



**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
Εργαστήριο Δενδροκομίας,
Πτυχιακή Διατριβή**



Επίδραση βιοδιεγερτών και εναλλακτικών του χαλκού σκευασμάτων στην ελιά

Ποθητού Ειρήνη

Επιβλέπων : Νάνος Δ. Γεώργιος

Βόλος, 2020

Επίδραση βιοδιεγερτών και εναλλακτικών του χαλκού σκευασμάτων στην ελιά

Biostimulants and copper alternatives to olive physiology

Τριμελής εξεταστική επιτροπή :

Νάνος Δ. Γεώργιος, Καθηγητής Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Βέλλιος Ευάγγελος, Επίκουρος Καθηγητής Φυτοπαθολογία- Σύγχρ. Μέθ. Διαγνωστικής, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

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

Ευχαριστίες

Η πραγματοποίηση της παρούσας ερευνητικής εργασίας δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί χωρίς τη στήριξη και τη βοήθεια συγκεκριμένων ανθρώπων.

Πρώτα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Νάνο, Καθηγητή Δενδροκομίας, για την ανάθεση του θέματος, αλλά και για τη στήριξη, την καθοδήγησή του και την υπομονή του κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, της συγγραφής και της διόρθωσης.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τη κα. Περσεφόνη Μαλέτσικα, διδάκτορα Γεωπόνου, συνεργάτης του εργαστηρίου δενδροκομίας, Π.Θ., για τη βοήθεια της στη διεξαγωγή των εργαστηριακών μετρήσεων του εργαστηρίου δενδροκομίας, για το θερμό κλίμα συνεργασίας, καθώς επίσης και για τη συμβολή της στη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Τριανταφυλλιά Γεωργουδάκη, υποψήφια διδάκτορα Δενδροκομίας, συνεργάτης του εργαστηρίου Δενδροκομίας Π.Θ. και την κα. Ευαγγελία Παναγιωτάκη, μέλος Ε.ΔΙ.Π. του Π.Θ., για τη βοήθεια που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των εργαστηριακών μετρήσεων και για το θερμό κλίμα συνεργασίας κατά τη διάρκεια συμμετοχής μου στο Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Καταλήγοντας, θα ήθελα ευχαριστήσω όλους μου του φίλους και συμφοιτητές μου που μοιραστήκαμε στιγμές χαράς όλο το χρονικό διάστημα της φοιτητικής μου ζωής και που ανέχτηκαν τη γκρίνια μου αυτά τα 5 έτη σπουδών στο Βόλο.

Τέλος θα ήθελα να αφιερώσω αυτή την εργασία στους γονείς μου που μου έδωσαν την ευκαιρία να πραγματοποιήσω τις σπουδές μου στο γνωστικό αντικείμενο που επέλεξα και να φτάσω έως εδώ. Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω το πατέρα μου, που διέθεσε δύο από τους ελαιώνες μας για τον σκοπό της συγκεκριμένης έρευνας, αλλά και για τη συμβολή και καθοδήγηση του στους ψεκασμούς που πραγματοποιήθηκαν.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Σημαντικότητα ελιάς.....	1
1.1.1 Σημαντικότητα ελιάς στην Ελλάδα.....	1
1.1.2 Σπουδαιότητα ελιάς Ποικιλίας Χαλκιδικής.....	1
1.2 Ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά.....	2
1.2.1 Γενικές πληροφορίες ασθενειών που προσβάλλουν την ελιά.....	2
1.2.2 Παθογόνα ελιάς.....	3
1.2.2.1 Ανθράκωση.....	3
1.2.2.2 Κερκόσπορα.....	4
1.2.2.3 Κυκλοκόνιο.....	6
1.2.2.4 Καρκίνωση.....	7
1.3 Καταπολέμηση Ασθενειών ελιάς.....	8
1.3.1 Γενικές πληροφορίες που αφορούν καταπολέμηση ασθενειών ελιάς.....	8
1.4 Πληροφορίες όσον αφορά το Χαλκό.....	8
1.4.1 Γενικές πληροφορίες Χαλκού.....	8
1.4.2 Χαλκός και φυτό.....	9
1.4.3 Αρνητικά αποτελέσματα Χαλκού.....	9
1.5 Εναλλακτική φυτοπροστασία.....	10
1.5.1 Ασβέστιο.....	10
1.5.1.1 Ασβέστιο γενικές πληροφορίες και άμυνα καρπών.....	10
1.5.1.2 Ασβέστιο και ελιά.....	12
1.5.1.3 Ασβέστιο και άλλοι καρποί.....	12
1.5.1.3.1 Ροδάκινο.....	12
1.5.1.3.2 Πορτοκάλι.....	13
1.5.1.3.3 Μήλο.....	13
1.5.1.3.4 Φράουλα.....	14
1.5.1.3.5 Βατόμουρο.....	14
1.5.2 Πυρίτιο.....	15
1.5.2.1 Γενικές πληροφορίες πυριτίου.....	15
1.5.2.2 Πυρίτιο και άμυνα.....	16
1.5.2.3 Πυρίτιο και φυσιολογία.....	18
1.5.3 Εκχυλίσματα φυκιών.....	19

1.5.3.1 Γενικές πληροφορίες εκχυλισμάτων φυκιών.....	19
1.5.3.2 Φύκια και αβιοτικές καταπονήσεις.....	20
1.5.3.3 Φύκια- Εχθροί και Ασθένειες.....	21
1.5.3.4 Πως επηρεάζουν τα φύκια τη φαινολογία και τις αποδόσεις.....	22
1.5.3.5 Περιεχόμενες ουσίες στα σκευάσματα φυκιών.....	23
1.5.3.5.1 Γενικές πληροφορίες ουσιών.....	23
1.5.3.5.2 Αμπσισικό οξύ.....	24
1.5.3.5.3 Κυτοκκινίνες.....	24
1.5.3.5.4 Πολυαμίνες.....	25
1.5.3.5.5 Πολυσακχαρίτες.....	25
1.5.3.5.6 Φαινολικά.....	26
1.5.3.5.7 Φλαβονοειδή.....	26
1.5.4 Αμινοξέα.....	26
1.5.4.1 Γενικές πληροφορίες.....	26
1.5.4.2 Εφαρμογές αμινοξέων στη γεωργία.....	28
1.5.4.2.1 Δενδρώδεις καλλιέργειες.....	28
1.5.5 Θειασβεστίο.....	30
1.5.5.1 Γενικές πληροφορίες.....	30
1.5.5.2 Εφαρμογές έναντι ασθενειών και εχθρών.....	30
1.5.5.3 Το θειασβεστέιο στη φυσιολογία.....	31
1.5.6 Ζεόλιθος.....	31
1.5.6.1 Γενικές πληροφορίες.....	31
1.5.6.2 Δράσεις Ζεολίθου στη φυσιολογία-μορφολογία φυτών.....	32
1.5.6.3 Ζεόλιθος και απορρόφηση θρεπτικών.....	33
1.6 Φωτοσύνθεση και ελιά.....	33
1.6.1 Γενικές πληροφορίες.....	33
1.6.2 Ξηρά ουσία φύλλου και ειδικό βάρος.....	34
1.6.3 Χλωροφύλλες a και b.....	34
1.7 Ποιότητα καρπών ελιάς.....	35
1.8 Σκοπός ερευνητικής εργασίας.....	36
2. Υλικά και μέθοδοι.....	37
2.1 Πειραματικός αγρός – Χαρακτηριστικά ελαιώνων.....	37
2.2 Επεμβάσεις ελαιώνων.....	37
2.3 Μετρήσεις αγρού.....	42

2.4 Μετρήσεις εργαστηρίου.....	42
2.5 Στατιστική Ανάλυση.....	46
3. Αποτελέσματα.....	48
3.1 Χωράφι Ματατζή.....	48
3.2 Χωράφι Ραχώνα.....	57
4. Συζήτηση.....	64
Συμπεράσματα.....	72
Βιβλιογραφία.....	73

Περίληψη

Η υπερβολική και επί μακρόν χρήση χαλκού έχει δημιουργήσει διάφορα προβλήματα στην ελιά και τα εδάφη που αυτή καλλιεργείται. Εναλλακτικές μέθοδοι περιλαμβάνουν οργανικά μυκητοκτόνα και ουσίες που μπορεί να ενδυναμώσουν το φυτό. Τα συμβατικά δέντρα δέχθηκαν σειρά χαλκούχων και οργανικών μυκητοκτόνων. Η εναλλακτική φυτοπροστασία περιελάμβανε μόνο θειασβέστιο τον Οκτώβριο και τρεις διαφυλλικούς ψεκασμούς με μίγμα πυριτικού ασβεστίου (σε νανομοριακή μορφή), εκχύλισμα φυκιών και μίγμα φυτικών αμινοξέων μέχρι τις αρχές του θέρους. Κατά το θέρος στην εναλλακτική μεταχείριση τα δέντρα ψεκάστηκαν με ζεόλιθο. Μετρήθηκαν ποικίλα χαρακτηριστικά στα φύλλα και τους καρπούς τον Ιούνιο (με το τέλος της ανάπτυξης του πυρήνα) και τον Σεπτέμβριο (στην εμπορική συγκομιδή πράσινων ελαιόκαρπων). Οι εφαρμογές έγιναν σε δύο ελαιώνες με σημαντικές διαφορές στην ηλικία των δέντρων και πυκνότητα βλάστησης και βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στα χαρακτηριστικά φύλλων και καρπών. Ο ελαιώνας με νεαρά δέντρα είχε καλύτερη λειτουργικότητα με αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα ελαιόκαρπου χωρίς διαφορές στην πυκνότητα καρποφορίας όσον αφορά την παραγωγή καρπών ανά μονάδα κόμης. Διατηρήθηκαν και δέντρα μάρτυρες χωρίς τις εφαρμογές των μυκητοκτόνων που εφαρμόζει ο παραγωγός (συμβατικά). Αυτά τα δέντρα μάρτυρες είχαν σχεδόν συνολικά παρόμοια χαρακτηριστικά φύλλων και καρπών με τα συμβατικά τη χρονιά του πειράματος. Στον πυκνότερης βλάστησης ελαιώνα η φυλλόπτωση τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου ήταν έντονη. Η φυλλόπτωση οφείλονταν σε πολύ μεγάλο ποσοστό στην προσβολή από κυκλοκόνιο και οι εναλλακτικές εφαρμογές μείωσαν σημαντικά τη φυλλόπτωση σε σχέση με τη συμβατική φυτοπροστασία. Η εναλλακτική μεταχείριση δεν επηρέασε τελικά σημαντικά τη λειτουργία των φύλλων και την ποιότητα των καρπών, παρότι στον πυκνής βλάστησης ελαιώνα είχε σαν αποτέλεσμα τον Ιούνιο καλύτερη λειτουργία των φύλλων και καλύτερη αρχική ποιότητα καρπών. Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη δείχνει ότι υπάρχουν δυνατότητες να εκμηδενιστεί η χρήση χαλκού στους ελαιώνες ποικιλία Χονδροελιά με εναλλακτικά σκευάσματα φυτοπροστασίας και βιοδιεγέρτες του φυτού.

1. Εισαγωγή

1.1 Σημαντικότητα Ελιάς

1.1.1 Σημαντικότητα Ελιάς στην Ελλάδα

Η ελιά (*Olea europaea L. subs. europaea*) ανήκει στην οικογένεια Oleaceae μαζί με σχεδόν 600 άλλα είδη φυτών (Green 2004). Το δέντρο της ελιάς είναι φυτό υποτροπικό, αειθαλές, ανεμόφιλο, το ύψος του μπορεί να φθάσει στα 15-20 m και ο χρόνος ζωής του κυμαίνεται από μερικές δεκάδες έως εκατοντάδες έτη. Το σημαντικότερο κέντρο ελιάς πιστεύεται ότι βρίσκεται στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου με μερικά μικρά σημεία εξημέρωσης σε όλη την υπόλοιπη περιοχή της Μεσογείου, πριν από αρκετές χιλιετίες (Besnard *et al.* 2013). Το *O. europaea* είναι πολύ ανθεκτικό στην αλατότητα και στην ξηρασία και είναι καλά προσαρμοσμένο στο υποτροπικό κλίμα, χαρακτηριστικό της λεκάνης της Μεσογείου (Bracci *et al.* 2011). Η παραγωγή ελιάς έχει αυξηθεί, έχοντας φτάσει το 2017 σχεδόν 11 εκατομμύρια εκτάρια παγκοσμίως (FAOSTAT, 2017). Καλλιεργείται σε περιοχές με ετήσια βροχόπτωση από 200-1000 mm, αλλά για καλή ανάπτυξη και υψηλή παραγωγή απαιτείται βροχόπτωση πάνω από 500-600 mm (Rugine and Fedeli 1990). Σήμερα υπάρχουν πάνω από 750 εκατομμύρια ελιές σε όλο τον κόσμο, οι οποίες καλύπτουν επιφάνεια 7 εκατ. εκταρίων, το 80% των οποίων βρίσκεται στην Ευρώπη (42% στη Ισπανία, 24% στην Ιταλία και 12% στην Ελλάδα). Πάνω από 1,8 εκατομμύρια γεωργικές εκμεταλλεύσεις καλλιεργούν ελαιόδεντρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ιδιαίτερα στις νότιες χώρες, αντιπροσωπεύοντας το 40% των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στην Ισπανία και την Ιταλία και το 60% στην Ελλάδα (Διαδίκτυο 2). Η Ευρωπαϊκή Ένωση παράγει περίπου 650.000-700.000 τόνους επιτραπέζιας ελιάς, με την Ελλάδα να βρίσκεται στη δεύτερη θέση και παγκοσμίως στη πέμπτη. Η Ελλάδα εξάγει περίπου 55 χιλιάδες τόνους επιτραπέζιας ελιάς (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

1.1.2 Σπουδαιότητα ελιάς Ποικιλίας Χαλκιδικής

Το 1/3 του νομού Χαλκιδικής καλύπτεται από την ελαιοκαλλιέργεια, όπου αυτό αντιπροσωπεύει περίπου 310.000 στρέμματα, που αντιστοιχούν σε 5.000.000 δένδρα (Διαδίκτυο 1). Επικρατούσες τοπικές ποικιλίες αποτελούν η Χονδροελιά Χαλκιδικής, η Χαλκιδικής και η στρογγυλολιά. Τα ελαιόδεντρα της Χαλ/κής είναι κατά 75%

αρδευόμενα με τη χρήση σταγόνων ή ατομικών εκτοξευτήρων. Η στρεμματική απόδοση είναι περίπου 900-1000 κιλά, ενώ η ετήσια παραγωγή πράσινης ελιάς αγγίζει τους 80.000 τόνους. Ο καρπός είναι μεγάλου μεγέθους, με βάρος 15 γραμμάρια (60-70 καρποί/κιλό), με αναλογία σάρκας πυρήνα 10:1. Το 80% του πληθυσμού της Χαλ/κής απασχολείται στην ελαιοκαλλιέργεια, με 22.000 εκμεταλλεύσεις που αντιστοιχούν σε 66.000 κατοίκους (Διαδίκτυο 1).

Λόγω της οικονομικής σπουδαιότητας που έχει η ελαιοκαλλιέργεια στη Ελλάδα, αλλά και στο νομό Χαλκιδικής κρίνεται επιτακτική ανάγκη η ορθή διαχείριση των εκτάσεων και η αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων που μπορεί να προκύπτουν ανάμεσα στις καλλιεργητικές περιόδους. Αυτά τα προβλήματα μπορεί να αφορούν στη ζιζανιοκτονία, στον έλεγχο των πληθυσμών εντόμων, σε έλλειψη θρεπτικών στοιχείων-τροφοπενίες και έλεγχο ασθενειών.

1.2 Ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά

1.2.1 Γενικές πληροφορίες ασθενειών που προσβάλλουν την ελιά

Οι φυτοπαθογόνοι μύκητες των φύλλων, βλαστών, και καρπών προκαλούν οικονομικά σημαντικές ασθένειες στις ελιές στις περισσότερες ελαιοκομικές περιοχές παγκοσμίως (Trapero and Blanco 2010). Μέσα σε αυτά τα παθογόνα, οι πιο σοβαρές ασθένειες κατά σειρά σπουδαιότητας είναι το κυκλοκόνιο, η ανθράκωση, η κερκοσπορίωση και η καρκίνωση, που προκαλούνται από τους μύκητες *Spilocaea oleagina*, *Colletotrichum spp.*, *Pseudocercospora cladosporioides* και το βακτήριο *Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi*, αντίστοιχα (Trapero and Blanco 2010). Αυτά τα παθογόνα προκαλούν αποφύλλωση των δέντρων, νέκρωση κλαδιών, ή πρόωρη πτώση και σήψη φρούτων, τα οποία μπορούν να καταστρέψουν ολόκληρη την παραγωγή ελιάς και το δέντρο σε περιβαλλοντικές συνθήκες που ευνοούν τα παθογόνα (Trapero and Blanco 2010). Επιπλέον, αυτές οι ασθένειες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα του ελαιολάδου, ιδιαίτερα η ασθένεια της ανθράκωσης (Moral *et al.* 2014). Το ελαιόλαδο που παράγεται από προσβεβλημένους από είδη του γένους *Colletotrichum spp.* καρπούς παρουσιάζει χαμηλή οξειδωτική σταθερότητα και περιεκτικότητα σε πολυφαινόλη και α-τοκοφερόλη και διάφορα οργανοληπτικά ελαττώματα (Moral *et al.* 2014). Η αντιμετώπιση των ασθενειών της ελιάς απαιτεί 2 έως 6 εφαρμογές

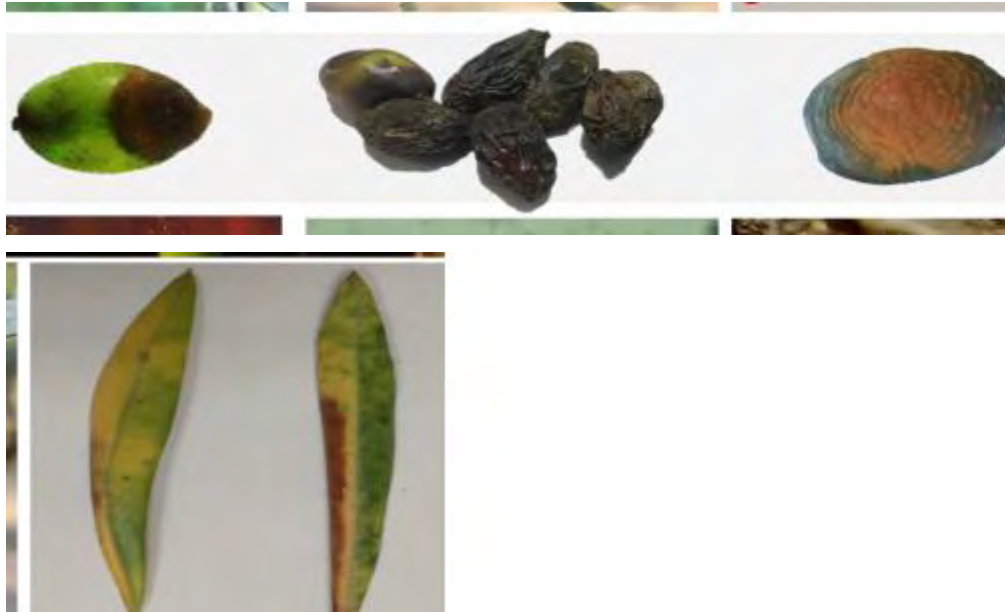
μυκητοκτόνων καθ'όλη τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης, αν και μπορεί να είναι απαραίτητος υψηλότερος αριθμός εφαρμογών σε υγρές περιοχές, σε περιοχές με υψηλής πυκνότητας φυτεύσης ή σε ευαίσθητες ποικιλίες (Moral and Trapero 2012).

1.2.2 Παθογόνα Ελιάς

1.2.2.1 Ανθράκωση

Η ασθένεια γνωστή ως ανθράκωση που εμφανίζεται στα ελαιόδεντρα οφείλεται σε είδη του γένους *Colletotrichum*. Ο μύκητας αυτός βλάπτει την ελιά με διάφορους τρόπους, όπως με προσβολές κυρίως καρπών και λιγότερο συχνά, φύλλων και κλαδιών ελιάς. Σε μικρότερο βαθμό, μπορεί επίσης να επηρεάσει άλλες δομές των δέντρων (άνθη, πράσινοι βλαστοί, μίσχοι ανθέων, μίσχοι φύλλων, βλαστούς, στελέχη) οι οποίες αποτελούν πηγή μόλυσματος για κατοπινές προσβολές (Sergeeva 2014).

Στους καρπούς, οι μολύνσεις συνήθως ξεκινούν από τον ποδίσκο ή την κορυφή και εμφανίζονται ως μικρά νεκρωτικά καφέ βυθισμένες θέσεις, οι οποίες εξελίσσονται γρήγορα (Sergeeva 2014). Οι μολυσμένοι ιστοί καλύπτονται σύντομα από μάζες σπορίων (Mosca *et al.* 2014). Σε προχωρημένα στάδια μόλυνσης, οι καρποί πέφτουν ή παραμένουν στα δέντρα και μουμιοποιούνται αποτελώντας κύριες πηγές μόλυσματος (σπορίων) για τις πρώιμες ανοιξιάτικες προσβολές (Moral and Trapero 2012). Όταν έχουμε κλιματικές συνθήκες ευνοϊκές για την ανάπτυξη παθογόνων πριν από τη συγκομιδή, οι μολυσμένοι καρποί μπορεί να αναπτύξουν σπόρια λευκού-κρεμώδους χρώματος ή μια πορτοκαλί μάζα σπορίων (Sergeeva 2014). Τα ώριμα ή σχεδόν ώριμα φρούτα είναι τα πιο ευάλωτα, αλλά υπό ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες, μολύνσεις μπορούν επίσης να εμφανιστούν σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης των καρπών, ενώ τα μολυσμένα άνθη αρχικά μαραίνονται και μετά ξηραίνονται (Talhinhas *et al.* 2018). Η ευνοϊκότερη εποχή για την εμφάνιση της ασθένειας της ανθράκωσης (σε επιδημική μορφή) είναι το φθινόπωρο, όταν παρατηρείται υψηλή υγρασία και βροχοπτώσεις, ευνοώντας τη βλάστηση κονιδίων, ενώ η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης κυμαίνεται μεταξύ 20 και 27°C (Talhinhas *et al.* 2011).



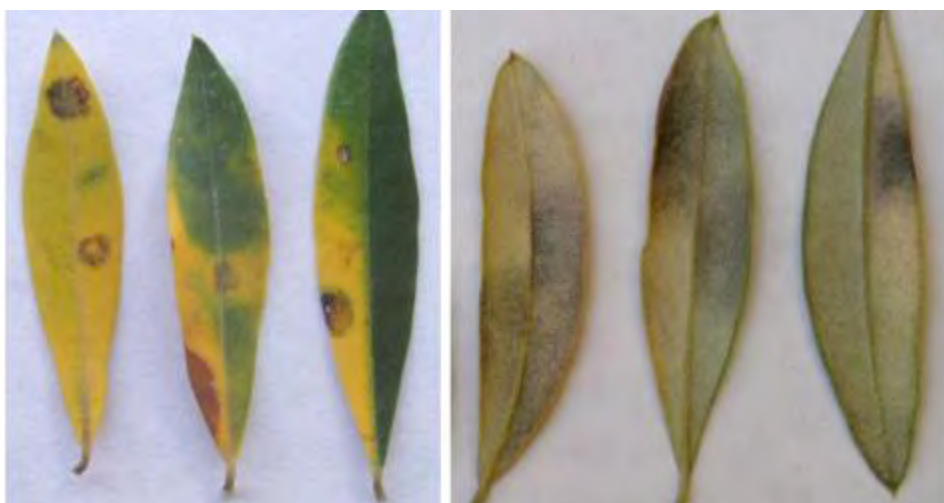
Εικόνα 1.2.1 και 1.2.2 Συμπτώματα γλοιοσπορίου σε καρπούς και φύλλα ελιάς (Kolainis *et al.* 2020).

Το *Colletotrichum spp.* τρέφεται από το κύτταρο ξενιστή αφού το καταστρέψει, «χρησιμοποιώντας το περιεχόμενο του κυττάρου για τον εαυτό του» (Gomes *et al.* 2012c). Τα κονίδια θα πρέπει να προσκολληθούν στην επιδερμίδα και αφού βλαστήσουν, αναπτύσσεται μία πλάκα συγκράτησης, σχηματίζοντας την υφή διείσδυσης, η οποία διεισδύει στην επιδερμίδα του ξενιστή, φτάνοντας στο μεσοκυττάριο χώρο (Gomes *et al.* 2012c). Η διαδικασία αποικισμού ξεκινά ακολουθώντας δύο φάσεις που εναλλάσσονται για να παρακαμφθεί η άμυνα του ξενιστή: (i) ενδοκυτταρική ημιβιοτροφική και (ii) νεκροτροφική φάση που χαρακτηρίζεται από ανάπτυξη μυκηλίου υποεφυμενιδικά μεταξύ του κυτταρικού τοιχώματος κυττάρων της επιδερμίδας. Στην ενδοκυτταρική ημιβιοτροφική φάση, εμφανίζεται μια βιοτροφική φάση, όπου ο μύκητας εξαπλώνεται σε όλο τον ιστό του ξενιστή, χωρίς εμφάνιση συμπτωμάτων. Έπειτα οι μυκηλιακές υφές δίνουν δευτερεύουσες υφές που οδηγούν σε κυτταρικό θάνατο, ξεκινώντας μια γρήγορη επέκταση της νεκροτροφικής φάσης, με ορατά συμπτώματα ανθράκωσης (Wharton and Diqueguez-Uribeondo 2004).

1.2.2.2 Κερκόσπορα

Η ασθένεια γνωστή ως κερκόσπορα που εμφανίζεται στα ελαιόδεντρα οφείλεται στο μύκητα *Pseudocercospora cladosporioides*. Αυτή η ασθένεια συνήθως συνδέεται με

υψηλό ποσοστό φυλλόπτωσης στα ελαιόδενδρα, κυρίως στο εσωτερικό της κόμης, μειωμένο σχηματισμό οφθαλμών τα επόμενα χρόνια, καθυστέρηση στην ωρίμανση των καρπών και μείωση της απόδοσης ελαιόλαδου (Avila *et al.* 2019). Τα συμπτώματα στους καρπούς ποικίλλουν ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης των φρούτων, από καφέ, ακανόνιστες περιοχές, έως πιο εκτεταμένες περιοχές με ένα ωχροκίτρινο φωτοστέφανο που περιβάλλει τις μολυσμένες περιοχές στους ώριμους καρπούς. Τα σοβαρά συμπτώματα μπορούν επίσης να προκαλέσουν μείωση της ποιότητας και της παραγωγής λαδιού (Trapero *et al.* 2015).



Εικόνα 1.2.3 Συμπτώματα κερκόσπορας σε φύλλα ελιάς(Avila *et al.* 2020).

Τα συμπτώματα των προσβεβλημένων φύλλων από κερκόσπορα μπορεί να συγχέονται με άλλες ασθένειες φυλλώματος της ελιάς, καθώς και με συμπτώματα που προκαλούνται από αβιοτικούς παράγοντες (Trapero *et al.* 2017). Τα συμπτώματα στην άνω επιφάνεια περιλαμβάνουν ανοιχτό πράσινο έως κίτρινο χρώμα κηλίδες, οι οποίες μπορεί να γίνουν νεκρωτικές. Η κάτω πλευρά του φύλλου εμφανίζει μολυβδί-γκρι περιοχές, οι οποίες μετατρέπονται σε σκούρο-μαύρο λαδί γόνιμο στρώμα. Αυτό το τελευταίο χαρακτηριστικό αποτελεί το κύριο σημείο της νόσου (Trapero and Blanco 2004).

Οι κύριες εστίες μόλυσματος του *P. cladosporioides* είναι τα προσβεβλημένα φύλλα που παραμένουν στην κόμη της ελιάς το καλοκαίρι, καθώς επίσης και τα προσβεβλημένα φύλλα που έχουν πέσει στο έδαφος (Pappas 1993). Η περίοδος λανθάνοντος χρόνου μπορεί να διαρκέσει αρκετούς μήνες έως ότου το παθογόνο παράγει κονίδια στα προσβεβλημένα φύλλα ή καρπούς (Trapero *et al.* 2017). Το φθινόπωρο καθίσταται ευνοϊκό για μόλυνση λόγω της παρουσίας χαμηλών ή μέτριων

θερμοκρασιών(10-20 °C), και οι μολύνσεις θα μπορούσαν να εμφανιστούν και στο τέλος του χειμώνα ή στις αρχές της άνοιξης για όσο διάστημα μένουν οι μέτριες θερμοκρασίες (Avila *et al.* 2019).

1.2.2.3 Κυκλοκόνιο

Το κυκλοκόνιο αποτελεί ασθένεια που προσβάλλει τις ελιές και οφείλεται στο μύκητα *Spilosea oleagina*. Σοβαρές λοιμώξεις του παθογόνου μπορεί να προκαλέσουν μια σειρά συμπτωμάτων από φυλλόπτωση, προσβεβλημένα με κηλίδες φρούτα, πρόωρη πτώση φρούτων και νέκρωση κλαδιών έως γενική εξασθένηση των δέντρων. Το παθογόνο προκαλεί συγκεκριμένες προσβολές συνήθως στην άνω επιφάνεια των φύλλων, οι οποίες αρχικά είναι ασυνεχείς κηλίδες ανοιχτού κίτρινου χρώματος, αλλά αργότερα εξελίσσονται σε θολό πράσινο έως σχεδόν μαύρο κυκλικό σημείο (Graniti 1993). Η μόλυνση μπορεί να συμβεί οποιαδήποτε στιγμή του έτους. Τα κονίδια του μύκητα μπορούν να βλαστήσουν και να μολύνουν φύλλα ελιάς από 5 έως 25 °C, με βέλτιστο τους 15 °C, εάν υπάρχει για τουλάχιστον 12 ώρες υγρασία στα φύλλα (Obanor *et al.* 2011). Μόλις μολυνθούν τα δέντρα, η τοπική εξάπλωση του μύκητα γίνεται από τα κονίδια που εκτοξεύονται από τη βροχή ή μεταφέρονται από έντομα και άνεμο (Lops *et al.* 1993). Ο κύκλος μόλυνσης του *S. oleagina* στα φύλλα ελιάς ξεκινά στην επιφάνεια του φύλλου. Υπό συνθήκες υψηλής υγρασίας, τα σπόρια που είναι προσκολλημένα στην επιφάνεια του ξενιστή βλαστάνουν για να σχηματίσουν τη βλαστική υφή, η οποία διαφοροποιείται σε πλάκα συγκράτησης εντός 48 ωρών (Benitez *et al.* 2005). Μια υφή διείσδυσης αναπτύσσεται στη βάση της πλάκας συγκράτησης η οποία στη συνέχεια διεισδύει στην επιφάνεια του φύλλου και αρχίζει να αποικίζει τον ενδοκυτταρικό χώρο. Μια δευτερεύουσα υφή αναπτύσσεται εντός των ενδοκυτταρικών χώρων πριν το σχηματισμό καρποφοριών (Trapero and Blanco 2001). Η περίοδος επώασης του μύκητα διαρκεί μεταξύ 15 ημέρες και 15 εβδομάδες ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες.



Εικόνα 1.2.4 Συμπτώματα κυκλοκονίου σε φύλλα ελιάς (Αρχείο Ποθητού Ειρήνη).

1.2.2.4 Καρκίνωση

Η καρκίνωση της ελιάς προκαλείται από το αρνητικό κατά gram βακτήριο *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Η ασθένεια μειώνει την παραγωγή ελιάς, συχνά προκαλεί νέκρωση κλάδων ή σπάνια το θάνατο του δέντρου (Quesada *et al.* 2010a). Οι όγκοι είναι τα χαρακτηριστικά συμπτώματα αυτής της νόσου (Quesada *et al.* 2010b). Το βακτήριο εισέρχεται στον τραυματισμένο ιστό και ωθεί το φυτό να παράγει όγκους μετά από τουλάχιστον δύο εβδομάδες, ή αρκετούς μήνες, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες (Teviotdale and Krueger 2004). Οι πληγές μπορεί να προκληθούν από τη φυσιολογική ανάπτυξη του φυτού, όπως η πτώση των φύλλων και η εκβλάστηση, από χαλαζοπτώσεις ή από το κλάδεμα και τη συγκομιδή (Quesada *et al.* 2010a).



Εικόνα 1.2.5 Συμπτώματα καρκίνωσης σε βλαστό ελιάς (Αρχείο Ποθητού Ειρήνη).

Βάση εκτιμήσεων, οι ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά, μπορούν να επιφέρουν απώλειες προϊόντων κατά μέσο όρο 300 εκατομμυρίων ευρώ το έτος (Kolainis *et al.* 2020). Για αυτό κρίνεται επιτακτική ανάγκη η αντιμετώπιση τους.

1.3 Αντιμετώπιση Ασθενειών Ελιάς

1.3.1 Γενικές πληροφορίες που αφορούν την Αντιμετώπιση Ασθενειών Ελιάς

Οι ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά δύναται να αντιμετωπιστούν με αρκετά φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, τόσο οργανικά, όσο και ανόργανα. Τα μυκητοκτόνα επαφής εφαρμόζονται και μένουν στην επιφάνεια των φύλλων ή άλλων φυτικών οργάνων κυρίως παρεμβαίνοντας στη βλάστηση των σπορίων ή στην ανάπτυξη των υφών. Τα διασυστηματικά μυκητοκτόνα κινούνται πέρα από την επιδερμίδα του φύλλου και έχουν χαμηλή μετακίνηση εντός του φυτού (ανάλογα τη δραστική ουσία). Στην περιοχή της Μεσογείου, τα μυκητοκτόνα εφαρμόζονται συνήθως 2-3 φορές το έτος, Οκτώβριο και Φεβρουάριο-Μάρτιο. Επίσης εφαρμόζονται έπειτα από περιόδους που λόγω καιρικών συνθηκών μπορεί να προκληθούν ζημιές στα δένδρα όπως υπερβολική υγρασία, παγετός ή χαλαζόπτωση.

Οι ενώσεις με βάση το χαλκό (μείγμα βορδιγάλιου πολτού, υδροξείδιο χαλκού, οξείδιο χαλκού και οξυχλωριούχο χαλκό) και διασυστηματικά μυκητοκτόνα, όπως difenoconazole, tebuconazole, chlorothalonil, kresoxym-methyl acibenzolar-S-methyl, pyraclostrobin, boscalid και χιτοζάνη είχαν επιτυχή αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των ασθενειών της ελιάς. Στην πραγματικότητα, οι ενώσεις με βάση το χαλκό είναι οι πιο κοινές που χρησιμοποιούνται από τους ελαιοκαλλιεργητές για τον έλεγχο των ασθενειών των φυλλώματος (Friday *et al.* 2013, Valrerdea *et al.* 2019, Kolainis *et al.* 2020, Romero *et al.* 2020).

1.4 Πληροφορίες όσον αφορά το Χαλκό

1.4.1 Γενικές πληροφορίες Χαλκού

Οι ενώσεις με βάση των χαλκό, όπως μείγμα βορδιγάλιου πολτού, υδροξείδιο χαλκού, οξείδιο χαλκού και οξυχλωριούχο χαλκό, μπορούν να προστατέψουν τα φυτά από προσβολές μυκήτων και βακτηρίων όταν εφαρμόζονται την κατάλληλη χρονική στιγμή (Graniti 1993). Αυτή η προστασία οφείλεται σε βλάβη που προκαλείται στους λιποσακχαρίτες, με κατάρρευση της εξωτερικής μεμβράνης των μυκηλιακών υφών (Nan *et al.* 2008). Η εκτεταμένη διακοπή της ακεραιότητας της μεμβράνης των μικροοργανισμών που προκαλείται από το χαλκό οδηγεί αναπόφευκτα σε νέκρωση των κυττάρων του μικροοργανισμού.

1.4.2 Χαλκός και φυτό

Ο φυσιολογικός ρόλος του χαλκού στο φυτό είναι πολύ σημαντικός, καθώς αποτελεί αναπόσπαστο μέρος πολλών ενζύμων που συμμετέχουν στις διαδικασίες οξειδωσης (Vukadinovic and Loncaric 1998). Ο χαλκός περιέχεται στη δομή της πλαστοκυανίνης, της κυτοχρωμικής-οξειδάσης c (μεταφορά ηλεκτρονίων), της φαινολικής οξειδάσης (οξειδωση της φαινόλης σε κινόνη), της λακτάσης και της φαινόλασης (μετατροπή της φαινυλαλανίνης σε τυροσίνη). Υπάρχει μια ξεχωριστή συγγένεια του χαλκού με τη δομή των πρωτεϊνών, καθώς το 70% του χαλκού στα φυτά συνδέεται με πρωτεΐνες σε χλωροπλάστες, όπου δρουν ως σταθεροποιητές, ειδικά της χλωροφύλλης. Επιπλέον, έχει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των αζωτούχων ενώσεων, καθώς ρυθμίζει τη δέσμευση των κετοξέων αμμωνίου, επηρεάζει τη σύνθεση των νουκλεϊκών οξέων, της βακτηριακής αιμογλοβίνης, του μεταβολισμού των υδατανθράκων, του σχηματισμού γύρης και της γονιμότητας των φυτών, ενώ αυξάνει και την αντίσταση των φυτικών ιστών σε χαμηλές θερμοκρασίες (Vukadinovic and Loncaric 1998).

1.4.3 Αρνητικά αποτελέσματα Χαλκού

Ανησυχία έχει προκληθεί από τη μακροχρόνια χρήση σκευασμάτων χαλκού, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση χαλκού στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους (Komarek *et al.* 2010). Ο συσσωρευμένος χαλκός έχει προκαλέσει δυσμενείς επιδράσεις σε οργανισμούς με μόλις 55 mgkg⁻¹ (Jänsch and Römbke 2009). Τα υπολείμματα χαλκού που παραμένουν μετά από εφαρμογές μυκητοκτόνων χαλκού σε αμπελώνες και ελαιώνες έχουν επηρεάσει τους βασικούς δείκτες υγείας του εδάφους.

Η αφθονία των γαιοσκωλήκων, ο αριθμός των ειδών και η βιομάζα τους μειώθηκαν σημαντικά από τα υψηλά επίπεδα χαλκού στο έδαφος, με αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας του εδάφους (Eijsackers *et al.* 2005). Σε μικρο-κλίμακα ο χαλκός «μειώνει σοβαρά τη λειτουργική ποικιλομορφία της μικροβιακής κοινότητας του εδάφους και βλάπτει συγκεκριμένες οδούς θρεπτικών ουσιών (Kandeler *et al.* 1996). Ο χαλκός δύναται να επηρεάσει τη δραστηριότητα των ενζύμων των μικροοργανισμών του εδάφους, τη δραστηριότητα των κυτταρικών μεμβρανών και τις διαδικασίες οξειδωσης και αναγωγής (Hinojosa *et al.* 2010). Έχει βρεθεί επίσης, ότι μπορεί να αναστέλλει την ενεργότητα διάφορων ενζύμων στο έδαφος που συνδέονται με την μετατροπή της οργανικής ουσίας σε χούμο και ανόργανα συστατικά διαθέσιμα στο φυτό (Hinojosa *et al.* 2010).

Οι υψηλότερες συνολικές συγκεντρώσεις χαλκού βρίσκονται σε βάθος έως και 15 cm, στο οποίο βρίσκονται οι ρίζες των φυτών (Brun *et al.* 1998). Η τοξικότητα του χαλκού εκδηλώνεται στα φυτά με τη μειωμένη ανάπτυξη των ριζών και των βλαστών, με τη χλώρωση των παλαιότερων φύλλων και τη νέκρωση φύλλων με σκούρο κόκκινο χρώμα στις άκρες του ελάσματος. Σε φυτά της οικογένειας Asteraceae εμφανίστηκαν συμπτώματα χλώρωσης σε επίπεδα χαλκού ίσα ή μεγαλύτερα από 200 mgkg⁻¹Cu, προκαλώντας καθυστερημένη ανάπτυξη και χαμηλή παραγωγή σπόρων (Brun *et al.* 2003).

1.5 Εναλλακτική φυτοπροστασία

Πέραν των ανωτέρω, «κλασικών» μυκητοκτόνων χαλκού και των οργανικών, που χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια από πολλούς παραγωγούς, δοκιμάζονται πλέον ουσίες που μπορούν να ενδυναμώσουν τα φυτά προσφέροντας ικανοποιητικά αποτελέσματα. Ορισμένα από αυτά τα υλικά είναι το ασβέστιο, το πυρίτιο, τα εκχυλίσματα φυκιών, τα αμινοξέα, το θειασβέστιο και ο ζεόλιθος.

1.5.1 Ασβέστιο

1.5.1.1 Ασβέστιο, γενικές πληροφορίες και άμυνα καρπών

Το ασβέστιο (Ca) αποτελεί ένα σημαντικό θρεπτικό στοιχείο για όλα τα καλλιεργήσιμα φυτά, καθώς είναι βασικό συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων των κυττάρων των φυτών. Το Ca, ως συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό συνδέσμων, που επηρεάζουν την αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος και τη σύνδεση των κυττάρων μεταξύ τους (Fry 2004). Είναι γνωστό, ότι οι καρποί με χαμηλή περιεκτικότητα σε Ca, είναι ευαίσθητα σε πολλές φυσιολογικές και παθολογικές διαταραχές και τέτοια φρούτα έχουν συνήθως μικρή διάρκεια ζωής (Fallahi *et al.* 1997). Το ασβέστιο είναι γνωστό ότι επηρεάζει άμεσα ορισμένα παθογόνα που προσβάλλουν τους καρπούς, παρεμποδίζοντας τη βλάστηση των σπορίων, την επιμήκυνση των μικροβίων, το πάχος των υφών των μυκήτων κυτταρικών τοιχωμάτων και τη δραστηριότητα των πηκτινολυτικών ενζύμων (Conway *et al.* 1991, Miceli *et al.* 1999, Chardonnet *et al.* 2000). Οι διαφυλλικές εφαρμογές χλωριούχου ασβεστίου στα σταφύλια πριν τη συγκομιδή είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση των σάπιων ραγών στα πρέμνα έως τη συγκομιδή, αλλά με μεγαλύτερη επιτυχία κατά τη συντήρηση (Nigro *et al.* 2006).

Το μαλάκωμα της σάρκας, μια εξαιρετικά σημαντική διαδικασία κατά την ωρίμανση επί του φυτού και μετασυλλεκτικά, συνδέεται με τροποποιήσεις υφής του κυτταρικού τοιχώματος. Είναι γνωστό ότι το μαλάκωμα των φρούτων σχετίζεται με την αποσυναρμολόγηση του κυτταρικού τοιχώματος, αλλαγές στη σύνθεση, τη δομή και τους δεσμούς μεταξύ των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος όπως τροποποιήσεις πηκτίνης, οι οποίες οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στη δράση της πολυγαλακτουρονάσης (PG) και της πεκτινμεθυλεστεράσης (PE) (Micheli 2001, Vicente *et al.* 2007, Goulao and Oliveira 2008). Επιπλέον έχει προταθεί ότι άλλες υδρολάσες όπως η κυτταρινάση (Cx) και η β-γαλακτοσιδάση (b-Gal) μπορεί επίσης να εμπλέκονται στον μεταβολισμό της ημικυτταρίνης (HC) και της κυτταρίνης (CEL). Μελέτες που χαρακτηρίζουν τις μεταβολές των κυτταρικών τοιχωμάτων βατόμουρου κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης έχουν δείξει ότι οι κύριες αλλαγές κατά την ανάπτυξη των φρούτων συμβαίνουν σε ημικυτταρίνες, οι οποίες δείχνουν μείωση του μεγέθους του πολυμερούς και αυξημένη διαλυτοποίηση (Vicente *et al.* 2007). Οι ανωτέρω δράσεις απαιτούν πρώτα την ‘απομάκρυνση’ του Ca από τα πολυμερή.

Ο σχηματισμός ιοντικών γεφυρών μεταξύ Ca και ελεύθερων καρβοξυλικών ομάδων που υπάρχουν στις πηκτίνες αποτελεί τον τρόπο ενίσχυσης της δομής του κυτταρικού τοιχώματος (Carpita and McCann 2000). Έτσι η προσθήκη Ca σταθεροποιεί περαιτέρω

το φυτικό κυτταρικό τοίχωμα και το προστατεύει από τα ένζυμα αποικοδόμησης των κυτταρικών τοιχωμάτων (White and Broadley 2003). Η μειωμένη κινητικότητα και μεταφορά εντός του φυτού του Ca μπορεί να είναι ένας παράγοντας για τη μειωμένη αποτελεσματικότητα στην προσθήκη Ca σε ορισμένες μελέτες. Είναι πολύ πιθανό ότι οι ψεκάσμοι Ca στο τέλος της ανάπτυξης φρούτων είναι πιο αποτελεσματικοί, καθώς η συνολική επιφάνεια των φρούτων είναι μεγαλύτερη, και το υγρό μπορεί να κινηθεί μέσω καναλιών ασυνέχειας και ανοιγμάτων που υπάρχουν στο φλοιό των φρούτων κατά την ωρίμανση στο δέντρο (Benavides *et al.* 2001). Η μορφή του εφαρμοζόμενου Ca επηρεάζει την πρόσληψη Ca από τον καρπό και συνεπώς την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών και στη μόλυνση από μικροοργανισμούς (Elmera *et al.* 2006).

1.5.1.2 Επίδραση ασβεστίου σε καρπούς ελιάς

Το στάδιο ωρίμανσης του ελαιόκαρπου στη συγκομιδή είναι καθοριστικό για ένα τελικό προϊόν με ικανοποιητικά σταθερή υφή, καθώς η σκληρότητα καρπού μειώνεται μετά την επεξεργασία. Μεταξύ των μεθόδων που αναπτύχθηκαν για τη διατήρηση της σταθερότητας κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και της συντήρησης των φρέσκων καρπών ήταν εκείνα που στοχεύουν στην αύξηση της συγκέντρωσης Ca φρούτων με ψεκάσμούς φυλλώματος και καρπών προσυλλεκτικά με διαλύματα Ca (Ferguson and Watkins 1989). Στην ελιά, προσυλλεκτικοί ψεκάσμοι Ca δεν επηρέασαν την απώλεια βάρους των καρπών κατά την αποθήκευση, το βάρος των φρούτων, καθώς και την περιεκτικότητα σε λάδι. Επίσης δεν βρέθηκε να σχετίζονται οι επεμβάσεις Ca με την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και τον ρυθμό φωτοσύνθεσης. Επιπρόσθετα η επίδραση Ca στον ελαιόκαρπο αφορά περισσότερο στην αυξημένη σταθερότητα σάρκας παρά στην καθυστέρηση ωρίμανσης (Tsantili *et al.* 2008). Όπως και τα υπόλοιπα φρούτα, στα τοιχώματα του ελαιόκαρπου τα ολιγογαλακτουρονίδια συγκρατούνται από Ca και πηκτικούς πολυσακχαρίτες που εμφανίζονται ως μακροδιμερή γεφυρωμένα με Ca προσφέροντας αυξημένη σταθερότητα στα τοιχώματα των καρπών (Ferreira *et al.* 2006).

1.5.1.3 Επίδραση ασβεστίου σε άλλους καρπούς

1.5.1.3.1 Ροδάκινο

Οι εφαρμογές Ca σε καρπούς ροδάκινου πριν τη συγκομιδή αύξησαν την περιεκτικότητα του στο φλοιό κατά 25-42% και τη σάρκα κατά 11-17% με αποτελεσματικότερη εφαρμογή αυτή του χλωριούχου Ca, έναντι της χηλικής μορφής Ca (Manganaris *et al.* 2005). Αλλά τα ροδάκινα που ψεκάστηκαν με Ca είχαν την ίδια σταθερότητα σάρκας με αυτά των φρούτων του μάρτυρα μετά τη συγκομιδή. Επίσης, παρατηρήθηκε κατά τη συντήρηση, πως το Ca μειώθηκε στο φλοιό και αυξήθηκε στη σάρκα υποδηλώνοντας μια μετακίνηση Ca από τη φλούδα στη σάρκα. Οι εφαρμογές ψεκασμών Ca αύξησαν το Ca των κυτταρικών τοιχωμάτων, αλλά όχι το Ca του υδατοδιαλυτού κλάσματος πηκτίνης. Το Ca των αδιάλυτων κλάσματος πηκτίνης αυξήθηκε με ψεκασμούς χλωριούχου Ca αλλά όχι με χηλικού Ca (Manganaris *et al.* 2005).

1.5.1.3.2 Πορτοκάλι

Οι προσυλλεκτικές εφαρμογές Ca σε καρπούς από πορτοκάλια επηρέασαν ένζυμα που σχετίζονται με το μαλάκωμα των καρπών (Dong *et al.* 2009). Τα ένζυμα των οποίων η περιεκτικότητα αυξήθηκε αφορούν την κυτταρινάση, την πολυγαλακτουρονάση και την β-γαλακτοσιδάση, που σχετίζονται με τη διάρθρωση του κύριου κυτταρικού τοιχώματος. Ορισμένα ένζυμα δεν έδειξαν να επηρεάζονται από τις εφαρμογές Ca όπως η δραστηριότητα κυτταρινάσης. Αντιθέτως, μειώθηκε έντονα η περιεκτικότητα υδατοδιαλυτής πηκτίνης και η δραστηριότητα της πολυγαλακτουρονάσης οδηγώντας σε περιορισμένη απελευθέρωση πηκτίνης. Τέλος, η διαφυλλική εφαρμογή Ca αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητα σε Ca στους καρπούς ποικιλίας Cara Cara. Αυτό το αποτέλεσμα έδειξε ότι η διαφυλλική εφαρμογή Ca θα μπορούσε να αυξήσει την κινητικότητα και τη συγκέντρωση Ca στον καρπό του πορτοκαλιού (Dong *et al.* 2009).

1.5.1.3.3 Μήλο

Οι προσυλλεκτικές εφαρμογές Ca αποδείχθηκαν αποτελεσματικές, καθώς αύξησαν την περιεκτικότητα του στα φρούτα, με αύξηση πολύ πάνω από 25% σε σχέση με τα φρούτα μάρτυρες (Ortiz *et al.* 2011). Το Ca επηρέασε το μεταβολισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων των καρπών των μήλων. Η περιεκτικότητα σε ουρονικό οξύ αυξήθηκε στα μήλα που δέχθηκαν Ca, σε σύγκριση με τα φρούτα μάρτυρες, υποδεικνύοντας ότι το

εφαρμοσμένο Ca επέτρεψε καλύτερη συγκράτηση των πηκτινικών πολυμερών, με αποτέλεσμα την καθυστέρηση απώλειας σταθερότητας του κυτταρικού τοιχώματος και την καλύτερη διατήρηση της δομής του (Ortiz *et al.* 2011). Έτσι, αποτέλεσμα του διαφυλλικού ψεκασμού είναι η άμεση ενίσχυση της δομής του κυτταρικού τοιχώματος, λόγω της καλύτερης διατήρησης του διαλυτού κλάσματος πηκτίνης, που οφείλεται στη διατήρηση των γεφυρών Ca μεταξύ πολυμερών. Επιπλέον οι εφαρμογές Ca επηρέασαν αρνητικά, μέσω περιορισμένης πρόσβασης σε υποστρώματα, συγκεκριμένα ένζυμα, καθώς βρέθηκε μειωμένη δράση των α -L-αραβινοφουρανοσιδάσης και β -γαλακτοσιδάσης, οι οποίες αφαιρούν τις πλευρικές αλυσίδες πηκτίνης. Επομένως, οι διαφυλλικοί ψεκασμοί Ca ελέγχουν σε κάποιο βαθμό το πορώδες και τη σταθερότητα του κυτταρικού τοιχώματος, μειώνοντας τη δράση των καταλυτικών ενζύμων (Ortiz *et al.* 2011).

1.5.1.3.4 Φράουλα

Οι φράουλες συχνά εμφανίζουν προβλήματα σήψης και αλβινισμού. Τα προβλήματα αυτά μειώθηκαν με διαφυλλικές προσυλλεκτικές εφαρμογές Ca στα φυτά φράουλας (Singh *et al.* 2007). Το Ca επηρέασε σημαντικά τη σκληρότητα των φρούτων και τις παραμέτρους ποιότητας της φράουλας ποικιλίας *Chandler* κατά τη συγκομιδή. Οι ψεκασμοί Ca δεν επηρέασαν το βάρος των καρπών, αλλά επηρέασαν ελαφρώς θετικά το χρώμα. Οι καρποί που ψεκάστηκαν με Ca ήταν περισσότερο συνεκτικοί και εμφάνισαν αύξηση της οξύτητας και της περιεκτικότητας ασκορβικού οξέος, ενώ παρουσίασαν μείωση των ολικών διαλυτών στερεών σε σύγκριση με τα φυτά τα οποία δεν δέχθηκαν Ca. Επιπλέον, οι ψεκασμοί Ca οδήγησαν σε αυξημένη περιεκτικότητα του ασβεστίου σε φύλλα και φρούτα σε σύγκριση με αυτά του μάρτυρα (Singh *et al.* 2007).

1.5.1.3.5 Βατόμουρο

Η σκληρότητα του βατόμουρου είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας και το υπερβολικό μαλάκωμα καρπού είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που μειώνουν την ποιότητα και περιορίζουν την εμπορικότητα για φρέσκια κατανάλωση του βατόμουρου. Οι καρποί οι οποίοι ψεκάστηκαν με Ca προσυλλεκτικά, ποικιλία

Bluecrop, δεν εμφάνισαν διαφορές στη σκληρότητα σε σύγκριση με τους μάρτυρες κατά τη συγκομιδή, αλλά κατά τη διάρκεια της συντήρησης ο ρυθμός μαλακώματος ήταν υψηλότερος στα φρούτα μάρτυρες (Angeletti *et al.* 2010). Στην περίπτωση των καρπών της ποικιλίας "O'Neal", ακόμη και κατά τη συγκομιδή, τα φρούτα που δέχθηκαν Ca ήταν περισσότερο συνεκτικά από τα φρούτα μάρτυρες και οι διαφορές αυξήθηκαν κατά τη συντήρηση. Οι εφαρμογές Ca μείωσαν τη διαλυτοποίηση πηκτικής και η επίδραση αυτή ήταν εντονότερη στους καρπούς 'O'Neal' παρά στους καρπούς ποικιλίας 'Bluecrop'. Επιπλέον οι εφαρμογές Ca οδήγησαν σε φρούτα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε διαλυτά ουδέτερα σάκχαρα κατά τη συγκομιδή (Angeletti *et al.* 2010). Το αποτέλεσμα του Ca μπορεί να είναι άμεσο με την προώθηση του σχηματισμού γεφυρών Ca μεταξύ μορίων πηκτικής, τα οποία θα μπορούσαν να αυξήσουν την ακαμψία του τοιχώματος ή έμμεσα μειώνοντας το πορώδες του τοιχώματος και περιορίζοντας την κινητικότητα των πρωτεϊνών που αποικοδομούν τους πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος (Jarvis 1984, Baron-Epel *et al.* 1988). Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, η οξύτητα των φρούτων μειώθηκε κατά τη συντήρηση με παράλληλη αύξηση του pH και στις δύο ποικιλίες που μετρήθηκαν. Επίσης, οι εφαρμογές Ca δεν επηρέασαν τα σάκχαρα, την περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνη ή το χρώμα των φρούτων (Angeletti *et al.* 2010). Η αυξημένη διαλυτότητα των πολυσακχαριτών πλούσιων σε ουδέτερα σάκχαρα όπως η αραβινόζη, έχει αποδειχθεί ότι συμβαίνει κατά την αποσυναρμολόγηση των κυτταρικών τοιχωμάτων βατόμουρου (Vicente *et al.* 2007). Οι εφαρμογές Ca οδήγησαν σε αύξηση 10% της περιεκτικότητας σε Ca εντός του κυτταρικού τοιχώματος κατά τη συγκομιδή και στις δύο ποικιλίες. Κατά τη διάρκεια της συντήρησης εντοπίστηκε μείωση του Ca που βρίσκονταν στο τοίχωμα και αυτό ενδέχεται να επηρέασε την αποσυναρμολόγηση των τοιχωμάτων (Angeletti *et al.* 2010).

1.5.2 Πυρίτιο

1.5.2.1 Γενικές πληροφορίες Πυριτίου

Το πυρίτιο (Si) είναι ένα ορυκτό στοιχείο, το οποίο εντοπίζεται στα κύτταρα των φυτικών ιστών προσφέροντας ιδιότητες με πολλαπλά οφέλη. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων, μπορούμε να επισημάνουμε τις τροποποιήσεις στη φυσιολογία των φυτών, καθώς προάγει την αύξηση της περιεκτικότητας της χλωροφύλλης στον ιστό

των φύλλων, παρεμβαίνει στην αρχιτεκτονική των φυτών, παρέχοντας περισσότερα όρθια φύλλα, αυξάνοντας την παρακολούθηση της ηλιακής ακτινοβολίας και αποφεύγοντας την υπερβολική σκιά, καθυστερεί τη γήρανση, αυξάνει την ακαμψία των ιστών, μειώνει το ρυθμό διαπνοής και καταλήγει σε υψηλότερη φωτοσυνθετική αποδοτικότητα, καθώς ελαχιστοποιεί την απώλεια νερού (Korndörfer *et al.* 1999, Pereira *et al.* 2003, Al-Aghabary *et al.* 2004, Epstein and Bloom, 2006). Το πυρίτιο προσφέρει προστασία έναντι μυκητολογικών προσβολών ενισχύοντας τα κυτταρικά τοιχώματα, καθιστώντας έτσι πιο δύσκολο για τους μύκητες να διεισδύσουν και να αναπτυχθούν μέσα στο φυτό (Fawe *et al.* 2001). Επίσης έχει βρεθεί πως το πυρίτιο μετριάζει αποτελεσματικά διάφορες αβιοτικές καταπονήσεις, όπως τοξικότητα μαγγανίου, ψευδαργύρου, αλουμινίου και βαρέων μετάλλων, αλατότητα, ξηρασία, υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες (Ma and Yamaji 2006, Liang *et al.* 2007, Ramos *et al.* 2009). Η συνεισφορά του πυριτίου είναι επίσης θετική και στην παραγωγικότητα και ποιότητα στη συγκομιδή των φρούτων και μετασυλλεκτικά, με βελτίωση στη συγκέντρωση ανθοκυανίνης, στα διαλυτά στερεά συστατικά και στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα (Silva *et al.* 2013). Αφού το πυρίτιο απορροφηθεί από ένα φυτό, διέρχεται μια διαδικασία πυριτικοποίησης και είτε εναποτίθεται στο κυτταρικό τοίχωμα, στον κυτταρικό αυλό ή στους μεσοκυτταρικούς χώρους (Epstein, 1999, Sangster *et al.* 2001). Το Si είναι μέρος της δομής του φυτού, η παρουσία του στο κυτταρικό τοίχωμα μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα σε ημικυτταρίνη και λιγνίνη, αυξάνοντας την αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος (Kim *et al.* 2002). Επιπλέον, το διοξείδιο του πυριτίου μπορεί να εναποτεθεί κάτω από την επιδερμίδα. Αυτό το αποτέλεσμα μειώνει τη διαπνοή, διατηρεί τη σταθερότητα των ιστών, ακόμα και σε συγκομισμένα φυτικά μέρη παρατείνοντας τη δυνατότητα συντήρησης (Kim *et al.* 2002). Τέλος το πυρίτιο θεωρείται δυσκίνητο, καθώς δεν μετατοπίζεται από παλαιότερα σε νεότερα φύλλα ή ακόμη και από ένα σημείο εφαρμογής σε άλλο (Datnoff *et al.* 2007).

1.5.2.2 Πυρίτιο και Άμυνα

Το πυρίτιο μπορεί να λειτουργήσει ως φυσικό φράγμα καθώς εναποτίθεται κάτω από την επιδερμίδα για να σχηματίσει ένα διπλό στρώμα επιδερμίδας-πυριτίου, ενώ λειτουργεί επίσης ως διαμορφωτής της αντίστασης του ξενιστή στα παθογόνα (Fauteux *et al.* 2005, Datnoff *et al.* 2007). Έχει προταθεί ότι ο τρόπος δράσης των ψεκασμών Si

έχει άμεση επίδραση στο παθογόνο, καθώς έχει διαπιστωθεί βλάβη στη μεμβράνη πλάσματος των σπορίων *P. digitatum* που έχουν ψεκαστεί με Si, οδηγώντας σε αύξηση διαρροής πρωτεϊνών και σακχάρων (Liu *et al.* 2010). Ωστόσο, άλλα ερευνητικά έργα αντικρούουν αυτήν την υπόθεση και αποδίδουν την αντιμυκητιακή δράση του πυριτίου σε έμμεσες επιδράσεις στον ξενιστή, επηρεάζοντας τα σήματα μεταξύ ξενιστή και παθογόνου, με αποτέλεσμα την ταχύτερη και εκτενέστερη ενεργοποίηση των φυτικών αμυντικών μηχανισμών (Samuels *et al.* 1991, Chérif *et al.* 1992a, 1994). Η έντονη εναπόθεση πυριτίου στα μητρικά κύτταρα του μυζητήρα που βρίσκονται στα ή κοντά στα κέντρα των αποικιών μόλυνσης αποτελεί ένα προστατευτικό μηχανισμό του φυτού στη διείσδυση του παθογόνου (Heath 1981, Chong and Harder 1982). Αυτός ο μηχανισμός λειτουργεί ως εμπόδιο διαπερατότητας για να ελαχιστοποιήσει τη διέλευση των επιβλαβών κυτταρικών προϊόντων διάσπασης στο υπόλοιπο μυκήλιο του παθογόνου (Heath 1981). Το πυρίτιο επίσης έχει τη δυνατότητα να προκαλεί αντιδράσεις βιοχημικής άμυνας, συμπεριλαμβανομένης της συσσώρευσης λιγνίνης, φαινολικών ενώσεων και πρωτεϊνών που σχετίζονται με την παθογένεση σε μολυσμένα φυτά (Chérif *et al.* 1992a, Epstein 1999). Η συσσώρευση πυριτίου αντικατοπτρίζει μια παθητική δευτερογενή σύνδεση του πυριτίου με φαινολικές ενώσεις που δημιουργούνται στο αποδιοργανωμένο κύτταρο του ξενιστή (Heath 1981). Στο αβοκάντο ορισμένα φαινολικά μπορούν να δράσουν ως αντιοξειδωτικά και να προκαλέσουν αντίσταση (Bekker *et al.* 2007). Έτσι η συσσώρευση φαινολών στις ρίζες του αβοκάντο λόγω εφαρμογής πυριτικού καλίου θα μπορούσε να είναι υπεύθυνη για την αυξημένη αντίσταση στη *Phytophthora cinnamomi* που παρατηρείται σε φυτώρια και οπωρώνες αβοκάντο (Bekker *et al.* 2007). Η εφαρμογή πυριτικού καλίου σε φυτά φράουλας βρέθηκε αποτελεσματική για τον έλεγχο του ωιδίου, μειώνοντας την ασθένεια έως και 85%, εάν εφαρμοστεί στο έδαφος (Kanto *et al.* 2006). Αυτή η ασθένεια εξαλείφθηκε πλήρως όταν καλλιεργήθηκαν φυτά φράουλας σε θρεπτικό διάλυμα στο οποίο είχαν προστεθεί 50 mL⁻¹ πυριτικού καλίου, ωστόσο η εφαρμογή αυτή ήταν περισσότερο αποτελεσματική στα φύλλα φράουλας από ότι στα φρούτα (Kanto *et al.* 2004). Επίσης, οι εφαρμογές πυριτικού καλίου στα πορτοκάλια «Valencia» μείωσαν την ένταση προσβολής από την πράσινη και μπλε μούχλα που προκαλείται από το *Penicillium digitatum* και *Penicillium italicum*, αντίστοιχα, κατά 23%, όταν εφαρμόζεται στην προληπτική μορφή και 40% όταν εφαρμόζεται στη θεραπευτική μορφή (Moscoso-Ramírez and Palou 2014). Επιπλέον οι εφαρμογές πυριτικού θείου τόσο προ-συλλεκτικά όσο και μετα-συλλεκτικά βρέθηκαν

αποτελεσματικές στον έλεγχο της πράσινης μούχλας που οφείλεται στο *P. digitatum* και της μπλε μούχλας που οφείλεται στο *P. italicum* σε πορτοκάλια και μανταρίνια (Liu *et al.* 2010, Youssef *et al.* 2012).

1.5.2.3 Πυρίτιο και Φυσιολογία

Το πυρίτιο μπορεί να επηρεάσει τη σταθερότητα των ανώτερων φυτών όχι μόνο ως αδρανής εναπόθεση σε εμπλουτισμένα με λιγνίνη κυτταρικά τοιχώματα, αλλά και μέσω της αύξησης της βιοσύνθεσης της λιγνίνης (Marschner 2002). Επιπλέον, το Si συμβάλλει όχι μόνο στην ακαμψία και την ενίσχυση του κυτταρικού τοιχώματος, αλλά μπορεί επίσης να αυξήσει την ελαστικότητα του κυτταρικού τοιχώματος κατά την ανάπτυξη των ιστών (Marschner 2002). Το Si αυξάνει τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα του φυτού, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη συσσώρευση στερεών σε ιστούς φύλλων (Pereira *et al.* 2003, Al-Ghabary *et al.* 2004). Εφαρμογή του πυριτίου σε φυτά φράουλας διαφυλλικά, αλλά και από το έδαφος, είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας φρούτων (Silva *et al.* 2013, Filipczak *et al.* 2016). Οι εφαρμογές πυριτίου προ-συλλεκτικά σε φυτά φράουλας αύξησαν το περιεχόμενο διαλυτών στερεών των καρπών προ-συλλεκτικά και κατά την ψυχρή συντήρηση (Silva *et al.* 2011, 2013, Munaretto *et al.* 2017). Επίσης οι εφαρμογές Si βελτίωσαν την περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες, η οποία αυξήθηκε ανάλογα με την αύξηση των εφαρμογών και ποσοτήτων Si που εφαρμόστηκαν διαφυλλικά στη φράουλα (Silva *et al.* 2013, Munaretto *et al.* 2017). Στην ντομάτα, η προσθήκη πυριτίου στο τυπικό θρεπτικό διάλυμα βελτίωσε τις συγκεντρώσεις ασβεστίου στα φύλλα και τα φρούτα, μειώνοντας την εμφάνιση της σήψης του άνθους, μετέβαλε θετικά το μεταβολισμό των φύλλων που εκτέθηκαν σε αυτό και αύξησε τον συνολικό αριθμό φρούτων και την παραγωγικότητα ως διαθεσιμότητα Si στο έδαφος (Carvalho *et al.* 2002, Stamatakis *et al.* 2003, Al-Aghabary *et al.* 2004, Fiori 2006). Επίσης το πυριτικό ασβέστιο αύξησε την ξηρή μάζα φρούτων (MSFru) κατά 20% και τη ξηρή μάζα φύλλων (MSFol) κατά 25% σε σχέση με το μάρτυρα σε φυτά τομάτας. Οι υψηλότερες τιμές των MSFru και MSFol ανάλογα με τις δόσεις και ποσότητες εφαρμογής Si σχετίζονται πιθανώς με τη δράση αυτού του στοιχείου στον κυτταρικό μεταβολισμό (Marodin *et al.* 2014).

1.5.3 Εκχυλίσματα Φυκιών

1.5.3.1 Γενικές πληροφορίες Εκχυλισμάτων Φυκιών

Τα εκχυλίσματα και προϊόντα θαλάσσιων φυκιών χρησιμοποιούνται εκτενώς από τον αγροτικό τομέα, διότι έχουν την ικανότητα να προσδίδουν ωφέλιμες ιδιότητες στις καλλιέργειες ακόμη και όταν εφαρμόζονται σε μικρές συγκεντρώσεις. Τα διάφορα σκευάσματα φυκιών που χρησιμοποιούνται αποτελούνται κυρίως από καστανά φύκια *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria spp.*, *Ecklonia maxima*, *Sargassum spp.*, *Durvillea potatorum*, *Macrocystis pyrifera*, αλλά και άλλα είδη όπως *Fucus serratus*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca* και *Kappaphycus alvarezii* (Khan *et al.* 2009). Περίπου 15 εκατομμύρια μετρικοί τόνοι προϊόντων φυκιών παράγονται ετησίως και το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο είδος αποτελεί το *Ascophyllum nodosum* (FAO 2006).

Οι ωφέλιμες ιδιότητες που προσδίδουν στα φυτά τα εκχυλίσματα φυκιών επιμερίζονται στην ανοχή σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, καθώς επίσης και στη βελτίωση της παραγωγής. Ακόμη στις καλλιέργειες, οι οποίες έχουν δεχθεί μεταχείριση με προϊόντα φυκιών, εμφανίζεται βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών, βελτίωση της βλαστικής ανάπτυξης, της ανθοφορίας και της απόδοσης, βελτίωση της ανάπτυξης των ριζών και της ποιότητας των φύλλων, βελτιωμένο θρεπτικό περιεχόμενο στο βρώσιμο προϊόν, καθώς και αύξηση της διάρκειας παραγωγικής ζωής του φυτού (Khan *et al.* 2009). Μερικές ακόμη θετικές επιδράσεις των εκχυλισμάτων φυκιών αφορούν την αύξηση ανοχής των καλλιεργειών σε συνθήκες αλατότητας, ξηρασίας και ακραίων θερμοκρασιών (Khan *et al.* 2009, Mancuso *et al.* 2006).

Τα εκχυλίσματα φυκιών συνήθως εφαρμόζονται στο φύλλωμα των καλλιεργειών μέσω ψεκασμών, καθώς επίσης και μέσω εφαρμογών στη ρίζα. Η διαφυλλική εφαρμογή των εκχυλισμάτων φυκιών είναι περισσότερο αποτελεσματική εάν εφαρμοστεί το πρωί κατά τη διάρκεια που τα στόματα των φύλλων είναι ανοιχτά.

Τα εκχυλίσματα φυκιών μεταβάλλουν τις φυσικές, βιοχημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους βελτιώνοντας το επίπεδο των θρεπτικών ουσιών του εδάφους. (Mirparsa *et al.* 2016). Μπορούν επίσης να επηρεάσουν την αρχιτεκτονική των ριζών των φυτών, διευκολύνοντας την αποδοτική πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και αντισταθμίζοντας την έλλειψη και ανεπάρκεια των N, P και K σε εδάφη (Mirparsa *et al.* 2016). Παραδείγματος χάρη, το εκχύλισμα *A. nodosum* αύξησε την έκφραση ενός γονιδίου μεταφορέα νιτρικών NRT1.1 με αποτέλεσμα την αυξημένη ανάπτυξη των πλευρικών ριζών και τη βελτιωμένη αφομοίωση του αζώτου (Castings *et al.* 2011).

Η έκφραση των γονιδίων που σχετίζονται με τη φωτοσύνθεση, το μεταβολισμό των κυττάρων, την ανταπόκριση στην καταπόνηση, και το μεταβολισμό S και N βρέθηκε ότι ρυθμίστηκαν σημαντικά προς τα πάνω στα φυτά που δέχθηκαν εκχύλισμα *A. nodosum* (Jannin *et al.* 2013).

1.5.3.2 Φύκια και Αβιοτικές καταπονήσεις

Τα καστανά φύκια όπως τα *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria digitata*, *L. hyperborea*, *L. sacharina* και *Pilayella littoralis* περιέχουν οσμολύτες, όπως μανιτόλη, ως σημαντική προστατευτική ένωση σε απάντηση σε αβιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες (Reed *et al.* 1985). Η κύρια επίδραση των εκχυλισμάτων φυκιών ως προς τις περιβαλλοντικές καταπονήσεις οφείλεται στις κυτοκινίνες, καθώς και στο γιβερελικό και το αμπισικό οξύ, τα οποία συμβάλλουν στην υποστήριξη της ανάπτυξης των φυτών υπό συνθήκες θρεπτικών διαταραχών και στην ανάκτηση της ανάπτυξης των φυτών μετά από βλάβες (El Shoubaky και Salem 2016). Ένα εκχύλισμα *A. nodosum* που παράγεται σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας εκχύλισης, βρέθηκε πως είναι αποτελεσματικότερο στην διεύρυνση ανοχής σε αβιοτική καταπόνηση από αλατότητα σε φυτά μαρουλιού (Guinan *et al.* 2013). Επιπλέον το εκχύλισμα φυκιών *U. lactuca* έχει τη δυνατότητα να αποκαταστήσει την περιεκτικότητα σε χρωστικές σε σόγια υπό συνθήκες καταπόνησης από αλατότητα (Ramarajan *et al.* 2013).

Η αύξηση αντοχής σε χαμηλές θερμοκρασίες στα σταφύλια βελτιώθηκε με την εφαρμογή ενός εκχυλίσματος *A. nodosum*, επιφέροντας μείωση του οσμωτικού δυναμικού των φύλλων, βασικό δείκτη οσμωτικής αντοχής και οι εφαρμογές του με ριζοπότισμα σε αμυγδαλιές, σε διαστήματα δύο εβδομάδων, αύξησαν το αρνητικό οσμωτικό δυναμικό του στελέχους στο μέσο της ημέρας στα επεξεργασμένα δένδρα (Little and Neily 2010). Όσον αφορά την αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, το πολυετές αγρωστώδες *Agrostis stolonifera* έδειξε πως ανταποκρίνεται θετικά στην εφαρμογή εκχυλισμάτων φυκιών (Zhang and Ervin 2008). Θεωρείται ότι αυτό το αποτέλεσμα οφειλόταν στην παρουσία παρόμοιων με κυτοκινίνη ουσιών στο εκχύλισμα μαζί με αύξηση της πρόσληψης K^+ .

1.5.3.3 Φύκια-Εχθροί και ασθένειες

Τα εκχυλίσματα φυκιών μπορούν να ενισχύουν την προστασία των φυτών από επιβλαβείς οργανισμούς και ασθένειες. Τα φυτά έχουν την ικανότητα μέσω διεγερτών, όπως ολιγο-πολυσακχαρίδια, πεπτίδια, πρωτεΐνες και λιπίδια, που απαντώνται στο κυτταρικό τοίχωμα των παθογόνων, να αντιλαμβάνονται την παρουσία παθογόνων και να προστατεύονται από την εισβολή τους (Cote 1998). Η προστασία ενός φυτού, μέσω εφαρμογών εκχυλίσματος φυκιών, προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης των πρωτεϊνών που σχετίζονται με την αντίδραση στον βιοτικό παράγοντα (PR1, λύση PAL της φαινυλαλανίνης αμμωνίου ή πλούσιες σε υδροξυπρολίνη γλυκοπρωτεΐνες), παρέχοντας έτσι προστασία από ασθένειες (Moon and Anderson 2003).

Είναι αποδεδειγμένο ότι οι αντιβιοτικά δραστικοί δευτερογενείς μεταβολίτες μπορούν όχι μόνο να αναστέλλουν την ανάπτυξη των φυτοπαθογόνων, αλλά να είναι επίσης σε θέση να προκαλέσουν την ανάπτυξη των φυτικών μηχανισμών αντίστασης (Chowdhury *et al.* 2015). Έχει αποδειχθεί ότι οι ισχυρές αντιμικροβιακές δράσεις πολλών πράσινων, καφέ και κόκκινων φυκιών οφείλονται στην παρουσία τερπενίων, πολυσακχαριτών, λιπαρών οξέων, φλοροταννίνων, λεκτινών, αλκαλοειδών και αλογονωμένων ενώσεων, που έχουν ισχυρές αντιμικροβιακές δραστηριότητες (Perez *et al.* 2016).

Το εκχύλισμα από *A. nodosum* που προέρχεται από εκχύλιση χαμηλής θερμοκρασίας μείωσε το μέγεθος προσβολής τόσο του *S. sclerotiorum* όσο και του *A. brassicae* σε φυτά μαρουλιού, επιτυγχάνοντας μείωση κατά 67% και 71% αλλοιώσεων αντίστοιχα (Guinan *et al.* 2013). Η προσθήκη εκχυλισμάτων *Ascophyllum nodosum* σε φυτά καρότου που εμβολιάστηκαν με *Alternaria radicina* και *Botrytis cinerea* οδήγησε σε ισχυρή αναστολή της ανάπτυξης της νόσου. Παράλληλα, η δραστηριότητα ορισμένων συνδεδεμένων με την άμυνα ενζύμων, όπως η υπεροξειδάση, η πολυφαινολοξειδάση, η λύση αμμωνίας φαινυλαλανίνης, η χιτινάση και η β-1,3-γλυκανάση αυξήθηκαν σημαντικά μετά την εφαρμογή εκχυλισμάτων φυκιών. Αυτά τα τελευταία βελτίωσαν αποτελεσματικά την αντοχή της ασθένειας στο καρότο πιθανώς μέσω γονιδίων που σχετίζονται με την άμυνα και επαγωγή πρωτεϊνών (Jayaraj *et al.* 2008).

1.5.3.4 Πως επηρεάζουν τα φύκια τη φαινολογία και τις αποδόσεις των φυτών

Τα εκχυλίσματα φυκιών μπορούν να επηρεάσουν το φαινότυπο των φυτών και την απόδοση τους. Η εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών σε μήλα (ποικιλία *Fuji*) έχει αποδειχθεί πως μειώνει την παρεννιαυτοφορία υπό συνθήκες στέρξης θρεπτικών ουσιών, αλλά όχι σε συνήθεις συνθήκες διαθεσιμότητας θρεπτικών ουσιών (Spinelli *et al.* 2009). Η μείωση της παρεννιαυτοφορίας μπορεί να οφείλεται σε μια ορμόνη ή ένα μόριο σηματοδότησης που υπάρχει στο εκχύλισμα, που αντικατοπτρίζει τη δράση ρυθμιστών ανάπτυξης φυτών, όπως η γιβερελίνη, η αυξίνη και η κυτοκίνη (Spinelli *et al.* 2009). Η διαφυλλική εφαρμογή εκχυλισμάτων φυκιών σε δένδρα μηλιάς είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας των λουλουδιών και την παρατεταμένη άνθηση, βελτίωση του μεγέθους των καρπών και της απόδοσης των εμπορεύσιμων μήλων (Basak 2008).

Αυξήσεις στα φαινορικά συστατικά, τα φλαβονοειδή και τα επίπεδα αντιοξειδωτικών αναφέρθηκαν σε φύλλα από φυτά σπανακιού που ποτίζονταν με εκχύλισμα *A. Nodosum* (Fan *et al.* 2010).

Επίσης οι διαφυλλικές εφαρμογές εκχυλισμάτων φυκιών αυξάνουν το μήκος, τη διάμετρο και την απόδοση των καρπών στις πιπεριές, ενώ προωμίζουν τη συγκομιδή της καλλιέργειας και οδηγούν σε πρωιμότητα στα αγγούρια (Eris *et al.* 1995).

Σημαντική βελτίωση στο μέγεθος των ελιών, στην πρωίμιση της ωρίμανσης και στην ποιότητα του ελαιολάδου (μείωση οξύτητας) καταγράφηκε σε δέντρα που ψεκάστηκαν με εκχύλισμα *A. nodosum* εμπλουτισμένο με προστιθέμενο άζωτο και βόριο (Chouliaras *et al.* 2009). Τα περιεχόμενα σιδήρου, καλίου, χαλκού και βορίου των φύλλων αυξήθηκαν με επεξεργασία με εκχύλισμα φυκιών και η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα στο ελαιόλαδο ήταν σημαντικά εμπλουτισμένη σε λινολενικά και ελαϊκά οξέα, ενώ τα παλμιτολεϊκά, στεατικά και λινελαϊκά οξέα και η συγκέντρωση μαγγανίου μειώθηκαν (Chouliaras *et al.* 2009).

Η διαφυλλική εφαρμογή εκχυλίσματος *A. nodosum* σε ακτινίδια, κλημεντίνη, πορτοκάλια *Navelina* και των επιτραπέζιων σταφυλιών *Italia* αύξησε σημαντικά το μέγεθος των καρπών και προώμισε την ανάπτυξη τους (Chouliaras *et al.* 1997, Colapietra and Alexander 2006). Επιπροσθέτως, έχει παρατηρηθεί πως τα φύκια και τα προϊόντα φυκιών διαθέτουν την ικανότητα να αυξάνουν την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φυτών (Blunden *et al.* 1997).

1.5.3.5. Περιεχόμενες ουσίες στα σκευάσματα φυκιών

1.5.3.5.1 Γενικές πληροφορίες ουσιών

Τα εκχυλίσματα φυκιών περιέχουν μία πληθώρα ουσιών είτε αυτές είναι οργανικές, είτε ανόργανες ή είναι φυτοορμόνες. Τα ανόργανα συστατικά του εκχυλίσματος *A. nodosum* και άλλων ομάδων φυκιών περιλαμβάνουν άζωτο, φωσφόρο, κάλιο, ασβέστιο, σίδηρο, μαγνήσιο, ψευδάργυρο, νάτριο, θείο, φθόριο, ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο, κάλιο, σίδηρος, μαγγάνιο, ψευδάργυρος, χαλκός, νικέλιο, κοβάλτιο, χρώμιο, κάδμιο (Tuhy *et al.* 2015).

Τα φύκια είναι επίσης γνωστά ως πλούσια πηγή φυσικών μορίων. Τα φύκια παράγουν υψηλές ποσότητες δευτερογενών μεταβολιτών, συμπεριλαμβανομένων των τερπενίων, των λιπιδίων, των φαινόλων, χρωστικών ουσιών (χλωροφύλλης a και b και ολικής χλωροφύλλης, καροτενοειδή και φυκοδιπρωτεΐνες), των στεροειδών και των αρωματικών ενώσεων, των παραγώγων αμινοξέων, της φλωροτανίνης και άλλων πολυμερών ουσιών (Thinakaran και Sivakumar 2013).

Τα φύκια συνθέτουν πολυσακχαρίτες όπως άγαρ, αλγινικά, καραγενάνες, φουκάνες, φουκοϊδάνες, φλωροτανίνες, λαμιναρίνες, μανιτόλη, γλυκάνες τύπου λειχανίνης και γλυκάνες που περιέχουν φουκόζη, σύμπλοκο θειωμένων ετερογλυκανών, πηκτίνες, σύμπλοκο πηκτίνης, καραγενάνες, κυτταρίνες, λιγνίνες, φουρκελαράνες, γλυκογόνα, μανάνες, ξυλάνες, αμυλάσες, αμυλοπηκτίνες, σύμπλοκο ημικυτταρίνης, γλυκομανάνες, ινουλίνες, οι οποίοι δεν απαντώνται στα χερσαία φυτά (Khan *et al.* 2009, Mirparsa *et al.* 2016). Αυτά τα πολυμερή παρουσιάζουν ποικιλία βιολογικών δραστηριοτήτων σε φυτικά συστήματα, εμπλέκονται σε μηχανισμούς άμυνας του ξενιστή και αποτελούν το 30-40% του εκχυλίσματος σε ξηρό βάρος (Myers *et al.* 2010).

Τα εκχυλίσματα καστανών φυκιών περιέχουν επίσης οσμωλύτες όπως βεταΐνες και μανιτόλη. Οι βεταΐνες που έχουν ταυτοποιηθεί στα εκχυλίσματα φυκιών είναι η γλυκίνη βεταΐνη, η βεταΐνη αμινοβαλερικού οξέος, η λαμινίνη και η βεταΐνη του αμινοβουτυρικού οξέος (MacKinnon *et al.* 2010). Η μανιτόλη εξηγεί το λόγο που τα φύκια είναι ικανά να απελευθερώσουν μη διαθέσιμα στοιχεία του εδάφους (MacKinnon *et al.* 2010).

Τα καστανά φύκια περιέχουν επίσης βιοδραστικούς δευτερογενείς μεταβολίτες, βιταμίνες και πρόδρομους βιταμινών (Berlyn and Russo 1990). Μια μεγάλη ποικιλία βιταμινών απαντώνται στα εκχυλίσματα φυκιών, όπως οι βιταμίνες C, B1 (θειαμίνη), B2 (ριβοφλαβίνη), B12, D3, E, K, νιασίνη, παντοθεικό, φολικό και φολινικό οξύ (Berlyn and Russo 1990).

Τα εκχυλίσματα καστανών φυκιών περιέχουν φυτοορμόνες όπως ινδολυλοξικό οξύ (IAA), άλλες αυξίνες, κυτοκινίνες [υψηλές συγκεντρώσεις των κυτοκινινών (CKs), ιδιαίτερα της CK τύπου trans-ζεατίνης], γιβεριλίνες, γιβερελικό οξύ (GA), και αμπισισικό οξύ (ABA) (Khan *et al.* 2009, Wally *et al.* 2012).

1.5.3.5.2 Αμπισισικό οξύ

Το αμπισισικό οξύ, που περιέχεται στα φύκια, είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση πρωτεϊνών που απαιτούνται σε συνθήκες ξηρασίας, ώστε να επιτευχθεί ανοχή ως προς την ξηρασία στους σπόρους στα χερσαία φυτά (Rensing *et al.* 2008). Επιπλέον το ABA έχει τη δυνατότητα να προωθεί το κλείσιμο των στομάτων στα φυτά, όταν επικρατούν συνθήκες ξηρασίας και να βοηθά το φυτό σε συνθήκες παγετού, και να αναστέλλει την αύξηση των βλαστών και τη βλάστηση των σπόρων (Davies 2004).

1.5.3.5.3 Κυτοκινίνες

Οι περισσότερες αποκρίσεις, στα καλλιεργούμενα φυτά, στα οποία έχουν εφαρμοσθεί φύκια, θεωρείται ότι οφείλονται κυρίως στην ομάδα των κυτοκινινών. Ακόμη και όταν τα εκχυλίσματα φυκιών εφαρμόζονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις είναι ικανά να προκαλέσουν φυσιολογικές μεταβολές, που οφείλονται στη δραστηριότητα κυτοκινίνης προάγοντας την ενδογενή σύνθεση κυτοκινίνης στα εφαρμοσθέντα φυτά (Wally *et al.* 2012). Αρκετές κυτοκινίνες όπως η τρανς-ζεατίνη, η ριβοζιδική trans-ζεατίνη και τα διυδροπαράγωγά τους, ισο-πεντενυλαδενίνη και ισο-πεντενυλο αδενοσίνη και αρκετές γλυκοσίδες κυτοκινίνης έχουν ταυτοποιηθεί σε διάφορα εκχυλίσματα φυκιών. Η κυτοκινίνη στο συμπύκνωμα των φυκιών μετατοπίζει τη φωτοσυνθετική ροή από τα βλαστικά μέρη (ρίζες, στελέχη και νεαρά φύλλα) στους αναπτυσσόμενους καρπούς και προωθεί την ανάπτυξη φρούτων (Savasangari *et al.* 2011). Οι κυτοκινίνες που

περιέχονται στα εκχυλίσματα φυκιών είναι υπεύθυνες για την αύξηση της απόδοσης και ανάπτυξης των φυτών στα οποία εφαρμόζονται, όπως για παράδειγμα στο φυτό *Cyamopsis tetragonolaba* (Savasangari *et al.* 2011).

1.5.3.5.4 Πολυαμίνες

Οι βεταΐνες έχουν απομονωθεί από πολλά είδη καφέ φυκιών. Τα εκχυλίσματα *Ascophyllum nodosum* περιέχουν βεταΐνη c-αμινοβουτυρικού οξέος, βεταΐνη d-αμινοβαλερικού οξέος και λαμινίνη, ενώ τα είδη *Laminaria* έχουν μια σειρά βεταϊνών, συμπεριλαμβανομένης της γλυκίνης βεταΐνης (Blunden *et al.* 1986). Η λειτουργία των βεταϊνών εντοπίζεται στην προστασία από παθογόνα αίτια, καθώς επίσης και σε αβιοτικούς παράγοντες, όπως αλατότητα, ξηρασία και παγετό (Khahn *et al.* 2009, Karabudak *et al.* 2014). Ένας ακόμη ρόλος των βεταϊνών έγκειται στην ενίσχυση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη των φύλλων, σε ένα ευρύ φάσμα καλλιεργειών, συμπεριλαμβανομένου της αμπέλου και της φράουλας έπειτα από μεταχείριση με εκχυλίσματα φυκιών (Mancuso *et al.* 2006, Spinelli *et al.* 2010, Jannin *et al.* 2013). Αυτή η αύξηση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη μπορεί να οφείλεται σε μείωση του ρυθμού αποικοδόμησης της χλωροφύλλης.

1.5.3.5.5 Πολυσακχαρίτες

Οι πολυσακχαρίτες που περιλαμβάνονται σε εκχυλίσματα φυκιών παρουσιάζουν ποικιλία βιολογικών δραστηριοτήτων σε φυτικά συστήματα και εμπλέκονται σε μηχανισμούς άμυνας του ξενιστή (Myers *et al.* 2010). Οι λαμιναρίνες έχει αποδειχθεί ότι διεγείρουν τη φυσική άμυνα των φυτών και εμπλέκονται στην επαγωγή γονιδίων που κωδικοποιούν διάφορες πρωτεΐνες σχετιζόμενες με την παθογένεση με αντιμικροβιακές ιδιότητες. Το υγρό λίπασμα από το *A.nodosum* περιέχει λαμιναρίνη και θειωμένες φουκάνες, τα οποία έχουν αποδειχθεί ότι αυξάνουν την παραγωγή PAL, Ο-μεθυλοτρανσφεράσης καφεϊκού οξέος, λιποξυγενάσης και σαλικυλικού οξέος ως αμυντικές αποκρίσεις στον καπνό και αντιμυκητιακών ενώσεων στη μηδική (Potin *et al.* 1999). Παρομοίως, οι караγενάνες, μια οικογένεια θειωμένων γραμμικών γαλακτανών, είναι αποτελεσματικοί διεγέρτες αμύνης σε φυτά καπνού (Mercier *et al.* 2001).

1.5.3.5.6 Φαινολικά

Τα φύκια, ιδιαίτερα τα καστανά φύκια, είναι πλούσια σε φαινολικές ενώσεις. Οι φαινολικές ενώσεις, που περιέχονται στα εκχυλίσματα φυκιών, διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο ως προς την αντιοξειδωτική δράση, την απομάκρυνση των ριζών, όπως είναι οι μονές ρίζες οξυγόνου, υπεροξειδίου, υδροξυλίου, αλκοξυλίου και υπεροξειδίου (Andjelkovic *et al.* 2006).

1.5.3.5.7 Φλαβονοειδή

Τα θαλάσσια φύκια, περιέχουν φλαβονοειδή, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών και στην αλληλεπίδραση με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η ανταπόκριση στο υπεριώδες φως και άλλες αβιοτικές και βιοτικές καταπονήσεις (Jannin *et al.* 2013).

1.5.4 Αμινοξέα

1.5.4.1 Γενικές πληροφορίες

Η χρήση των αμινοξέων στον αγροτικό τομέα έχει αρχίσει να εμφανίζει πολλά θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών. Η χημική δράση των αμινοξέων ευνοεί την μεγαλύτερη και ευκολότερη απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, από τους φυτικούς ιστούς, όταν αυτά εφαρμόζονται παράλληλα, λόγω της επίδρασης στη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών και του χαμηλού μοριακού βάρους (Westwood 1993). Αυτό αποδεικνύεται από την εφαρμογή αμινοξέων σε φυτά φασολιού, στα οποία αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητα σε άζωτο (N), φώσφορο (P), κάλιο (K), μαγνήσιο (Mg), ασβέστιο (Ca) και την αναλογία K : νατρίου (Na) στους ιστούς των φύλλων (Shadak *et al.* 2014). Επίσης τα αμινοξέα παρέχουν στα φυτικά κύτταρα μια άμεσα διαθέσιμη πηγή αζώτου, το οποίο απορροφάται από τα κύτταρα πιο γρήγορα από το ανόργανο άζωτο (Thon *et al.* 1981). Τα αμινοξέα θεωρούνται πρόδρομα συστατικά των πρωτεϊνών, τα οποία είναι σημαντικά για τη διέγερση της κυτταρικής ανάπτυξης (Rai 2002). Περιέχουν τόσο οξέα όσο και βασικές ομάδες και δρουν ως ρυθμιστικά, τα οποία βοηθούν στη διατήρηση ευνοϊκής τιμής pH εντός του φυτικού

κυττάρου (Davies 1982). Τα αμινοξέα παίζουν σημαντικό ρόλο στην αναγωγή του pH του εδάφους όταν εφαρμόζονται μέσω εδάφους. Η χρήση τους βελτιώνει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών, ειδικά των ιχνοστοιχείων, σε εδάφη που περιέχουν ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο μειώνοντας το εδαφικό pH (Abdel-Razek and Saleh 2012).

Επίσης, τα αμινοξέα είναι ένας πολύ γνωστός βιοδιεγέρτης που έχει θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών, την απόδοση, και μετριάξει σημαντικά τις απώλειες που προκαλούνται από αβιοτικές καταπονήσεις (Kowalczyk and Zielony 2008). Η αυξημένη συγκέντρωση K και η μειωμένη Na στα φύλλα μπορεί να είναι ένας από τους πιθανούς μηχανισμούς αυξημένης ανοχής σε αλατότητα με εφαρμογή αμινοξέων σε φυτά φασολιών (Shadak *et al.* 2014). Τα αμινοξέα προστατεύουν τα φυτά από την καταπόνηση με διαφορετικούς τρόπους, συμπεριλαμβανομένης της συμβολής σε κυτταρικές οσμωτικές ρυθμίσεις, αποτοξίνωσης ενεργών μορφών οξυγόνου, διατήρησης της ακεραιότητας της μεμβράνης και σταθεροποίησης ενζύμων / πρωτεϊνών (Bohnert και Jensen 1996).

Έχει αναφερθεί ότι η προλίνη συσσωρεύεται σε συνθήκες ξηρασίας, υψηλής αλατότητας, υψηλής ακτινοβολίας φωτός και UV, και μετά από έκθεση σε βαριά μέταλλα (Saradhi *et al.* 1995, Choudhary *et al.* 2005, Saito *et al.* 2012). Τα αμινοξέα μπορεί να ανακουφίσουν τα φυτά από συνθήκες καταπόνησης από αλατότητα, είτε μέσω οσμωτικής ρύθμισης είτε παρέχοντας αντίσταση στην αποξήρανση στα φυτικά κύτταρα (Shadak *et al.* 2014). Επιπλέον, σε συνθήκες αλατότητας έχει βρεθεί πως ο διαφυλλικός ψεκασμός αμινοξέων ενισχύει τις φωτοσυνθετικές χρωστικές ουσίες των φυτών (Shadak *et al.* 2014). Έτσι στις περιπτώσεις ανεπαρκούς παροχής υδατανθράκων λόγω της μείωσης του καθαρού ρυθμού φωτοσύνθεσης που συμβαίνουν συνήθως σε συνθήκες καταπόνησης, τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιούν αμινοξέα ως εναλλακτικά υποστρώματα για μιτοχονδριακή αναπνοή (Hildebrandt 2018).

Έχει βρεθεί επίσης πως η διαφυλλική εφαρμογή αμινοξέων μειώνει την επίδραση της αυτοτοξικότητας και αυξάνει την ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών φράουλας (Mondal *et al.* 2013). Συγκεκριμένα, η εφαρμογή φυλλώματος υδροξυπρολίνης (Hyp) και γλουταμινικού οξέος (Glu) επέτρεψε στα φυτά φράουλας να αποφύγουν τις επιπτώσεις της αυτοτοξικότητας (Talukder *et al.* 2018). Επίσης, σε φυτά σόγιας, κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού αμινοξέων, το ιόν αμμωνίου (NH₄) ενσωματώνεται πρώτα σε γλουταμίνη (Gln) σε συνδυασμό με το γλουταμικό οξύ (Glu) από το ένζυμο

συνθετάση γλουταμίνης, και έτσι ανακουφίζει το ανασταλτικό αποτέλεσμα της αυτοτοξικότητας (Ohyama *et al.* 2017)

Η συνολική βελτίωση της φυτικής απόδοσης λόγω της εφαρμογής αμινοξέων μπορεί να οφείλεται στην παροχή μιας εύκολα πηγής ουσιών που σχηματίζουν την πρωτεΐνη στους ζωντανούς ιστούς (Mervat *et al.* 2014). Επιπλέον τα αμινοξέα είναι οι πρόδρομοι που χρησιμοποιούνται κατά τη σύνθεση της χλωροφύλλης, έτσι η εφαρμογή τους μπορεί να επηρεάσει έμμεσα την παραγωγή ξηράς ουσίας στα φυτά (Yaronskaya *et al.* 2006).

1.5.4.2 Εφαρμογές αμινοξέων στη γεωργία

1.5.4.2.1 Δενδρώδεις καλλιέργειες

Οι διαφυλλικές εφαρμογές αμινοξέων σε σπορόφυτα ελιάς προήγαγαν την ανάπτυξη τους, καθώς αυξήθηκε το ύψος των φυτών, εκπύχθηκαν περισσότεροι βλαστοί με μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και περισσότερα φύλλα ανά σπορόφυτο (Yousef *et al.* 2011). Έτσι τα φυτά που προέκυψαν ήταν μεγαλύτερης διαμέτρου. Όσον αφορά τα μακροθρεπτικά στοιχεία, η περιεκτικότητα φωσφόρου δεν επηρεάστηκε, αλλά η περιεκτικότητα N και K αυξήθηκε (Yousef *et al.* 2011). Σε φυτά υποκειμένου μηλιάς EM26 η *in vitro* εφαρμογή αμινοξέων (αργινίνη και κυστεΐνη) είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των εκπυσσόμενων βλαστών, χωρίς όμως να επηρεάσει το μήκος τους (Sotiropoulos *et al.* 2005). Τα μακροθρεπτικά στοιχεία N, K και η συγκέντρωση χλωροφύλλης αυξήθηκαν από την εφαρμογή των αμινοξέων. Η περιεκτικότητα των θρεπτικών P, μαγνησίου (Mg), σιδήρου (Fe), μαγγανίου (Mn), ψευδαργύρου (Zn), βορίου (B) δεν επηρεάστηκε σημαντικά, παρά μόνο του Ca που αυξήθηκε η περιεκτικότητά του (Sotiropoulos *et al.* 2005). Η εφαρμογή αμινοξέων από εδάφους και από φυλλώματος στα ροδάκινα *Florida Prince* αύξησε το μήκος, το πλάτος και τον όγκο των καρπών με αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους τους και αύξηση της απόδοσης (AbdEl-Razek and Saleh 2012). Επίσης η εφαρμογή των αμινοξέων επιτάχυνε την ωρίμανση των καρπών και βελτίωσε την ποιότητα τους. Η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης α, β, α+β και των ανθοκυανών αυξήθηκε, καθώς επίσης και η περιεκτικότητα αζώτου, φωσφόρου και καλίου. Στους καρπούς τα ολικά

διαλυτά στερεά αυξήθηκαν με την εφαρμογή των αμινοξέων, ενώ η οξύτητα ήταν μειωμένη (AbdEl-Razek and Saleh 2012).

Η εφαρμογή αμινοξέων, όπως γλουταμινικό οξύ και υδροξυπρολίνη, σε φυτά φράουλας, που υπόκειντο σε αυτοτοξικότητα σε υδροπονική καλλιέργεια, είχε θετική επίδραση στην ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών (Talukder *et al.* 2018). Τα άνθη και οι καρποί ανά φυτό αυξήθηκαν και η περιεκτικότητα σιδήρου και μαγνησίου των φύλλων ήταν υψηλή. Επιπλέον, ο αριθμός των φύλλων, το πλάτος των φύλλων και το μήκος των φύλλων αυξήθηκαν (Talukder *et al.* 2018). Σε φυτά φράουλας, επίσης, η εφαρμογή αμινοξέων είχε ως αποτέλεσμα την έκπτυξη περισσότερων φύλλων και την αύξηση του μήκους του φυτού, την αύξηση της απόδοσης, αλλά δεν επηρέασε το βάρος και τη διάμετρο των καρπών (Shehata *et al.* 2011). Τα φρούτα φράουλας εμφάνισαν υψηλή τιμή ολικών διαλυτών στερεών και αύξηση της περιεκτικότητας ανθοκυανών (Shehata *et al.* 2011). Φυτά τομάτας, που αναπτύσσονταν σε περιβάλλον αυξημένης αλατότητας, στα οποία εφαρμόστηκαν αμινοξέα έδειξαν να ξεπερνούν την κατάπνωση, καθώς αυξήθηκε το ύψος των φυτών, η φυλλική επιφάνεια, το νωπό και ξηρό βάρος φυτού (Tantawy *et al.* 2009). Η περιεκτικότητα χλωροφύλλης και καλίου των φύλλων αυξήθηκαν, όπως επίσης και η απόδοση των καρπών (αύξηση ποσότητας καρπού και βάρους του) (Tantawy *et al.* 2009).

1.5.5 Θειασβέστιο

1.5.1 Γενικές πληροφορίες

Το θειασβέστιο (*Limesulfur*) αποτελεί ένα φιλικό προς το περιβάλλον ανόργανο υλικό που χρησιμοποιείται παγκοσμίως για τον έλεγχο κύρια ασθενειών αλλά και αρθροπόδων σε πολλές καλλιέργειες και μπορεί να αντικαταστήσει τα σκευάσματα χαλκού (Tuelher *et al.* 2014). Επίσης, το θειασβέστιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αραιωτικό ανθέων, άλλα λόγω των καυστικών ιδιοτήτων του μπορεί να καταστείλει το ρυθμό φωτοσύνθεσης με αποτέλεσμα την αύξηση της καταπόνησης και απώλεια ζωτικότητας γύρης ή μείωση ανάπτυξης καρπού (Palmer *et al.* 2003, Mc Artney *et al.* 2006). Έτσι, οι εφαρμογές θειασβεστίου μπορεί να οδηγήσουν σε χαμηλότερες αποδόσεις φρούτων, πρόωρη καρπόπτωση και μπορεί να προκαλέσουν φυτοτοξικά εγκαύματα στα φρούτα, μειώνοντας την εξωτερική ποιότητα των φρούτων

(Rosenberger and Jentsch, 2006). Επιπροσθέτως, το θειασβεστίο μετά από χρόνια χρήση μπορεί να επηρεάσει τις ιδιότητες του εδάφους και τη λειτουργία των ριζών των φυτών, μέσω της τροποποίησης του pH του εδάφους (Andrade *et al.* 2020).

1.5.2 Εφαρμογές έναντι ασθενειών και εχθρών

Οι εφαρμογές θειασβεστίου στα φυτά μπορούν να προσδώσουν προληπτική και θεραπευτική δράση έναντι κάποιων ασθενειών, όταν εφαρμοστούν 20-72 ώρες από την μόλυνση. Αυτή η θεραπευτική δράση του θειασβεστίου εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα υγρασίας (Trapman 2001, Holb and Schnabel 2005). Επιπλέον το θειασβεστίο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σε θερμοκρασίες άνω των 15° C, υποδηλώνοντας ότι η θεραπεία μπορεί να ήταν πιο αποτελεσματική λόγω μεγαλύτερης πρόσληψης σε υψηλότερες θερμοκρασίες (DeLong *et al.* 2018). Οι διαφυλλικές εφαρμογές θειασβεστίου μπορούν να διαχειριστούν αποτελεσματικά τους πληθυσμούς *Brevipalpus yothersi*, μυζητικών εντόμων που μεταδίδουν τον ιό της λέπρωσης των εσπεριδοειδών (Andrade *et al.* 2020). Όσον αφορά τη μυκητοκτόνο δράση του θειασβεστίου, αυτή επιβεβαιώνεται από μία σειρά εφαρμογών που κατέληξαν σε θετικά αποτελέσματα έναντι προσβολών όπως της μονίλιας στα άνθη ροδακινιάς (*Monilinia laxa*), οίδιο μήλων (*Podosphaera leucotricha*), μαύρη και λευκή σήψη (*sootyblotch* και *flyspeck*) μήλου, φουζικλάδιο (*Venturia inaequalis*), σκουριά μήλου (*Gymnosporangium juniper*) και ελκών του ξύλου ροδακινιάς (*Cytospora leucostoma*) (Palmer *et al.* 2003, Holb and Schnabel 2005, Rosenberger and Jentsch 2006, Cromwell *et al.* 2011, DeLong *et al.* 2018, Miller *et al.* 2019). Τέλος, δεν βρέθηκε να εμφανίζει μεγάλη αποτελεσματικότητα έναντι του μύκητα *Botrytis cinerea* (Palmer *et al.* 2003).

1.5.3 Το θειασβεστίο στη φυσιολογία φυτού

Η διαφυλλική εφαρμογή θειασβεστίου σε εσπεριδοειδή μετέβαλλε το ρυθμό απορρόφησης θρεπτικών, με αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης μικροθρεπτικών συστατικών όπως βόριο, χαλκό, μαγγάνιο, ψευδάργυρο στα φύλλα, ενώ αύξησε τη συγκέντρωση αζώτου και φωσφόρου στη λαχανίδα (Nuñez *et al.* 2018, Andrade *et al.* 2020). Επιπλέον εφαρμογές θειασβεστίου αύξησαν τα ολικά διαλυτά

στερεά σε νεκταρίνια και ροδάκινα (Rasouli *et al.* 2020). Η εφαρμογή θειασβεστίου λειτούργησε ως αραιωτικό όταν εφαρμόζεται στην πλήρη άνθιση, καθώς μείωσε την ποσότητα των καρπών ανά δένδρο σε νεκταρίνια, ροδάκινα και μήλα, και αύξησε το βάρος και το μέγεθος των καρπών τους στη συγκομιδή, ενώ βελτίωσε και το χρώμα φλοιού των μήλων (Palmer *et al.* 2003, Rasouli *et al.* 2020).

1.5.6 Ζεόλιθος

1.5.6.1 Γενικές πληροφορίες

Ο ζεόλιθος αποτελεί ένα ορυκτό, χαμηλού κόστους, που λόγω των θετικών επιδράσεων του διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη γεωργία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ζεόλιθου όπως ο φυσικός, ο χαβαζητικός, ο κλινοπτιλόλιθος και ο συνθετικός. Ο ζεόλιθος έχει την ικανότητα να απελευθερώνει θρεπτικά στοιχεία, λειτουργώντας ως λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης, δίνοντας στο φυτό πρόσβαση σε νερό και θρεπτικά συστατικά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση υδάτινων πόρων και μείωση της ποσότητας λιπάσματος που θα εφαρμοστεί, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της ποσότητας νερού που χρησιμοποιείται ανά καλλιέργεια και ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα που προκύπτει από την υπερβολική χρήση λιπασμάτων (Grande *et al.* 1995). Κατά αυτό τον τρόπο βελτιώνει τη χρήση των ενώσεων N, αυξάνει τη διαθεσιμότητα P, μειώνει τις απώλειες έκπλυσης των ανταλλάξιμων κατιόντων, ειδικά του K^+ , και ενεργεί ως πηγή θρεπτικών συστατικών που διατίθενται όταν τα χρειάζονται το φυτό (Bernardi *et al.* 2008). Επιπλέον η χρήση ζεόλιθου στο έδαφος είχε θετική επίδραση στην περιεκτικότητα στα κύρια θρεπτικά συστατικά (N, P, K και Ca) στα φύλλα και τα φρούτα (Jakab and Jakab 2010). Ο ζεόλιθος έχει την ικανότητα να μειώνει τις επιπτώσεις της ξηρασίας, καθώς απελευθερώνει νερό στις καλλιέργειες μέντας, όταν εφαρμόστηκε στο έδαφος (Ghanbari and Agiafar 2013). Επιπλέον η εφαρμογή ζεολίθου μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, όπως στην αγωγιμότητα, στη διείσδυση, επηρεάζει το pH του εδάφους φέρνοντάς το πιο κοντά στο ουδέτερο, βελτιώνει τον εξαερισμό και την περιεκτικότητα σε χούμο και βοηθά στη βελτίωση της δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος (Lal 2015, Mirzaei *et al.* 2015). Τέλος, με τη χρήση ζεολίθου διασφαλίζεται καλύτερη βλαστική ανάπτυξη των καλλιεργειών και επομένως υψηλότερες αποδόσεις (Khodaei-Joghan and Asilan, 2012).

1.5.6.2 Δράσεις Ζεολίθου στη φυσιολογία-μορφολογία των φυτών

Μοσχεύματα ελιάς τα οποία αναπτύχθηκαν σε έδαφος ριζοβολίας με χαβαζητικό ζεόλιθο εμφάνισαν μεγαλύτερο ποσοστό ριζοβολίας, σε σύγκριση με άλλα υποστρώματα (Prisa 2018). Αυτό πιθανότατα οφείλεται στην σταδιακή απελευθέρωση νερού, που σταθεροποιεί τη θερμοκρασία του υποστρώματος ριζοβολίας και επιτρέπει καλύτερη ανάπτυξη ρίζας. Επίσης τα μοσχεύματα εμφάνισαν αύξηση του νωπού βάρους ρίζας, αύξηση του ύψους των ριζών και του νωπού βάρους του φυτού. Τέλος, εμφάνισαν μικρό μήκος ριζών λόγω της βελτίωσης της κατακράτησης νερού σε περιοχές όπου οι κόκκοι ζεολίθου ήταν συγκεντρωμένοι και διεγείρουν την ανάπτυξη μικρο-ριζών (Prisa 2018). Μικρό μήκος ριζών επίσης εμφάνισαν φυτά ελιάς τα οποία αναπτύχθηκαν σε ανθρακούχα εδάφη, στα οποία είχε εφαρμοστεί τροποποιημένος συνθετικός ζεόλιθος (με ψευδάργυρο) (Paskovic *et al.* 2018). Η εφαρμογή συνθετικού ζεολίθου-Zn ή ζεολίθου-Mn δεν επηρέασε το μήκος βλαστών ή το ξηρό βάρος των ριζών, των στελεχών και των φύλλων, ωστόσο ο όγκος της ρίζας και η διάμετρος αυξήθηκαν σημαντικά (Paskovic *et al.* 2018). Επιπλέον η προσθήκη ζεολίθου ηφαιστειακής προέλευσης βελτίωσε τα χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης των ελαιόδεντρων υπό συνθήκες ξηρασίας, με σημαντικά αποτελέσματα αύξησης στο μήκος του βλαστού, στη διάμετρο του βλαστού, στη διάμετρο του κορμού, στο ύψος φυτού, αριθμό κλαδιών, αριθμό φύλλων και βάρος φυτού (Al Tabbal *et al.* 2019). Η παρατηρούμενη αύξηση της βλαστικής ανάπτυξης υποδηλώνει ότι τα φυτά δεν υπέστησαν καταπόνηση από έλλειψη νερού. Η εφαρμογή φυσικού ζεολίθου στο έδαφος αγρού με φυτά βερικοκιάς είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους των φρούτων, τη διάμετρο και τη σκληρότητα σάρκας (Milocevic *et al.* 2013). Επίσης τα διαλυτά στερεά, τα ολικά φλαβονοειδή και ολικά φαινολικά στα φρούτα αυξήθηκαν με την εδαφική εφαρμογή ζεολίθου, ενώ δεν επηρεάστηκε η οξύτητα (Milocevic *et al.* 2013).

Δεν βρέθηκε καμία εργασία με την επίδραση του διαφυλλικού ζεολίθου στο φυτό.

1.5.6.3 Ζεόλιθος και απορρόφηση θρεπτικών

Τα επίπεδα αζώτου, φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου, ασβεστίου, ψευδαργύρου, μαγγανίου και χαλκού βρέθηκε πως αυξήθηκαν από την εφαρμογή διαφόρων τύπων ζεολίθου στο έδαφος (Caballero *et al.* 2008, Milocevic *et al.* 2013, Ozbahce *et al.* 2015, Paskovic *et al.* 2018, Al Tabbal *et al.* 2019) Συγκεκριμένα σε φύλλα ελιάς η εδαφική εφαρμογή ζεολίθου αύξησε τα επίπεδα αζώτου και καλίου στα φύλλα (Caballero *et al.* 2008). Επιπλέον σε φύλλα ελιάς βρέθηκαν αυξημένα και τα επίπεδα του φωσφόρου, νατρίου, μαγνησίου και ασβεστίου μετά την εφαρμογή ηφαιστειακής προέλευσης ζεολίθου σε φυτά κάτω από συνθήκες ξηρασίας (Paskovic *et al.* 2018, Al Tabbal *et al.* 2019). Τέλος στα βερίκοκα βρέθηκαν αυξήσεις των θρεπτικών συστατικών, μετά την εδαφική εφαρμογή ζεολίθου, οι οποίες αφορούν φώσφορο, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο, μαγγάνιο, χαλκό (Milocevic *et al.* 2013).

1.6 Φωτοσύνθεση και ελιά

1.6.1 Γενικές πληροφορίες

Η φωτοσύνθεση αποτελεί μία διαδικασία στην οποία τα φυτά απορροφούν ατμοσφαιρικό CO₂ και μέσω βιοχημικών αντιδράσεων που τροφοδοτούνται ενεργειακά από το φως, το μετατρέπουν σε βιομάζα. Τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης, χρησιμοποιούν την ενέργεια του φωτός για την παραγωγή υδατανθράκων και οξυγόνου από διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, μέχρι ένα κρίσιμο σημείο, που συγκεκριμένα για την ελιά είναι οι 35 °C. Από αυτό το σημείο και έπειτα ο ρυθμός φωτοσύνθεσης αναστέλλεται σταδιακά (Θεριός 2005). Αυτό οφείλεται στην έλλειψη νερού που δημιουργείται μεταξύ φύλλων και αέρα, που έχει ως συνέπεια το κλείσιμο των στομάτων για εξοικονόμηση νερού (Καραμπουρνιώτης κ.ά. 2012). Τόσο η διάρκεια της φωτεινής ακτινοβολίας, όσο και η ένταση του φωτός παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή. Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της έντασης του φωτός μέχρι το “σημείο φωτοκορεσμού”, μία κρίσιμη τιμή όπου από εκεί και μετά η ένταση της ακτινοβολίας έχει αρνητικά αποτελέσματα για τη χλωροφύλλη των φύλλων (Θεριός 2005).

1.6.2 Ξηρά ουσία φύλλου και ειδικό βάρος

Η ξηρά ουσία του φύλλου χαρακτηρίζεται από τα ανόργανα θρεπτικά (κυρίως N, Ca, K) και τις οργανικές ουσίες του φύλλου (πρωτεΐνες, υδατοδιαλυτά σάκχαρα και οξέα, άμυλο, μεμβράνες, κυτταρικό τοίχωμα). Το ποσοστό % ξηράς ουσίας σχετίζεται θετικά με την ηλικία του φύλλου (όσο πιο μεγάλης ηλικίας, τόσο υψηλότερο) και με διαφόρων τύπων καταπονήσεις. Έτσι όσο περισσότερο έχει καταπονηθεί ένα φύλλο χωρίς να έχει υποστεί ζημιά, τόσο πιο υψηλό το ποσοστό % ξηράς ουσίας (Καραμπουρνιώτης κ.ά. 2012). Πρακτικά αυξάνεται η συγκέντρωση ωσμωτικά ενεργών συστατικών και η δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων. Μέσω του ειδικού βάρους υπολογίζεται, πόση ξηρά ουσία περιέχεται σε μια μονάδα επιφάνειας φύλλου. Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, όσο καλύτερα λειτουργεί η φωτοσύνθεση, συχνά αυτό οδηγεί και σε υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας και υψηλότερο ειδικό βάρος (Καραμπουρνιώτης κ.ά. 2012).

1.6.3 Χλωροφύλλες a και b

Οι χλωροφύλλες a και b αποτελούν μέρος των φωτοσυστημάτων και απορροφούν φως για να το μετατρέψουν σε χημική ενέργεια που θα ενεργοποιήσει τις σκοτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης. Υψηλή συγκέντρωση χλωροφύλλης αντιπροσωπεύει είτε την καλύτερη θρέψη με άζωτο, είτε την καλή παραγωγικότητα του φύλλου. Η χλωροφύλλη a είναι απαραίτητη για την οξυγονική φωτοσύνθεση, ενώ η χλωροφύλλη b είναι μια βοηθητική χλωροφύλλη που δεν εμπλέκεται άμεσα στη μεταγωγή ενέργειας για τη φωτοσύνθεση (Raven *et al.* 2014). Η χλωροφύλλη b, ως βοηθητική, λειτουργεί κύρια όταν το φύλλο βρίσκεται υπό σκιά, προσπαθώντας να συλλέξει φωτόνια. Έτσι αυξάνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b και μειώνεται η σχέση χλωροφύλλης a / χλωροφύλλη b (Chla/b) σε συνθήκες σκίασης. Μείωση του λόγου chla/b μπορεί επίσης να σημαίνει μη ορθή λειτουργία των φύλλων (τα φωτισμένα φύλλα έχουν τιμή περίπου 3). Η έκφραση της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου σχετίζεται έμμεσα με το πάχος του φύλλου και τη λειτουργία του. Συγκεκριμένα, τα φύλλα που βρίσκονται στη σκιά κατά την ανάπτυξη τους εμφανίζουν μεγαλύτερη επιφάνεια ελάσματος, και μικρότερο πάχος (ένα μόνο στρώμα δυφρακτοειδούς παρεγχύματος και λίγο πλάτος σπογγώδους παρεγχύματος). Επομένως ο υπολογισμός της συγκέντρωσης χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μας δίνει πληροφορίες για τη μεστότητα

του φύλλου και του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται, αλλά και έμμεσα για την παραγωγικότητά του.

1.7 Ποιότητα καρπών ελιάς

Με τον όρο ποιότητα αναφερόμαστε σε εκείνα τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει ο καρπός ώστε να είναι αποδεκτός. Όσον αφορά την ποιότητα των καρπών της ελιάς, κρίνεται σκόπιμο να μετρηθούν το βάρος του καρπού, η κατανομή του σε νωπό και ξηρό βάρος (σχετίζεται με την ελαιοπεριεκτικότητα και τη γεύση της επιτραπέζιας ελιάς), το βάρος και οι διαστάσεις (μέγεθος) του καρπού και το χρώμα του φλοιού. Όσο πιο υψηλό το ποσοστό % ξηράς ουσίας του καρπού, τόσο πιο γευστικός και 'πλούσιος' είναι ο καρπός. Για το χρώμα του καρπού μετράμε το πόσο σκούρο ή πόσο φωτεινό είναι το χρώμα του φλοιού, αλλά και πόσο πράσινος ή κίτρινος είναι, καθώς σχετίζεται άμεσα με τη μέθοδο μεταποίησης και την ποιότητα ελαιολάδου. Το μέγεθος του καρπού έχει άμεση σχέση με το συνολικό φορτίο ενός δένδρου. Όσο λιγότερους καρπούς έχει ένα δένδρο, τόσο μεγαλύτερο μέγεθος έχουν. Το μέγεθος βέβαια στις επιτραπέζιες ελιές έχει άμεση σχέση με την εμπορικότητα του καρπού.

1.8 Σκοπός Ερευνητικής Εργασίας

Η αλόγιστη χρήση χαλκού από τους γεωργούς έχει επιφέρει αρκετά δυσμενή αποτελέσματα στη φύση. Η ανθεκτικότητα που έχει δημιουργηθεί στα βακτήρια και τους μύκητες, η συσσώρευση του στο έδαφος και η τοξικότητα του σε μικροοργανισμούς και φυτά επιβάλλει τη στροφή γεωπόνων και αγροτών σε εναλλακτικούς τρόπους διαχείρισης των ασθενειών. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό την εύρεση εναλλακτικών σκευασμάτων που θα μπορούν να προσφέρουν τα ίδια ή ισάξια θετικά αποτελέσματα με αυτά του χαλκού, με σκοπό τη μείωση των εφαρμογών χαλκού και οργανικών σκευασμάτων. Επιχειρήθηκε μέσω αυτών των σκευασμάτων (Εκχυλίσματα φυκιών, Αμινοξέα, Ασβέστιο, Πυρίτιο, Θειασβέστιο, Ζεόλιθο) είτε να αντιμετωπίσουμε άμεσα τους φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς, είτε να επάγουμε τη φυσική άμυνα και ενδυνάμωση του φυτού, ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός- Χαρακτηριστικά Ελαιώνων

Για τη διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας σε αγρό, χρησιμοποιήθηκαν δύο ελαιώνες στην Περιοχή της Νέας Τενέδου Χαλκιδικής με την τοπική ποικιλία Χονδρολιά Χαλκιδικής. Οι ελαιώνες είναι ηλικίας 21 (έτος φύτευσης 1999) και 11 (έτος φύτευσης 2008) ετών. Ο αγρός ηλικίας 21 ετών βρίσκεται στη περιοχή Ματατζή (40.353915, 23.249038), είναι περίπου 15 στρέμματα με πυκνότητα φύτευσης 22 δέντρα/στρέμμα σε διάταξη ρόμβου, με αποστάσεις φύτευσης 7x7 m και η διαμόρφωση κάθε δένδρου είναι κυπελλοειδής. Το έδαφος μπορεί να χαρακτηριστεί ως Αμμοαργιλοπηλώδες (44,7% Άμμος, 21,3% ιλύς, 34% Άργιλος), αλκαλικό με pH 8,5, οργανική ουσία 1,9%, και αγωγιμότητα 0,93mScm⁻¹. Ο αγρός ηλικίας 11 ετών βρίσκεται στη περιοχή Ραχώνα (40.363787, 23.250428), είναι 35 στρέμματα με πυκνότητα φύτευσης 24 δέντρα/στρέμμα σε διάταξη ρόμβου, με αποστάσεις φύτευσης 6x6,5 m και η διαμόρφωση κάθε δένδρου είναι κυπελλοειδής. Το έδαφος χαρακτηρίζεται αμμοαργιλώδες έως αμμοαργιλοπηλώδες (45,7% άμμος, 22,3% ιλύς, 35,2% άργιλος), αλκαλικό με pH 8,2, οργανική ουσία 2%, και αγωγιμότητα 0,70mScm⁻¹. Οι δύο αγροί περιβάλλονται από γειτονικούς ελαιώνες και ο ελαιώνας στη Ραχώνα τοποθετείται δίπλα σε ρέμα, ενώ έχει μία κλίση προς αυτό 5 έως 30%.

2.2 Επεμβάσεις Ελαιώνων

Στους δύο ελαιώνες πραγματοποιήθηκαν οι ίδιες μεταχειρίσεις-ψεκασμοί και χρησιμοποιήθηκαν 4 δένδρα ως μάρτυρες, 8 δένδρα πειραματικά και 5 συμβατικά από το καθένα.

Οι επεμβάσεις ξεκίνησαν αμέσως μετά την συγκομιδή του 2018, τον Οκτώβριο.

Στους μάρτυρες δεν εφαρμόστηκε κανένα μυκητοκτόνο παρά μόνο ψεκάστηκε βορδιγάλειος πολτός (20% Cu) σε 1% στο ψεκαστικό διάλυμα λόγω χαλαζόπτωσης τον Ιούλιο 2019. Στα συμβατικά εφαρμόστηκαν πολλά μυκητοκτόνα τόσο οργανικά όσο και ανόργανα (Πίν. 2.1). Τέλος στα πειραματικά εφαρμόστηκαν μόνο όσα αναφέρονται παρακάτω και βορδιγάλειος πολτός (20% Cu) σε 1% στο ψεκαστικό διάλυμα λόγω χαλαζόπτωσης τον Ιούλιο 2019 (Πίν. 2.2).

Πίνακας 2.1 Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα συμβατικών δένδρων.

Ετικέτα	Δραστική ουσία	Εφαρμογή
Caldo Bordeles	Θεικός Χαλκός με ασβέστη	7/1/2018
		11/10/2018
Flint	Trifloxystrobin	24/4/2018
		2/7/2018
Flint Max	Tebuconazole+Trifloxystrobin	24/4/2018
		3/12/2018
Funguran	Υδροξειδίο του Χαλκού	30/6/2018

Ο όγκος του ψεκαστικού διαλύματος που απαιτούνταν για να καλυφθούν 16 δένδρα υπολογίστηκε στα 100 λίτρα.

Οι ψεκασμοί των πειραματικών δένδρων πραγματοποιήθηκαν με την χρήση γεωργικού ελκυστήρα 85 ίππων και μάνικας ψεκασμού.

Οι ετήσιοι βλαστοί των οποίων το μήκος και τα μεσογονάτια διαστήματα μετρήθηκαν, επιλέχθηκαν τυχαία.

Τα μαύρα [λαστικά φύλλα δε χρειάζεται να έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις, το ζητούμενο είναι η κόμη του δένδρου να βρίσκεται εντός τους, με σκοπό η πτώση των φύλλων να πραγματοποιηθεί πάνω στα πλαστικά.

Οι δράσεις που έγιναν στα πειραματικά δέντρα κάθε ελαιώνα φαίνονται παρακάτω:

Οκτώβριος (12 Οκτωβρίου 2018): Ψεκασμός πειραματικών με Θειασβέστιο 2%

Απρίλιος 2019:

- i. 6 Απριλίου στρώσιμο μαύρων νάιλον κάτω από 3 πειραματικά, 1 μάρτυρα, 2 συμβατικά (ελαιώνας Ματατζή).
- ii. 21 Απριλίου συλλογή πεσμένων φύλλων, εξέταση τους απευθείας για ασθένειες και μέτρηση μήκους ετήσιων βλαστών (ελαιώνας Ματατζή).
Στρώσιμο μαύρων νάιλον κάτω από 1 πειραματικό, 1 μάρτυρα, 1 συμβατικό (ελαιώνας Ραχώνα).

- iii. 22 Απριλίου ψεκασμός πειραματικών με 200 mL Barrier (περιέχει Ca+Si), 80 γραμμάρια φύκι-εκχυλίσματος *Ascophyllum nodosum*, 80 γραμμάρια αμινοξέα σε 100 λίτρα ψεκαστικού.
- iv. 26 Απριλίου δε μετρήθηκε μήκος βλαστών, παρά μόνο πεσμένα φύλλα και εξέταση τους για ασθένειες.



Εικόνα 2.2.1 : Στρώσιμο πλαστικών 6 Απριλίου



Εικόνα 2.2.2. : Μέτρηση μήκους ετησίων βλαστών 21 Απριλίου



Εικόνα 2.2.3 : 21 Απριλίου συλλογή πεσμένων φύλλων, εξέταση τους απευθείας για ασθένειες

Μάιος 2019:

- i. 4 Μάιου μέτρηση μήκους βλαστών, συλλογή και εξέταση πεσμένων φύλλων.
- ii. 30 Μάιου ψεκασμός με 200 mL Barrier (περιέχει Ca+Si), 80 γραμμάρια φύκι-εκχυλίσματος *Ascophyllum nodosum*, 80 γραμμάρια αμινοξέα σε 100 λίτρα ψεκαστικού.

Ιούνιος 2019:

- i. 24 Ιουνίου ψεκασμός 200 mL Barrier (περιέχει Ca+Si), 80 γραμμάρια φύκι-εκχυλίσματος *Ascophyllum nodosum*, 80 γραμμάρια αμινοξέα σε 100 λίτρα ψεκαστικού.
- ii. 26 Ιουνίου συλλογή δειγμάτων για μετρήσεις.

Ιούλιος 2019 :

- i. 24 Ιουλίου ψεκασμός με 5% ζεόλιθο.
- ii. 10 Ιουλίου βορδιγάλειος πολτός (20% Cu) 1% στο ψεκαστικό διάλυμα σε όλα τα δένδρα λόγω χαλαζόπτωσης.

Σεπτέμβριος 2019 :

- i. 5 Σεπτεμβρίου ψεκασμός με ζεόλιθο 5%.
- ii. 18 Σεπτεμβρίου συλλογή δειγμάτων.

Ακολουθεί πίνακας με τα γεωργικά προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν και επεξήγηση τους.

Πίνακας 2.2 Γεωργικά σκευάσματα Πειραματικών δένδρων.

Ετικέτα	Δόση σε 100 λίτρα νερού
ΘείοΘειικό Ασβέστιο	2%, δηλαδή 2 L
Εκχύλισμα φυκιών (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	80 g
Barrier	200 mL
Ζεόλιθος	5 kg
Αμινοξέα	80 g

Για τη διαφυλλική εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό σκεύασμα AXEKELP, που περιέχει 100% από το στέλεχος *Ascophyllum nodosum*. Η σύνθεση του είναι πλούσια σε φυσικές ορμόνες (κυτοκινίνες, αυξίνες, γιββεριλλίνες), αμινοξέα, υδατάνθρακες και ένα μεγάλο αριθμό θρεπτικών στοιχείων (N, P, K, Ca, Fe, Mn, Zn, S, B, Mo, Cu). Επίσης το σκεύασμα αυτό περιέχει προβιταμίνη A, βιταμίνες B1, B2, B12, C, D, E, παντοθειικό οξύ, νιασίνη, φολικό οξύ. Αποτελεί ένα υγρό προϊόν, 100% υδατοδιαλυτό, με pH καθαρού προϊόντος 9,3.

Για τη διαφυλλική εφαρμογή ασβεστίου χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα με την ονομασία Barrier, το οποίο περιέχει 14,8% w/w Ca, 31% w/v CaO και η μορφή του είναι αιώρημα ανθρακικού ασβεστίου και πυριτικού ασβεστίου (υγρή), ενώ το pH είναι 9,5-11.

Για το διαφυλλικό ψεκάσμο ζεόλιθου χρησιμοποιήθηκε κλινοπτιλόλιθος πάνω από 85%, με κοκκομετρία 20μm της εταιρίας ΟΛΥΜΠΙΟΣ ΑΕ (Βιομηχανικά Ορυκτά).

Για τη διαφυλλική εφαρμογή αμινοξέων χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα με ονομασία Amino 16, του οποίου η μορφή είναι υγρή και περιέχει 33% οργανική ουσία, 3% ολικό άζωτο και 11,3% ελεύθερα L-αμινοξέα. Το pH του σκευάσματος είναι στο 3 και τα περιεχόμενα αμινοξέα είναι 16. Αυτά είναι: το L-γλουταμινικό οξύ, L-φαινυλαλανίνη, L-θρεονίνη, L-γλυκίνη, L-σερίνη, L-ισολευκίνη, L-ασπαρτικό οξύ, L-λευκίνη, L-προλίνη, L-τυροσίνη, L-αλανίνη, L-λυσίνη, L-βαλίνη, L-ιστιδίνη, L-μεθειονίνη και L-αργινίνη.

Για την εφαρμογή Θειασβεστίου χρησιμοποιήθηκε το Θειοθειικό Ασβέστιο CaTs σε υγρή μορφή 100% υδατοδιαλυτή. Η σύνθεση του είναι Ασβέστιο (Ca) 6,0% w/w ή 7,5% w/v και Θείο (S) 10,0% w/w ή 12,5% w/v.

2.3 Μετρήσεις αγρού

Στους δύο αγρούς πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις, οι οποίες αφορούσαν: το μήκος των ετήσιων βλαστών, τα φύλλα επί των ετήσιων βλαστών και τα πεσμένα φύλλα στα πλαστικά νάιλον. Από τα πεσμένα φύλλα μετρήθηκαν πόσα από αυτά ήταν γερασμένα ή προσβεβλημένα από κυκλοκόνιο.

2.4 Μετρήσεις Εργαστηρίου

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο διαφορετικές περιόδους, τον Ιούνιο του 2019 και τον Σεπτέμβριο του 2019.

➤ Συλλογή δειγμάτων 26/6/2019 και εξέταση του 27+28/6/2019

Συλλέχθηκαν 3 βλαστοί από κάθε δένδρο, οι οποίοι έφεραν επάνω φύλλα και καρπούς. Αποθηκεύτηκαν σε ψυγείο και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας την επόμενη ημέρα.

Μέτρηση Ποιότητας καρπών

Για την ποιότητα των καρπών της ελιάς μετρήθηκαν οι διαστάσεις των καρπών (μήκος, πλάτος), το βάρος των καρπών, η ξηρά ουσία της σάρκας και το χρώμα του φλοιού των καρπών.

1. Βάρος καρπών (νωπό)

Σε κάθε επανάληψη χρησιμοποιήθηκαν 8 καρποί των οποίων το βάρος προσδιορίστηκε στην ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με 2 δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany).

2. Ξηρά ουσία καρπών (%)

Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας της σάρκας (περικάρπιο) των καρπών ελιάς, ζυγίστηκε το νωπό βάρος της σάρκας οχτώ καρπών κάθε επανάληψης.

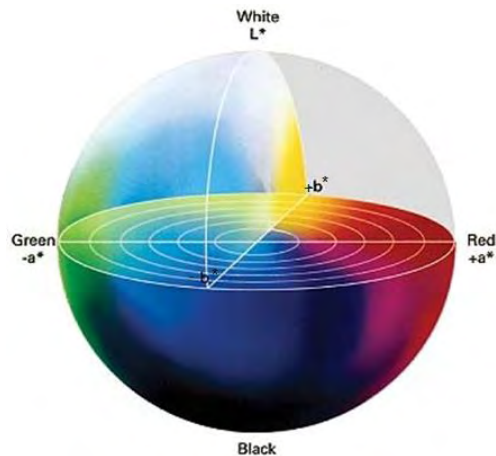
Έπειτα τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 80° C και αφού αποξηράνθηκαν, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ποσοστό % ξηράς ουσίας της σάρκας.

3. Διαστάσεις καρπών

Μετρήθηκε το ύψος και το πλάτος του καρπού στα μάγουλα και στη ραφή. Η μέτρηση έγινε με ψηφιακό παχύμετρο.

4. Χρώμα φλοιού καρπών

Η μέτρηση χρώματος πραγματοποιήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan). Η μέτρηση του χρώματος έγινε σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L*, a*, b*). Για τη μέτρηση του χρώματος οι καρποί (8) της κάθε επανάληψης τοποθετούνταν σε ένα τριβλίο, λαμβάνονταν τρεις τιμές, της παραμέτρου φωτεινότητας L* και των παραμέτρων a* και b*, στη συνέχεια οι καρποί τοποθετούνταν από την αντίθετη πλευρά τους και λαμβάνονταν επιπλέον τρεις τιμές L*, a*, b* και έπειτα υπολογιζόταν ο μέσος όρος. Οι παράμετροι χρώματος L*, a* και b* τοποθετούν το χρώμα σε ένα τρισδιάστατο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων, σύμφωνα με το οποίο το L* είναι κάθετο στο επίπεδο που σχηματίζουν τα a* και b*. Η παράμετρος φωτεινότητας L* κυμαίνεται από μαύρο L*=0 έως λευκό L*=100. Το a* τοποθετείται στον οριζόντιο άξονα και το b* στον κατακόρυφο. Το χρώμα που προσδιορίζεται στο σημείο a*=0, b*=0 είναι άχρωμο (γκρι). Στον οριζόντιο άξονα για a*>0 δείχνει κόκκινη-μωβ απόχρωση και για a*< 0 μπλε-πράσινη απόχρωση. Στον κατακόρυφο άξονα, b*>0 δείχνει κίτρινη απόχρωση και b*<0 δείχνει μπλε απόχρωση (McGuire 1992).



Εικόνα 2.4.1 Ο τρισδιάστατος ομοιόμορφος χρωματικός χώρος CIELAB.

Μεσογονάτια διαστήματα βλαστών

Για τον υπολογισμό του ποσοστού % ξηρού βάρους των βλαστών (μεσογονάτιων διαστημάτων) ελήφθησαν 20 μεσογονάτια τμήματα από 3 ετήσιους βλαστούς. Αυτά τοποθετήθηκαν μαζί με προζυγισμένο πετρί σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με 2 δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany), με σκοπό τον υπολογισμό του νωπού βάρους. Για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους τα μεσογονάτια διαστήματα τοποθετήθηκαν σε φούρνο θερμοκρασίας 80° C. Όταν αυτά είχαν πλήρως ξηραθεί. ξανά ζυγίζονταν και υπολογίζονταν η ξηρά ουσία. Ο τύπος μέσω του οποίου γίνεται ο υπολογισμός αυτός είναι: % ΞΟ = [(ΞΒ)/(ΝΒ)]x100.

ΞΒ= ξηρό βάρος 20 μεσογονάτιων τμημάτων και ΝΒ= νωπό βάρος 20 μεσογονάτιων.

Χαρακτηριστικά φύλλου

1. Ξηρά ουσία φύλλου (ΞΟ)

Για τον υπολογισμό του ποσοστού % ξηράς ουσίας των φύλλων κόπηκαν 18 μικροί δίσκοι ελάσματος φύλλου με τη βοήθεια διακορευτή διαμέτρου 6 mm. Η επιφάνεια κάθε δίσκου υπολογίστηκε σε 0,283 cm². Αμέσως μετά οι δίσκοι τοποθετούνταν σε προ-ζυγισμένο πετρί, ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών και τοποθετούνταν σε φούρνο θερμοκρασίας 80° C για 24 ώρες ή μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Στη συνέχεια οι ξηροί δίσκοι ξανά ζυγίζονταν, καθώς και το άδειο πετρί και υπολογίστηκε η ξηρά ουσία. Έπειτα γινόταν υπολογισμός του ποσοστού % ξηράς ουσίας του φύλλου με τον τύπο % ΞΟ = [(ΞΒ)/(ΝΒ)]x100, όπου ΝΒ=νωπό

βάρος 18 μικρών δίσκων ελάσματος και ΞB=ξηρό βάρος 18 μικρών δίσκων ελάσματος. Επιπλέον υπολογίστηκε το ειδικό βάρος του φύλλου (Specific Leaf Weight, SLW). Αυτό ορίζεται ως το ξηρό βάρος των 18 δίσκων σε mg προς την επιφάνεια 18 δίσκων σε cm².

2. Χλωροφύλλη φύλλου

Η μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με τη μεθόδου Wintermans and Motts (1965), βάσει της οποίας κόπηκαν 6 δίσκοι ελάσματος φύλλου διαμέτρου 6 mm, ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε screwtop δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε 15 mL αιθανόλης 95%. Ακολούθως βιδώθηκαν τα πώματα και οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 80°C για μία ώρα ή μέχρι τα τμήματα των ελασμάτων που περιέχονταν να αποχρωματιστούν πλήρως. Κατόπιν ψύχονταν σε θερμοκρασία δωματίου στο σκοτάδι. Αμέσως μετά πραγματοποιούνταν ανάδευση σε κάθε σωλήνα με Vortex, μέρος του διαλύματος τοποθετούνταν σε κρυσταλλική κυψελίδα και μετριόνταν η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο στα 665 και 649 nm. Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης α και β υπολογίστηκε βάσει των παρακάτω τύπων:

$$\text{Χλωροφύλλη } \alpha: 13,7 * A_{665} - 5,76 * A_{649}$$

$$\text{Χλωροφύλλη } \beta: 25,8 * A_{649} - 7,6 * A_{665}$$

Το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε mg χλωροφύλλης / g ξηρού βάρους με τη βοήθεια του τύπου: $15 * \text{χλωροφύλλη } \alpha / (1000 * \text{ξηρό βάρος } 6 \text{ δίσκων σε g})$ και σε mg χλωροφύλλης / m² επιφάνειας φύλλου με κατάλληλη αναγωγή από την επιφάνεια των έξι δίσκων διαμέτρου 6 mm.

- Συλλογή δειγμάτων 18/9/2019 και διεξαγωγή μετρήσεων 20/9/2019

Από τους ελαιώνες συλλέχτηκαν ανά δένδρο 30 καρποί και 30 φύλλα από την κόμη από όλες τις διευθύνσεις.

Πραγματοποιήθηκαν οι ίδιες ακριβώς μετρήσεις συν τη μέτρηση χρώματος στα φύλλα πριν και αφού πλύθηκαν.

Χρώμα φύλλων

Η μέτρηση χρώματος των φύλλων πραγματοποιήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan). Η μέτρηση του χρώματος έγινε σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L*, a*, b*). Για τη μέτρηση του χρώματος τα φύλλα (30) της κάθε επανάληψης τοποθετούνταν στενά το ένα δίπλα από το άλλο και λαμβάνονταν τέσσερις τιμές, της παραμέτρου φωτεινότητας L* και των παραμέτρων a* και b* και έπειτα υπολογίζονταν ο μέσος όρος. Ακολουθούσε αφαίρεση των υπολειμμάτων του ζεόλιθου(πειραματικά) και σκόνης(μάρτυρες, συμβατικά) με πλύσιμο με απιονισμένο νερό και επανάληψη της μέτρησης χρώματος.

Ξηρά ουσία καρπών (%)

Η διαδικασία για τη μέτρηση του ποσοστού % ξηράς ουσίας της σάρκας των καρπών ελιάς διενεργήθηκε όπως περιγράφηκε ανωτέρω.

2.5 Στατιστική ανάλυση

Ανά ελαιώνα οι μετρήσεις αγρού επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα Excel για τον υπολογισμό του μέσου όρου και τυπικής απόκλισης για κάθε μεταχείριση και παράμετρο. Οι μετρήσεις εργαστηρίου αναλύθηκαν με ανάλυση παραλλακτικότητας με το πρόγραμμα SPSS (SPSS 26.0, Chicago). Η ανάλυση έγινε με δύο παράγοντες, τον χρόνο δειγματοληψίας και τη μεταχείριση. Οι μέσοι όροι χωρίστηκαν με Student's Ttest για 5% πιθανότητα λάθους.

3. Αποτελέσματα

3.1 Χωράφι Ματατζή

Πίνακας 3.1 Μήκος βλαστών ελιάς ποικιλία Χονδροελιά Χαλκιδικής στη περιοχή Ματατζή της Νέας Τενέδου σε δύο ημερομηνίες την άνοιξη του 2019. Πειραματικά: δένδρα που ραντίστηκαν με οργανικά-εναλλακτικά σκευάσματα, Συμβατικά: επεμβάσεις παραγωγού, Μάρτυρες: δένδρα χωρίς ψεκασμούς. N=12

Ημερομηνία	Επέμβαση	Μήκος Βλαστών (cm)	Αύξηση μήκους (cm)	Αύξηση μήκους (%)
21 Απριλίου	Πειραματικά	62±8		
	Συμβατικά	40±2		
	Μάρτυρας	59±3		
4 Μαΐου	Πειραματικά	68±7	6	10
	Συμβατικά	44,5±4	4,5	11
	Μάρτυρας	60±2	1	2

Μπορούμε να διαπιστώσουμε πως τα δένδρα στα οποία εφαρμόστηκαν τα εναλλακτικά-οργανικά σκευάσματα (Πειραματικά) παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση στο μήκος βλαστών, από τις 21 Απριλίου στις 4 Μαΐου, όταν εκφράστηκε σε cm ανάπτυξης, από ότι στις επεμβάσεις του παραγωγού (Συμβατικά) και στα δένδρα χωρίς ψεκασμούς (Μάρτυρας) (Πίν. 3.1). Επιπλέον τα συμβατικά δένδρα παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση βλαστών σε μονάδες μήκους από ότι τα δέντρα του μάρτυρα κατά την ίδια περίοδο όπως ανωτέρω.

Όταν όμως η αύξηση από τις 21 Απριλίου έως τις 4 Μαΐου εκφράστηκε σε ποσοστό αύξησης, το μήκος βλαστών των πειραματικών αυξήθηκε σε παρόμοιο ποσοστό με αυτό των συμβατικών, ενώ στο μάρτυρα η ποσοστιαία αύξηση ήταν πολύ μικρότερη (Πίν. 3.1).

Τα καινούρια φύλλα που εκπτύχθηκαν στους ετήσιους βλαστούς την άνοιξη από τις 21 Απριλίου έως τις 4 Μαΐου ήταν περισσότερα στα πειραματικά δένδρα, αμέσως μετά ακολουθούσαν τα συμβατικά και τα λιγότερα καινούρια φύλλα βρέθηκαν στα δένδρα μάρτυρες (Πίν. 3.2). Η ποσοστιαία αύξηση της εμφάνισης νέων φύλλων από τις 21

Απριλίου έως τις 4 Μαΐου βρέθηκε επίσης υψηλή στους βλαστούς των πειραματικών δέντρων, μικρότερη βρέθηκε στους βλαστούς των συμβατικών δέντρων και πολύ μικρή βρέθηκε στους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2).

Πίνακας 3.2 Αριθμός φύλλων ελιάς ποικιλίας Χονδροελιά Χαλκιδικής, που υπήρχαν και εκπτώχθηκαν κατά την άνοιξη του 2019 σε δύο ημερομηνίες στην περιοχή Ματατζή της Νέας Τενέδου. Συν. Φύλλα: συνολικά φύλλα. N=12

Ημερομηνία	Επέμβαση	Συν. Φύλλα	Νέα Φύλλα	Αύξηση (%)
21 Απριλίου	Πειραματικά	51±6		
	Συμβατικά	47±3		
	Μάρτυρας	59±4		
4 Μαΐου	Πειραματικά	66±5	15	29
	Συμβατικά	55±3	8	17
	Μάρτυρας	60±3	1	2

Στον ελαιώνα στην περιοχή Ματατζή σημειώθηκε σημαντική πτώση των φύλλων, η οποία ήταν πολύ μεγαλύτερη στα συμβατικά από ότι στα πειραματικά και δένδρα μάρτυρα σε κάθε μία από τις τρεις ημερομηνίες (Πίν. 3.3). Ιδιαίτερα στα συμβατικά δέντρα ο αριθμός των πεσμένων φύλλων και στις 21 Απριλίου και στις 4 Μαΐου ήταν σχεδόν διπλάσιος από τα πεσμένα φύλλα στα πειραματικά δέντρα. Μεγάλη πτώση φύλλων παρατηρήθηκε μέσα στα δύο πρώτα δεκαήμερα του Απριλίου, αλλά σημαντική πτώση παρατηρήθηκε και έως τις αρχές Μαΐου. Στην πλειοψηφία τους η πτώση των φύλλων οφείλονταν στην ασθένεια κυκλοκόνιο με ποσοστό % να κυμαίνεται από το 68-95%. Τα μικρότερα ποσοστά % ασθενών φύλλων βρέθηκαν στα πειραματικά δέντρα, ενώ τα μεγαλύτερα ποσοστά % ασθενών φύλλων βρέθηκαν στα συμβατικά και στο μάρτυρα (Πίν. 3.3). Από τα γηρασμένα φύλλα που συλλέχθηκαν στις τρεις ημερομηνίες φαίνεται ότι τα δέντρα του μάρτυρα παρουσίασαν τον μικρότερο αριθμό γηρασμένων φύλλων, ενώ όχι πάντα και ποσοστό.

Πίνακας 3.3 Πεσμένα φύλλα σε τρεις ημερομηνίες την άνοιξη του 2019 κάτω από δέντρα συμβατικών, πειραματικών και μαρτύρων στον ελαιώνα Ματατζή της Νέας Τενέδου χωρισμένα σε φύλλα με συμπτώματα σημείων φύλλων και φύλλα ηλικίας χωρίς συμπτώματα. Το ποσοστό των ασθενών φύλλων υπολογίστηκε επίσης από το σύνολο των πεσμένων φύλλων. Συν. Φύλλα: Συνολικά φύλλα. N=3

Ημερομηνία	Επέμβαση	Συν.Φύλλα	Ασθενή	Γηρασμένα	Ασθενή (%)
21 Απριλίου	Πειραματικά	448	399	49	89
	Συμβατικά	897	811	86	90
	Μάρτυρες	411	394	17	95
26 Απριλίου	Πειραματικά	17	12	5	71
	Συμβατικά	25	17	8	68
	Μάρτυρες	28	19	9	68
4 Μαΐου	Πειραματικά	620	536	84	86
	Συμβατικά	1195	1102	93	92
	Μάρτυρες	652	587	65	90

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλων αυξήθηκε από τον Ιούνιο στο Σεπτέμβριο (Πίν. 3.4). Η αύξηση αυτή του ποσοστού % ξηράς ουσίας των φύλλων βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις, που έλαβαν χώρα στο αγρόκτημα και αφορούσαν τα πειραματικά δένδρα, τα συμβατικά δένδρα και τα δένδρα μάρτυρα. Τον πρώτο μήνα των μετρήσεων, τον Ιούνιο, τα δένδρα μάρτυρας, τα συμβατικά και τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλων. Το ίδιο ακριβώς βρέθηκε και με τις μετρήσεις φύλλων του Σεπτέμβριου, που τα δένδρα μάρτυρας, τα συμβατικά και τα πειραματικά δένδρα είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλων.

Το ειδικό βάρος των φύλλων μειώθηκε τον Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Ιούνιο (Πίν. 3.4). Συγκεκριμένα αυτή η μείωση του ειδικού βάρους των φύλλων παρατηρήθηκε στα δένδρα που αφορούσαν τις επεμβάσεις του παραγωγού-συμβατικά δένδρα και στα ανέκαστα δένδρα (μάρτυρα). Τον Ιούνιο το ειδικό βάρος των φύλλων εμφάνισε παρόμοιες τιμές αποτελεσμάτων στις τρεις μεταχειρίσεις, δένδρα μάρτυρα, πειραματικά και συμβατικά δένδρα. Όμως τον Σεπτέμβριο, παρατηρήθηκε πως τα φύλλα των πειραματικών δένδρων είχαν μεγαλύτερο ειδικό βάρος φύλλου από τα

συμβατικά δένδρα και τα δένδρα μάρτυρα. Την ίδια περίοδο τα συμβατικά δένδρα και τα δένδρα μάρτυρας είχαν παρόμοιο ειδικό βάρος φύλλου.

Πίνακας 3.4 Χαρακτηριστικά φύλλων ελιάς ποικ. Χονδροελιά Χαλκιδικής στην περιοχή Ματατζή Νέας Τενέδου στα τέλη Ιουνίου και τέλη Σεπτεμβρίου. Μάρτ., μάρτυρας, ελαιόδεντρα χωρίς ψεκασμούς. Συμβ., συμβατικοί ψεκασμοί του παραγωγού. Πειρ., πειραματικά δέντρα όπου εφαρμόστηκαν οργανικά εναλλακτικά σκευάσματα. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα εκφράστηκε ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Μέσοι όροι σε κάθε γραμμή (παράμετρο) που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά βάσει Student's Ttest(N=6). Συν. Χλωροφύλλη: συνολική χλωροφύλλη, χλωρα/χλωρβ: χλωροφύλλη a/ χλωροφύλλη b.

Παράμετροι	27 Ιουνίου 2019			20 Σεπτεμβρίου 2019		
	Μαρτ	Συμβ	Πειρ	Μαρτ	Συμβ	Πειρ
Ξηρά ουσία φύλλου (%)	51,7b	51,2b	51,8b	55,6a	56,3a	56,4a
Ειδικό βάρος φύλλου (mgcm ⁻²)	23,7ab	25,0a	24,9a	21,9c	22,3bc	24,2a
Χλωρ a (mgg ⁻¹ DM)	3,17a	2,88b	3,01ab	2,96ab	2,85b	2,97ab
Χλωρb(mgg ⁻¹ DM)	1,07a	0,95b	0,99b	0,99b	0,97b	0,99b
Συν. Χλωροφύλλη(mgg ⁻¹ DM)	4,23a	3,83b	4,00ab	3,95ab	3,82b	3,96ab
Χλωρ a/ Χλωρ b	2,96a	3,03a	3,04a	3,01a	2,93a	3,02a
Χλωρ a (mgm ⁻²)	747a	683b	756a	652c	644c	691b
Χλωρ b (mgm ⁻²)	252a	226bc	249a	217c	220bc	230b
Συν. Χλωροφύλλη (mgm ⁻²)	999a	909bc	1005a	870c	864c	922b

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου δεν μεταβλήθηκε ανάμεσα στο μήνα Ιούνιο και Σεπτέμβριο για όλες τις μεταχειρίσεις που έλαβαν χώρα (Πίν. 3.4). Αναφορικά με τον Ιούνιο τα δένδρα μάρτυρα είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα συμβατικά δένδρα, ενώ τα πειραματικά δένδρα είχαν ενδιάμεση τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου. Τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δένδρων μάρτυρα, των συμβατικών και των πειραματικών δένδρων είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου μεταξύ τους.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου στην ποικιλία Χονδροελιά Χαλκιδικής μειώθηκε από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο μόνο στη μεταχείριση δένδρων του μάρτυρα, ενώ στα φύλλα των συμβατικών και πειραματικών δένδρων η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου παρέμεινε σταθερή (Πίν.3.4). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου για τον μήνα Ιούνιο, χαρακτήριζε τα φύλλα των δένδρων, στα οποία δεν πραγματοποιήθηκαν καθόλου ψεκασμοί (μάρτυρες). Επιπλέον τα δένδρα, των οποίων τα φύλλα εφαρμόστηκαν τα οργανικά σκευάσματα είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλων, με αυτά των συμβατικών επεμβάσεων του παραγωγού. Το Σεπτέμβριο τα φύλλα των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου.

Η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου δεν τροποποιήθηκε από τον Ιούνιο προς το Σεπτέμβριο σε καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.4). Τον μήνα Ιούνιο η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου στα δένδρα μάρτυρα ήταν υψηλότερη από αυτή στα συμβατικά δένδρα, ενώ τα πειραματικά είχαν ενδιάμεσες τιμές συγκέντρωσης συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου. Τον Σεπτέμβριο η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου ήταν παρόμοια στα δένδρα μάρτυρα, στα πειραματικά και στα συμβατικά δένδρα.

Η σχέση χλωροφύλλη a προς χλωροφύλλη b στα φύλλα δεν μεταβλήθηκε για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις από το μήνα Ιούνιο προς το μήνα Σεπτέμβριο (Πίν. 3.4). Πιο συγκεκριμένα και στις τρεις μεταχειρίσεις, δηλαδή στα δένδρα μάρτυρα, στα συμβατικά και πειραματικά δένδρα βρέθηκαν παρόμοιες τιμές της σχέσης χλωροφύλλη a προς χλωροφύλλη b και στις δύο χρονικές στιγμές.

Η συγκέντρωση των φύλλων σε χλωροφύλλη a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου παρουσίασε μείωση από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.4). Πιο συγκεκριμένα η μείωση αυτή της χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου αφορά και τις τρεις μεταχειρίσεις. Τον Ιούνιο τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και των πειραματικών δένδρων είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά επιφάνεια φύλλου μεταξύ τους και μεγαλύτερη από αυτή των συμβατικών δένδρων. Τον Σεπτέμβριο τα πειραματικά δένδρα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα

επιφάνειας φύλλου από τα συμβατικά δένδρα και δένδρα μάρτυρα, ενώ μεταξύ τους είχαν παρόμοια συγκέντρωση.

Τα φύλλα ελιάς των πειραματικών δένδρων και των δένδρων μάρτυρα έδειξαν μείωση στη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο, ενώ η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στα συμβατικά δένδρα δεν τροποποιήθηκε μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.4). Τον Ιούνιο τα φύλλα των συμβατικών δένδρων είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των δένδρων μάρτυρα και των πειραματικών. Επιπλέον, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δεν διέφερε ανάμεσα στα φύλλα του μάρτυρα και των πειραματικών δένδρων. Τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα δέντρα του μάρτυρα, ενώ τα συμβατικά δένδρα είχαν ενδιάμεση τιμή συγκέντρωσης χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τις δύο άλλες μεταχειρίσεις.

Στα φύλλα ελιάς των πειραματικών δένδρων και των δένδρων μάρτυρα η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μειώθηκε από τον Ιούνιο προς το Σεπτέμβριο, ενώ στα φύλλα των συμβατικών δένδρων η μείωση αυτή δεν παρατηρήθηκε (Πίν. 3.4). Συγκεκριμένα, η ποσοστιαία μείωση από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο ήταν 13% για τα φύλλα του μάρτυρα, 5% για τα φύλλα των συμβατικών δέντρων και 8% για τα φύλλα των πειραματικών δέντρων. Τον Ιούνιο τα φύλλα των συμβατικών δένδρων είχαν λιγότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των δένδρων μάρτυρα και των πειραματικών. Επιπλέον, η συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου βρέθηκε πως δεν διέφερε ανάμεσα στα φύλλα του μάρτυρα και των πειραματικών δένδρων. Τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των συμβατικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μεταξύ τους και μικρότερη από αυτή των πειραματικών δένδρων.

Μετρήσεις 27 Ιουνίου 2019

Τον Ιούνιο το χρώμα L* του φλοιού του ελαιόκαρπου ήταν παρόμοιο τόσο στα δένδρα μάρτυρα όσο και στα πειραματικά και συμβατικά δένδρα (Πίν. 3.5). Το χρώμα a* ήταν επίσης παρόμοιο μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 3.5). Το ποσοστό % ξηράς ουσίας της σάρκας του καρπιδίου δεν μεταβλήθηκε λόγω των μεταχειρίσεων (Πίν. 3.5).

Το μήκος και το πλάτος των καρπιδίων στα πειραματικά δέντρα ήταν μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά καρπιδίων στα συμβατικά δέντρα (Πίν. 3.5). Ενδιάμεσες τιμές μήκους και πλάτους καρπιδίων βρέθηκαν στα δέντρα μάρτυρες. Η σχέση μήκος/πλάτος καρπιδίου δεν τροποποιήθηκε από τις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.5). Τέλος, το ποσοστό % ξηράς ουσίας των βλαστών των πειραματικών δέντρων ήταν υψηλότερο αυτού των συμβατικών δέντρων, ενώ το ποσοστό % ξηράς ουσίας των βλαστών των δέντρων του μάρτυρα είχε ενδιάμεσες τιμές (Πίν. 3.5).

Μετρήσεις 20 Σεπτεμβρίου 2019

Κατά τη θερινή περίοδο τα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν ψεκαστεί δύο φορές με ζεόλιθο για προστασία από τις θερινές υψηλές θερμοκρασίες. Τα φύλλα των άλλων μεταχειρίσεων μπορεί να είχαν κάποια σκόνη επί αυτών λόγω της ξηροθερμικής περιόδου χωρίς βροχοπτώσεις για περίπου δύο μήνες. Έτσι έγιναν μετρήσεις του χρώματος των φύλλων σε άπλυτα και σε πλυμένα με νερό βρύσης φύλλα.

Τα άπλυτα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν υψηλότερη τιμή χρώματος L^* από τα άπλυτα φύλλα των μεταχειρίσεων της συμβατικής και του μάρτυρα (Πίν. 3.5). Αυτό σημαίνει ότι τα φύλλα των πειραματικών δέντρων 'φαίνονταν' πιο ανοικτόχρωμα (πιο 'λευκά') από τα φύλλα των άλλων μεταχειρίσεων, προφανώς λόγω της επικάλυψης με ζεόλιθο. Τα πλυμένα φύλλα των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια τιμή χρώματος L^* (Πίν. 3.5). Η μεταβολή του χρώματος L^* με το πλύσιμο ήταν ελάχιστη στα φύλλα των συμβατικών δέντρων και των δέντρων του μάρτυρα (ελαφρά αυξήθηκε) και ιδιαίτερα έντονη στα φύλλα των πειραματικών δέντρων (μειώθηκε σημαντικά, ήτοι το χρώμα τους έγινε πιο σκούρο).

Τα άπλυτα φύλλα των πειραματικών δέντρων είχαν υψηλότερη τιμή χρώματος a^* από τα άπλυτα φύλλα των μεταχειρίσεων της συμβατικής και του μάρτυρα (Πίν. 3.5). Αυτό σημαίνει ότι τα φύλλα των πειραματικών δέντρων 'φαίνονταν' λιγότερο πράσινα από τα φύλλα των άλλων μεταχειρίσεων, προφανώς λόγω της επικάλυψης με τον γκρι χρώματος ζεόλιθο. Τα πλυμένα φύλλα των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια τιμή χρώματος a^* (Πίν. 3.5). Η μεταβολή του χρώματος a^* με το πλύσιμο ήταν ουσιαστική στα φύλλα όλων των μεταχειρίσεων, αλλά η μεταβολή αυτή ήταν διπλάσια έως και τριπλάσια στα φύλλα των πειραματικών δέντρων σε σχέση με τα φύλλα των συμβατικών δέντρων και των δέντρων του μάρτυρα. Ουσιαστικά, με το πλύσιμο τα φύλλα ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων έγιναν ελαφρά πιο πράσινα. Η συνολική

διαφορά χρώματος με το πλύσιμο των φύλλων των πειραματικών δέντρων ήταν μεγαλύτερη (>2-3 φορές) από τη συνολική διαφορά χρώματος των φύλλων των συμβατικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Πίνακας 3.5 Διάφορα χαρακτηριστικά καρπών, βλαστών και φύλλων ελιάς ποικιλίας Χονδροελιά Χαλκιδικής στην περιοχή Ματατζή Νέας Τενέδου στα τέλη Ιουνίου και τέλη Σεπτεμβρίου 2019. Μάρτ., μάρτυρας, ελαιόδεντρα χωρίς ψεκασμούς. Συμβ., συμβατικοί ψεκασμοί του παραγωγού. Πειρ., πειραματικά δέντρα όπου εφαρμόστηκαν οργανικά εναλλακτικά σκευάσματα. Μέσοι όροι σε κάθε γραμμή (παράμετρο) που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά βάσει Student's Ttest(N=6). Συν. διαφορά χρώματος φύλλου: Συνολική διαφορά χρώματος φύλλου. Μη πλυμένα φύλλα, είναι τα φύλλα Σεπτεμβρίου από τα οποία δεν έχει αφαιρεθεί με νερό η κάλυψη του ζεόλιθου που υπήρχε στα πειραματικά φύλλα. Στα φύλλα των άλλων μεταχειρίσεων πιθανώς να υπήρχαν υπολείμματα σκόνης. Ως πλυμένα φύλλα χαρακτηρίζονται αυτά που τους έχουν αφαιρεθεί με νερό τα υπολείμματα σκόνης και ζεόλιθου.

Ημερομηνία	Παράμετρος	Μαρτ	Συμβ	Πειρ
27 Ιουνίου	Χρώμα φλοιού καρπού L*	31,3a	33,2a	31,7a
	Χρώμα φλοιού καρπού a*	-11,0a	-10,0a	-10,1a
	Ξηρά ουσία σάρκας καρπού(%)	32,8a	32,3a	32,8a
	Μήκος καρπού (mm)	14,1ab	13,8b	14,7a
	Πλάτος καρπού (mm)	8,25ab	7,89b	8,57a
	Μήκος/Πλάτος καρπού	1,71a	1,76a	1,72a
	Ξηρά ουσία βλαστού (%)	34,1ab	33,1b	36,0a
20 Σεπτεμβρίου	Χρώμα μη πλυμένων φύλλων L*	35,7b	36,4b	42,6a
	Χρώμα πλυμένων φύλλων L*	37,2a	37,4a	37,3a
	Αλλαγή χρώματος φύλλων μετά το πλύσιμο L* (%)	3,9a	2,7a	-12,3b
	Χρώμα μη πλυμένων φύλλων a*	-7,58b	-8,19b	-5,95a
	Χρώμα πλυμένων φύλλων a*	-8,82a	-9,01a	-8,20a
	Αλλαγή χρώματος φύλλων μετά το πλύσιμο a*(%)	-16,5b	-11,4b	-38,6a
	Συν. Διαφορά χρώματος φύλλου	2,73b	2,13b	6,86a
	Χρώμα φλοιού καρπού L*	58,8a	58,6a	58,4a
	Χρώμα φλοιού καρπού a*	-18,2b	-17,7a	-18,1b

	Βάρος καρπού (g)	6,93a	6,40a	7,48a
	Ξηρά ουσία σάρκας καρπού(%)	27,1b	30,5a	28,7ab
	Μήκος καρπού (mm)	29,9a	28,6a	30,1a
	Πλάτος καρπού (mm)	20,8a	20,2a	21,6a
	Μήκος/Πλάτος καρπού	1,44a	1,42ab	1,40b

Το χρώμα φλοιού καρπού L* ήταν παρόμοιο στους καρπούς των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 3.5). Αντίθετα, το χρώμα φλοιού καρπού a* των καρπών των συμβατικών δένδρων ήταν υψηλότερο από το χρώμα φλοιού καρπού a* των καρπών των πειραματικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 3.5). Αυτό σημαίνει ότι οι καρποί των συμβατικών δένδρων είχαν λιγότερο πράσινο χρώμα, μεταβολή που μπορεί να σχετίζεται με πρωίμιση της ωρίμανσης τους.

Το βάρος καρπού βρέθηκε παρόμοιο στις τρεις μεταχειρίσεις, ήτοι στα πειραματικά, στα συμβατικά και στα δένδρα μάρτυρες (Πίν. 3.5). Βέβαια, υπήρχε μια μη σημαντική βελτίωση του μεγέθους των καρπών των πειραματικών δένδρων (αύξηση κατά 18%) σε σχέση με τους καρπούς των συμβατικών δένδρων. Αυτό εμπορικά σημαίνει βέβαια βελτίωση του οικονομικού αποτελέσματος, καθώς για τις πωλούμενες ελιές σημαίνει ότι τα πειραματικά δένδρα παρήγαγαν καρπούς μεγέθους 134 τεμαχίων ανά κιλό, ενώ τα συμβατικά δένδρα είχαν καρπούς μεγέθους 156 τεμαχίων ανά κιλό.

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας της σάρκας των καρπών των συμβατικών δένδρων ήταν υψηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό των καρπών του μάρτυρα, ενώ στη σάρκα των καρπών των πειραματικών δένδρων το ποσοστό % ξηράς ουσίας είχε ενδιάμεση τιμή (Πίν. 3.5).

Τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά του μήκους και πλάτους των καρπών ήταν παρόμοια στους καρπούς των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 3.5). Αντίθετα, από τις τιμές της σχέσης μήκος/πλάτος καρπού βρέθηκε ότι τα δένδρα του μάρτυρα είχαν τους πιο επιμήκεις καρπούς, τα πειραματικά δένδρα τους πιο πεπλατυσμένους, ενώ τα συμβατικά δένδρα είχαν ενδιάμεσο σχήμα καρπού (Πίν. 3.5). Οι διαφορές πάντως πρακτικά ήταν μικρές.

3.2 Χωράφι Ραχώνα

Πίνακας 3.6 Πεσμένα φύλλα σε δύο ημερομηνίες την άνοιξη του 2019 κάτω από δέντρα συμβατικών, πειραματικών και μαρτύρων στον ελαιώνα Ραχώνα της Νέας Τενέδου χωρισμένα σε φύλλα με συμπτώματα σημείων φύλλων και φύλλα ηλικίας

χωρίς συμπτώματα. Το ποσοστό των ασθενών φύλλων υπολογίστηκε επίσης από το σύνολο των πεσμένων φύλλων. Συν. Φύλλα: Συνολικά φύλλα

Ημερομηνία	Επέμβαση	Συν. Φύλλα	Ασθενή	Γηρασμένα	Ασθενή %
26 Απριλίου	Πειραματικά	2	1	1	50
	Συμβατικά	2	1	1	50
	Μάρτυρες	3	1	2	33
4 Μαΐου	Πειραματικά	3	0	3	0
	Συμβατικά	12	2	10	16,7
	Μάρτυρες	15	0	15	0

Στα ελαιόδεντρα τα φύλλα που είχαν πέσει στα τέλη Απριλίου - αρχές Μαΐου ήταν πολύ λίγα, καθώς δεν παρατηρήθηκε καμία ζημιά από τις ασθένειες των φύλλων στον ελαιώνα της περιοχής Ραχώνα (Πίν. 3.6). Και τα ποσοστά ασθενών φύλλων που έπεσαν ήταν παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων, αλλά βασίζονται σε ελάχιστα φύλλα.

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλων αυξήθηκε από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η αύξηση βρέθηκε μόνο στη μεταχείριση με οργανικά εναλλακτικά σκευάσματα (Πειραματικά) δέντρα, ενώ στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα (χωρίς ψεκασμούς) και του παραγωγού (Συμβατική) το ποσοστό % ξηράς ουσίας δεν μεταβλήθηκε από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Τον Ιούνιο, τα φύλλα των πειραματικών δέντρων και του παραγωγού είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας μεταξύ τους και υψηλότερο από τα φύλλα του μάρτυρα. Τον Σεπτέμβριο, βρέθηκαν παρόμοιες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όπως και τον Ιούνιο.

Το ειδικό βάρος των φύλλων μειώθηκε από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Συγκεκριμένα αυτή η μείωση αφορά τις μεταχειρίσεις του παραγωγού και των πειραματικών δένδρων, ενώ στο μάρτυρα το ειδικό βάρος των φύλλων δεν τροποποιήθηκε από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο. Τον Ιούνιο το ειδικό βάρος των φύλλων των συμβατικών δένδρων ήταν μεγαλύτερο από αυτό των πειραματικών δένδρων και από τα δένδρα μάρτυρα. Επιπλέον τον Ιούνιο το ειδικό βάρος φύλλων των πειραματικών ήταν μεγαλύτερο από αυτό του μάρτυρα. Τον Σεπτέμβριο οι τρεις μεταχειρίσεις είχαν παρόμοιο ειδικό βάρος φύλλου μεταξύ τους.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου παρουσίασε αύξηση από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η αύξηση εντοπίστηκε στα φύλλα των συμβατικών και πειραματικών δένδρων μόνο, ενώ στο μάρτυρα η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου δεν μεταβλήθηκε από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Τον Ιούνιο η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά ξηρά ουσία φύλλου στα συμβατικά και πειραματικά δένδρα ήταν παρόμοια μεταξύ τους και μικρότερη από αυτή των δένδρων του μάρτυρα. Τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των συμβατικών δένδρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα των πειραματικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα, χωρίς η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ξηράς ουσίας να διαφέρει μεταξύ των φύλλων των πειραματικών δένδρων και αυτών του μάρτυρα.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου παρουσίασε αύξηση από τον Ιούνιο προς το Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η αύξηση βρέθηκε στα φύλλα των συμβατικών και πειραματικών δένδρων μόνο, ενώ στο μάρτυρα η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου δεν μεταβλήθηκε από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Τον Ιούνιο η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά ξηρά ουσία φύλλου στα συμβατικά και πειραματικά δένδρα ήταν παρόμοια μεταξύ τους και μικρότερη από αυτή των δένδρων του μάρτυρα. Τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των συμβατικών δένδρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα των πειραματικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα, χωρίς η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ξηράς ουσίας να διαφέρει μεταξύ των φύλλων των πειραματικών δένδρων και αυτών του μάρτυρα.

Η συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου παρουσίασε αύξηση από τον Ιούνιο προς το Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Όλες οι λοιπές αλλαγές με το χρόνο και λόγω των μεταχειρίσεων στις δύο χρονικές περιόδους μέτρησης έγιναν όπως περιγράφηκαν για τη συγκέντρωση χλωροφύλλης a και b ανωτέρω.

Πίνακας 3.7 Χαρακτηριστικά φύλλων ελιάς ποικ. Χονδροελιά Χαλκιδικής στην περιοχή Ραχώνα Νέας Τενεδου στα τέλη Ιουνίου και τέλη Σεπτεμβρίου. Μάρτ.,

μάρτυρας, ελαιόδεντρα χωρίς ψεκασμούς. Συμβ., συμβατικοί ψεκασμοί του παραγωγού. Πειρ., πειραματικά δέντρα όπου εφαρμόστηκαν οργανικά εναλλακτικά σκευάσματα. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα εκφράστηκε ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Μέσοι όροι σε κάθε γραμμή (παράμετρο) που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά βάσει Student's Ttest(N=6). Συν. Χλωροφύλλη: συνολική χλωροφύλλη, χλωρα/χλωrb:χλωροφύλλη a/ χλωροφύλλη b.

Παράμετρος	27 Ιουνίου 2019			20 Σεπτεμβρίου 2019		
	Μαρτ	Συμβ	Πειρ	Μαρτ	Συμβ	Πειρ
Ξηρά ουσία φύλλου (%)	54,6c	56,4a b	56,2b	54,1c	57,4a b	57,9a
Ειδικό βάρος φύλλου (mgcm ⁻²)	24,5c	29,9a	27,7b	24,1c	24,5c	24,7c
Χλωροφύλλη a (mgg ⁻¹ DM)	2,56b	2,36c	2,36c	2,72b	2,93a	2,53b
Χλωροφύλλη b (mgg ⁻¹ DM)	0,84b	0,79c	0,79c	0,88b	0,95a	0,84b
Συν.Χλωροφύλλη (mgg ⁻¹ DM)	3,40b	3,15c	3,14c	3,59b	3,88a	3,37bc
Χλωρ a/ Χλωρ b	3,03a	2,99a	3,00a	3,10a	3,07a	3,00a
Χλωροφύλλη a (mgm ⁻²)	636b	719a	633b	635b	695a	641b
Χλωροφύλλη b (mgm ⁻²)	210c	241a	211c	205c	226b	210c
Συν.Χλωροφύλλη (mgm ⁻²)	846c	960a	844c	840c	921b	851c

Η σχέση χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b είχε παρόμοιες τιμές για όλες τις μεταχειρίσεις και κατά τις δύο χρονικές στιγμές μέτρησης, τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7).

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δεν μεταβλήθηκε για τα δένδρα από τις τρεις μεταχειρίσεις πειραματικά, συμβατικά και του μάρτυρα από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Τον Ιούνιο τα φύλλα των συμβατικών δένδρων είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των πειραματικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα, χωρίς η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου να διαφέρει στα πειραματικά δένδρα και στα δένδρα του μάρτυρα. Τα ίδια αποτελέσματα και για τις τρεις μεταχειρίσεις βρέθηκαν και στις μετρήσεις του Σεπτεμβρίου για την συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μειώθηκε από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η μείωση βρέθηκε μόνο στη μεταχείριση των συμβατικών δένδρων, ενώ στα πειραματικά δένδρα και στα δένδρα του μάρτυρα δεν μεταβλήθηκε η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Τον Ιούνιο τα φύλλα των συμβατικών δένδρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των πειραματικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα, χωρίς η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου να διαφέρει στα φύλλα των δύο τελευταίων μεταχειρίσεων. Τον Σεπτέμβριο βρέθηκαν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα για την συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου όπως τον Ιούνιο.

Η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μειώθηκε από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Η μείωση αυτή βρέθηκε μόνο στα φύλλα των συμβατικών δένδρων, ενώ στα πειραματικά δένδρα και στα δένδρα του μάρτυρα δεν βρέθηκε μεταβολή της συνολικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης με το χρόνο. Τον Ιούνιο η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ήταν παρόμοια στα φύλλα των πειραματικών δένδρων και σε αυτά του μάρτυρα και μικρότερη από τη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στα συμβατικά δένδρα. Το μήνα Σεπτέμβριο βρέθηκαν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα για τη συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου όπως τον Ιούνιο.

Μετρήσεις 27 Ιουνίου 2019

Το χρώμα φλοιού L* των καρπιδίων των πειραματικών δένδρων ήταν μικρότερο του χρώματος φλοιού L* των καρπιδίων των συμβατικών δένδρων, ενώ τα καρπίδια των δένδρων του μάρτυρα είχαν ενδιάμεσες τιμές L* (Πίν. 3.8). Το χρώμα φλοιού a* των καρπιδίων των τριών μεταχειρίσεων είχε παρόμοιες τιμές (Πίν. 3.8).

Τα καρπίδια των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας σάρκας τον Ιούνιο (Πίν. 3.8). Το μήκος των καρπιδίων ήταν επίσης παρόμοιο στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.8). Αντίθετα, τα καρπίδια των πειραματικών δένδρων είχαν μικρότερο πλάτος από τα καρπίδια του μάρτυρα, ενώ τα καρπίδια των συμβατικών δένδρων είχαν ενδιάμεση τιμή πλάτους καρπιδίου (Πίν. 3.8).

Πίνακας 3.8 Διάφορα χαρακτηριστικά καρπών, βλαστών και φύλλων ελιάς ποικιλίας Χονδροελιά Χαλκιδικής στην περιοχή Ραχώνα Νέας Τενέδου στα τέλη Ιουνίου και τέλη Σεπτεμβρίου 2019. Μάρτ., μάρτυρας, ελαιόδεντρα χωρίς ψεκασμούς. Συμβ., συμβατικοί ψεκασμοί του παραγωγού. Πειρ., πειραματικά δέντρα όπου εφαρμόστηκαν οργανικά εναλλακτικά σκευάσματα. Μέσοι όροι σε κάθε γραμμή (παράμετρο) που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά βάσει Student's Ttest(N=6). Συν. Διαφορά χρώματος φύλλου: Συνολική διαφορά χρώματος φύλλου.

Ημερομηνία	Παράμετροι	Μαρτ	Συμβ	Πειρ
27 Ιουνίου	Χρώμα φλοιού καρπού L*	33,2ab	35,0a	32,6b
	Χρώμα φλοιού καρπού a*	-12,0a	-12,2a	-11,2a
	Ξηρά ουσία σάρκας καρπού(%)	31,7a	32,5a	33,4a
	Μήκος καρπού (mm)	16,6a	16,1a	16,1a
	Πλάτος καρπού (mm)	9,66a	9,58ab	9,19b
	Μήκος/Πλάτος καρπού	1,72ab	1,68a	1,74b
	Ξηρά ουσία βλαστού (%)	38,2b	48,0a	38,4b
	20 Σεπτεμβρίου	Χρώμα μη πλυμένων φύλλων L*	35,5b	35,5b
Χρώμα πλυμένων φύλλων L*		37,3ab	36,9b	38,5a
Αλλαγή χρώματος φύλλων μετά το πλύσιμο L* (%)		5,41a	3,97a	-6,67b
Χρώμα μη πλυμένων φύλλων a*		-7,95b	-8,85b	-6,62a
Χρώμα πλυμένων φύλλων a*		-9,73ab	-9,28a	-10,31b
Αλλαγή χρώματος φύλλων μετά το πλύσιμο a* (%)		-23,3b	-4,9c	-57,4a
Συν. Διαφορά χρώματος φύλλου		3,42b	2,19b	8,61a
Χρώμα φλοιού καρπού L*		59,0a	59,2a	59,6a
Χρώμα φλοιού καρπού a*		-17,4a	-17,3a	-17,4a
Βάρος καρπού (g)		8,57a	9,10a	8,00a
Ξηρά ουσία σάρκας καρπού(%)		35,8a	34,6a	36,3a
Μήκος καρπού (mm)		31,8a	31,3a	30,7a
Πλάτος καρπού (mm)	22,8a	22,5a	22,0a	
Μήκος/Πλάτος καρπού	1,39a	1,40a	1,40a	

Σαν αποτέλεσμα, τα καρπίδια των πειραματικών δένδρων είχαν μικρότερη σχέση μήκους/πλάτος από τα καρπίδια των συμβατικών δένδρων, με τα καρπίδια του μάρτυρα να έχουν ενδιάμεσες τιμές της σχέσης μήκους/πλάτος (Πίν. 3.8).

Τέλος, τον Ιούνιο, οι βλαστοί των συμβατικών δένδρων είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τους βλαστούς των δύο άλλων μεταχειρίσεων, χωρίς αυτές (βλαστοί των πειραματικών δένδρων και βλαστοί των δένδρων του μάρτυρα) να διαφέρουν μεταξύ τους στο ποσοστό % ξηράς ουσίας (Πίν. 3.8).

Μετρήσεις 20 Σεπτεμβρίου 2019

Τα άπλυτα φύλλα των πειραματικών δένδρων είχαν μεγαλύτερη τιμή χρώματος L^* από τα άπλυτα φύλλα των συμβατικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα, χωρίς τα φύλλα των δύο τελευταίων μεταχειρίσεων να διαφέρουν στην τιμή του χρώματος L^* (Πίν. 3.8). Τα πλυμένα φύλλα των πειραματικών δένδρων είχαν μεγαλύτερη τιμή χρώματος L^* από τα πλυμένα φύλλα των συμβατικών δένδρων, ενώ τα πλυμένα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν ενδιάμεση τιμή χρώματος L^* (Πίν. 3.8). Η αλλαγή του χρώματος των φύλλων με το πλύσιμο ήταν σημαντική με αύξηση της τιμής L^* στα φύλλα των μεταχειρίσεων συμβατική και μάρτυρα, και μείωση της τιμής L^* στα φύλλα των πειραματικών δένδρων (Πίν. 3.8).

Τα άπλυτα φύλλα των πειραματικών δένδρων είχαν μεγαλύτερη τιμή χρώματος a^* από τα άπλυτα φύλλα των συμβατικών δένδρων και των δένδρων του μάρτυρα, χωρίς τα φύλλα των δύο τελευταίων μεταχειρίσεων να διαφέρουν στην τιμή του χρώματος a^* (Πίν. 3.8). Τα πλυμένα φύλλα των πειραματικών δένδρων είχαν μικρότερη τιμή χρώματος a^* από τα πλυμένα φύλλα των συμβατικών δένδρων, ενώ τα πλυμένα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν ενδιάμεση τιμή χρώματος a^* (Πίν. 3.8). Η αλλαγή του χρώματος των φύλλων με το πλύσιμο βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις, με σημαντική μείωση της τιμής a^* στα φύλλα των πειραματικών δένδρων, αρκετή μείωση της τιμής a^* στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και ανεπαίσθητη μείωση στα συμβατικά δένδρα (Πίν. 3.8).

Τέλος, η συνολική μεταβολή χρώματος λόγω του πλυσίματος βρέθηκε 2-4 φορές μεγαλύτερη στα φύλλα των πειραματικών δένδρων από τη συνολική μεταβολή χρώματος στα φύλλα των άλλων δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 3.8).

Οι καρποί των τριών μεταχειρίσεων τον Σεπτέμβριο είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού βάσει των παραμέτρων χρώματος φλοιού L^* και a^* (Πίν. 3.8). Το βάρος του καρπού ήταν επίσης παρόμοιο στις 3 μεταχειρίσεις (Πίν. 3.8). Να τονιστεί ότι το βάρος καρπού ήταν μεγαλύτερο στον ελαιώνα Ραχώνα από τον ελαιώνα Ματαντζή, με εμπορικό

μέγεθος να κυμαίνεται στον ελαιώνα Ραχώνα στα 110-125 τεμάχια στο κιλό. Το ποσοστό % ξηράς ουσίας των καρπών των τριών μεταχειρίσεων ήταν παρόμοιο τον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.8). Το μήκος και το πλάτος καρπού, καθώς και η σχέση μήκος/πλάτος, ήταν παρόμοια στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.8).

4. Συζήτηση

Στον ελαιώνα στη Ραχώνα η πτώση φύλλων τον Απρίλιο έως αρχές Μαΐου ήταν ελάχιστη σε σχέση με τον ελαιώνα Ματατζή, παρότι ο παραγωγός κάνει τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες. Τα δέντρα όμως είναι πολύ μικρότερα στη Ραχώνα από του Ματατζή. Συγκεκριμένα στη Ραχώνα είναι 11 ετών και η κόμη τους είναι περίπου 1,5 φορές μικρότερη από του Ματατζή, που είναι 20 ετών. Είναι προφανής λοιπόν η διαφορετική πυκνότητα βλάστησης στους δύο ελαιώνες που μπορεί να είναι πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την προσβολή των φύλλων από ασθένειες ή και το γηρασμό τους από τη σκίαση. Αλλά και η επίδραση των εδαφοκλιματικών συνθηκών στη φυλλόπτωση μπορεί να παίζουν σημαντικό ρόλο και πως αυτές επηρεάζουν την υγεία των φύλλων, καθώς τα περισσότερα πεσμένα φύλλα στον ελαιώνα Ματατζή ήταν προσβεβλημένα από κυκλοκόνιο. Η μόλυνση από κυκλοκόνιο μπορεί να συμβεί οποιαδήποτε στιγμή του έτους, καθώς τα κονίδια του μύκητα μπορούν να βλαστήσουν και να μολύνουν φύλλα ελιάς από 5 έως 25 °C, με βέλτιστο τους 15 °C, εάν τα φύλλα είναι για τουλάχιστον 12 ώρες υγρά (Obanor *et al.* 2011). Οι παραπάνω συνθήκες είναι πολύ εύκολο να δημιουργηθούν στο συγκεκριμένο αγρό (Ματατζή) λόγω της υψηλής πυκνότητας βλάστησης. Είναι γνωστή η αυξημένη προσβολή από ασθένειες όταν η κόμη των δέντρων είναι πυκνή, ενώ και οι ψεκασμοί με αεροτουρμπίνα δεν είναι ικανοί να καλύψουν όλη τη βλάστηση στα μεγάλα δέντρα. Ακόμα, τα φύλλα σε ένα ιδιαίτερα φωτόφιλο αείφυλλο είδος δέντρου, όπως είναι η ελιά, που δεν φωτίζονται ικανοποιητικά, δεν φωτοσυνθέτουν αρκετά ώστε να είναι εξαγωγείς υδατανθράκων με αποτέλεσμα να είναι εν μέρει και καταναλωτές. Άρα, το ελαιόδεντρο θα απορρίψει αυτά τα φύλλα ως ζημιογόνα. Αλλά και η επίδραση των εδαφοκλιματικών συνθηκών στη φυλλόπτωση μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο και να επηρεάζει την υγεία των φύλλων. Συγκεκριμένα, ο ελαιώνας στη Ραχώνα βρίσκεται σε πλαγιά, ενώ του Ματατζή οι μελετώμενες ελιές βρίσκονταν σε επίπεδη έκταση. Αυτές και μόνο οι θέσεις των ελαιώνων μπορεί να έχουν επηρεάσει τη φυλλόπτωση, αλλά ακόμα και την παραγωγικότητα από έτος σε έτος. Τέλος, από τις εδαφολογικές αναλύσεις του Ματατζή το έδαφος έχει παρόμοια μηχανική σύσταση με το έδαφος στη Ραχώνα και δεν φαίνεται να μπορεί να επηρεάσει την υγρασία της περιοχής. Ακόμα, θα μπορούσε να προταθεί στον παραγωγό η μη εφαρμογή πλήρους προστασίας από ασθένειες, καθώς οι προσβολές από κυκλοκόνιο ήταν ελάχιστες την περίοδο των μετρήσεων. Μετά

βέβαια από μεγαλύτερης διάρκειας μετρήσεις το ανωτέρω αποτέλεσμα θα ήταν πιο σίγουρο.

Από τα λιγιστά αποτελέσματα του πειράματος φαίνεται ότι η συμβατική φυτοπροστασία του παραγωγού δεν είναι σημαντικά αποτελεσματική για μείωση των απωλειών φυλλώματος από το κυκλοκόνιο. Αυτό μπορεί να οφείλεται στη συνεχή χρήση χαλκούχων σκευασμάτων ή και στην άκαιρη εφαρμογή τους. Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, η μόλυνση των φύλλων από κυκλοκόνιο μπορεί να συμβεί οποιαδήποτε εποχή του έτους. Τα χαλκούχα μυκητοκτόνα έχουν υπολειμματική δράση μερικές εβδομάδες, ενώ συχνές βροχοπτώσεις την άνοιξη μπορεί να προκαλέσουν σημαντική προσβολή των φύλλων, η οποία είναι αδύνατον να εμποδιστεί από τα χαλκούχα σκευάσματα. Γι' αυτό και πρόσφατα, αλλά και λόγω πιθανής ανθεκτικότητας των μυκήτων στο χαλκό, όσον αφορά το κυκλοκόνιο στην ελιά, εφαρμόζονται οργανικά μυκητοκτόνα στην περιοχή της Χαλκιδικής αυξάνοντας το κόστος καλλιέργειας σημαντικά ιδιαίτερα σε περιόδους με έντονα άσχημες καιρικές συνθήκες, όπως παρατεταμένες βροχοπτώσεις την άνοιξη και αργά το φθινόπωρο.

Η εφαρμογή των εναλλακτικών σκευασμάτων φαίνεται να βοήθησε στη μείωση της προσβολής των φύλλων από το κυκλοκόνιο σε κάποιο βαθμό, ενώ γενικά βοήθησε στη συγκράτηση των φύλλων και μείωση της φυλλόπτωσης. Αυτή η μείωση της προσβολής μπορεί να οφείλεται στην διαφυλλική εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών *Ascophyllum nodosum*, που μπορεί να βοήθησε στην αντίσταση του φυτού έναντι των προσβολών από το μύκητα *Spilosea oleagina*, καθώς περιέχει βεταΐνες, θειωμένες φουκάνες και λαμιναρίνες που επάγουν την ανάπτυξη των φυτικών μηχανισμών αντίστασης, αυξάνοντας τις συγκεντρώσεις των πρωτεϊνών που σχετίζονται με την αντίδραση στον βιοτικό παράγοντα (PR1, PAL λυάσητης φαινυλαλανίνης αμμωνίου ή πλούσιες σε υδροξυπρολίνη γλυκοπρωτεΐνες O-μεθυλοτρανσφεράσης καφεϊκού οξέος, λιποξυγενάσης και σαλικυλικού οξέος) (Potin *et al.* 1999, Moon and Anderson 2003, Khahn *et al.* 2009, Karabudak *et al.* 2014, Chowdhury *et al.* 2015).

Αυτή η αντίσταση του ελαιόδενδρου έναντι του μύκητα μπορεί επίσης να προκλήθηκε από την εφαρμογή πυριτίου (μέσω του πυριτικού ασβεστίου που εφαρμόζονταν), που ενισχύει την περιεκτικότητα σε ημικυτταρίνη και λιγνίνη, αυξάνοντας την αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος, καθιστώντας το έτσι πιο δύσκολο για τους μύκητες να διεισδύσουν και να αναπτυχθούν μέσα στο φυτό (Fawe *et al.* 2001, Kim *et al.* 2002).

Επίσης μπορεί να λειτουργήσει ως φυσικός φραγμός, καθώς εναποτίθεται κάτω από την επιδερμίδα για να σχηματίσει ένα διπλό στρώμα επιδερμίδας-πυριτίου, εμποδίζοντας τα παθογόνα να το διαπεράσουν. Επιπλέον θα μπορούσε να προκαλέσει βλάβη στη μεμβράνη πλάσματος του μύκητα όπως στη περίπτωση των σπορίων *P. digitatum*, οδηγώντας σε αύξηση διαρροής πρωτεϊνών και σακχάρων ή να επηρεάσει τα σήματα μεταξύ ξενιστή και παθογόνου, με αποτέλεσμα την ταχύτερη και εκτενέστερη ενεργοποίηση των φυτικών αμυντικών μηχανισμών (Samuels *et al.* 1991, Chérif *et al.* 1992a, 1994, Liu *et al.* 2010).

Στον ελαιώνα Ματατζή το ειδικό βάρος φύλλου τον Σεπτέμβριο ήταν υψηλότερο στα πειραματικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, χωρίς οι δύο τελευταίες να διαφέρουν. Το μεγαλύτερο ειδικό βάρος των φύλλων, σχετίζεται και με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα ξηράς ουσίας, η οποία περιλαμβάνει πρωτεΐνες, σάκχαρα, οξέα, άμυλο, μεμβράνες κυτταρικού τοιχώματος. Αυτό σημαίνει πως τα φύλλα σαν παραγωγοί ενέργειας έχουν φωτοσυνθέσει επαρκώς εφοδιάζοντας τα ίδια τα φύλλα ικανοποιητικά και ολόκληρο το φυτό συμπεριλαμβανομένων και κύρια των καρπών με υδατάνθρακες και βιομάζα (Καραμπουρνιώτης κ.α. 2012).

Την ίδια ακολουθία εμφανίζει και η συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, που ήταν υψηλότερη και τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβριο στα πειραματικά σε σχέση με τα συμβατικά. Η αύξηση του ειδικού βάρους και της χλωροφύλλης των φύλλων των πειραματικών δένδρων μπορεί να οφείλεται στις ανοιξιάτικες διαφυλλικές εφαρμογές του μείγματος αμινοξέων-εκχυλίσματος φυκιών-ασβεστίου-πυριτίου. Αυτό επιβεβαιώνεται από προηγούμενες μελέτες με την αύξηση της περιεκτικότητας του αζώτου στα φύλλα που προήλθε από την εφαρμογή αμινοξέων σε φυτά φασολιού, ελιάς, μηλιάς, ροδακινιάς (Sotiropoulos *et al.* 2005, Yousef *et al.* 2011, AbdEl-Razek and Saleh 2012, Shadak *et al.* 2014). Το άζωτο περιέχεται στις πρωτεΐνες (κυρίως στα φύλλα και στο μηχανισμό της φωτοσύνθεσης- κύρια στο ένζυμο Rubisco) και στην ξηρά ουσία του φύλλου, άρα έμμεσα αυξάνει το ειδικό βάρος και τη φωτοσύνθεση. Το πυριτικό ασβέστιο αύξησε την ξηρή μάζα φύλλων κατά 25% σε σχέση με το μάρτυρα σε φυτά τομάτας (Marodin *et al.* 2014). Επιπλέον τα αμινοξέα είναι οι πρόδρομοι που χρησιμοποιούνται κατά τη σύνθεση της χλωροφύλλης, έτσι η

εφαρμογή τους μπορεί να επηρεάσει έμμεσα την παραγωγή ξηράς ουσίας στα φυτά (Yaronskaya *et al.* 2006).

Η εφαρμογή αμινοξέων (αργινίνη και κυστεΐνη) αύξησε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης των φύλλων σε φυτά μηλιάς (Sotiropoulos *et al.* 2005). Η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης α, β, α+β αυξήθηκε στα φύλλα με την εφαρμογή αμινοξέων σε ροδακινιά και τομάτα (Tantawy *et al.* 2009, AbdEl-Razek and Saleh 2012). Η αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης παρατηρείται συχνά μετά από εφαρμογές αμινοξέων. Αυτή η αύξηση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη μπορεί να οφείλεται και στη μείωση του ρυθμού αποικοδόμησης της χλωροφύλλης (Blunden *et al.* 1997). Τα φύκια περιέχουν υψηλές ποσότητες δευτερογενών μεταβολιτών, συμπεριλαμβανομένων των χρωστικών ουσιών (χλωροφύλλης a και b και ολικής χλωροφύλλης, καροτενοειδή και φυκοδιπρωτεΐνες) και παραγώγων αμινοξέων (Thinakaran and Sivakumar 2013). Οι βεταΐνες των εκχυλισμάτων φυκιών ενισχύουν την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων, σε ένα ευρύ φάσμα καλλιεργειών, συμπεριλαμβανομένης της αμπέλου και της φράουλας έπειτα από διαφυλλική εφαρμογή με εκχυλίσματα φυκιών (Mancuso *et al.* 2006, Spinelli *et al.* 2010, Jannin *et al.* 2013). Το Si αυξάνει τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα του φυτού με αποτέλεσμα μεγαλύτερη συσσώρευση στερεών σε ιστούς φύλλων προφανώς ως αποτέλεσμα της μείωσης των αρνητικών συνεπειών από αβιοτικές και βιοτικές καταπονήσεις (Pereira *et al.* 2003, Al-Ghabary *et al.* 2004). Σε προηγούμενη έρευνα δεν βρέθηκε να σχετίζονται οι επεμβάσεις Ca με την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και το ρυθμό φωτοσύνθεσης σε φυτά ελιάς (Tsantili *et al.* 2008).

Συνοπτικά, η μικτή εφαρμογή πυριτικού ασβεστίου, εκχυλισμάτων φυκιών και αμινοξέων διαφυλλικά την άνοιξη βοήθησε σημαντικά στη λειτουργία των φύλλων και αναμένεται να βοηθά σημαντικά στην ανάπτυξη των καρπών και βλαστών, άρα ίσως και της παραγωγικότητας των ελαιόδεντρων.

Εξίσου αποτελεσματική μπορεί να υπήρξε και η εφαρμογή ζεόλιθου στα πειραματικά δένδρα, καθώς έχει βρεθεί πως η εφαρμογή ζεόλιθου στο έδαφος αύξησε τα επίπεδα αζώτου σε φύλλα ελιάς (Caballero *et al.* 2008). Μπορεί η διαφυλλική εφαρμογή ζεόλιθου να είναι το ίδιο αποτελεσματική με την εφαρμογή από εδάφους, παρότι δεν υπάρχει σχετική βιβλιογραφία.

Η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου εμφάνισε μείωση από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο. Ο λόγος αυτής της μείωσης μπορεί να οφείλεται στην κυτοκινίνη που περιέχεται στο συμπύκνωμα των φυκιών, η οποία μετατοπίζει τη φωτοσυνθετική ροή υδατανθράκων από τα βλαστικά μέρη (ρίζες, στελέχη και νεαρά φύλλα) στους αναπτυσσόμενους καρπούς και προωθεί την ανάπτυξη φρούτων πιθανόν και εις βάρος των φύλλων, καθώς οι καρποί είναι πολύ ισχυροί καταναλωτές (Savasangari *et al.* 2011). Πιο πιθανό όμως είναι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδίως τον Αύγουστο, αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες που μπορεί να προκαλούν θερμική καταπόνηση των φυτών, που είναι εν μέρει υπεύθυνη για τη μείωση της χλωροφύλλης. Αλλά μπορεί να οφείλεται και στην περισσότερη σκίαση που προκαλείται με τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας τον Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Ιούνιο, όταν ο ήλιος βρίσκεται στο απόγειό του.

Αυτό όμως που είναι ενδιαφέρον και σχετίζεται με τα ανωτέρω είναι ότι στους δύο ελαιώνες το ποσοστό % ΞΟ και το ειδικό βάρος φύλλου ήταν παρόμοια τον Σεπτέμβριο, και καλύτερα στη Ραχώνα τον Ιούνιο. Αντίθετα, παρότι η συγκέντρωση χλωροφύλλης των φύλλων ήταν παρόμοια τον Σεπτέμβριο στους δύο ελαιώνες, τον Ιούνιο η συγκέντρωση χλωροφύλλης στη Ραχώνα ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη του Ματατζή. Αυτό μπορεί να οφείλεται στον καλύτερο φωτισμό της κόμης στη Ραχώνα, καθώς είναι γνωστό ότι η συγκέντρωση χλωροφύλλης αυξάνεται σε σκιαζόμενα φύλλα με σκοπό την αποτελεσματική απορρόφηση φωτονίων για να λειτουργήσει ο φωτοσυνθετικός μηχανισμός (Διαδίκτυο 3).

Η σχέση $\chi\lambda\omega\alpha/\chi\lambda\omega\beta$ δεν μεταβλήθηκε με το χρόνο και με τη μεταχείριση και στους δύο ελαιώνες. Αυτή η σχέση σχετίζεται με τη σκίαση των ελαιόδεντρων, με τη μείωσή της να σημαίνει περισσότερη σκίαση. Αυτό δεν βρέθηκε ούτε τον Σεπτέμβριο στα φύλλα των πειραματικών δένδρων, που σημαίνει ότι ο ψεκασμένος ζεόλιθος δεν προκάλεσε σκίαση και αλλαγές στα χαρακτηριστικά των φύλλων που σχετίζονται με τη σκίαση.

Λόγω της διαφυλλικής εφαρμογής ζεόλιθου όλο το καλοκαίρι, τον Σεπτέμβριο το χρώμα των φύλλων έγινε πιο ανοιχτόχρωμο στα πειραματικά δένδρα από τις άλλες μεταχειρίσεις. Με το πλύσιμο των φύλλων, η αλλαγή του χρώματος ήταν μεγάλη στα φύλλα των πειραματικών δένδρων. Παρότι ο ζεόλιθος έχει χρώμα γκρι φαίνεται να

κρατά πιο ανοικτόχρωμο το χρώμα των επιφανειών που ψεκάζονται και προφανώς να ανακλά μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, άρα και πιθανόν να μειώνει τη θερμική καταπόνηση.

Αλλά τα πλυμένα φύλλα είχαν παρόμοιες τιμές των παραμέτρων L^* και a^* στις τρεις μεταχειρίσεις. Αντίθετα, τον Σεπτέμβριο είχε βρεθεί υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στα φύλλα των πειραματικών δέντρων σε σύγκριση με τα φύλλα των συμβατικών δέντρων και των δέντρων μάρτυρα. Άρα φαίνεται ότι οι μετρήσεις του χρώματος των φύλλων με το όργανο Minolta δεν σχετίζονται με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης τουλάχιστον σε υγιή φύλλα, όπως αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Στον ελαιώνα Ματατζή οι καρποί των πειραματικών δένδρων είχαν λιγότερο πράσινο χρώμα και ελαφρά μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σάρκας, που μπορεί να σχετίζονται με πρωίμιση της ωρίμανσης του ελαιόκαρπου. Πρωίμιση της ωρίμανσης του ελαιόκαρπου παρατηρήθηκε επίσης και στην ποικιλία Κορωνέικη, σε ακτινίδια, κλημεντίνη, πορτοκάλια (ποικιλία *Navelina*) και σταφύλια *Italia*, όταν σε αυτά εφαρμόστηκε εκχύλισμα *A. nodosum* (Chouliaras *et al.* 1997, Colapietra and Alexander 2006, Chouliaras *et al.* 2009).

Είναι φανερό πως τα εναλλακτικά διαφυλλικά σκευάσματα δεν μείωσαν αλλά και ούτε βελτίωσαν σημαντικά τα χαρακτηριστικά καρπού. Ωστόσο οι ψεκασμοί Ca σε φυτά φράουλας δεν επηρέασαν το βάρος των καρπών, αλλά επηρέασαν ελαφρώς θετικά το χρώμα (Singh *et al.* 2007). Σε αντίθεση οι εφαρμογές Ca δεν επηρέασαν το χρώμα των φρούτων βατόμουρων (Angeletti *et al.* 2010). Σε φυτά τομάτας το πυριτικό ασβέστιο αύξησε την ξηρή μάζα φρούτων κατά 20% (Marodin *et al.* 2014). Επίσης, οι διαφυλλικές εφαρμογές εκχυλισμάτων φυκιών αυξάνουν το μήκος, τη διάμετρο και την απόδοση των καρπών στις πιπεριές, ενώ πρωιμίζουν τη συγκομιδή της καλλιέργειας και οδηγούν σε πρωιμότητα στα αγγούρια (Eris *et al.* 1995). Η εφαρμογή αμινοξέων στα ροδάκινα Florida Prince αύξησε το μήκος, το πλάτος και τον όγκο των καρπών με αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους τους και αύξηση της απόδοσης, όπως επίσης και σε φυτά τομάτας, ενώ σε φυτά φράουλας δεν βρέθηκε να επηρεάζει το βάρος και τη διάμετρο των καρπών (Shehata *et al.* 2011, Tantawy *et al.* 2009, Abdel-Razek and Saleh 2012).

Τον Ιούνιο στον ελαιώνα Ραχώνα το ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου και το ειδικό βάρος φύλλου ήταν υψηλότερα από τον ελαιώνα Ματατζή. Σε συνδυασμό με την τεράστια διαφορά στη φυλλόπτωση μεταξύ των δύο ελαιώνων, ίσως ολόκληρο το δέντρο στον ελαιώνα Ματατζή να επηρεάζεται αρνητικά από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και την πυκνότητα βλάστησης (λόγω μεγαλύτερης ηλικίας των δέντρων). Αυτό πιθανόν να έχει και αρνητικές συνέπειες στην παραγωγή, αλλά και διαφορετική αντίδραση σε μεταχειρίσεις που ενδυναμώνουν το φυτό. Τον Σεπτέμβριο όμως οι διαφορές στο ποσοστό % ΞΟ και στο ειδικό βάρος φύλλου δεν βρέθηκαν στους δύο ελαιώνες. Τα δένδρα του Ματατζή έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα βλάστησης λόγω ηλικίας και έχουν περίπου 1,5 φορά μεγαλύτερη κόμη από τα δένδρα στη Ραχώνα. Στη Ραχώνα (840 δένδρα) με αποστάσεις φύτευσης 6,5x6 βρέθηκε απόδοση καρπών το 2019 περίπου 23,4 κιλά το δένδρο, ενώ στον ελαιώνα Ματατζή βρέθηκε απόδοση 43,8 κιλά το δένδρο. Δηλαδή στου Ματατζή ήταν σχεδόν διπλάσια παραγωγή καρπών από τη Ραχώνα. Επομένως, δεν υπήρχε μεγάλη διαφορά στην πυκνότητα καρποφορίας (όσον αφορά το συνολικό βάρος καρπών) σε σχέση με την πυκνότητα κόμης. Προφανώς, αυτό είχε σαν συνέπεια τα παρόμοια χαρακτηριστικά φύλλων στην εμπορική συγκομιδή τον Σεπτέμβριο. Αλλά τον Σεπτέμβριο στον ελαιώνα Ραχώνα το βάρος καρπού και το ποσοστό % ΞΟ σάρκας καρπού ήταν μεγαλύτερο από αυτό του ελαιώνα Ματατζή. Αυτό οφείλονταν στο μικρότερο αριθμό καρπών (προφανώς στη Ραχώνα είχαμε πολύ μικρότερη πυκνότητα καρποφορίας, όσον αφορά τον αριθμό καρπών ανά μονάδα κόμης) ή στην καλύτερη λειτουργία των φύλλων στη Ραχώνα, στις διαφορετικές εδαφοκλιματικές συνθήκες ή στη σημαντική απώλεια φυλλώματος και μειωμένη φωτοσυνθετική λειτουργία στον ελαιώνα Ματατζή την άνοιξη.

Τον Σεπτέμβριο, το χρώμα φλοιού των καρπών ανά χρονική στιγμή ήταν παρόμοιο στους δύο ελαιώνες. Από τον Ιούνιο προς τον Σεπτέμβριο βρέθηκαν παρόμοιες αλλαγές και στους δύο ελαιώνες. Η παράμετρος L^* αυξήθηκε σημαντικά και η παράμετρος a^* μειώθηκε αρκετά. Αυτό σημαίνει ότι ο καρπός έγινε πιο φωτεινός (ανοιχτόχρωμος) και πιο πράσινος από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Το πιο φωτεινό χρώμα προφανώς οφείλεται σε άλλες ουσίες του φλοιού πέραν της χλωροφύλλης όπως τις ξανθοφύλλες και καροτενοειδή, που δίνουν πιο ανοιχτόχρωμο χρώμα στους καρπούς με την

ωρίμανση. Το πιο πράσινο χρώμα είναι περίεργο και πιθανόν να οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης μέχρι τον Σεπτέμβριο. Η μέτρηση του χρώματος φλοιού του ελαιόκαρπου μπορεί να μελετηθεί ως κριτήριο συλλεκτικής ωριμότητας, καθώς για τον πράσινο καρπό ελιάς σημασία έχει το χρώμα φλοιού.

Αξίζει να επισημανθεί ότι σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους φύλλων και καρπών που μελετήθηκαν πλην ελάχιστων εξαιρέσεων (στου Ματατζή μείωση του ποσοστού % ΞΟ σάρκας καρπού, στη Ραχώνα μείωση συγκέντρωσης χλωροφύλλης και ποσοστού % ΞΟ φύλλου και ποσοστού % ΞΟ βλαστού) τα δέντρα του μάρτυρα (που δεν δέχθηκαν το πρόγραμμα φυτοπροστασίας με μυκητοκτόνα του παραγωγού) είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά φύλλων και καρπού με τα συμβατικά δέντρα. Για τη χρονιά που έγινε λοιπόν το πείραμα ίσως και να μην χρειάζονταν οι ψεκασμοί που διενεργήθηκαν με υψηλό κόστος από τον παραγωγό. Αυτό οφείλεται στις κλιματικές συνθήκες το 2019 ή στην αναποτελεσματικότητα των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων (να σημειωθεί και η σημαντικότερη φυλλόπτωση στα συμβατικά δέντρα κύρια από προσβολή από κυκλοκόνιο).

Συμπεράσματα

Η διαφυλλική εφαρμογή του μείγματος αμινοξέων (80 g), του πυριτίου (πυριτικό ασβέστιο, 200 mL) και του εκχυλίσματος φυκιών *Ascophyllum nodosum* (80 g) φαίνεται να βοήθησε στη μείωση της προσβολής των φύλλων από το κυκλοκόνιο σε κάποιο βαθμό, ενώ γενικά βοήθησε στη συγκράτηση των φύλλων και μείωση της φυλλόπτωσης. Επίσης η ίδια εφαρμογή στις ίδιες δόσεις βοήθησε σημαντικά στη λειτουργία των φύλλων και δύναται να βοηθά σημαντικά στην ανάπτυξη των καρπών και βλαστών, άρα ίσως και της παραγωγικότητας των ελαιόδεντρων. Εξίσου αποτελεσματική κρίθηκε και η εφαρμογή ζεόλιθου στη λειτουργία των φύλλων. Το πρόγραμμα που εφαρμόστηκε με τα εναλλακτικά διαφυλλικά σκευάσματα δεν μείωσε αλλά και ούτε βελτίωσε σημαντικά τα χαρακτηριστικά του καρπού. Μεταξύ των δύο ελαιώνων βρέθηκαν διαφορές στα χαρακτηριστικά των φύλλων, των καρπών και την ένταση της ασθένειας παρότι εφαρμόστηκε το ίδιο πρόγραμμα ψεκασμών, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική τοπογραφία των δύο αγρών, τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και την διαφορετική ανάπτυξη κόμης των δένδρων. Αξίζει να επισημανθεί ότι σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους φύλλων και καρπών που μελετήθηκαν πλην ελάχιστων εξαιρέσεων τα δέντρα του μάρτυρα είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά φύλλων και καρπού με τα συμβατικά δέντρα. Άρα, κρίνεται χρήσιμο να μειωθούν οι εφαρμογές οργανικών μυκητοκτόνων και χαλκού, που αυξάνουν το κόστος καλλιέργειας στο νομό Χαλκιδικής και δημιουργούν διάφορα προβλήματα στο περιβάλλον και τους οργανισμούς, και να αντικατασταθούν από τα εναλλακτικά που μελετήθηκαν σε αυτή την εργασία και είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

Επιπλέον, θα ήταν χρήσιμη η περαιτέρω έρευνα, σχετικά με την αύξηση των δόσεων ανά εφαρμογή, των συγκεκριμένων εναλλακτικών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, αν αυτή η αύξηση επιφέρει διαφορετικά θετικά αποτελέσματα και που η εφαρμογή τους να συμφέρει οικονομικά ή δημιουργεί πιθανή φυτοτοξικότητα. Χρήσιμο βέβαια θα ήταν να προστεθούν και άλλα τέτοιο είδους σκευάσματα στη φαρέτρα της επιστήμης και των παραγωγών.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Θερίος, Ι.Ν. 2005. Ελαιοκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Καραμπουρνιώτης, Γ., Λιακόπουλος, Γ. και Νικολόπουλος, Δ. 2012. Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών. Εκδόσεις ΕΜΒΡΥΟ, Αθήνα.

Raven, P., Evert, R.F. and Eichhorn, S.E. 2014. Βιολογία των Φυτών. Μετάφραση από Θάνο Κ., Ιατρού Γ. και Χριστοδουλάκη Ν. Εκδόσεις Utopia, Αθήνα, σελ. 1000.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

AbdEl-Razek, E. And Saleh, M.M.S. 2012. Improve productivity and fruit quality of florida prince peach trees using foliar and soil applications of amino acids. Middle-East Journal of Scientific Research, (8):1165-1172.

Al-Aghabary, K., Zhu, Z., Shi, Q.H. 2004. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. Journal of Plant Nutrition, 27:2101-2115.

Al-Tabbal, J.A., Al-Mefleh, N.K., Al-Zboon, K.K., Tadros, M.J. 2019. Effects of volcanic zeolite tuff on olive (*Olea europaea* L.) growth and soil chemistry under a constant water level: Five years monitoring experience. Environment and Natural Resources Journal, 18:44-54.

Andjelkovic, M., Van Camp, J., De Meulenaer, B., Depaemelaere, G., Socaciu, C., Verloo, M., Verhe, R. 2006. Iron-chelation properties of phenolic acids bearing catechol and galloyl groups. Food Chemistry, 98:23–31.

Andrade, D.J., Pattaro, F.C., Cruz, M.C.P., Morais, M.R., Melville, C.C., Oliveira, C.A.L. 2020. Management of citrus leprosis using lime sulphur and their implications to soil and plant properties. Revista Brasileira de Fruticultura, 42(4).

Angeletti, P., Castagnasso, H., Miceli, E., Terminiello, L., Concellón, A., Chaves, A., Vicente, A.R. 2010. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality,

softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. *Postharvest Biology and Technology*, 58:98-103.

Ávila, A., Romero, J., Agustí-Brisach, C., Benali, A., Roca L.F., Trapero, A. 2019. Phenotypic and pathogenic characterization of *Pseudocercospora cladosporioides*, causal agent of cercospora leaf spot of olives. *European Journal Plant Pathology*, 156:45–65.

Baron-Epel, O., Gharyal, P.K., Schindler, M. 1988. Pectins as mediators of wall porosity in soybean cells. *Planta*, 175:389–395.

Basak A. 2008. Effect of preharvest treatment with seaweed products, Kelpak® and Goëmar BM 86®, on fruit quality in apple. *International Journal of Fruit Science*, 8(1):1–14.

Bekker, T.F., Labuschagne, N., Aveling, T., Kaiser, C. 2007. Efficacy of water soluble potassium silicate against phytophthora root rot of avocado under field conditions. *South African Avocado Growers Association Yearbook*, 30:39-48.

Benavides, A., Recasens, I., Casero, T., Puy, J. 2001. Chemometric analyses of 'Golden Smoothie' apples treated with two preharvest calcium spray strategies in the growing season. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81:943–952.

Benitez, Y., Botellia, M.G, Trapero, A., Alsalimiya, M., Caballero, J.L., Dorado, G., Munoz-Blanco, J. 2005. Molecular analysis of the interaction between *Olea europaea* and the biotrophic fungus *Spilocaea oleagina*. *Molecular Plant Pathology*, 6(4):425–438.

Berlyn, G.P. and Russo, R.O. 1990. The use of organic biostimulants in nitrogen fixing trees. *Nitrogen Fixing Trees Research Report*, 81:1–2.

Bernardi, A.C.C., Werneck, C.G., Haim, P.G., Rezende, N.G.A.M., Monte, M.B.M. 2008. Growth and mineral nutrition of rampur lime rootstock cultivated in substrate with zeolite enriched with NPK. *Brazilian Magazine of Fruit Culture*, 30(3):794-800.

Besnard, G., Khadari, B., Navascues, M., Fernandez-Mazuecos, M., El-Bakkali, A., Arrigo, N., Baali-Cherif, D., Brunini-Brozini de Caraffa, V., Santoni, S., Vargas, P.,

Savolainen, V. 2013. The complex history of the olive tree: from Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proceedings Biological Science*, 280(1756):20122833.

Blunden, G., Cripps, A.L., Gordon, S.M., Mason, T.G., Turner, C.H. 1986a. The characterisation and quantitative estimation of betaines in commercial seaweed extracts. *Botanica Marina*, 24:155–160.

Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y. 1997. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, 8:535-543.

Bohnert, H.J. and Jensen, R.G. 1996. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. *Trends Biotechnology*, 14:89–97.

Bracci, T., Busconi, M., Fogher, C., Sebastiani, L., 2011. Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. *Plant Cell Reports*, 30(4):449–462.

Brun, L.A., Maillet, J., Richarte, J., Herrmann, P., Remy, J.C. 1998. Relationships between extractable copper, soil properties and copper uptake by wild plants in vineyard soils. *Environmental Pollution*, 102:151-161.

Brun, L.A., Le Corff, J., Maillet, J. 2003. Effects of elevated soil copper on phenology, growth and reproduction of five ruderal plant species. *Environmental Pollution*, 122:361-368.

Carpita, N. and McCann, M. 2000. The plant cell wall. In: Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R. (Eds.), *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists, pp. 52–109.

Carvalho, J.D.G., Machado, A.Q., Ascimento, I.R.D., Boas R.C.V. 2002. Desempenho da cultura do tomate adubado com silifétil. *Horticultura Brasileira*, 20:402.

Castaings, L., Marchive, C., Meyer, C., Krapp, A. 2011. Nitrogen signaling in *Arabidopsis*: how to obtain insights into a complex signaling network. *Journal of Experimental Botany*, 62:1391–1397.

- Chardonnet, C.O., Sams, C.E., Trigiano, R.N., Conway, W.S. 2000. Variability of three isolates of *Botrytis cinerea* affects the inhibitory effects of calcium on this fungus. *Phytopathology*, 90:769–774.
- Cherif, M., Benhamou, N., Menzies, J.G., Belanger, R.R. 1992a. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 41:411-415.
- Cherif, M., Asselin, A., Belanger, R.R. 1994. Defence responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, 84:236-242.
- Chong, J. and Harder, D.E. 1982. Ultrastructure of haustorium development in *Puccinia coronata* f.sp. *avenae*. I. Cytochemistry and energy dispersive X-ray analysis of the haustorial mother cell. *Phytopathology*, 72:1518-1526.
- Choudhary, N.L., Sairam, R.K., Tyagi, A. 2005. Expression of delta1-pyrroline-5-carboxylate synthetase gene during drought in rice (*Oryza sativa* L.). *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*, 42:366–370.
- Chowdhury, S.P., Hartmann, A., Gao, X.W., Borriss, R. 2015. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42: a review. *Frontiers in Microbiology*, 6:1-1.
- Chouliaras, V., Gerasopoulos, D., Lionakis, S. 1997. Effects of seaweed extract on fruit growth, weight and maturation of ‘Hayward’ kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 444:485–492.
- Chouliaras, V., Tasioula, M., Chatzisavvidis, C., Therios, I., Tsabolatidou, E. 2009. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea*) cultivar Koroneiki. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89:984–988.
- Colapietra, M. and Alexander, A. 2006. Effect of foliar fertilization on yield and quality of table grapes. *Acta Horticulturae*, 721:213–218.

Conway, W.S., Sams, C.E., Abbott, J.A., Bruton, B.D. 1991. Postharvest calcium treatment of apple fruit to provide broad-spectrum protection against postharvest pathogens. *Plant Disease Journal*, 75:620–622.

Cote, F., Ham, K.S., Hahn, M.G., Bergmann, C.W., Biswas, D. 1998. Oligosaccharide elicitors in host-pathogen interactions: generation, perception, and signal transduction. *Subcellular Biochemistry and Plant–Microbe Interactions*, pp. 385–432.

Craigie, J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3):371-393.

Cromwell, M.L., Berkett, L.P., Darby, H.M. 2011. Alternative organic fungicides for apple scab management and their non-target effects. *HortScience*, 46(9):1254–1259.

Davies, D.D. 1982. Physiological aspects of protein turnover. In: Boutler, D. and Partier, B. (Eds), *Nucleic acids and proteins: Structure, biochemistry and Physiology of proteins*, Encyclopedia of Plant Physiology, Nes Series, 14 A, Springer Verlag, New York, pp 190-228.

Davies, P.J. 2004. *Plant hormones. Biosynthesis, signal transduction action* Vol. 3, 3rd edn. Kluwer, Dordrecht, pp. 750.

Datnoff, L.E., Rodrigues, F.A., Seebold, K.W. 2007. Silicon and plant disease. In: Datnoff, L.E., Elmer, W.H., Huber, D.M. (Eds.), *Mineral nutrition and plant disease*. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, pp. 233-246.

DeLong, C.N., Yoder, K.S., Cochran A.E., Kilmer, S.W., Royston, W.S.Jr., Combs, L.D., Smith, A.H. 2018. Apple disease control and bloom-thinning effects by lime sulfur, regalia, and JMS Stylet-Oil. *Plant Health Progress*, 19:143-152.

Dong, T., Xia, R., Xiao, Z., Wang, P., Song, W. 2009. Effect of pre-harvest application of calcium and boron on dietary fibre, hydrolases and ultra structure in ‘Cara Cara’ navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. *Scientia Horticulturae*, 121:272-277.

Eijsackers, H., Beneke, P., Maboeta, M., Louw, J.P.E., Reinecke, A.J. 2005. The implications of copper fungicide usage in vineyards for earthworm activity and resulting sustainable soil quality. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 62:99-111.

Elmera, P.A.G., Spiersa, T.M., Wood, P.N. 2006. Effects of pre-harvest foliar calcium sprays on fruit calcium levels and brown rot of peaches. *Crop Protection*, 26:11-18.

El-Shoubaky, G.A. and Salem, E.A. 2016. Effect of abiotic stress on endogenous phytohormones profile in some seaweeds. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical*, 8:124–134.

Epstein, E. 1999. Silicon, annual review. *Plant Physiology Plant Molecular Biology*, 50:641-664.

Epstein, E. and Bloom, A.J. 2006. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Editora Planta, Londrina, pp. 403.

Eris, A., Sivritepe, H.Ö., Stvritepe, N. 1995. The effects of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality in peppers. *Acta Horticulturae*, 412:185–192.

European Commission, 2007. Council Regulation (EC) No 834/2007.

Fallahi, E., Conway, W.S., Hickey, K.D., Sams, C.E. 1997. The role of calcium and nitrogen in post harvest quality and disease resistance of apples. *Hortscience*, 32:831–835.

Fan, D., Hodges, D.M., Zhang, J., Kirby, C.W., Ji, X., Locke, S.J., Critchley, A.T., Prithiviraj, B. 2010. Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacea oleracea L.*) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress. *Food Chemistry*, 124:195–202.

FAO 2006. Yearbook of Fishery Statistics, vol 98(1–2). Food and Agricultural Organisation of the United Nations, Rome.

FAO, 2017. Agricultural Statistics of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. www.FAO.org.

Fauteux, F., Remus-Borel, W., Menzies, J.G., Belager, R.R. 2005. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 249:1-6.

- Fawe, A., Menzies, J.G., Cherif, M., Belager, R.R. 2001. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: Datnoff, L.E., Snyder, G.H. and Korndörfer, G.H. (Eds), *Silicon in Agriculture*. Elsevier Science, pp. 159-169.
- Ferguson, I.B. and Watkins, C.B. 1989. Bitter pit in apple fruit. *Horticultural Reviews*, 11:289–355.
- Ferreira, J.A., I. Mafra, M.R. Soares, Evtuguin D.V., Coimbra, M.A. 2006. Dimeric calcium complexes of arabin-rich pectic polysaccharides from *Olea europaea L.*, cell walls. *Carbohydrate Polymers*, 65:535–543.
- Filipczak, J., Sas-Paszt, L., Szwonek, E., Lewandowski, M., Kowalczyk, W., Popinska-Gil, W. 2016. Response of two strawberry cultivars to the application of silicon. In: international conference microelements in agriculture and environment.
- Fiori, M.P. 2006. Comportamento de cultivares de tomateiro quanto à utilização de escórias siderúrgicas em ambiente protegido. Doctoral Thesis.
- Friday, O.O., Walter, M., Jones, E.E., Jaspers, V.M. 2013. Efficacy of systemic acquired resistance inducers in olive leaf spot management. *Australasian Plant Pathology*, 42:163–168.
- Fry, S.C. 2004. Primary cell wall metabolism: tracking the careers of wall polymers in living plant cells. *New Phytologist*, 161:641–675.
- Ghanbari, M. and Ariaifar, S. 2013. The effects of water deficit and zeolite application on growth traits and oil yield of medicinal Peppermint (*Mentha piperita L.*). *International Journal Medicinal Aromatic Plants*, 3(1): 32-39.
- Gomes, S., Prieto, P., Carvalho, T., Guedes-Pinto, H., Martins-Lopes, P. 2012c. Olive *Colletotrichum acutatum*: an example of fruit-fungal interaction. *Plant Breeding*, pp. 247–264.
- Goulao, L.F. and Oliveira, C.M. 2008. Cell wall modifications during fruit ripening: when a fruit is not the fruit. *Trends in Food Science and Technology*, 19:4–25.

Grande, J.A., Carmona, P., Gonzalez, A., De La Torre, M.L. 1995. Experiencia con zeolita sencultivos de fresón. Análisis factorial de los datos de una parcela experimental en Lepe (Huelva). Avances en la Investigación en Zona No Saturada. Sev. Pub. Gobierno Vasco. Vitoria, pp 373-381.

Graniti A. 1993. Olive scab: a review. EPPO Bulletin, 23:377–384.

Green, P. 2004. Oleaceae. In: flowering plants: dicotyledons. Springer, pp. 296–306.

Guinan, K.J., Sujeeth, N., Copeland, R.B., Jone, P.W., O'Brien, N.M., Sharma, H.S.S., Prouteau, P.F.J., O'Sullivan, J.T. 2013. Discrete roles for extracts of *Ascophyllum nodosum* in enhancing plant growth and tolerance to abiotic and biotic stresses. Acta Horticulturae, 1009:127-135.

Heath, M.C. 1981. Insoluble silicon in necrotic cowpea cells following infection with an incompatible isolate of the cowpea rust fungus. Physiology Plant Pathology, 19:273-276.

Hildebrandt, T.M. 2018. Synthesis versus degradation: Directions of amino acid metabolism during Arabidopsis abiotic stress response. Plant Molecular Biology, 98:121–135.

Hinojosa, M., Garcia-Ruiz, R., Carreira, J., Karaca, A., Cetin, S., Turgay, O. 2010. Soil Biology: Soil Heavy Metals.

Holb, I.J., and Schnabel, G. 2005. Effect of fungicide treatments and sanitation practices on brown rot blossom blight incidence, phytotoxicity and yield for organic sour cherry production. Plant Disease, 89:1164-1170.

Jakab, S. and Jakab, A. 2010. Effects of the zeolitic tuff on the physical characteristics of haplic luvisol and the quality of fruits on apple orchards. Agriculture and Environment, 2:31-37.

Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P., Lâiné, P., Goux, D., Garnica, M., Fuentes, M., Francisco, S.S., Baigorri, R., Cruz, F. 2013. *Brassica napus* growth is promoted by *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. seaweed extract: microarray analysis and physiological characterization of N, C, and S metabolisms. Journal of Plant Growth Regulation, 32:31–52.

- Jänsch, S. and Römbke, J. 2009. Umweltforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 360 03 040.
- Jarvis, M.C. 1984. Structure and properties of pectin gels in plant cell walls. *Plant, Cell and Environment*, 7:153–164.
- Jayaraj, J., Wan, A., Rahman, M., Punja Z.K. 2008. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. *Crop Protection*, 27:1360–1366.
- Kandeler, E., Kampichler, C., Horak, O. 1996. Influence of heavy metals on the functional diversity of soil microbial communities. *Biology and Fertility of Soils*, 23:299-306.
- Kanto, T., Miyoshi, A., Ogawa, T., Maekawa, K., Aino, M. 2004. Suppressive effect of potassium silicate on powdery mildew of strawberry in hydroponics. *Journal General Plant Pathology*, 70:207-211.
- Kanto, T., Miyoshi, A., Ogawa, T., Maekawa, K., Aino, M. 2006. Suppressive effect of liquid potassium silicate on powdery mildew of strawberry in soil. *Journal General Plant Pathology*, 72:137-142.
- Karabudak, T., Bor, M., Özdemir, F., Türkan, L. 2014. Glycine betaine protects tomato (*Solanum lycopersicum*) plants at low temperature by inducing fatty acid desaturase7 and lipoxygenase gene expression. *Molecular Biology Reports*, 41:1401–1410.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4):386-399.
- Khodaei-Joghan, A. and Asilan, K.S. 2012. Zeolite influences on nitrate leaching, nitrogen-use efficiency, yield and yield components of canola in sandy soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58:1149-69.
- Kim, S.G., Kim, W., Park, E.W., Choi, D. 2002. Silicon-induced cell wall fortification of rice leaves: a possible cellular mechanism of enhanced host resistance to blast. *Phytopathology*, 92:1095-1103.

Kolainis, S., Koletti, A., Lykogianni, M., Karamanou, D., Gkizi, D., Tjamos, S.E., Paraskeuopoulos, A., Aliferis, K.A. 2020. An integrated approach to improve plant protection against olive anthracnose caused by the *Colletotrichum acutatum* species complex. PLOS One, 15(5):0233916.

Komárek, M., Cadková, E., Chrastný, V., Bordas, F., Bollinger, J., 2010. Contamination of vineyard soils with fungicides: a review of environmental and toxicological aspects. Environment International, 36:138-151.

Korndorfer, G.H., Coelho, N.M., Snyder, G.H., Mizutani, C.T. 1999. Avaliação de métodos de extração de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:101-106.

Kowalczyk K. and Zielony T. 2008. Effect of amino plant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool, Conf. of biostimulators in modern agriculture. Warsaw, Poland.

Lal, R. 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. Sustainability, 7:5875-5895.

Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y.G., Christie, P. 2007. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review. Environmental Pollution, 147: 422-428.

Little, H. and Neily, W. 2010. Commercial extracts of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* improve plant water use and drought stress resistance in the greenhouse and field, oral presentation. Western Plant Growth Regulator Society Annual Meeting Davis, California.

Liu, J., Zong, Y., Qin, G., Li, B., Tian, S. 2010. Plasma membrane damage contributes to antifungal activity of silicon against *Penicillium digitatum*. Current Microbiology, 61:274–279.

Lops, F., Frisullo, S., Rossi, V. 1993. Studies on the spread of the olive scab pathogen *Spilocaea oleagina*. EPPO Bulletin, 23:385–387.

Ma, J.F. and Yamaji, N. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends in Plant Science, 11:392-397.

- MacKinnon, S.A., Craft, C.A., Hiltz, D., Ugarte, R. 2010. Improved methods of analysis for betaines in *Ascophyllum nodosum* and its commercial seaweed extracts. *Journal of Applied Phycology*, 22:489–494.
- Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., Briand, X. 2006. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Advances in Horticultural Science*, 20(2):156–161.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Mignani, I., Diamantidis, G., Tzavella-Klonari, K. 2005. The effect of preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown rot of peach fruits. *Scientia Horticulturae*, 107:43–50.
- Marodin, J.C., Resende, J.T.V., Morales, R.G.F., Silva, M.L.S., Galvao, A.G., Zanin, D.S. 2014. Yield of tomato fruits in relation to silicon sources and rates. *Horticultura Brasileira*, 32: 221-225.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Cambridge Massachusetts, p. 650.
- McArtney, S., Palmer, J., Davies, S., Seymour, S. 2006. Effects of lime sulfur and fish oil on pollen tube growth, leaf photosynthesis and fruit set in apple. *HortScience*, 41:357–360.
- Mercier, L., Laffite, C., Borderies, G., Briand, X., Esquerré-Tugayé, M.T., Fournier, J. 2001. The algal polysaccharide carrageenans can act as an elicitor of plant defense. *New Phytologist*, 149:43–51.
- Miceli, A., Ippolito, A., Linsalata, V., Nigro, F. 1999. Effect of preharvest calcium treatment on decay and biochemical changes of table grape during storage. *Phytopathologia Mediterranea*, 38:47–53.
- Micheli, F. 2001. Pectin methylesterases: cell wall enzymes with important roles in plant physiology. *Trends in Plant Science*, 6:414–419.
- Miller, S.T., Otto, K.L., Sterle, D., Minas, I.S., Stewar, J.E. 2019. Preventive fungicidal control of *Cytospora leucostoma* in peach orchards in Colorado. *Plant disease*, 103:1138-1147.

- Milosevic', T., Milosevic', N., Glisic', N. 2013. Tree growth, yield, fruit quality attributes and leaf nutrient content of 'Roxana' apricot as influenced by natural zeolite, organic and inorganic fertilizers. *Scientia Horticulturae*, 156:131–139.
- Mirparsa, T., Ganjali, H.R., Dahmardeh, M. 2016. The effect of bio fertilizers on yield and yield components of sunflower oil seed and nut. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 5:46–49.
- Mirzaei, M., Akbar, A., Mohsen, S. 2015. Aggregation stability and organic carbon fraction in a soil amended with some plant residues, nanozeolite, and natural zeolite. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4:11-22.
- Mondal, F.M., Asaduzzaman, M., Kobayashi, Y., Ban, T., Asao, T. 2013. Recovery from autotoxicity in strawberry by supplementation of amino acids. *Scientia Horticulturae*, 164:137-144.
- Moon, D.J. and Anderson, A.J. 2003. Novel methods of protecting plants from pathogens. Patent no. 6,582,961. Assignee: Redox Chemicals Inc. United States.
- Moral, J. and Trapero, A. 2012. Mummified fruit as a source of inoculums and disease dynamics of olive anthracnose caused by *Colletotrichum* spp. *Phytopathology*, 102:982-989.
- Moral, J., Xaviér, C., Roca, L., Romero, J., Moreda, W., Trapero, A. 2014. La antracnosis de lolivo y su efecto en la calidad del aceite. *Grasas y Aceites*, 65:22-28.
- Mosca, S., Li Destri Nicosia, M.G., Cacciola, S.O., Schena, L. 2014. Molecular analysis of *Colletotrichum* species in the carposphere and phyllosphere of olive. *PloS One*, 9(12):114031.
- Moscoso-Ramírez, P.A. and Palou, L. 2013. Evaluation of postharvest treatments with chemical resistance inducers to control green and blue molds on orange fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 85:132–135.
- Munaretto, L.M., Botelho, R.V., Resende, G.T.V., Schwarz, K., Sato, A.J. 2017. Productivity and quality of organic strawberries pre-harvest treated with silicon. *Horticultura Brasileira*, 36:040-046.

- Myers, S.P., O'Connor, J., Fitton, J.H., Brooks, L., Rolfe, M., Connellan, P., Wohlmuth, H., Cheras, P.A., Morris, C. 2010. A combined phase I and phase II open label study on the effects of a seaweed extract nutrient complex on *osteoarthritis*. *Biologics Targets and Therapy*, 4:33–44.
- Nigro, F., Ippolito, A., Gallone, P., Carmignano, P., Romanazi, G. 2002. Cercosporiosis of olive in Apulia and attempts to control the disease. *Acta Horticulturae*, 586:773–776.
- Nigro, F., Schena, L., Ligorio, A., Pentimone, I., Ippolito A., Salerno G.M. 2006. Control of table grape storage rots by pre-harvest applications of salts. *Postharvest Biology and Technology*, 42:142-149.
- Nuñez, A.M.P., Rodríguez, G.A.A., Monteiro, F.P., Faria, A.F., Silva, J.C.P., Monteiro, A.C.A., Carvalho, C.V., Gomes, L.A.A., Souza, R.M., Souza, J.T., Medeiros, F.H.V. 2018. Bio-based products control black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) and increase the nutraceutical and antioxidant components in kale. *Nature Scientific Reports*, 8:10199.
- Obanor, F.O., Walter, M., Jones, E.E., Jaspers, M.V. 2011. Effect of temperature, inoculum concentration, leaf age, continuous and interrupted wetness on infection of olive plants by *Spilocaea oleagina*. *Plant Pathology*, 60:190–199.
- Ohyama, T., Ohtake, N., Sueyoshi, K., Ono, Y., Tsutsumi, K., Ueno, M., Tanabata, S., Sato, T., Takahashi, O. 2017. Amino acid metabolism and transport in soybean plants. In: Asao, T., Asaduzzaman, M. (Eds), *Amino Acid –New in sights and roles in plant and animal*. InTech, Croatia, pp. 171-196.
- Ortiz, A., Graell, J., Lara, I. 2011. Preharvest calcium applications inhibit some cell wall-modifying enzyme activities and delay cell wall disassembly at commercial harvest of Fuji Kiku-8 apples. *Postharvest Biology and Technology*, 62:161-167.
- Ozbahce, A.A., Tari, F., Gönülal, E., Simsekli, N., Padem, H. 2015. The effect of zeolite applications on yield components and nutrient uptake of common bean under water stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(5):615-26.
- Palmer, J.W., Davies, S.B., Shaw, P., Wunsche, J.N. 2003. Growth and fruit quality of 'Braeburn' apple trees as influenced by fungicide programmes suitable for organic production. *Journal of Crop and Horticultural Science, New Zealand*, 31:169–177.

- Pappas, A. C. 1993. *Mycocentrospora cladosporioides* on olive in Greece. EPPO Journal, 3:405–409.
- Pasković, I., Pecina, M., Bronić, J., Pericad, S., Bana, D., Bana, S.G, Pošćić, F., Palčić, I., Čustiće, M.H. 2018. Synthetic zeolite A as zinc and manganese fertilizer in calcareous soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 49(9):1072-1082.
- Pereira, H.S., Vitti G.C., Korndorfer G.H. 2003. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. Revista Brasileira de Ciência de Solo, 27:101-108.
- Perez-Caballero, R., Gil, J., Benitez, C., Gonzalez, J.L. 2008. The effect of adding zeolite to soils in order to improve the N-K nutrition of olive trees. Preliminary Results. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 2(1):321-324.
- Pe´rez, J., Falque, E., Dominguez, H. 2016. Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. Marine Drugs, 14:1–38.
- Potin, P., Bouarab, K., Kupper, F., Kloareg, B. 1999. Oligosaccharide recognition signals and defence reactions in marine plant microbe interactions. Current Opinion in Microbiology, 2:276–283.
- Prisa D. 2018. Italian chabazitic-zeolite and effective microorganism for the qualitative improvement of olive trees. Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali, Memorie Supplemento, 125:13-17.
- Quesada, J.M., Penyalver, R., Perez-Panades, J., Salcedo, C.I., Carbonell, E.A., Lopez, M.M. 2010a. Comparison of chemical treatments for reducing epiphytic *Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi* populations and for improving subsequent control of olive knot disease. Crop Protection, 29:1413–1420.
- Quesada, J.M., Penyalver, R., Perez-Panades, J., Salcedo, C.I., Carbonell, E.A., Lopez, M.M. 2010b. Dissemination of *Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi* populations and subsequent appearance of olive knot disease. Plant Pathology, 59:262–269.
- Rai V.K. Role of amino acids in plant responses to stress. Biologia Plantarum, 45:471–478.

- Ramarajan, S., Henry, J.L., Saravana, G.A. 2013. Effect of seaweed extracts mediated changes in leaf area and pigment concentration in soybean under salt stress condition. *Research & Reviews: A Journal of Life Sciences*, 3:17–21.
- Ramos J.S., Castro E.M.D., Carmo, P.S., Faquin, V., Oliveira C.D., Pereira G.C. 2009. Uso do silício e redução da toxicidade de zinco em mudas de eucalipto. *Interciencia*, 34:189-194.
- Rasouli, M., Khademi, O., Asadi, W. 2020. The impact of new blossom thinners and hand thinned on fruit quality and quantity in peach cv. Alberta and nectarine cv. Sun King. *International Journal of Fruit Science*.
- Reed, R.H., Davison, I.R., Chudek, J.A., Foster, R. 1985. The osmotic role of mannitol in the Phaeophyta. *Phycologia*, 24:35–47.
- Rensing, S.A. 2008. The *Physcomitrella* genome reveals evolutionary insight into the conquest of land by plants. *Science*, 319:64–69.
- Romero, J., Ávila, A., Agustí-Brisach, C., Roca L.F., Trapero, A. 2020. Evaluation of fungicides and management strategies against *Cercospora* leaf spot of olive caused by *Pseudocercospora cladosporioides*. *Agronomy*, 10:271-278.
- Rosenberger, D. and Jentsch, P. 2006. Effectiveness of Lime-Sulfur and phosphorous acid for controlling summer diseases on Apples. Cornell University Library, accessed 16Aug2020. <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/43186>
- Sadak, M.S.H., Abdelhamid, M.T., Schmidhalter, U. 2014. Effect of foliar application of amino acids on plant yield and some physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. *Acta Biológica Colombiana*, 20(1):141-152.
- Saito, Y., Shimizu, H., Nakajima, H., Miyasaka, T., Doi, K. 2012. Influence of light quality, especially red light by using the LED in lettuce cultivation. *Environmental Engineering*, 24:25–30.
- Sangster, A.G., Hodson, M.J., Tubb, H.J. 2001. Silicon deposition in higher plants. In: Datnoff, L.E., Snyder, G.H. & Korndorfer, G.H. (Eds.), *Silicon in Agriculture*, Elsevier Science B.V., Amsterdam, pp 85-113.

- Saradhi, P.P., Alia Arora, S., Prasad, K.V.S.K. 1995. Proline accumulates in plants exposed to UV radiation and protects them against UV induced peroxidation. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 209:1–5.
- Savasangari, S.R., Nagaraj, S., Vijayanand, N. 2011. Influence of seaweed liquid extracts on growth, biochemical and yield characteristics of *Cyamopsis tetragonolaba* (L.) Taub. *Journal of Phytology*, 3:37–41.
- Schena, L., Agosteo, G.E., Cacciola, S.O. 2011. Olive diseases and disorders. Transworld Research Net-work, Kerala, India.
- Sergeeva, V. 2014. The role of epidemiology data in developing integrated management of anthracnose in olives - a review. *Acta Horticulturae*, 1057:163–168.
- Shehata, S.A., Gharib, A.A., El-Mogy Mohamed, M., Abdel Gawad, K.F., Emad Shalaby, A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11):2304-2308.
- Silva, P.A., Abreu, C.M.P., Queiroz, E.R., Correa, A.D., Santos, C.D. 2011. Avaliação da qualidade de Morangos Oso Grande sub metidosao 1-metilciclopropeno. *Revista Brasileira de Armazenamento*, 36:13-21.
- Silva, M.L.S., Resende, J.T.V., Trevisan, A.R., Figueiredo, A.S.T., Schwarz, K. 2013. Influência do silícionaprodução e naqualidade de frutos do morangueiro, *Ciências Agrárias*, 34:3411-3424.
- Singh, R., Sharma, R.R., Tyagi, S.K. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa Duch.*). *Scientia Horticulturae*, 112:215-220.
- Sotiropoulos, T.E., Dimassi, K.N., Therios, I.N., 2005. Effects of L-arginine and L-cysteine on growth, and chlorophyll and mineral contents of shoots of the apple rootstock EM 26 cultured *in vitro*. *Biologia Plantarum*, 49(3):443-445.
- Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M., Costa, G. 2009. Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84:131–137.

- Stamatakis, A., Savvas, D., Papantonakis, N., Kefalas, P.N.L.S. 2003. Effects of silicon and salinity on fruit yield and quality of tomato grown hydroponically. *Acta Horticulturae*, 609:141-149.
- Talhinhas, P., Mota-Capitão, C., Martins, S., Ramos, A.P., Neves-Martins, J., Guerra-Guimarães, L. 2011. Epidemiology, histopathology and etiology of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* in Portugal. *Plant Pathology*, 60(3):483–95.
- Talukder, Md.R., Asaduzzaman, Md., Tanaka, H., Asao, T. 2018. Light-emitting diodes and exogenous amino acids application improve growth and yield of strawberry plants cultivated in recycled hydroponics. *Scientia Horticulturae*, 239:93-103.
- Tantawy, A.S., Abdel-Mawgoud A.M.R., El-Nemr, M.A., Chamoun, Y.G. 2009. Alleviation of salinity effects on tomato plants by application of Amino acids and growth regulators. *European Journal of Scientific Research*, 30(3):484-494.
- Teviotdale, B.L. and Krueger, W.H. 2004. Effects of timing of copper sprays, defoliation, rainfall, and inoculum concentration on incidence of olive knot disease. *Plant Disease*, 88(2):131–135.
- Thinakaran, T. and Sivakumar, K. 2013. Antifungal activity of certain seaweeds from Puthumadam coast. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 3:341–350.
- Thon, M., Maretzki, A., Korner, E., Soki, W.S. 1981. Nutrient uptake and accumulation by sugar cane cell culture in relation to growth cycle. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 1:3-14.
- Trapero, A. and Blanco, M.A. 2001. Enfermedades. In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R. and Rallo, L. (Eds), *El Cultivo Del Olivo*, Mundi-Prensa, Madrid, pp. 497–549.
- Trapero, A. and Blanco, M.A. 2004. Enfermedades. In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R. and Rallo, L. (Eds), *El Cultivo del Olivo*, Mundi Prensa, Madrid, pp. 510–514.

- Trapero, A., and Blanco, M.A. 2010. Diseases. In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R .and Rallo, L. (Eds), Olive Growing. Pendle Hill, NSW, Australia, pp. 497-548.
- Trapero, A., López-Escudero, F.J., Blanco, M.A. 2015. Enfermedades. In Barranco, D., Fernández-Escobar, R .and Rallo, L. (Eds), *El Cultivo del Olivo*, 7th ed., Mundi-Prensa, Madrid, pp. 733–798.
- Trapero, A., López-Escudero, F.J., & Blanco, M.A. 2017. Enfermedades. In Barranco, D., Fernández-Escobar, R .and Rallo, L. (Eds), *El Cultivo del Olivo*. Edition Mundi-Prensa, Madrid, pp. 735–793.
- Trapman, M. 2001. Schurftcuratiefweren met kalkzwavel. *Fruittelt*, 91(3):10-11.
- Tsantili, E., Christopoulos, M.V., Pontikis, C.A., Kaltsikes, P. 2008. Texture and other quality attributes in olives and leaf characteristics after preharvest calcium chloride sprays. *HortScience*, 43:1852-1856.
- Tuelher, E.S., Venzon, M., Guedes, R.N.C., Pallini, A. 2014. Toxicity of organic-coffee-approved products to the southern red mite *Oligonychus silicis* and to its predator *Iphiseiodes szuluagai*. *Crop Protection*, 55(1):28-34.
- Tuhy, Ł., Samoraj, M., Bas´ladyn´ska, S., Chojnacka, K. 2015. New micronutrient fertilizer biocomponents based on seaweed biomass *Polish Journal of Environmental Studies*, 24:2213–2221.
- Valverdea, P., Zucchini M., Polverigiani, S., Lodolini, E.M., López-Escudero, F.J., Neria, D. 2020. Olive knot damages in ten olive cultivars after late winter frost in central Italy. *Scientia Horticulturae*, 266:109274.
- Vicente, A.R., Ortugno, C., Rosli, H., Powell, A.L.T., Greve, C.L., Labavitch, J.M. 2007. Temporal sequence of cell wall disassembly events in developing fruits. 2 Analysis of blueberry (*Vaccinium species*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:4125–4130.
- Vicente, A.R., Saladié, M., Rose, J.K.C., Labavitch, J.M. 2007. The linkage between cell wall metabolism and fruit softening: looking to the future. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:1435–1448.

Wally, O.S., Critchley, A.T., Hiltz, D., Craigie, J.S., Han, X., Zaharia, L.I., Abrams, S.R., Prithiviraj, B. 2012. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32:324–339.

Westwood, M.N. 1993. *Temperate-zone Pomology: Physiology and Culture*. Third edition. Hember Press, Portland, Oregon, pp. 523.

Wharton, P.S. and Die'guez-Uribeondo, J. 2004. The biology of *Colletotrichum acutatum*. *Anales del jardin botanico de Madrid*, 61(1):3–22.

White, P.J. and Broadley, M.R. 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany*, 92:487–511.

Yaronskaya, E., Vershilovskaya, I., Poers, Y., Alawady, A.E., Averina, N., Grimm, B. 2006. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedlings. *Planta*, 224:700–709.

Yousef, A.R.M., Mostafa, E.A.M., Saleh, M.M.S., 2011. Response of olive seedlings to foliar sprays with amino acids and some micro elements. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(7):1108-1112.

Youssef, K., Ligorio, A., Sanzani, S. M., Nigro, F., Ippolito, A. 2012. Control of storage diseases of citrus by pre- and postharvest application of salts. *Postharvest Biology and Technology*, 72:57–63.

Zhang, X. and Ervin, E.H. 2008. Impact of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside on creeping bentgrass heat tolerance. *Crop Science*, 48:364–370.

Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

Διαδίκτυο 1

Ανακτήθηκε 25/8/2020

Μουτάφης, Ι. Παραδοσιακές ποικιλίες ελιάς στο νομό Χαλκιδικής.

Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής ΠΕ Χαλκιδικής:
<http://www.minagric.gr/gpa/omilies/MOUTAFIS.pdf>

Διαδίκτυο 2

Ανακτήθηκε 25/8/2020

<http://www.eclass.teipel.gr/modules/document/file.php/ACRPR157/%CE%95%CE%9B%CE%91%CE%99%CE%9F%CE%9A%CE%9F%CE%9C%CE%99%CE%91.pdf>

Διαδίκτυο 3

Ανακτήθηκε 2/9/2020

<https://www.hunker.com/12276476/sun-vs-shade-leaves>

Υπουργείο Αγροτικής ανάπτυξης και τροφίμων

Ανακτήθηκε 25/8/2020

<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/elialadi/1788-epitrapezia-elia>