νερού	20-40	4-8 ανά καλλιεργητική περίοδο	14	European Commission, 2023a
		Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)			20-60				
		Δενδρώδεις Καλλιέργειες			0.5-1 g/ L νερού	20-40			
		Λαχανικά							
		Σιτηρά			0.5-2 g/ L νερού	-	1 ανά καλλιεργητική περίοδο	-	
		Καρυκεύματα							
		Σιτηρά Ζωοτροφών							
		Επένδυση Σπόρων Σποράς Σιτηρών							
		Πατάτα (<i>Solanum tuberosum</i>)			0.5-2 g/ L νερού	-	-	-	
		Ζαχαρότευτλο (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>)			0.5-1 g/ L νερού	-	-	-	
		Διακοσμητικά Φυτά			-	-	-	-	
		Αρόσιμα Φυτα, Βολβοειδή Φυτά			0.5-2 g/ L νερού	20-80	-	-	
Αργιλικός Άνθρακας (Clayed Charcoal)	<i>Phaeoacremonium</i> spp. (Ισκα)	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)	Κόκκοι (GR)	Μίγμα ξυλάνθρακα-μπεντονίτη	Ενσωμάτωση στο έδαφος 50 kg/ στρ	-	1 ανά 3 έτη	-	European Commission, 2021d
Γάλα Αγελάδος (Cow Milk)	<i>Erysiphe necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)	Συμπυκνωμένο διάλυμα (SL)	100% Γάλα αγελάδος	0.1-0.4 L/ L νερού	10-30	3-6 ανά καλλιεργητική περίοδο	6-8	European Commission, 2020b
	<i>Podosphaera xanthii</i>	Κολοκύθα (<i>Cucurbita pepo</i>)			0.5 L/ L νερού	40	3-4 ανά καλλιεργητική περίοδο	7-12	
	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Ζέρμπερα (<i>Gerbera jamesonii</i>)			0.16 L/ L νερού	50-100	7		

Γάλα Αγελάδος (Cow Milk)	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Αγγούρι (<i>Cucumis sativus</i>)	Συμπυκνωμένο διάλυμα (SL)	100% Γάλα αγελάδος	0.05-0.1 L/ L νερού	100-150	3-4 ανά καλλιεργητική περίοδο	7	European Commission, 2020b
	<i>Erysiphe diffusa</i>	Σόγια (<i>Glycine max</i>)			0.018 L/ L νερού				
	Διάφοροι Ιοί	Γεωργικά Εργαλεία			Εμβάπτιση	-	-	-	
Φωσφορικό Διαμμώνιο (Diammonium Phosphate)	<i>Ceratitidis capitata, Rhagoletis cerasi</i>	Κερασιά (<i>Prunus avium</i>)	Υγρό υποκαπνιστικό (VP)	40g Diammonium Phosphate/ L νερού	Χρήση σε παγίδες: 1 παγίδα/ δέντρο, έως 10 παγίδες/ στρ	-	-	42-56	European Commission, 2016b
	<i>Ceratitidis capitata</i>	Καλλιέργειες που προσβάλλει η <i>C. capitata</i>							
<i>Equisetum arvense</i> L.	<i>Venturia inaequalis, Podosphaera leucotricha, Taphrina deformans</i>	Μηλιά (<i>Malus pumila</i> , <i>M. domestica</i>), Ροδακινιά (<i>Prunus persica</i>)	Εναιωρηματοποιήσιμο συμπύκνωμα (DC)	Εκχύλισμα: 2g <i>Equisetum arvense</i> L./ L νερού (Εγχυση για 30 min και βράσιμο για 45 min)	2 g/ L νερού	50-100	2-6	7	European Commission, 2017a
	<i>Plasmopara viticola, Erysiphe necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)				10-30			
						30			
	<i>Podosphaera xanthii, Pythium spp.</i>	Αγγούρι-ρίζες (<i>Cucumis sativus</i>)	Ξηρή μορφή (D)	Ανάμειξη με άχυρο: 90g ξηρού <i>Equisetum arvense</i> L./ kg άχυρου	Ενσωμάτωση στο έδαφος 0.9 kg/ στρ	-	1	-	
	<i>Alternaria solani, Septoria lycopersici</i>	Τομάτα (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Εναιωρηματοποιήσιμο συμπύκνωμα (DC)	Εκχύλισμα: 2g <i>Equisetum arvense</i> L./ L νερού (Εγχυση για 30 min και βράσιμο για 45 min)	2 g/ L νερού	30	2	14	
			Ξηρή μορφή (D)	Ανάμειξη με άχυρο: 90g ξηρού <i>Equisetum arvense</i> L./ kg άχυρου	Ενσωμάτωση στο έδαφος 0.9 kg/ στρ	-	1	-	
	<i>Botrytis cinerea, Podosphaera aphanis, Phytophthora fragariae, Colletotrichum acutatum</i>	Φράουλα (<i>Fragaria x ananassa</i>), Βατόμουρο (<i>Rubus idaeus</i>)	Εναιωρηματοποιήσιμο συμπύκνωμα (DC)	Εκχύλισμα: 2.25g <i>Equisetum arvense</i> L./ L νερού (Εγχυση για 30 min και βράσιμο για 45 min)	2.25 g/ L νερού	30	4-8	5-14	

Equisetum arvense L.	<i>Phytophthora infestans</i> , <i>Alternaria solani</i> , <i>Erysiphe cichoracearum</i>	Πατάτα (<i>Solanum tuberosum</i>)	Εναιωρηματοποιήσιμο συμπύκνωμα (DC)	Εκχύλισμα: 2.25g <i>Equisetum arvense</i> L./ L νερού (Εγχυση για 30 min και βράσιμο για 45 min)	2.25 g/ L νερού	30	4-8	5-14	European Commission, 2017a
	<i>Marsonia</i> spp., <i>Phragmidium mucronatum</i> , <i>Oidium</i> spp.	Διακοσμητικά Φυτά	Ξηρή μορφή (D)	Ανάμειξη με άχυρο: 90g ξηρού <i>Equisetum arvense</i> L./ kg άχυρου	Ενσωμάτωση στο έδαφος 0.9 kg/ στρ	-	1	-	
Φρουκτόζη (Fructose)	<i>Cydia pomonella</i>	Μηλιά (<i>Malus pumila</i>)	Υδατοδιαλυτή σκόνη (SP)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 99.8-100%	0.1 g/ L νερού	6-10	5-7	21	European Commission, 2020c
	<i>Scutigerella immaculata</i>	Καλαμπόκι (<i>Zea mays</i> subsp. <i>mays</i> L.)				4-8,2	1-2	7	
	<i>Scaphoideus titanus</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)				15	3	7	
	<i>Plasmopara viticola</i>					10-20	12	15	
Υπεροξειδίο του Υδρογόνου-Οξυζενέ (Hydrogen Peroxide)	<i>Ralstonia solanacerum</i> , <i>Botrytis cinerea</i>	Γεωργικά εργαλεία για Είδη <i>Solanaceae</i>	-	Ετοιμόχρηστη ουσία: <5% Υπεροξειδίο του Υδρογόνου	Εμβάπτιση: 15-30 g Υπεροξειδίο του Υδρογόνου/ L νερού	-	-	-	European Commission, 2017c
Υπεροξειδίο του Υδρογόνου-Οξυζενέ (Hydrogen Peroxide)	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vitian</i>	Επένδυση Σπόρων Σποράς Λάχανου (<i>Brassica oleraceae</i>)	Διάλυμα επένδυσης σπόρων σποράς (LS)		10-15 g/ L νερού	-	1	-	
	<i>Alternaria zinnia</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Fusarium</i> spp.	Επένδυση Σπόρων Σποράς Καλλωπιστικών Άνθων			25-49 g/ L νερού	-	1	-	
L-cysteine	Φυλλοφάγα Μυρμήγκια	Όλες	Δόλωμα έτοιμο προς χρήση (RB)	Προϊόν: L- cysteine hydrochloride, 0.005-0.08% L-cysteine σε υπόστρωμα σιτάλευρου	Επίταση 0.3-3.6 kg/ στρ	-	1-3	30	European Commission, 2020d
Λεκιθίνες (Lecithins)	<i>Podosphaera leucotricha</i> , <i>Taphrina deformans</i>	Μηλιά (<i>Malus pumila</i>), Ροδακινιά (<i>Prunus persica</i>)	Γαλακτοποιήσιμο συμπύκνωμα (EC)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 99-103%	0.75 g/ L νερού	50-100	3-12	5	European Commission, 2018a

Λεκιθίνες (Lecithins)	<i>Microsphaera grossulariae</i>	Φραγκοστάφυλλο (<i>Ribes uva-crispa</i>)	Γαλακτοποιήσιμο συμπύκνωμα (EC)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 99-103%	2 g/ L νερού	50-100	2-4	5	European Commission, 2018a
	<i>Podosphaera xanthii</i>	Λαχανικά			1.5 g/ L νερού	100-150	2-6		
	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Λάχανο (<i>Lactuca sativa</i>)					2	7	
	<i>Erysiphe polyphaga</i>	<i>Valerianella locust</i>					1	-	
	<i>Phytophthora infestans</i>	Τομάτα (<i>Lycopersicum esculentum</i>)					2-6	7	
	<i>Alternaria cichorii</i>	Αντίδι (<i>Cichorium endivia</i> L.)							
	<i>Oidium</i> spp.	Διακοσμητικά Φυτά			0.75 g/ L νερού	10-30	3-12	5	
	<i>Plasmopara viticola</i> , <i>Erysiphe necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)							
	<i>Podosphaera aphanis</i> , <i>Phytophthora fragariae</i>	Φράουλα (<i>Fragaria x ananassa</i>), Βατόμουρο (<i>Rubus idaeus</i>)							
	<i>Phytophthora infestans</i>	Πατάτα (<i>Solanum tuberosum</i>)			2 g/ L νερού	30-50			
		10-40							
Σκόνη Σιναπιού (Mustard Seeds Powder)	<i>Tilletia caries</i> , <i>T. foetida</i>	Σιτάρι (<i>Triticum vulgare</i> , <i>T. aestivum</i> , <i>T. durum</i> , <i>T. spelta</i>)	Υδατοδιαλυτή σκόνη για δημιουργία πάστας (WS)	Ανάμειξη: 1.5 kg σκόνη σιναπιού/ 4.5 L νερού	Επένδυση σπόρων σποράς με το μείγμα: 100 kg σπόρων	-	1	-	European Commission, 2017d
Χλωριούχο Νάτριο- Αλάτι (Sodium Chloride)	<i>Erysiphe necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)	Υδατοδιαλυτή σκόνη (SP)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 97%	6-20 g/ L νερού	20	1 έως 2	-	European Commission, 2021e
	Στελέχη <i>Cladobotryum</i> (π.χ. <i>Mycophilum</i>), <i>Lecanicillium fungicola</i> , <i>Mycogone perniciosa</i>	Μανιτάρια (<i>Agaricus bisporus</i>)	Κόκκοι (GR)		0.03 g/ kg υποστρώματος		1		

Έλαιο Κρεμμυδιού (Onion Oil)	<i>Psila rosae</i>	Είδη <i>Apiaceae</i>	Έλαιο (EO)	Ετοιμόχρηστη ουσία	Τοποθέτηση σε διανομείς - Εξάτμιση Ελαίου: 0.02 L/ διανομέα ή 0.008-0.16 L/ στρ	-	1	-	European Commission, 2018b
Εκχύλισμα Ιτιάς (<i>Salix</i> spp. cortex)	<i>Taphrina deformans</i>	Ροδακινιά (<i>Prunus persica</i>)	Εναιωρηματοποιήσιμο σμπύκνωμα (DC)	Εκχύλισμα: 2.22g <i>Salix</i> spp./ L νερού (Εγχυση για 2 h στους 80 °C, ρύθμιση pH=6.2)	2.22g/ L νερού	50-100	2-6	7	European Commission, 2015a
	<i>Venturia inaequalis</i> , <i>Podosphaera leucotricha</i>	Μηλιά (<i>Malus pumila</i> , <i>M. Domestica</i>)				10-30			
	<i>Plasmopara viticola</i> , <i>Erysiphe necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)							
Όξινο Ανθρακικό Νάτριο-Μαγειρική Σόδα (Sodium Hydrogen Carbonate)	<i>Sphaerotheca</i> spp., <i>Oidium</i> spp.	Λαχανικά, Μαλακά Φρούτα, Διακοσμητικά Φυτά	Υδατοδιαλυτή σκόνη (SP)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 99%	3.33-10 g/ L νερού	30-60	1-8	10	European Commission, 2018c
	<i>Uncinula necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)			4.20-20 g/ L νερού	20-60			
	<i>Venturia inaequalis</i>	Μηλιά (<i>Malus pumila</i>)			5-10 g/ L νερού	50-100			
	<i>Penicillium italicum</i> , <i>P. digitatum</i>	Διάφορα Φρούτα (Μετασυλλεκτικά)			10-40 g/ 100 L νερού	-	1-2		
	<i>Lunularia cruciata</i>	Καλλωπιστικά Φυτά	Ξηρή μορφή (D)		Επίταση: 12.2 kg/ στρ	-	1	-	
Σουκρόζη (Sucrose)	<i>Cydia pomonella</i>	Μηλιά (<i>Malus pumila</i> , <i>M. domestica</i>)	Υδατοδιαλυτή σκόνη (SP)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 99.8-100%	0.1 g/ L νερού	60-100	7-10	15	European Commission, 2020e
	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Γλυκό Καλαμπόκι (<i>Zea mays</i> L. convar. <i>saccharata</i>)				20	3-4		
	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Καλαμπόκι (<i>Zea mays</i> subsp. <i>mays</i> L.)				15	3		
	<i>Scaphoideus titanus</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)				10-20	έως 12		
	<i>Plasmopara viticola</i>								
Ηλιέλαιο (Sunflower Oil)	<i>Oidium neolycopersici</i>	Τομάτα (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	Ελαιώδες εναιώρημα (OD)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 91.5-92.3%	0.92-4.6 g/ L νερού	50-100	2-4	8	European Commission, 2016a

Ηλιέλαιο (Sunflower Oil)	<i>Uromyces appendiculatu</i>	Φασόλι (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Ελαιώδες εναιώρημα (OD)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 91.5-92.3%	9.2 g/ L νερού	20-50	1-3	7	EFSA, 2020
	<i>Podosphaera xanth</i>	Αγγούρι (<i>Cucumis sativus</i>)					1-5		
	<i>Podosphaera</i> spp.	Είδη <i>Rosaceae</i>				20-70	1-7		
	<i>Podosphaera leucotricha</i>	Μηλιά (<i>Malus pumila</i> , <i>M. domestica</i>), Αχλαδιά (<i>Pyrus communis</i>)				20-60			
	<i>Plasmopara viticola</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)				20-30			
	<i>Puccinia triticina</i> , <i>P. hordei</i>	Σιτάρι (<i>Triticum vulgare</i> , <i>T. aestivum</i>), Κριθάρι (<i>Hordeum vulgare</i>)				10-30	1-3		
	<i>Phytophthora infestans</i>	Πατάτα (<i>Solanum tuberosum</i>)					1-7		
	<i>Alternaria dauci</i>	Καρότο (<i>Daucus carota</i>)			4.6 g/ L νερού	20-50	1-3	15	
Talc	<i>Cacopsylla pyri</i> , <i>Cacopsylla fulguralis</i> , <i>Drosophila suzukii</i> , <i>Panonychus ulmi</i> , <i>Bactrocera oleae</i>	Οπωροφόρα Δέντρα (<i>Malus domestica</i> , <i>Pyrus</i> sp., <i>Olea europea</i> κλπ)	Βρέξιμη σκόνη (WP)	Ετοιμόχρηστη ουσία: 85%	21.3-35.4 g/ L νερού	60-100	2-5	21-28	European Commission, 2018d
	<i>Venturia inaequalis</i> , <i>Erysiphe necator</i>				1.28-2.13 g/ L νερού		3-5	14-21	
	<i>Venturia inaequalis</i> , <i>Erysiphe necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)			4.25-8.5 g/ L νερού	15-30	2-5	21-28	

Τσουκνίδα (<i>Urtica</i> spp.)	<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum rosae</i> , <i>Eriosoma lanigerum</i> , <i>Cryptomyzus ribis</i> , <i>Callaphis juglandi</i> , <i>Myzus cerasi</i>	Μηλιά (<i>Malus domestica</i>), Δαμασκηνιά (<i>Prunus domestica</i>), Νεκταρινιά (<i>Prunus persica</i>), Φραγκοστάφυλλο (<i>Ribes rubrum</i>), Καρυδιά (<i>Juglans</i> sp.), <i>Prunus</i> spp.	Εναιωρηματοποιήσιμο συμπύκνωμα (DC)	Εκχύλισμα: 75g νωπή ή 15g ξηρή <i>Urtica</i> spp./ L νερού (Εγχυση για 3-4 ημέρες στους 20 °C, ρύθμιση pH=6-6.5)	1.5 g/ L νερού	30-90	1-5	7-15	European Commission, 2017e		
	<i>Aphis fabae</i>	Φασόλι (<i>Phaseolus vulgaris</i>)				30-50					
	<i>Myzus persicae</i>	Πατάτα (<i>Solanum tuberosum</i>)				30-50					
	<i>Brevicoryne brassicae</i> , <i>Nazonovia ribisnigri</i>	Μαρούλι (<i>Lactuca sativa</i>), Λάχανο (<i>Brassica oleraceae</i>)				40-80					
	<i>Aphis sambuci</i>	Σαμπούκος (<i>Sambucus racemosa</i>)				30-60					
	<i>Macrosyphum rosae</i>	Τριανταφυλλιά (<i>Rosa</i> sp.)				1-6	3	15			
	<i>Aphis spiraeaphaga</i>	Σπειραία (<i>Spiraea</i> sp.)								30-50	
	<i>Phyllotreta nemorum</i>	Λάχανο (<i>Brassica oleraceae</i>), Ελαιοκράμβη (<i>Brassica napus</i>), Ραπανάκι								1-6	7-21
	<i>Plutella xylostella</i>	Μηλιά (<i>Malus domestica</i>), Αχλαδιά (<i>Pyrus communis</i>)									
	<i>Cydia pomonella</i>	Φασόλι (<i>Phaseolus vulgaris</i>)									
	<i>Tetranychus urticae</i>	Αμπέλι (<i>Vitis vinifera</i>)				30-60					
Ξύδι (Vinegar)	<i>Tilletia caries</i> , <i>T. foetida</i>	Σιτάρι (<i>Triticum vulgare</i> , <i>T. aestivum</i> , <i>T. durum</i> , <i>T. spelta</i>)	Διάλυμα επένδυσης σπόρων σποράς (LS)	Αραίωση: ξύδι/ νερό: 1/1	25-50 g/ 100 kg σπόρων	-	1	-	European Commission, 2022a		
	<i>Pyrenophora graminea</i>	Κριθάρι (<i>Hordeum vulgare</i>)				-		-			

Ξύδι (Vinegar)	Alternaria spp.	Διάφορα Λαχανικά	Διάλυμα επένδυσης σπόρων σποράς (LS)	Αραίωση: ξύδι/ νερό: 1/1	25-50 g/ 100 kg σπόρων: Εμβάπτιση σπόρων και έπειτα ξέπλυμα αυτών	-	1	-	European Commission, 2022a
	Clavibacter michiganensis, Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis, Pseudomonas syringae pv. Tomato, Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria, Botrytis aclada								
	Pseudomonas syringae pv aesculi	Aesculus L., Sycamore spp., Acer spp.	Διάλυμα απολύμανσης εργαλείων (LS)	50 mL ξύδι με 8% οξικό οξύ/ L νερού	Εμβάπτιση κλαδευτικών εργαλείων και αναμονή 30sec για τη χρήση τους				
	Erwinia amylovora	Είδη Rosaceae							
	Pseudomonas syringae pv. syringae	Διακοσμητικά Φυτά							
	Phellins phellinus,Tinder polypore, Fomes fomentarius	Plane sp., Platanus, Prunus sp., Chestnut sp., Aesculus L. Sophora spp., Tilia spp.							
	Ophiostoma spp.	Ulmus spp.							
	Verticillium spp.	Maple sp., Ailanthus sp., Ailanthus altissima							
Cryptostroma corticale	Maple sp., Acer sp., Sycamore, Acer spp., Chestnut sp., Aesculus L., Beech sp., Fagus spp.								

Ξύδι (Vinegar)	Alternaria spp.									
	Clavibacter michiganensis, Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis, Pseudomonas syringae pv. Tomato, Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria, Botrytis aclada									
	Pseudomonas syringae pv aesculi	Aesculus L., Sycamore spp., Acer spp.	Διάλυμα απολύμανσης κλαδευτικών εργαλείων (LS)	50 mL ξύδι με 8% οξικό οξύ/ L νερού	Εμβάπτιση κλαδευτικών εργαλείων και αναμονή 30sec για τη χρήση τους					
	Erwinia amylovora	Είδη Rosaceae								
	Pseudomonas syringae pv. syringae	Διακοσμητικά Φυτά								
	Phellins phellinus,Tinder polypore, Fomes fomentarius	Plane sp., Platanus, Prunus sp., Chestnut sp., Aesculus L. Sophora spp., Tilia spp.								
	Ophiostoma spp.	Ulmus spp.								
	Verticillium spp.	Maple sp., Ailanth sp., Ailanthus altissima								
	Cryptostroma corticale	Maple sp., Acer sp., Sycamore, Acer spp., Chestnut sp., Aesculus L., Beech sp., Fagus spp.								

Ορός Γάλακτος (Whey)	<i>Podosphaera fusca</i> , <i>Podosphaera xanthii</i> , <i>Golovinomyces/Erysiphe</i> <i>cichoracearum</i> , <i>E. orontii</i> , <i>Sphaerotheca fuliginea</i> , <i>Leveillula</i> <i>cucurbitacearum</i>	Αγγούρι (<i>Cucumis</i> <i>Sativus</i>), Κολοκύθα (<i>Cucurbita pepo</i>), Κολοκύθι (<i>Cucurbita pepo</i>)	Τεχνικό υλικό (TC)	60-80 g/ L νερού	0.24 g/ L νερού	100-150	3-5	7	European Commission, 2021f
	<i>Erysiphe necator</i>	Αμπέλι (<i>Vitis</i> <i>vinifera</i>)			0.36-2.4 g/ L νερού	10-30		7-10	
	Ιός Κίτρινου Καρουλιάσματος Φύλλων Τομάτας (<i>Begomovirus</i>)	Τομάτα (<i>Lycopersicum</i> <i>esculentum</i>)			0.036-0.24 g/ L νερού	100-150		3-4	
	Ιός Μωσαϊκού Καπνού (TMV), Ιός Μωσαϊκού Τομάτας (ToMV), Ιός Ήπιας Ποικιλόχρωσης Πιπεριάς (PMMV), Ιός Πράσινης Ποικιλόχρωσης Με Μωσαϊκό Αγγουριάς (CGMMV), Ιός Καστανής Ρυτίδωσης Καρπών Τομάτας (ToBRFV)	Γεωργικά Εργαλεία		50 g/ L νερού	Εμβάπτιση	-	-	-	

