

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ Ή ΜΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΚΟΝΕΩΝ
ΣΤΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΩΝ**

ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ Α. ΜΑΛΕΤΣΙΚΑ

ΒΟΛΟΣ 2015

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ Ή ΜΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΚΟΝΕΩΝ ΣΤΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ
ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΩΝ**

Γ. Νάνος (Επιβλέπων)
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ν. Κατσούλας
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Γ. Σταυρουλάκης
ΤΕΙ Κρήτης

Γ. Νάνος (Επιβλέπων)
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ν. Κατσούλας
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Γ. Σταυρουλάκης
ΤΕΙ Κρήτης

Ν. Δαναλάτος
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ε. Λεβίζου
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Α. Μολασιώτης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Π. Ρούσσοις
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή
Καθηγητής Δενδροκομίας

Επίκουρος Καθηγητής Γεωργικών
Κατασκευών με έμφαση στα Θερμοκήπια

Καθηγητής Ελέγχου Ποιότητας
Υδατικών και Εδαφικών Πόρων

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή
Καθηγητής Δενδροκομίας

Επίκουρος Καθηγητής Γεωργικών
Κατασκευών με έμφαση στα Θερμοκήπια

Καθηγητής Ελέγχου Ποιότητας
Υδατικών και Εδαφικών Πόρων

Καθηγητής Γεωργίας – Οικολογίας
Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας

Λέκτορας Φυσιολογίας Φυτών

Επίκουρος Καθηγητής Δενδροκομίας

Επίκουρος Καθηγητής Δενδροκομίας

ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ Α. ΜΑΛΕΤΣΙΚΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ Ή ΜΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΚΟΝΕΩΝ ΣΤΗ
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΩΝ**

**Στα παιδιά μου
Ελένη και Παντελή**

**Στο σύζυγό μου
Χρήστο**

**Στους γονείς μου
Βούλα και Αποστόλη**

**Στον αδερφό μου
Στέλιο**

Περίληψη

Περσεφόνη Α. Μαλέτσικα, 2015. «Επίδραση ρυπογόνων ή μη ανόργανων κόνεων στη φυσιολογία των οπωροφόρων και στην ποιότητα καρπών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Ν. Ιωνία Μαγνησίας».

Αριθμός προκαταρκτικών σελίδων: 18

Συνολικός αριθμός σελίδων: 427

Αριθμός πινάκων: 160

Αριθμός σχεδιαγραμμάτων: 12

Αριθμός εικόνων: 1

Αριθμός βιβλιογραφικών παραπομπών: 200

Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί στα δένδρα ροδακινιάς και ελιάς πώς επηρεάζει η παρουσία του καολίνη και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά των φύλλων και την ποιότητα-θεραπευτική αξία των καρπών. Συγκεκριμένα, κατά τους θερινούς μήνες έως τις αρχές του φθινοπώρου για τρία έτη μελετήθηκε η επίδραση των κόνεων στις φυσιολογικές παραμέτρους, στα χαρακτηριστικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων ροδακινιάς και ελιάς, στις μικροκλιματικές παραμέτρους σε επίπεδο κόμης, φύλλου και καρπού, στη συγκέντρωση των ανόργανων συστατικών στα φύλλα, καρπούς και τελικά μεταποιημένα προϊόντα, και στην ποιότητα των νωπών και μεταποιημένων προϊόντων των δύο δένδρων.

Η εφαρμογή καολίνη με τη μορφή του σωματιδιακού φιλμ και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς και ελιάς τροποποίησε σημαντικά τις οπτικές ιδιότητες των φύλλων, καθώς η ανακλώμενη φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία (ΦΕΑ) και υπεριώδης ακτινοβολία από την κόμη ήταν σημαντικά αυξημένη σε σχέση με το μάρτυρα και κυρίως στην περίπτωση του καολίνη. Επιπλέον στα φύλλα των δένδρων των δύο καλλιεργειών η διαπερνούσα την κόμιν και τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ήταν σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και η μείωση ήταν σε αναλογία με την ποσότητα των υπολειμμάτων καολίνη ή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων. Επιπλέον, η παρουσία καολίνη στα φύλλα και στους καρπούς ροδακινιάς μείωσε τη θερμοκρασία φύλλου και καρπού κυρίως κατά τις πιο θερμές ώρες της ημέρας σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα και στους καρπούς δεν μετέβαλε τη θερμοκρασία τους σε σχέση με το μάρτυρα.

Χαρακτηριστικό της περιόδου μέτρησης των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς και ελιάς ήταν οι υψηλές θερμοκρασίες, τα υψηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας, το σχετικά υψηλό έλλειμμα κορεσμού και οι ελάχιστες βροχοπτώσεις. Για την καλλιέργεια της ροδακινιάς που τα δένδρα ήταν επαρκώς αρδευόμενα, οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων των δένδρων όλων των μεταχειρίσεων παρεμποδίστηκαν ελαφρώς κατά τις πιο θερμές περιόδους, ενώ συνήθως παρατηρήθηκε μία χαρακτηριστική μείωση της στοματικής αγωγιμότητας και των ρυθμών φωτοσύνθεσης και διαπνοής μετά τη συγκομιδή των καρπών. Στην περίπτωση της ελιάς, η υδατική καταπόνηση των δένδρων, λόγω της ελλειμματικής άρδευσης, σε συνδυασμό με τη θερμική καταπόνηση τους οδήγησαν σε σοβαρή παρεμπόδιση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων των δένδρων όλων των μεταχειρίσεων ανεξάρτητα της καρποφορίας των δένδρων, τα χαρακτηριστικά των φύλλων επηρεάστηκαν ανάλογα και η αντιοξειδωτική τους ικανότητα αυξήθηκε σαν αποτέλεσμα της σκληροφυλλίας των φύλλων ελιάς και της προσαρμογής τους σε συνθήκες θερμικής και υδατικής καταπόνησης. Οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων και των δύο καλλιεργειών ανέκαμψαν, όταν οι κλιματικές συνθήκες έγιναν πιο ευνοϊκές.

Η εφαρμογή καολίνη στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και ελιάς βελτίωσε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων, όταν η καταπόνηση των δένδρων ήταν υψηλή, ενώ σε χαμηλότερη καταπόνηση δεν τροποποίησε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων συγκριτικά με το μάρτυρα. Η αυξημένη αφομοίωση CO₂ από τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα δεν συνοδεύτηκε από αυξημένη κατανάλωση νερού σε σχέση με το μάρτυρα (δηλ. αύξησε την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού, ΑΠΧΝ). Αυτό έχει σημαντική αξία και ειδικά για την ελιά που τα δένδρα ήταν σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης. Στη ροδακινιά μόνο το τρίτο έτος μετρήσεων, και όταν ο καολίνης λειτούργησε ως ανακουφιστικός παράγοντας, τα φύλλα παρουσίασαν μερικώς μόνο βελτιωμένη υδατική κατάσταση. Αντίθετα τα φύλλα ελιάς των δένδρων με καρποφορία ή όχι, που εφαρμόστηκε καολίνης, ήταν συνήθως σε καλύτερη υδατική κατάσταση από τα φύλλα του μάρτυρα.

Σε αντίθεση με τον καολίνη, η παρουσία των κόνεων εδάφους και κυρίως τσιμέντου στα φύλλα των δένδρων και των δύο καλλιεργειών αποτέλεσε σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων πιθανόν λόγω του μερικού κλεισίματος των στοματίων των φύλλων από τα σωματίδια των κόνεων και μείωσε την ΑΠΧΝ σε σχέση με το μάρτυρα. Πιο σοβαρές ήταν οι συνέπειες από

την κόνιν τσιμέντου λόγω της πιο δύσκολης απομάκρυνσής της ακόμη και μετά τις βροχοπτώσεις του φθινοπώρου, οι οποίες απομάκρυναν σχεδόν ολοκληρωτικά την κόνιν εδάφους και λόγω της κρούστας τσιμέντου που σχηματίστηκε στην επιφάνεια των φύλλων. Τόσο στη ροδακινιά και κυρίως στην ελιά, το φθινόπωρο, μετά την απομάκρυνση της κόνεως εδάφους, οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων ανέκαμψαν και, ειδικά στην ελιά, έφτασαν ή κάποιες φορές ξεπέρασαν τα επίπεδα του μάρτυρα. Αντίθετα τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου ποτέ δεν μπόρεσαν να επανέλθουν ως προς τις φυσιολογικές τους λειτουργίες και συνέχισαν να καταπονούνται από την παρουσία της κόνεως τσιμέντου έως αργά το φθινόπωρο μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους της κόνεως τσιμέντου. Η εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου τροποποίησαν τους δείκτες σκληροφυλλίας των φύλλων δείχνοντας μία βελτιωμένη υδατική κατάσταση σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, με σχεδόν πάντα αυξημένο ειδικό βάρος. Επιπλέον η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων ροδακινιάς και ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν ελαφρώς αυξημένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα λόγω της καταπόνησης που προκάλεσαν οι κόνεις στα φύλλα. Η περιεκτικότητα των φύλλων ροδακινιάς σε ολική χλωροφύλλη εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας ήταν συνήθως μειωμένη στα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ κάποιες φορές στα φύλλα ελιάς στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου ήταν αυξημένη ως αποτέλεσμα της σκίασης που προκάλεσε στα φύλλα ελιάς.

Η εφαρμογή καολίνη ή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα ροδακινιάς και ελιάς δεν προκάλεσαν κάποια τοξικότητα στα φύλλα, συσσώρευση βαρέων μετάλλων ή κάποια σοβαρή ανισορροπία συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα, αλλά συνέβησαν κάποιες σημαντικές μεταβολές στη συγκέντρωση των ανόργανων συστατικών τους. Ανισορροπίες στα ανόργανα συστατικά των φύλλων παρατηρήθηκαν κυρίως στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα δείχνοντας για άλλη μια φορά τις πιο αρνητικές συνέπειες της κόνεως τσιμέντου σε σχέση με την κόνιν εδάφους. Στην ελιά, η παρουσία ή όχι καρπών επηρέασε την περιεκτικότητα των φύλλων όλων των μεταχειρίσεων σε κάποια ανόργανα συστατικά.

Οι καρποί της μεσοπρώιμης ποικιλίας ροδακινιάς ‘Royal Glory’ που δέχτηκαν καολίνη ή κόνεις τσιμέντου ή εδάφους ήταν καλυμμένοι με χαρακτηριστικά υπολείμματα κόνεως γεγονός που αποτελεί πρόβλημα για τα επιτραπέζια ροδάκινα λόγω και του χνουδιού που διαθέτουν, καθώς για την απομάκρυνσή τους απαιτείται

επιπλέον μεταχείριση. Εκτός από αυτό το θέμα, η παρουσία καολίνη και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στους αναπτυσσόμενους καρπούς ροδάκινου ουσιαστικά δεν επηρέασε αρνητικά την ποιότητα των καρπών, δεν καθυστέρησε την ωρίμανση των καρπών και δεν επηρέασε αρνητικά το χρώμα των καρπών, αφού αναπτύχθηκε κανονικά το χαρακτηριστικό επίχρωμα της ποικιλίας. Οι καρποί ροδακινιάς παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είχαν συνήθως υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά. Επίσης, η παρουσία καολίνη ή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των νωπών καρπών ροδάκινου δεν τροποποίησε ουσιαστικά την περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά συγκριτικά με το μάρτυρα και δεν επιβάρυνε τους καρπούς με βαρέα μέταλλα.

Στον ελαιώνα, το 2010 τα δένδρα ήταν σε χρονιά ακαρπίας στον κύκλο της παρενιαυτοφορίας και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών και η περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά επηρεάστηκαν αναλόγως σε όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τη χρονιά καρποφορίας. Ο καολίνης και οι κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν επηρέασαν σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νωπών και μεταποιημένων ελαιόκαρπων. Το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς που δέχτηκαν καολίνη είχε υψηλότερη ποιότητα (βάσει των παραμέτρων που μετρήθηκαν) συγκριτικά με το μάρτυρα. Επιπλέον, η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στους καρπούς δεν υποβάθμισε την ποιότητα του ελαιόλαδου σε σχέση με το μάρτυρα. Η εφαρμογή καολίνη και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ελιάς δεν είχε ξεκάθαρη επίδραση στην περιεκτικότητα των νωπών πράσινων καρπών σε ανόργανα συστατικά, ενώ δεν προκλήθηκε κάποια σοβαρή συσσώρευση τοξικών μετάλλων. Σημαντικές μεταβολές στην περιεκτικότητα των καρπών όλων των μεταχειρίσεων σε ανόργανα στοιχεία συνέβησαν με τη μεταποίηση των καρπών μετά την προσθήκη θαλασσινού άλατος.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά το χρονικό διάστημα 2009-2015. Το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος παρείχε την υλικοτεχνική υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Ένα σημαντικό μέρος των μετρήσεων εκπονήθηκε επίσης στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης, Παράρτημα Χανίων, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Σταυρουλάκη Γεώργιου. Για τη διεκπεραίωση της διατριβής εκτός από την προσωπική προσπάθεια, ουσιαστική ήταν και η συμβολή αρκετών ανθρώπων τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Γεώργιο Νάνο, ο οποίος με τίμησε με την εμπιστοσύνη του προσφέροντας μου την ευκαιρία να εργαστώ στο Εργαστήριο Δενδροκομίας, καθώς και τα απαραίτητα μέσα για να ολοκληρώσω την εργασία μου. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τη σημαντικότερη καθοδήγηση, την επιστημονική υποστήριξη και την αμέριστη συμπαράσταση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της διατριβής μου. Επιπλέον θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την παραχώρηση του ελαιοπερίβολου στο Διμήνι, που ανήκει στην οικογένειά του, για την εκπόνηση του πειράματος. Η συνεργασία που είχαμε όλα τα χρόνια ήταν ιδανική και εύχομαι να συνεχιστεί και στο μέλλον.

Ευχαριστώ τα μέλη της τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Ν. Κατσούλα και τον Καθηγητή του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης, Παράρτημα Χανίων, κ. Γ. Σταυρουλάκη για τις πολύτιμες συμβουλές, την καθοδήγηση και τη συμπαράσταση τους σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και Διευθυντή του Εργαστηρίου

Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας κ. Ν. Τσιρόπουλο για τη βοήθεια και τον εξοπλισμό που προσέφερε για την ολοκλήρωση της διατριβής μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Καθηγητή κ. Γ. Σταυρουλάκη ως Διευθυντή του Εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων που με δέχτηκε και μου εμπιστεύτηκε το Εργαστήριό του, μου προσέφερε υλικοτεχνική υποδομή και ολοκλήρωσα ολόκληρο το μέρος των μετρήσεων των ανόργανων συστατικών. Επίσης, ευχαριστώ την Εργαστηριακή Συνεργάτιδα του Εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων και υποψήφια Διδάκτορα του Πολυτεχνείου Κρήτης, Παπαφίλιππάκη Ανδρονίκη για τις πολύτιμες συμβουλές της, τις γνώσεις της και για τον πολύτιμο προσωπικό της χρόνο που διέθεσε και με βοήθησε να υλοποιήσω τις μετρήσεις μου.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω όλα τα πρόσωπα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας που συνέβαλαν σε αυτή την προσπάθεια και τα οποία με αφετηρία το Εργαστήριο είχαν τη δική τους λαμπρή πορεία όπως τον Κωνσταντίνο Λάμπρο, Ελένη Καλορίζου, Τριανταφυλλιά Γεωργουδάκη και ειδικά την Ελένη Πλιακώνη, αλλά και την Ασημίνα Παπαδή, υποψήφια διδάκτορα του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφεραν στην διενέργεια των μετρήσεων και τη συμπαράσταση στις δύσκολες στιγμές.

Τέλος, θέλω να εκφράσω τη βαθιά αγάπη και ευγνωμοσύνη μου στα παιδιά μου, στο σύζυγό μου και στους γονείς μου για την κατανόηση, την υπομονή, τη συμμετοχή, την οικονομική, ψυχολογική και ηθική στήριξη που μου πρόσφεραν και μου προσφέρουν, σαν ελάχιστη αναγνώριση των θυσιών και των παραχωρήσεων τους στη διάρκεια μια επίπονης αλλά εξαιρετικά διδακτικής προσπάθειας.

Η παρουσία όλων υπήρξε ανεκτίμητη.

Μάιος 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	5
Ευχαριστίες	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	19
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	19
1.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση και επιδράσεις	19
1.2 Αιωρούμενα σωματίδια	20
1.2.1 Περιγραφή	20
1.2.2 Επίδραση αιωρούμενων σωματιδίων στη βλάστηση	21
1.2.2 Πρόσληψη αιωρούμενων σωματιδίων από τη φυλλική επιφάνεια των φυτών	26
1.3 Χαρακτηριστικά κόνεων	28
1.3.1 Περιγραφή	28
1.3.2 Παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της κόνεως	29
1.3.3 Χαρακτηριστικά κόνεων προερχόμενων από δρόμους και από κόνιν εδάφους	30
1.3.4 Χαρακτηριστικά κόνεως τσιμέντου	32
1.4 Επίδραση των κόνεων στα φυτά	33
1.4.1 Γενικά	33
1.4.2 Επίδραση των κόνεων στις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών	34
1.4.3 Επίδραση των κόνεων στα χαρακτηριστικά των φυτών	37
1.4.4 Επίδραση των κόνεων στην εμπορευσιμότητα καρπών και λαχανικών	40
1.4.5 Επίδραση της κόνεως στη θερμοκρασία και ακτινοβολία στα φυτά	41
1.4.6 Επίδραση της κόνεως στη θρέψη και στην επιβάρυνση με βαρέα μέταλλα των φυτών	42
1.4.7 Επίδραση των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων, στην εμφάνιση ασθενειών και στις προσβολές από έντομα στα φυτά	44
1.5 Καολίνης	44
1.5.1 Γενικά	44
1.5.2 Χρήση του καολίνης στην αντιμετώπιση εχθρών	46
1.5.3 Χρήση του καολίνης για την αντιμετώπιση του ηλιοκαύματος	47
1.5.5 Επίδραση του καολίνης στις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών	48
1.5.6 Επίδραση του καολίνης στην παραγωγή και ποιότητα καρπών	49
1.6 Η ροδακινιά	51
1.6.1 Γενικά	51
1.6.2 Αφομοίωση του CO ₂ από τα φύλλα και την κόμη ροδακινιάς	51
1.6.3 Χαρακτηριστικά των καρπών ροδακινιάς	53
1.6.4 Ποιότητα καρπών ροδακινιάς	54
1.6.5 Απαιτήσεις της ροδακινιάς σε θρεπτικά συστατικά	54
1.7 Η ελιά	56
1.7.1 Γενικά	56
1.7.2 Τρόποι κατανάλωσης ελιάς	56
1.7.3 Μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς	58
1.7.4 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς	59
1.7.5 Επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων ελιάς	60
1.7.6 Επίδραση της εποχής στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς	62
1.7.7 Ελιά και παρενιαυτοφορία	63

1.7.8 Θρέψη στην ελιά.....	64
1.8 Σκοπός της μελέτης.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	67
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΟΛΙΝΗ ΣΤΗ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑ.....	67
2.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	67
2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	70
2.2.1 Πείραμα στο Βελεστίνο	70
2.2.2 Μετρήσεις στον αγρό.....	71
2.2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο	74
2.2.4 Μετρήσεις ποιότητας καρπών	76
2.2.5 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς.....	80
2.2.6 Μέτρηση ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στον καολίνη	82
2.2.7 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη και στο φύλλο	82
2.2.8 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη.....	82
2.2.9 Θερμοκρασία φύλλου και καρπού	83
2.2.10 Μετεωρολογικός σταθμός Βελεστίνου.....	84
2.2.11 Στατιστική επεξεργασία.....	84
2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	85
2.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2009 στο Βελεστίνο	85
2.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2010 στο Βελεστίνο	86
2.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2011 στο Βελεστίνο	86
2.3.4 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009	87
2.3.5 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010	88
2.3.6 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011	89
2.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη και στο φύλλο κατά την πειραματική περίοδο 2011.....	90
2.3.8 Θερμοκρασία φύλλου	91
2.3.9 Θερμοκρασία καρπού	93
2.3.10 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009.....	94
2.3.11 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2010.....	98
2.3.12 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011.....	102
2.3.13 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009	106
2.3.14 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2010	109
2.3.15 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011	112
2.3.16 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	115
2.3.16.1 Επίδραση της εποχής	115
2.3.16.2 Επίδραση του έτους μέτρησης.....	117
2.3.16.3 Επίδραση του καολίνη	118
2.3.17 Περιεκτικότητα σε ολικές ποσότητες μετάλλων στον επεξεργασμένο καολίνη	124

2.3.18 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009	124
2.3.19 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010	128
2.3.20 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	130
2.3.20.1 Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων	130
2.3.20.2 Επίδραση της εποχής	131
2.3.20.3 Επίδραση του καολίνη	132
2.3.21 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009	133
2.3.22 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010	137
2.3.23 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2011	140
2.3.24 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	144
2.3.25 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009	147
2.3.26 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010	148
2.3.27 Συζήτηση.....	148
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	150
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ ΚΟΝΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΣΤΗ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑ.....	150
3.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	150
3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	152
3.2.1 Πείραμα στο Βελεστίνο	152
3.2.2 Μετρήσεις στον αγρό.....	154
3.2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο.....	154
3.2.4 Μετρήσεις ποιότητας.....	156
3.2.5 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς.....	156
3.2.6 Μέτρηση ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στην κόνιν εδάφους.....	156
3.2.7 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη και στο φύλλο	156
3.2.8 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου	157
3.2.9 Θερμοκρασία φύλλου και καρπού	157
3.2.10 Μετεωρολογικός σταθμός Βελεστίνου	157
3.2.11 Στατιστική επεξεργασία.....	157
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	157
3.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά το καλοκαίρι του 2009 στο Βελεστίνο.....	157
3.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά το καλοκαίρι του 2010 στο Βελεστίνο.....	157
3.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά το καλοκαίρι του 2011 στο Βελεστίνο.....	157
3.3.4 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς το καλοκαίρι του 2009	158
3.3.5 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς το καλοκαίρι του 2010	158
3.3.6 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς το καλοκαίρι του 2011	159
3.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη και στο φύλλο το καλοκαίρι του 2011	160

3.3.8	Θερμοκρασία φύλλου	161
3.3.9	Θερμοκρασία καρπού	162
3.3.10	Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009	163
3.3.11	Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010	171
3.3.12	Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011	177
3.3.13	Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009.....	183
3.3.14	Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010.....	189
3.3.15	Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011.....	194
3.3.16	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	198
3.3.16.1	Επίδραση της εποχής	198
3.3.16.2	Επίδραση του έτους	199
3.3.16.3	Επίδραση των κόνεων.....	200
3.3.17	Περιεκτικότητα της κόνεως εδάφους σε ολικές ποσότητες μετάλλων.....	206
3.3.18	Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009	207
3.3.19	Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010	211
3.3.20	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	215
3.3.20.1	Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων	215
3.3.20.2	Επίδραση της εποχής	216
3.3.20.3	Επίδραση των κόνεων.....	217
3.3.21	Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009	220
3.3.22	Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010	225
3.3.23	Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2011	229
3.3.24	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	234
3.3.25	Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009	236
3.3.26	Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010	237
3.3.27	Συζήτηση.....	238
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	239
	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΟΛΙΝΗ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ	239
4.1	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	239
4.2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	241
4.2.1	Πείραμα στο Διμήνι.....	241
4.2.2	Μετρήσεις στον αγρό.....	242
4.2.3	Μετρήσεις στο εργαστήριο.....	242
4.2.4	Μετρήσεις ποιότητας.....	242

4.2.5 Παρασκευή κονσέρβας πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου	244
4.2.6 Περιεκτικότητα των καρπών σε λάδι.....	245
4.2.7 Ποιότητα λαδιού	245
4.2.8 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς.....	246
4.2.9 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη	246
4.2.10 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη	246
4.2.11 Μετεωρολογικός σταθμός.....	247
4.2.12 Στατιστική επεξεργασία.....	247
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	247
4.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2009 στο Διμήνι	247
4.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2010 στο Διμήνι	248
4.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2011 στο Διμήνι	248
4.3.4 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009	249
4.3.5 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων δένδρων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010	251
4.3.6 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011	252
4.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη κατά την πειραματική περίοδο του 2011	252
4.3.8 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009.....	253
4.3.9 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2010.....	260
4.3.10 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011.....	265
4.3.11 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009	270
4.3.12 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2010	273
4.3.13 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011	276
4.3.14 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	279
4.3.14.1 Επίδραση της εποχής	279
4.3.14.2 Επίδραση του έτους μέτρησης	283
4.3.14.3 Επίδραση του καολίνης	285
4.3.15 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009	290
4.3.16 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010	293
4.3.17 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	295
4.3.17.1 Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων	295
4.3.17.2 Επίδραση της εποχής	296
4.3.17.3 Επίδραση του έτους	297
4.3.17.4 Επίδραση του καολίνης	298
4.3.18 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών δένδρων ελιάς με υψηλή καρποφορία που εφαρμόστηκε καολίνης το 2009.....	299
4.3.19 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που εφαρμόστηκε καολίνης το 2010.....	301

4.3.20 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	304
4.3.21 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης το 2009	308
4.3.22 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης το 2010	309
4.3.23 Συζήτηση.....	311
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	314
5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ ΚΟΝΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ	314
5.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	314
5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	317
5.2.1 Πείραμα στο Διμήνι.....	317
5.2.2 Μετρήσεις στον αγρό.....	318
5.2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο.....	319
5.2.4 Μετρήσεις ποιότητας.....	319
5.2.5 Παρασκευή κονσέρβας πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου	319
5.2.6 Ποιότητα λαδιού	319
5.2.7 Περιεκτικότητα των καρπών σε λάδι.....	319
5.2.8 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς.....	319
5.2.9 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη.....	320
5.2.10 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου	320
5.2.11 Μετεωρολογικός σταθμός.....	320
5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	320
5.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2009 στο Διμήνι	320
5.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2010 στο Διμήνι	320
5.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2011 στο Διμήνι	320
5.3.4 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009	321
5.3.5 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010	322
5.3.6 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011	323
5.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη και στο φύλλο το καλοκαίρι του 2011	324
5.3.8 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009.....	325
5.3.9 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010.....	334
5.3.10 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011.....	341
5.3.11 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009.....	348

5.3.12 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010.....	353
5.3.13 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011.....	358
5.3.14 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	363
5.3.14.1 Επίδραση της εποχής	363
5.3.14.2 Επίδραση του έτους μέτρησης.....	366
5.3.14.3 Επίδραση των κόνεων.....	368
5.3.14 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009	373
5.3.15 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010.....	377
5.3.16 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	381
5.3.16.1 Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων	381
5.3.16.2 Επίδραση της εποχής	381
5.3.16.3 Επίδραση του έτους	383
5.3.16.4 Επίδραση των κόνεων.....	384
5.3.17 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς με υψηλή καρποφορία που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009	387
5.3.18 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών και κονσερβοποιημένων καρπών δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010	390
5.3.19 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	393
5.3.20 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009.....	396
5.3.21 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010.....	398
5.3.22 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	400
Γενικά Συμπεράσματα	403
Επέκταση της έρευνας και μελλοντικές προοπτικές.....	406
Abstract	409
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	412

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

ΦΕΑ	φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία
UV	υπεριώδης ακτινοβολία
Θο	θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης
g _s	αγωγιμότητα των στοματίων
A	ρυθμός φωτοσύνθεσης
E	ρυθμός διαπνοής
CO ₂ in	συγκέντρωση του μεσοκυττάριου CO ₂
Fv/Fm	μέγιστη απόδοση του PSII
ΥΔΒ	υδατικό δυναμικό βλαστού το μεσημέρι
ΑΠΧΝ	αποτελεσματικότητα χρήσης νερού
ΑΠΦ	απόδοσης φωτός
Θφ	θερμοκρασία φύλλου
Θκ	θερμοκρασία καρπού
ΠΕΡΝΕ	περιεκτικότητα φύλλου σε νερό
ΕΙΔΒΑΡ	ειδικό βάρος φύλλου
ΧΥΜ	χυμώδες φύλλου
ΠΥΚΝ	πυκνότητα φύλλου
χλωρ. α	χλωροφύλλη α
χλωρ. β	χλωροφύλλη β
ολ. χλωρ.	ολική χλωροφύλλη
χλωρ. α/χλωρ. β	λόγος χλωροφύλλη α/χλωροφύλλη β
L*	παράμετρος φωτεινότητας
a*	απόχρωση από κόκκινο στο πράσινο
b*	απόχρωση από κίτρινο σε μπλέ
Chroma	παράμετρος έντασης χρώματος
Hue	παράμετρος απόχρωσης χρώματος
ΔΣΣ	περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά
ΕΣΔ	ελάχιστη σημαντική διαφορά
r	συντελεστής Pearson
R ²	συντελεστής συσχέτισης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση και επιδράσεις

Η βιομηχανοποίηση, η αστικοποίηση και η εκμηχάνιση της γεωργίας συνδέονται απόλυτα με την ευημερία, την πρόοδο και την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Ωστόσο, παράλληλα με τα οφέλη που προσφέρουν, όταν ξεπεραστούν κάποια όρια, προκαλούνται πολύπλευρα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Οι κυριότερες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνδέονται με τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, την κατανάλωση ενέργειας, τις βιομηχανικές δραστηριότητες, τις μεταφορές, την αστικοποίηση, τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Ο βαθμός ανάπτυξης των πιο πάνω δραστηριοτήτων καθορίζει και το βαθμό εκπομπής των αέριων ρύπων. Ωστόσο τα πραγματικά επίπεδα των αέριων ρύπων εξαρτώνται από τις τεχνικές και κοινωνικές αλλαγές που γίνονται ως απάντηση στη νομοθεσία σχετικά με την ποιότητα του αέρα και τη μείωση των εκπομπών ρυπαντών (Air Pollution in Europe 2007).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει αρνητικές επιπτώσεις είτε άμεσα είτε μέσω χημικών αντιδράσεων. Οι κυριότερες είναι:

- επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία εξαιτίας της έκθεσης στους αέριους ρύπους ή εξαιτίας της πρόσληψης των ρύπων που μεταφέρονται μέσω του αέρα, εισέρχονται στον οργανισμό ή εναποτίθενται και συσσωρεύονται στην τροφική αλυσίδα, και έμμεσα φτάνουν στον άνθρωπο,
- οξίνιση των οικοσυστημάτων, χερσαίων και υδάτινων, η οποία οδηγεί σε ποιοτική και ποσοτική μείωση της χλωρίδας και πανίδας,
- ευτροφισμός στα οικοσυστήματα, στο έδαφος και στο νερό, ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στην ποικιλότητα των ειδών,
- ζημιά και απώλεια απόδοσης στις αγροτικές καλλιέργειες, στα δάση και άλλα φυτά λόγω της έκθεσής τους,
- επιπτώσεις από βαρέα μέταλλα και σταθερούς οργανικούς ρύπους στα οικοσυστήματα λόγω της τοξικότητάς τους στο περιβάλλον και της βιοσυσσώρευσης τους,
- επιδράσεις στο κλίμα,

- μείωση της ορατότητας στην ατμόσφαιρα.
- Οι κυριότεροι αέριοι ρύποι είναι:
- Αιωρούμενα σωματίδια
- Όζον
- Οξειδία του αζώτου (NO_x)
- Οξειδία του θείου (SO_x)
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Βαρέα μέταλλα (αρσενικό, κάδμιο, μόλυβδος, υδράργυρος και νικέλιο)
- Βενζίνη και Βενζο-α-πυρένιο (BaP) (Air quality in Europe 2011).

1.2 Αιωρούμενα σωματίδια

1.2.1 Περιγραφή

Τα αιωρούμενα σωματίδια (particulate matter - PM) θεωρούνται υψηλής σημασίας (υψηλού κινδύνου), καθώς αποτελούν το 50% της συνολικής αέριας ρύπανσης και, σε παρατεταμένη έκθεση ανάλογα την ποσότητα και τύπο τους, μπορεί να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα στους ανθρώπους (Singh and Verma 2007).

Ο όρος αιωρούμενα σωματίδια χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα μίγμα σωματιδίων, στερεών (σκόνη) και υγρών (σταγονίδια), με μεγάλο εύρος μεγεθών και χημικής σύστασης. Τα αιωρούμενα σωματίδια χωρίζονται σε δύο κατηγορίες με βάση την αεροδυναμική διάμετρό τους, στα PM_{2,5} και στα PM₁₀. Τα αιωρούμενα σωματίδια PM_{2,5} αναφέρονται σε λεπτόκοκκα σωματίδια που έχουν αεροδυναμική διάμετρο 2,5 μm ή μικρότερη, ενώ τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ αναφέρονται σε σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο 10 μm ή μικρότερη και περιλαμβάνουν το κλάσμα των χονδρόκοκκων σωματιδίων μαζί με το κλάσμα PM_{2,5}. Έχει σημασία να ταξινομηθούν τα σωματίδια βάσει της αεροδυναμικής διαμέτρου τους, γιατί: α) αυτή καθορίζει τη μεταφορά από τον αέρα και την απομάκρυνση των σωματιδίων από το σημείο εκπομπής, β) καθορίζει την απόθεσή τους στο αναπνευστικό σύστημα και γ) συνδέεται με τη χημική σύσταση και τις πηγές των σωματιδίων.

Τα αιωρούμενα σωματίδια εκπέμπονται είτε άμεσα ως πρωτογενή συστατικά ή σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από οξείδωση και μετατροπή πρωτογενών αέριων εκπομπών. Τα τελευταία σχηματίζονται από συμπυκνωμένο υλικό και ονομάζονται δευτερογενή σωματίδια. Οι σημαντικότεροι πρόδρομοι των δευτερογενών σωματιδίων είναι διοξείδιο του θείου (SO₂), οξειδία του αζώτου (NO_x), αμμωνία

(NH₃) και οργανικά αρωματικά συστατικά (VOC). Τα κύρια πρόδρομα αέρια SO₂, NO_x και NH₃ αντιδρούν στην ατμόσφαιρα και σχηματίζουν αμμώνιο και άλλους τύπους θειικών και νιτρικών ενώσεων που συμπυκνώνονται και σχηματίζουν σωματίδια στον αέρα που ονομάζονται δευτερογενή ανόργανα αερολύματα (secondary inorganic aerosol - SIA). Επίσης τα οργανικά αρωματικά συστατικά οξειδώνονται σε λιγότερο αρωματικά παράγωγα τα οποία σχηματίζουν δευτερογενή οργανικά αερολύματα (secondary organic aerosol - SOA).

Τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν είτε φυσική καταγωγή είτε προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές. Τα λεπτόκοκκα σωματίδια περιέχουν τα δευτερογενώς σχηματιζόμενα αερολύματα (μετατροπή αερίου σε σωματίδιο), τα σωματίδια που προέρχονται από καύση και αυτά που προέρχονται από την επανασυμπύκνωση οργανικών και μεταλλικών ατμών. Επίσης τα λεπτόκοκκα σωματίδια παρουσιάζουν την πιο όξινη (υδρογονοκατιόντα) και μεταλλαξιγόνο δράση.

Τα χονδρόκοκκα σωματίδια συνήθως περιέχουν υλικά από το φλοιό της γης και διάχυτη κόνιν από δρόμους και βιομηχανίες και σχηματίζονται μηχανικά από τη θραύση μεγαλύτερων στερεών σωματιδίων. Τα χονδρόκοκκα σωματίδια περιλαμβάνουν και την αερομεταφερόμενη κόνιν από αγροτικές διεργασίες, από ακάλυπτο έδαφος, χωματόδρομους ή από εργασίες εξόρυξης. Επίσης η κυκλοφορία οχημάτων παράγει κόνιν από τους δρόμους και κυρίως από μη ασφαλοστρωμένους, αλλά και οι αναταράξεις του αέρα μπορούν να την παρασύρουν εκ νέου. Τα χονδρόκοκκα σωματίδια περιέχουν σίδηρο, πυρίτιο, αργίλιο και κατιόντα βάσεων από το έδαφος, τμήματα από φυτά και έντομα, γυρεόκοκκους, σπόρια μυκήτων, βακτήρια και ιούς, καθώς και ιπτάμενη τέφρα, ηφαιστειακή τέφρα, θαλασσινό αλάτι. Επιπλέον, δίπλα σε ακτές η εξάτμιση των σταγονιδίων της θάλασσας μπορεί να σχηματίσει μεγάλα σωματίδια. Στις πόλεις οι εξατμίσεις των οχημάτων, θραύσματα από ελαστικά αυτοκινήτων, η κόνιν από τους δρόμους και η καύση του ξύλου, υγρών καυσίμων ή γαιάνθρακα για οικιακή θέρμανση είναι σημαντικές τοπικές πηγές εκπομπών σωματιδίων (WHO 2000, Farmer 2002, Grantz et al. 2003, Air quality in Europe 2011).

1.2.2 Επίδραση αιωρούμενων σωματιδίων στη βλάστηση

Οι εκτεθειμένες επιφάνειες των φυτών, όπως φύλλα και κορμός, σχηματίζουν ένα φυσικό αποδέκτη των αιωρούμενων σωματιδίων, καθώς προσφέρονται για την εγκατάσταση των σωματιδίων είτε λόγω της βαρύτητας είτε με μεταφορά με τον

άνεμο. Η ικανότητα των δένδρων να προσλαμβάνουν αιωρούμενα σωματίδια έχει χαρακτηριστεί με τη μέτρηση της ταχύτητας επικάθισης και της αποτελεσματικότητας παγίδευσης των σωματιδίων (Singh and Verma 2007).

Οι μεγαλύτερες επιδράσεις από τα αιωρούμενα σωματίδια στη βλάστηση παρατηρούνται σε περιοχές μεγάλης ρύπανσης γύρω από βιομηχανίες όπως εγκαταστάσεις εξόρυξης μετάλλων, λατομεία ασβεστόλιθου, τσιμεντοβιομηχανίες, και εγκαταστάσεις τήξης μετάλλων όπως σιδήρου, μολύβδου και άλλων μετάλλων αλλά και από αστικούς δρόμους υψηλής κυκλοφορίας ή από μη ασφαλτοστρωμένους δρόμους, αλλά και από φυσικές πηγές όπως η μεταφορά λεπτόκοκκου εδάφους με τον άνεμο ή θύελλα κόνεως και σύννεφα κόνεως από ηφαίστεια. Τα αιωρούμενα σωματίδια που επικάθονται στο υπέργειο τμήμα των φυτών μπορεί να επιφέρουν φυσικές ή χημικές επιδράσεις σε αυτό. Πρόκειται για ένα ετερογενές μίγμα σωματιδίων διαφορετικού μεγέθους, καταγωγής και χημικής σύστασης. Η επίδραση των αδρανών αιωρούμενων σωματιδίων είναι κυρίως φυσική, ενώ αυτή των τοξικών σωματιδίων είναι και χημική και φυσική (Farmer 1993, Farmer 2002, Grantz et al. 2003).

Τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να προκαλέσουν δομικές αλλαγές και φυσιολογικές επιδράσεις στα φυτά. Έτσι τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να προκαλέσουν διάβρωση των κηρών της επιφάνειας των φύλλων που αποτελούν εμπόδιο μεταξύ φυτού (για την προστασία του φυτού) και περιβάλλοντος. Επίσης, τα σωματίδια μπορεί να μπλοκάρουν τα στομάτια των φύλλων, μειώνοντας την ανταλλαγή αερίων με όλες τις αρνητικές συνέπειες που συνεπάγεται όπως μείωση της διαπνοής και της φωτοσύνθεσης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει και σε θερμική καταπόνηση των φυτών. Επίσης η εναπόθεση κόνεως ή η δημιουργία κρούστας στην εφυμενίδα των φύλλων, με τη διείσδυση των σωματιδίων στους επιφανειακούς κηρούς, μπορεί να μειώσει την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο δρυφακτοειδές παρέγχυμα (σκίαση) με αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσύνθεσης (Singh and Verma 2007). Επιπλέον, τα σωματίδια που επικάθονται στη βλάστηση μπορεί να εισέλθουν στο εσωτερικό των φύλλων, όταν το μέγεθος τους είναι μικρότερο των στοματίων των φύλλων, που το μέγεθός τους συνήθως κυμαίνεται από 8 έως 10 μm. Οι κυριότερες τοξικές ή μη επιδράσεις των σωματιδίων στη βλάστηση σχετίζονται με τη χημική τους σύσταση (οξύ/βάση, ιχνοστοιχεία και θρεπτικά), τις ιδιότητες της επιφάνειάς τους ή την αλατότητα που προκαλούν. Έτσι πολλά φυτοτοξικά αέρια εισέρχονται πιο εύκολα στα φυτικά μέρη, αφομοιώνονται πιο

γρήγορα και οδηγούν σε εντονότερη και πιο άμεση δυσλειτουργία της βλάστησης σε σχέση με τα πιο κοινά στερεά σωματίδια. Τα χονδρόκοκκα σωματίδια έχουν διαφορετικές ιδιότητες στον τρόπο επίδρασης στη βλάστηση σε σχέση με τα λεπτόκοκκα. Παρατηρείται ότι τα χονδρόκοκκα σωματίδια εγκαθίστανται πιο κοντά στην περιοχή σχηματισμού τους σε σχέση με τα λεπτόκοκκα σωματίδια. Επίσης και η χημική σύσταση των σωματιδίων σχετίζεται με το μέγεθος, π.χ. τα λεπτόκοκκα σωματίδια περιέχουν περισσότερο S και N, ενώ τα χονδρόκοκκα σωματίδια έχουν περισσότερα κατιόντα και βαρέα μέταλλα (Farmer 1993, Farmer 2002, Grantz et al. 2003).

Η εναπόθεση των σωματιδίων στα οικοσυστήματα μπορεί να γίνει με υγρή εναπόθεση όπως με τη βροχή και το χιόνι, με ξηρή εναπόθεση αλλά και με την ομίχλη. Η υγρή εναπόθεση σχετίζεται με την ποσότητα της βροχής και τη συγκέντρωση των ρύπων στο περιβάλλον, αλλά επηρεάζεται και από τις ιδιότητες της επιφάνειας των φύλλων. Ιδιότητες της επιφάνειας των φύλλων όπως η διαβρεξιμότητα, το άνοιγμα και η τραχύτητα συνδέονται με την κατακράτηση του νερού και κατά συνέπεια με την επαφή με τα διαλυμένα στο νερό αιωρούμενα σωματίδια. Η θερμοκρασία και η υγρασία που επικρατούν μετά την υγρή εναπόθεση είναι σημαντικοί παράγοντες, γιατί η γρήγορη εξάτμιση του νερού μειώνει το χρόνο παραμονής των διαλυτοποιημένων αιωρούμενων σωματιδίων αλλά παράλληλα αυξάνει πιο γρήγορα τη συγκέντρωσή τους (συμπύκνωση), οπότε μπορεί να προκαλέσουν μεγαλύτερη ζημιά στην επιδερμίδα των φύλλων ή να προσληφθούν σε μεγαλύτερες ή μικρότερες ποσότητες μέσω της επιδερμίδας. Επιπλέον το μέγεθος της επιφάνειας των φύλλων επηρεάζει το βαθμό της επαφής τους με τα αιωρούμενα σωματίδια και την ένταση των επιπτώσεων.

Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων συνήθως είναι υψηλότερες κατά την έναρξη της βροχής και στη συνέχεια κατά τη διάρκειά της μειώνονται. Επίσης, η παρατεταμένη βροχόπτωση απομακρύνει προϋπάρχοντα από ξηρή εναπόθεση αιωρούμενα σωματίδια και έτσι μειώνει τις άμεσες επιδράσεις τους στη φυλλική επιφάνεια, λόγω πρόσληψης ή τραυματισμού, αλλά συνάμα γίνεται μεταφορά τους στο έδαφος. Δηλαδή η έκπλυση των αιωρούμενων σωματιδίων από τη φυλλική επιφάνεια τροποποιεί τη σύσταση του βρόχινου νερού που φτάνει στο έδαφος. Χαμηλής έντασης βροχοπτώσεις ή μικρής διάρκειας μπορεί να είναι πιο σημαντικές ως προς τις επιπτώσεις της δράσης των αιωρούμενων σωματιδίων γιατί η τελική τους συγκέντρωση που παραμένει σε επαφή με τη φυλλική επιφάνεια μπορεί

να είναι ιδιαίτερα υψηλή. Επιπλέον μπορεί να ενυδατωθούν προϋπάρχοντα από ξηρή εναπόθεση αιωρούμενα σωματίδια και να διευκολυνθεί η πρόσληψή τους από τη φυλλική επιφάνεια. Η ξηρή εναπόθεση των αιωρούμενων σωματιδίων είναι συνεχής και επιδρά σε όλες τις εκτεθειμένες επιφάνειες. Επιπλέον η ομίχλη μεταφέρει τα αιωρούμενα σωματίδια στη φυλλική επιφάνεια κατευθείαν σε υγρή και βιοδιαθέσιμη μορφή. Η ξηρή εναπόθεση αιωρούμενων σωματιδίων είναι πιο αποτελεσματική για τα χονδρόκοκκα σωματίδια, ενώ η υγρή εναπόθεση είναι πιο αποτελεσματική για τα λεπτόκοκκα σωματίδια (Grantz et al. 2003).

Τα φυτά παρουσιάζουν διαφορετική αντίσταση στην επίδραση της αέριας ρύπανσης και των αιωρούμενων σωματιδίων. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως βυθισμένα στομάτια, παχύ στρώμα εφυμενίδας, μικρά και πυκνά κύτταρα, και παχύ κυτταρικό τοίχωμα μπορεί να μειώσουν την είσοδο αέριων ρύπων στα φύλλα και στα κύτταρα (Singh and Verma 2007). Επίσης άλλες βιοχημικές παράμετροι μπορεί να συνδέονται με την ανοχή των φυτών στην αέρια ρύπανση. Έχει βρεθεί αύξηση της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ και αύξηση της σχετικής περιεκτικότητας σε νερό των φύλλων δένδρων εκτεθειμένων σε αέριους ρύπους (Tiwari et al. 2006) ή σε σωματίδια κόνεων από αστικούς δρόμους (Agbaire et al. 2009, Rai et al. 2013). Το ασκορβικό οξύ παίζει ένα σημαντικό ρόλο στις φωτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης, ενεργοποιεί μηχανισμούς άμυνας και, σε συνθήκες καταπόνησης, μπορεί να αντικαταστήσει το νερό στις φωτεινές αντιδράσεις του PSII. Το ασκορβικό οξύ παίζει σημαντικό ρόλο και στην προφύλαξη της χλωροφύλλης από το H_2O_2 . Έτσι απαιτείται το ασκορβικό οξύ να είναι σε υψηλά επίπεδα για να ανταποκριθεί το φυτό στη ρύπανση. Η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ σχετίζεται με την ικανότητα των κυττάρων να αποτοξινώνονται. Επίσης η μείωση της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος μπορεί να παρεμποδίσει τη σύνθεση της χλωροφύλλης λόγω του ρόλου που παίζει στη σύνθεσή της. Ο εκφυλισμός της χλωροφύλλης σε φυτά εκτεθειμένα σε αέρια ρύπανση συνδέεται και με το pH των κυττάρων επάνω και κάτω του 3,5. Σε pH υψηλότερο του 3,5, η ρίζα του σουπεροξειδίου ($O_2^{\cdot-}$) μετατρέπεται σε υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2) από τη δισμουτάση του σουπεροξειδίου (SOD). Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος με την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και το pH. Επίσης η έκθεση των φυτών σε αέρια ρύπανση έχει βρεθεί να διατηρεί τη διαπνοή (E) σε υψηλά επίπεδα και έτσι η αύξηση της σχετικής περιεκτικότητας σε νερό σε κάποια είδη δείχνει την ανοχή τους στην αέρια ρύπανση. Η αυξημένη σχετική

περιεκτικότητα σε νερό βοηθά το φυτό να ισορροπήσει τις φυσιολογικές του λειτουργίες σε συνθήκες καταπόνησης όπως έκθεση σε αέρια ρύπανση, όταν η Ε είναι αυξημένη και μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση και δείχνει την ανεκτικότητα του φυτού στην αέρια ρύπανση (Rai et al. 2013). Αλλά και η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη είναι δείκτης υψηλής ανοχής σε αέρια ρύπανση, όταν τα φυτά μπορούν και διατηρούν την περιεκτικότητα της χλωροφύλλης σε φυσιολογικά επίπεδα (Singh and Verma 2007). Τα τελευταία χρόνια η μελέτη της επίδρασης της αέριας ρύπανσης συνδέεται με τη μέτρηση του pH, της χλωροφύλλης, του ασκορβικού οξέος και της σχετικής περιεκτικότητας σε νερό, ως δείκτες της ανοχής των φυτών σε αέρια ρύπανση (Singh and Verma 2007).

Μία έμμεση επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων στα φυτά είναι η μεταβολή της χημικής σύστασης του εδάφους, γεγονός που μπορεί να τροποποιήσει τον κύκλο των θρεπτικών και να παρεμποδίσει την πρόσληψή τους από τα φυτά.

Συνολικά λοιπόν κάποιες από τις ουσιαστικές επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στα φυτά είναι μείωση της ανάπτυξης, της παραγωγής, της ανθοφορίας και της αναπαραγωγής (καρποφορίας) των φυτών (Farmer, 1993, Grantz et al. 2003). Μέρος των αιωρούμενων σωματιδίων που επικάθονται στα φυτά είναι οι κόνεις. Η επίδραση των κόνεων που επικάθονται στα φυτά ή στο έδαφος συνδέεται κυρίως με τη χημική τους σύσταση αλλά και με την ποσότητα που επικάθεται (Farmer 1993).

Τα τελευταία χρόνια με την τεχνική της φυτοεξυγίανσης (phytoremediation), γίνονται προσπάθειες χρήσης των φυτών για τη μείωση της ρύπανσης αστικών περιοχών από τα αιωρούμενα σωματίδια με τα αντίστοιχα οφέλη στην ανθρώπινη υγεία. Η χρήση της βλάστησης για το φιλτράρισμα της κόνεως και των σωματιδίων γενικότερα από τη ρυπασμένη ατμόσφαιρα είναι αποδεκτή σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες. Έτσι στο Λονδίνο σημειώθηκε 27% μείωση των σωματιδίων των κόνεων με φυτοκάλυψη επιφάνειας 2,5 km². Σε ρωσικές πόλεις έγινε εγκατάσταση θάμνων και δένδρων σε μία ζώνη πλάτους 8 m μεταξύ δρόμων και κτιρίων για την καταπολέμηση της ρύπανσης από κόνεις και βρέθηκε μείωση της κόνεως που έφτασε στα κτίρια κατά 2-3 φορές. Επίσης τα δένδρα φαίνεται να προσλαμβάνουν περισσότερους αέριους ρύπους όπως και αιωρούμενα σωματίδια σε σχέση με την κοντύτερη βλάστηση λόγω της μεγάλης φυλλικής επιφάνειας και λόγω της τυρβώδους κίνησης του αέρα που προκαλείται εξαιτίας του σχήματός τους (Singh and Verma 2007).

1.2.2 Πρόσληψη αιωρούμενων σωματιδίων από τη φυλλική επιφάνεια των φυτών

Έχει αναφερθεί ότι τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να επικαθίσουν στο στοματικό πόρο και να τον φράξουν, ενώ μικρότερα σωματίδια από το στοματικό πόρο μπορεί να εισέλθουν στη στοματική κοιλότητα. Ελάχιστη έρευνα έχει γίνει για την αέρια πρόσληψη αιωρούμενων σωματιδίων από τα φυτά, η οποία σύμφωνα με τους Schreck et al. (2012) μπορεί να είναι ο κύριος τρόπος πρόσληψης τους σε αστικές και βιομηχανικές περιοχές. Ομοίως, οι Pavlík et al. (2012) διαπίστωσαν ότι η εφαρμογή αιωρούμενων σωματιδίων στα φύλλα φυτών μαρουλιού με αιωρούμενα σωματίδια <math><65\ \mu\text{m}</math> προερχόμενα κυρίως από την κυκλοφορία οχημάτων σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους, αυξήθηκε η συσσώρευση των As, Cr και Pb, ενώ δεν επηρεάστηκε η περιεκτικότητα σε Cd. Όταν τα ίδια αιωρούμενα σωματίδια εφαρμόστηκαν στο έδαφος, αυξήθηκε μόνο το Cd στα φύλλα. Έτσι φάνηκε η ικανότητα πρόσληψης από τα φύλλα των βαρέων μετάλλων από τα αιωρούμενα σωματίδια.

Πιστεύεται ότι η απορρόφηση των ρύπων είναι αντίστοιχη της απορρόφησης των θρεπτικών από τα φύλλα κατά τη διαφυλλική λίπανση. Πρέπει δηλαδή τα σωματίδια να διασχίσουν διάφορα φυσικά εμπόδια μέχρι να φτάσουν στο κυτόπλασμα. Η διείδυση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως καιρικές συνθήκες, το είδος του φυτού και το είδος του στοιχείου. Υπάρχουν δύο παράλληλα μονοπάτια εισόδου μέσω της εφυμενίδας, το λιπόφιλο και το υδρόφιλο. Το λιπόφιλο μονοπάτι αφορά μη πολικά και μη φορτισμένα μόρια τα οποία διασχίζουν την εφυμενίδα με διάχυση μέσω της κουτίνης και των κηρών (Uzu et al. 2010). Στην εφυμενίδα υπάρχουν κάποιοι πόροι και κανάλια έκκρισης των κηρών, τα οποία όμως είναι δυσδιάκριτα λόγω της ύπαρξης των κηρών. Έτσι οι κηροί παίζουν σημαντικό ρόλο στη μη είσοδο των ουσιών. Αν για κάποιο λόγο απομακρύνονταν οι κηροί, ενδεχομένως θα αυξανόταν η διαπερατότητα (Kannan and Charnel 2008). Το υδροφιλικό μονοπάτι εισόδου ακολουθούν τα ιόντα και υδρόφιλοι διαλύτες μέσω υδατικών πόρων. Ο τρόπος αυτός απαιτεί τη διάλυση των σωματιδίων που εξαρτάται κυρίως από την υγρασία, την υγροσκοπικότητα των σωματιδίων και τη διαλυτότητα των σωματιδίων. Όταν η υγρασία είναι υψηλότερη του σημείου υγροποίησης, το σωματίδιο διαλυτοποιείται μερικώς και η διαδικασία της διείδυσης των ανόργανων στοιχείων γίνεται από αυτό το κορεσμένο διάλυμα. Οι υδατικοί πόροι βρίσκονται πάνω στα όρια διπλανών κυτταρικών τοιχωμάτων και στις προεξοχές της εφυμενίδας

στα καταφρακτικά κύτταρα. Εφόσον οι ρύποι περάσουν την εφυμενίδα πρέπει να κινηθούν στον αποπλάστη και να μεταφερθούν εντός των κυττάρων. Επιπλέον υπάρχει και το μονοπάτι της στερεής κατάστασης. Τα στομάτια επιτρέπουν την πρόσληψη αιωρούμενων νανοσωματιδίων και τη διάχυσή τους στον αποπλάστη. Το μονοπάτι μέσω των στοματίων είναι υψηλής χωρητικότητας 10 nm – 1 μm και υψηλής ταχύτητας μεταφοράς (Uzu et al. 2010).

Μελετήθηκε η πρόσληψη μέσω του φυλλώματος από νεαρά ετήσια φυτά (μαρούλι, μαϊντανός και του αγρωστώδους Λόλιουμ) μετάλλων και μεταλλοειδών προερχόμενα από αιωρούμενα σωματίδια πλούσια σε Cu, Zn, Cd, Sn, Sb, As και κυρίως Pb από τις εκπομπές βιομηχανίας επεξεργασίας μολύβδου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το πλύσιμο των φυτών μείωσε σημαντικά (κατά 25%) το Pb δείχνοντας ότι το πλύσιμο αφαιρεί σημαντικό μέρος των αιωρούμενων σωματιδίων, αλλά ουσιαστικά το πλύσιμο δεν απομάκρυνε σημαντικά τα σωματίδια από τα φύλλα. Βρέθηκε ότι μερικά σωματίδια <2 μm ήταν κοντά και στις άκρες των στοματίων, ενώ άλλα σωματίδια ήταν μέσα στο άνοιγμα των στοματίων (Schreck et al. 2012, Uzu et al. 2010). Όπως προαναφέρθηκε, είναι πιθανόν τα σωματίδια να μεταφέρονται μέσα στα φύλλα από τα στομάτια. Επίσης οι Kozlov et al. (2000), που μελέτησαν τη μεταφορά σωματιδίων πλούσιων σε Cu και Ni στο δασικό δέντρο Σημύδα, πρότειναν ότι τα σωματίδια θα μπορούσαν να διεισδύσουν στο εσωτερικό των φύλλων μέσω των στοματίων. Επιπλέον οι Fernandez και Eichert (2009) αναφέρουν ότι τα σωματίδια θα μπορούσαν να διεισδύσουν στο εσωτερικό των φύλλων μέσω των πόρων που υπάρχουν στην εφυμενίδα και στα στομάτια. Βέβαια η διάμετρος των πόρων της εφυμενίδας βρέθηκε να είναι περίπου 2 nm από τους Eichert και Goldbach (2008) και μεταξύ 0,45 και 1,18 nm από τον Schönherr (2006). Οι στοματικοί πόροι βρέθηκαν να είναι λίγο μεγαλύτεροι, μερικές δεκάδες nm. Ανόργανα στοιχεία μπορεί επίσης να διεισδύσουν στα φύλλα μετά τη διαλυτοποίηση των αιωρούμενων σωματιδίων εξαρτώμενη από την υγρασία, τη θερμοκρασία και τα χαρακτηριστικά των αιωρούμενων σωματιδίων (Schönherr and Luber 2001). Επίσης, σύμφωνα με τους Gandois et al. (2010) και Eichert και Goldbach (2008), οι συγκεντρώσεις και το είδος των μετάλλων στην επιφάνεια των φύλλων μπορεί να μεταβληθούν με αλληλεπιδράσεις που μπορεί να συμβούν μεταξύ αιωρούμενων σωματιδίων και μικροβίων. Έτσι οι Schreck et al. (2012) βρήκαν άλλες μορφές Pb στα φύλλα μαϊντανού από αυτές που υπήρχαν στα πρωτογενή σωματίδια των εκπομπών από τη βιομηχανία επεξεργασίας μολύβδου. Επίσης τα σωματίδια των αιωρούμενων

σωματιδίων μπορεί να βρίσκονται ως συσσωματώματα στην επιφάνεια των φύλλων. Επίσης μπορεί να παγιδευτούν στους κηρούς της εφυμενίδας και έπειτα να διαχυθούν στον ιστό του φύλλου (μετά από διαλυτοποίηση ή μετακίνηση μέσω της εφυμενίδας). Οι Grantz et al. (2003) αναφέρουν ότι η εναπόθεση αιωρούμενων σωματιδίων στη φυτική επιφάνεια συνδέεται με τραυματισμό της εφυμενίδας και την πρόσληψη στη συνέχεια των σωματιδίων (όπως των μετάλλων) μέσω της εφυμενίδας. Αυτό εξαρτάται από την ωριμότητα της εφυμενίδας και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Σε αντίθεση με το μονοπάτι μέσω των στοματίων που δεν είναι επιλεκτικό, η πρόσληψη μέσω της εφυμενίδας σχετίζεται σημαντικά με τις φυσικοχημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαλυτών ουσιών ή των σωματιδίων με τα συστατικά της εφυμενίδας (Schönherr and Schreiber 2004).

1.3 Χαρακτηριστικά κόνεων

1.3.1 Περιγραφή

Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) οι κόνεις αποτελούνται από μικρά στερεά σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 75 μm που επικάθονται λόγω του βάρους τους αλλά μπορεί να αιωρούνται για κάποιο χρονικό διάστημα (ISO 4225:1994). Επίσης, σύμφωνα με την IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) (1990), οι κόνεις αποτελούνται από μικρά, ξηρά, στερεά σωματίδια που εκπέμπονται στον αέρα από φυσικές δυνάμεις όπως ο άνεμος, η ηφαιστειακή έκρηξη και από μηχανικές ή ανθρωπογενείς διεργασίες όπως σύνθλιψη, άλεση, ανάμιξη, γεώτρηση, κατεδάφιση, μεταφορά και διαχείριση αδρανών υλικών. Τα σωματίδια των κόνεων συνήθως κυμαίνονται από 1 έως 100 μm διάμετρο και επικάθονται αργά υπό την επίδραση της βαρύτητας. Πρέπει να αναφερθεί ότι ο όρος διάμετρος είναι ένας απλοποιημένος όρος καθώς το γεωμετρικό σχήμα των σωματιδίων ποικίλει. Για το λόγο αυτό ο πιο σωστός όρος είναι αεροδυναμική διάμετρος σωματιδίου, η οποία ορίζεται ως η διάμετρος μιας υποθετικής σφαίρας πυκνότητας 1 g cm^{-3} και έχει την ίδια τελική ταχύτητα επικάθισης σε ηρεμία με το εν λόγω σωματίδιο, ανεξάρτητα από το γεωμετρικό του σχήμα, μέγεθος και πραγματική πυκνότητα (WHO/SDE/OEH/99.14).

Ενδεικτικά κάποια μεγέθη κόνεων διαμορφώνονται ως εξής: το 80-90% της κόνεως τσιμέντου έχει μέγεθος <30 μm , από μηχανοκίνητα οχήματα 0,01-5000 μm , κόνις από αστικούς δρόμους 3-100 μm , ιπτάμενη τέφρα 1-2000 μm , κόνις γαϊάνθρακα 3-100 μm (Farmer 2002).

1.3.2 Παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της κόνεως

Η συσσώρευση της κόνεως σε μία περιοχή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η τοπογραφία, οι κλιματικές και οι καιρικές συνθήκες, η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου, κυρίως για σωματίδια μεγαλύτερα από 10 μm, και από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Σε περιόδους βροχοπτώσεων, η συσσώρευση της κόνεως στην ατμόσφαιρα μπορεί να μειωθεί καθώς μπορεί να απομακρυνθεί με τη βροχή (Prusty et al. 2005).

Η συσσώρευση της κόνεως στις φυτικές επιφάνειες ποικίλει ανάλογα με τη δομή του φύλλου, τη γεωμετρία του φύλλου, τα χαρακτηριστικά της επιδερμίδας και της εφυμενίδας των φύλλων, από τη φυλλοταξία και από το ύψος και την κόμη των δένδρων (Prusty et al. 2005), από την παρουσία/απουσία τριχών, την παρουσία/απουσία κηρών, και από την τραχύτητα της επιφάνειας του φύλλου. Επίσης φύλλα με κοντό μίσχο συσσωρεύουν περισσότερη κόνιν γιατί μπορούν να κουνηθούν λιγότερο με τον αέρα σε αντίθεση με φύλλα που έχουν μακρούς μίσχους και πιο λείες επιφάνειες (Prajapati and Tripathi 2008). Γενικά, υπάρχουν φυτά που η επιφάνεια των φύλλων έχει την ικανότητα απώθησης του νερού και μαζί με αυτό απομακρύνονται και τα σωματίδια. Από την άλλη φύλλα δένδρων όπως η δρυς, είναι καλυμμένα με πλακώδεις κηρούς που μετά την ωρίμανση του φύλλου διαβρώνονται εύκολα και μετατρέπονται σε άμορφους οι οποίοι αυξάνουν την ικανότητα συγκράτησης των σωματιδίων. Επιπλέον, τα σωματίδια που επικάθονται στο φύλλο μπορεί να αυξήσουν τη διαβρεξιμότητα του, καθώς πολλά από αυτά διαβρέχονται εύκολα, και να διαλυτοποιηθούν, ενώ στη συνέχεια με την εξάτμιση του νερού μπορεί να μετατραπούν σε υψηλής συγκέντρωσης τοξικές ουσίες που μπορεί να ζημιώσουν το φύλλο (Neinhuis and Barthlott 1998). Η τραχιά επιφάνεια φύλλου δεν συγκρατεί μόνο περισσότερη κόνιν αλλά μπορεί να παρεμποδίσει την απομάκρυνσή της με τη βροχή. Η τραχύτητα μπορεί να αυξηθεί με την παρουσία τριχών ή με το σχήμα των φύλλων, αλλά μπορεί να αυξηθεί και σε μικροκλίμακα, όταν τα στομάτια αρκετών φύλλων είναι ελαφρώς υπερυψωμένα, πάνω από τη στιβάδα των επιδερμικών κυττάρων. Επίσης η συσσώρευση της κόνεως στην επιφάνεια των φύλλων εξαρτάται και από τη διάρκεια ζωής των φύλλων, με τα μακράς διάρκειας ζωής να συγκρατούν μεγαλύτερη ποσότητα κόνεως. Η συσσώρευση σωματιδίων κόνεως από αστικό δρόμο ήταν μεγαλύτερη στην επάνω επιφάνεια σε σχέση με την κάτω και κυρίως γύρω από κύρια νεύρα των φύλλων (Tomašević et al. 2005). Επίσης οι υγρές επιφάνειες αυξάνουν το βαθμό εναπόθεσης των κόνεων. Γι' αυτό ενώ η βροχή μπορεί να εκπλύνει ή να

καθαρίσει μερικώς τα καλυμμένα με κόνιν φύλλα, τελικά η υγρασία στα φύλλα βοηθάει σε μεγαλύτερο βαθμό την επικάλυψη της κόνεως (Farmer 1993).

Όπως προαναφέρθηκε οι κόνεις αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των αιωρούμενων σωματιδίων. Παρόλα αυτά η έρευνα των επιπτώσεων της ρύπανσης από κόνεις στα φυτά δεν έχει λάβει την απαραίτητη έκταση όπως αυτή της μελέτης των φυτοτοξικών ρύπων όπως SO₂, NO₂ και O₃ (Farmer 1993). Οι μέχρι τώρα μελέτες δείχνουν ότι η εναπόθεση κόνεων στα φυτά μπορεί να επιφέρει σοβαρές επιπτώσεις και χρήζει περαιτέρω έρευνας.

1.3.3 Χαρακτηριστικά κόνεων προερχόμενων από δρόμους και από κόνιν εδάφους

Όπως προαναφέρθηκε οι κόνεις αποτελούνται από στερεά υλικά μικροσκοπικά, τόσο ώστε να μεταφέρονται με τον άνεμο. Μία σημαντική πηγή κόνεως είναι οι δρόμοι. Τα σωματίδια τους μπορεί να προέρχονται από τις επιφάνειες των δρόμων αλλά και από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων. Τα χαρακτηριστικά των κόνεων είναι πολύ σημαντικά στην κατανόηση των επιδράσεων που μπορεί να επιφέρουν καθώς παρουσιάζουν μία ποικιλία μεγεθών, καταγωγής και χημικής σύστασης (Farmer 1993). Λίγα είναι γνωστά για την ποσότητα, τη σύσταση, το μέγεθος των σωματιδίων, τη ροή και την απόσταση μεταφοράς της διάχυτης κόνεως και της συμβολής της στις υπερβάσεις για τα PM₁₀.

Οι περισσότεροι μη ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι αποτελούνται από ένα διαβαθμισμένο και συμπαγές οδόστρωμα που δημιουργείται από ένα μητρικό υλικό. Οι ρόδες των οχημάτων καθώς περιστρέφονται, προσδίδουν μία δύναμη στην επιφάνεια η οποία κονιορτοποιεί το υλικό του οδοστρώματος και εκτινάσσει σωματίδια. Σωματίδια κόνεως από μη ασφαλτοστρωμένο δρόμο που συλλέχτηκαν σε απόσταση 1,5, 4,5 και 6 m, καθ' ύψος από την επιφάνεια του δρόμου και ανατολικά και δυτικά του δρόμου βρέθηκε ότι ήταν κυρίως 70% ιλύς και άργιλος και το μέγεθός τους κυμαινόταν από 0,05 έως 159 μm (Williams et al. 2008). Τα κύρια στοιχεία που ανιχνεύτηκαν στα σωματίδια ήταν άνθρακας, αργίλιο και πυρίτιο.

Σύμφωνα με τους Pinnick et al. (1985) τα μεγέθη των σωματιδίων της κόνεως που παράγονται από την κίνηση των οχημάτων σε μη ασφαλτοστρωμένους δρόμους έχουν μέση ακτίνα 45 μm για αμμώδες έδαφος και 10 μm για ιλυώδες έδαφος. Επίσης το μέγιστο φορτίο της κόνεως σε απόσταση λίγα μέτρα από την εστία είναι 0,05-10 g m⁻³, και είναι υψηλότερο για τα αμμώδη σε σχέση με τα ιλυώδη εδάφη (Pinnick et al.

1985). Ο Everett (1980) βρήκε ότι σε μη ασφαλτοστρωμένους δρόμους υπάρχει μία ταχύτερη μείωση στο μέγεθος των σωματιδίων της κόνεως στα πρώτα 8 m απόσταση από το δρόμο που έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια των σωματιδίων με διάμετρο μεγαλύτερη από 50 μm . Στη συνέχεια σε απόσταση 30 m από το δρόμο παρατηρείται επιπλέον απώλεια των σωματιδίων με διάμετρο μεγαλύτερη από 20 μm . Πέρα από αυτή την απόσταση φαίνεται ότι μόνο λεπτά σωματίδια ιλύος επικάθονται. Επιπλέον βρέθηκε ότι σωματίδια από μηχανοκίνητα οχήματα κυμαίνονται από 0,01-5000 μm διάμετρο, αν και τα περισσότερα σωματίδια κόνεων προερχόμενα από αστικούς δρόμους κυμαίνονται από 3-100 μm διάμετρο και αυτά από τις εξατμίσεις οχημάτων 3-30 μm διάμετρο (Thompson et al. 1984).

Τα επίπεδα εναπόθεσης των κόνεων που προέρχονται από δρόμους ποικίλουν σημαντικά. Έτσι οι μη ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι παράγουν υψηλότερα επίπεδα κόνεων από τους ασφαλτοστρωμένους. Σύμφωνα με τους Roberts et al. (1975) βρέθηκε ότι σε στεγνό δρόμο στρωμένο με αμμοχάλικο με μία μέση ημερήσια κίνηση 250 αυτοκινήτων την ημέρα παρήχθησαν συγκεντρώσεις στον αέρα 584 $\mu\text{g m}^{-3}$, ενώ σε ασφαλτοστρωμένο δρόμο με μία μέση ημερήσια κίνηση 18000 αυτοκίνητα την ημέρα παρήχθησαν συγκεντρώσεις στον αέρα 463 $\mu\text{g m}^{-3}$. Επιπλέον η χημική σύσταση των κόνεων ποικίλει. Κάποιες κόνεις είναι χημικά αδρανείς, εκείνες όμως που προέρχονται από τσιμεντοβιομηχανίες, από λατομεία ασβεστόλιθου και από πολλούς δρόμους είναι ιδιαίτερα αλκαλικές. Επίσης οι κόνεις από δρόμους μπορεί να περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις μετάλλων, ενώ πολλοί μη ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι παράγουν αλκαλικές κόνεις με υψηλά επίπεδα ασβεστίου (Farmer 1993).

Οι άργιλοι είναι το κύριο ανόργανο κλάσμα των περισσότερων εδαφών και παρουσιάζουν ποικιλία ως προς το βαθμό αποσάθρωσης. Στην κόνιν εδάφους μπορεί να υπάρχει πυρίτιο, ανθρακικό ασβέστιο, διάφορα διαλυτά άλατα ή οξείδια και υδροξείδια του σιδήρου και αργιλίου. Επίσης η άργιλος από τους αγρούς μπορεί να περιέχει οργανικά υλικά ή παρασιτοκτόνα. Οι κυριότερες εκπομπές αγροτικών ανόργανων κόνεων συμβαίνουν κατά την προετοιμασία του εδάφους. Οι γεωργικοί ελκυστήρες με τα παρελκόμενα μηχανήματα κατεργασίας του εδάφους (όπως άροτρο, καλλιεργητές, δισκοσβάρνες) παράγουν τεράστια νέφη κόνεως. Έχει βρεθεί ότι μία μέτρια έκθεση σε σωματίδια κόνεως με ανοιχτή καμπίνα κυμαίνεται από 2 έως 20 mg m^{-3} , αλλά μπορεί να φτάσει και τα 100 mg m^{-3} . Η έκθεση σε ανόργανες κόνεις είναι υψηλότερη σε ξηρά κλίματα (Schenker 2000).

1.3.4 Χαρακτηριστικά κόνεως τσιμέντου

Ο όρος τσιμέντο αναφέρεται σε μία μεγάλη κατηγορία κόνεων με υδραυλικές ιδιότητες. Υδραυλική ιδιότητα είναι η ικανότητα που έχει ένα λεπτόκοκκο υλικό όταν αναμιχθεί με νερό να πήζει και σκληρύνεται στον αέρα ή μέσα στο νερό. Το πιο διαδεδομένο τσιμέντο είναι το Πόρτλαντ που χρησιμοποιείται ευρέως και σε πολλές κατασκευές και η παραγωγή του παγκοσμίως αυξάνει συνεχώς. Οι πρώτες ύλες για την παρασκευή του τσιμέντου Πόρτλαντ είναι ασβεστολιθικά υλικά, όπως ασβεστόλιθοι ή κιμωλία και αργιλοπυριτικά υλικά, όπως άργιλος ή σχιστόλιθος. Η παραγωγή του τσιμέντου Πόρτλαντ περιλαμβάνει τα εξής στάδια: 1) λειοτρίβηση και καλή ανάμιξη σε ορισμένη αναλογία των πρώτων υλών, 2) όπτηση του μίγματος σε μεγάλα περιστρεφόμενα καμίνια σε θερμοκρασία 1300-1400 °C, όπου το υλικό τήκεται και σχηματίζονται τεμαχίδια σφαιρικού σχήματος που ονομάζονται Κλίνκερ (Clinker), 3) ψύξη του υλικού και λειοτρίβηση σε λεπτούς κόκκους αφού προστεθεί και λίγος γύψος (Καλκάνης κ.α. 2004).

Όπως προαναφέρθηκε οι πρώτες ύλες για την παρασκευή του τσιμέντου είναι κυρίως ασβεστόλιθος και άργιλος σε αναλογία περίπου 3:1. Ο ασβεστόλιθος αποτελείται κυρίως από CaCO_3 το οποίο διασπάται στο καμίνι στους 900 °C σε CaO και CO_2 . Η άργιλος αποτελείται κυρίως από τα οξείδια SiO_2 , Al_2O_3 και Fe_2O_3 .

Τα παραπάνω οξείδια αντιδρούν μεταξύ τους στο καμίνι και σχηματίζουν μια σειρά από πολύπλοκες ενώσεις από τις οποίες τέσσερις θεωρούνται σαν βασικά συστατικά του τσιμέντου:

Πυριτικό τριασβέστιο-Αλίτης:	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Πυριτικό διασβέστιο-Βελίτης:	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Αργιλικό τριασβέστιο:	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Σιδηραργιλικό τετρασβέστιο-Φερρίτης:	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Εκτός από τις βασικές ενώσεις το τσιμέντο περιέχει και άλλα οξείδια όπως MgO , TiO_2 , Mn_2O_3 , K_2O και Na_2O αλλά σε πολύ μικρό ποσοστό.

Η περιεκτικότητα του τσιμέντου στα πιο πάνω οξείδια είναι: CaO 60-70%, SiO_2 17-25%, Al_2O_3 3-8%, Fe_2O_3 0,5-6%, MgO 0,1-4%, SO_3 1-3%, K_2O και Na_2O 0,2-1,3%. Η ποσότητα γύψου που προστίθεται στο Κλίνκερ είναι 1,5-3% υπολογιζόμενο σε SO_3 . Η λεπτότητα αλέσεως του τσιμέντου καθορίζεται από την ειδική επιφάνεια του τσιμέντου, που είναι το συνολικό εμβαδόν σε cm^2 των κόκκων 1 g τσιμέντου και

σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό πρέπει να είναι τουλάχιστον $2600 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$. Ένας κόκκος τσιμέντου έχει μέση διάμετρο $40 \mu\text{m}$ (Καλκάνης κ.α. 2004).

1.4 Επίδραση των κόνεων στα φυτά

1.4.1 Γενικά

Στη χώρα μας υπάρχει μεγάλο δίκτυο από δρόμους μη ασφαλτοστρωμένους, από διάφορα υλικά όπως το μητρικό έδαφος, αμμοχάλικο, κ.λπ.. Οι δρόμοι αυτοί μπορεί να είναι αγροτικοί δρόμοι, δρόμοι γύρω από βιομηχανίες ή δασικοί δρόμοι. Σε κάθε περίπτωση οι δρόμοι αυτοί είναι δυνατόν να παράγουν μεγάλες ποσότητες κόνεως η οποία επικάθεται στη γύρω βλάστηση και στο έδαφος. Επιπλέον οι αγροτικές εργασίες που απαιτούν τη χρήση γεωργικού ελκυστήρα, όπως κατεργασία του εδάφους, σπορά, ψεκασμοί και λιπάνσεις απελευθερώνουν σημαντικές ποσότητες κόνεως εδάφους στις γύρω καλλιέργειες. Οι βιομηχανίες στη χώρα μας αποτελούν και αυτές σημαντικότατο παράγοντα επιβάρυνσης των γύρω καλλιεργειών και του εδάφους με κόνεις. Οι κόνεις αυτές μπορεί να προέρχονται από τσιμεντοβιομηχανίες, εγκαταστάσεις οικοδομικών υλικών, μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση και βιομηχανίες επεξεργασίας μετάλλων. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι στη χώρα μας καταφθάνουν κάθε χρόνο σημαντικές ποσότητες κόνεως από την έρημο Σαχάρα, η οποία ειδικά μετά από βροχόπτωση καλύπτει τεράστιες εκτάσεις αστικών περιοχών, καλλιεργειών και εδαφών. Οι κόνεις που προαναφέρθηκαν μπορεί να επιδράσουν στα φυτά, είτε άμεσα είτε έμμεσα, και στην απόδοση των φυτών, αλλά και στην εμπορευσιμότητα της παραγωγής.

Η χημική σύσταση των σωματιδίων των κόνεων μπορεί να καθορίσει τις πιθανές επιδράσεις στη βλάστηση. Πολλές πηγές σωματιδίων μπορεί να προκαλέσουν πρόβλημα στη βλάστηση λόγω της αλκαλικής τους καταγωγής. Αυτές μπορεί να είναι από λατομεία ασβεστόλιθου, ο οποίος είναι ανθρακικό ασβέστιο ή από τσιμεντοβιομηχανίες. Η κόνις τσιμέντου περιέχει επίσης οξείδιο του ασβεστίου το οποίο δεν είναι απλώς αλκαλικό αλλά αντιδρά έντονα με το νερό και προκαλεί εκτεταμένη ζημιά στα εκτεθειμένα φυτά (Farmer 2002).

Σύμφωνα με το άρθρο ανασκόπησης του Farmer (1993), οι κόνεις που επικάθονται στα φυτά μπορούν να προκαλέσουν ασφυξία στα φύλλα, καθώς μπορούν με φυσικό τρόπο να μπλοκάρουν τα στομάτια των φύλλων, γεγονός που επηρεάζεται από το βαθμό εκπομπής των κόνεων, τις μετεωρολογικές συνθήκες και τις συνθήκες στην επιφάνεια των φύλλων. Επιπλέον η χημική επίδραση των κόνεων που

επικάθονται στα φυτά ή στο έδαφος ως υπόστρωμα των φυτών μπορεί να είναι πιο σημαντική από τη φυσική επίδραση. Σύμφωνα με την έρευνα του McCrea (1984) η κάλυψη της φυλλικής επιφάνειας με κόνιν από μη ασφαλτοστρωμένους δρόμους μπορεί να επηρεάσει την απόδοση των φυτών με ποικίλους τρόπους και η μείωση αυτή εξαρτάται από το πάχος της κόνεως που επικάθεται στα φύλλα και από το είδος του φυτού. Έτσι φυτά με χνουδωτά φύλλα συγκρατούν μεγαλύτερη ποσότητα κόνεως ακόμη και μετά από ασθενή βροχόπτωση.

Οι πρώτοι ερευνητές που μελέτησαν την επίδραση της κόνεως τσιμέντου στα φυτά αναφέρουν ότι η κόνις του τσιμέντου παρουσία υγρασίας μπορεί να διαλυτοποιείται στην επιφάνεια των φύλλων και τα υδροξύλια που απελευθερώνονται να ανεβάζουν το pH του διαλύματος σε τιμή 10-12 (Czaja 1961). Επίσης τα φυτά που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου παρουσίασαν σοβαρούς τραυματισμούς ακόμη και θάνατο στα κύτταρα δρυφακτοειδούς και σπογγώδους παρεγχύματος των φύλλων. Ο Czaja (1961) αναφέρει ότι το αλκαλικό διάλυμα στην επιφάνεια των φύλλων αρχικά σαπωνοποιεί την προστατευτική εφυμενίδα επιτρέποντας το να διαπεράσει την επιδερμίδα και να μετακινηθεί στο δρυφακτοειδές και σπογγώδες παρεγχύμα. Επίσης οι Czaja (1961) και Darley (1966) περιγράφουν ότι η κόνις τσιμέντου, λόγω των ιδιοτήτων της, όταν επικάθεται στη φυτική επιφάνεια και σε συνδυασμό με σταγονίδια νερού ή μικρής έντασης βροχόπτωση, σχηματίζει μία παχιά κρούστα που μπορεί να καλύψει πλήρως τη φυτική επιφάνεια.

Όλα τα ανωτέρω δείχνουν ότι η εναπόθεση κόνεως στις φυτικές επιφάνειες μπορεί να είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για τα φυτά.

1.4.2 Επίδραση των κόνεων στις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά η βιβλιογραφία που είναι σχετική με την επίδραση των κόνεων διαφορετικής προέλευσης, χημικής σύστασης και ποσότητας, στις λειτουργίες που σχετίζονται με την ανταλλαγή αερίων στα φυτά.

Ο McCrea (1984) αναφέρει στη μελέτη του, που έγινε σε εθνικό επίπεδο στη Νέα Ζηλανδία, ότι η συσσώρευση της κόνεως από μη ασφαλτοστρωμένους δρόμους στις καλλιέργειες έχει δυσμενείς επιπτώσεις στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης και οποιαδήποτε μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης συνοδεύεται αντίστοιχα από μείωση της ανάπτυξης και της απόδοσης των φυτών. Πιθανόν η μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης των φυτών παρουσία της κόνεως να οδηγεί σε μία συσσωρευτική καθυστέρηση της ανάπτυξης του φυτού και του χρόνου ωρίμανσης με αποτέλεσμα τη

μείωση της αναμενόμενης απόδοσης των καλλιεργειών κάθε χρόνο. Η μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης παρουσία της κόνεως μπορεί να ευθύνεται και για την πρόωρη γήρανση των φύλλων με αποτέλεσμα την περαιτέρω μειωμένη ανάπτυξη των φυτών. Επιπλέον, τα σωματίδια των κόνεων από άστρωτους δρόμους μπορεί να μπλοκάρουν τα στομάτια των φύλλων και να τροποποιούν έτσι τις λειτουργίες της διαπνοής και της αναπνοής (McCrea 1984).

Σε μία άλλη έρευνα η συσσώρευση κόνεως από χωματόδρομο (0,15-7,7 mg cm⁻²) στα φύλλα από δενδρώδη είδη των οικογενειών Rubiaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae και Verbenaceae που αναπτύσσονταν στις πλευρές του δρόμου, μείωσε το ρυθμό φωτοσύνθεσης, τη στοματική αγωγιμότητα και την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Βρέθηκε ότι μικρά σωματίδια κόνεως εισέρχονταν στα φύλλα μέσω των στοματίων αλλά και τα μεγαλύτερα συσσωρεύονταν κοντά στο στοματικό πόρο επηρεάζοντας την ανταλλαγή αερίων μέσω των στοματίων και κατά συνέπεια τη φωτοσύνθεση και τη συγκράτηση νερού (Chaturvedi 2013). Ομοίως, η συσσώρευση κόνεως από σωματίδια εδάφους, ίλοπηλώδους υφής, μεγέθους μικρότερου από 106 μm και σε συγκέντρωση έως 51,1 μg m⁻² σε φυτά βαμβακιού, μείωσε το ρυθμό φωτοσύνθεσης και αύξησε την αναπνοή, γεγονός που μείωσε τους διαθέσιμους υδατάνθρακες για την ανάπτυξη του φυτού (Armbrust 1986).

Οι Hirano et al. (1995) εφάρμοσαν αδρανείς κόνειες στα φύλλα αγγουριού και φασολιού και διαπίστωσαν ότι η επίδραση της κόνεως σχετίζεται με το μέγεθος των σωματιδίων και, όσο μικρότερο είναι το μέγεθός τους, τόσο μεγαλύτερη η σκίαση που προκαλούν. Οι αδρανείς κόνειες που εφαρμόστηκαν στην επάνω επιφάνεια των φύλλων των φυτών αγγουριού και φασολιού μείωσαν την ανταλλαγή αερίων στο φως και την αύξησαν στο σκοτάδι όταν τα στομάτια ήταν ανοιχτά κατά την εφαρμογή των κόνεων. Η κατάσταση αυτή επιτρέπει μεγαλύτερη διείσδυση αερίων ρύπων και μεγαλύτερη απώλεια νερού λόγω διαπνοής. Επιπλέον η εφαρμογή των κόνεων στα φύλλα μείωσε το ρυθμό φωτοσύνθεσης λόγω σκίασης, και, όσο μικρότερο το μέγεθος των σωματιδίων, τόσο μεγαλύτερη ήταν η σκίαση. Ο ρυθμός διαπνοής των σκονισμένων φύλλων ήταν υψηλότερος σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και η διαφορά αυξήθηκε όταν αυξήθηκε η θερμοκρασία του αέρα.

Σύμφωνα με τους Nanos και Ilias (2007) η επικάλυψη κόνεως τσιμέντου σε φύλλα ελιάς μείωσε το ρυθμό φωτοσύνθεσης και την παραγωγή υδατανθράκων, μείωσε ελαφρώς το ρυθμό διαπνοής και την κίνηση H₂O και CO₂ μέσω των

στοματίων, η εσωτερική συγκέντρωση CO₂ στα φύλλα παρέμεινε σταθερή, ενώ η θερμοκρασία του φύλλου αυξήθηκε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η κόνις από τσιμέντο προκάλεσε ουσιαστικές αλλαγές στη φυσιολογία του φύλλου γεγονός που μπορεί να οδηγήσει και σε μειωμένη παραγωγή καρπών ελιάς.

Ο Darley (1966) προσομοίωσε τον πραγματικό τρόπο και την πραγματική συχνότητα εναπόθεσης της κόνεως τσιμέντου σε φυτά φασολιού λαμβάνοντας υπόψη και το μέγεθος των σωματιδίων τσιμέντου που μπορεί να φτάσουν και να επικαθίσουν στη φυτική επιφάνεια. Πιο συγκεκριμένα τα επίπεδα της κόνεως τσιμέντου που εφαρμόστηκαν στα φύλλα κυμάνθηκαν από 0,6 έως 3,8 g m⁻² d⁻¹, η εφαρμογή γινόταν για 2-3 ημέρες και το μέγεθος των σωματιδίων ήταν κυρίως μικρότερο από 30 μm αν και τα σωματίδια της κόνεως τσιμέντου από τις τοπικές τσιμεντοβιομηχανίες είχαν μέγεθος κυρίως μεγαλύτερο από 30 μm. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρουσία κόνεως στα φύλλα μείωσε το ρυθμό ανταλλαγής CO₂ και προκάλεσε τραυματισμούς στα φύλλα. Πολλοί άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι συνεχείς εφαρμογές κόνεως τσιμέντου οδηγούν σε μπλοκάρισμα των στοματίων των φύλλων, παρεμβαίνοντας έτσι στην ανταλλαγή των αερίων. Επίσης η μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης των φύλλων παρουσία κόνεως τσιμέντου μπορεί να οφείλεται σε μειωμένη φυλλική επιφάνεια, μπλοκάρισμα των στοματίων, μείωση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο δρυφακτοειδές παρέγχυμα εξαιτίας της δημιουργίας κρούστας στην επιφάνεια του φύλλου ή λόγω εκφυλισμού των χρωστικών (Borka 1980, Singh and Rao 1980, Shukla et al. 1990).

Σε μία από τις παλαιότερες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για τις επιπτώσεις της κόνεως από τσιμεντοβιομηχανίες σε δένδρα πορτοκαλιάς, αναφέρεται ότι τα σωματίδια του τσιμέντου επικάθονται στα δένδρα και η αδιαφανής κρούστα που δημιουργείται στην επιφάνεια των φύλλων μειώνει την ποσότητα του φωτός που φτάνει στο φύλλο. Αυτή η μείωση του φωτός παρεμποδίζει τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης γεγονός που οδηγεί σε μείωση της ανάπτυξης των φυτών και της απόδοσής τους (Peirce 1910).

Η συσσώρευση ασβεστολιθικής κόνεως στα φύλλα δρυός (*Quercus coccifera*) μείωσε το ρυθμό φωτοσύνθεσης και τη στοματική αγωγιμότητα και, όσο περισσότερη η ποσότητα της κόνεως, τόσο μεγαλύτερη η μείωση. Επιπλέον στα καλυμμένα με κόνιν φύλλα ο λόγος Fv/Fm μειώθηκε ως αποτέλεσμα της καταπόνησης που προκάλεσε η κόνις, γεγονός που υποδηλώνει μειωμένη αποτελεσματικότητα του φωτοσυστήματος II (Vardaka et al. 1995). Ομοίως η συσσώρευση κόνεως

ασβεστολιθικής προέλευσης στα 'φύλλα' ενός παχύφυτου μείωσε την αφομοίωση του CO₂ και το λόγο Fv/Fm και προκάλεσε σε μεγάλο βαθμό απενεργοποίηση στα κέντρα αντίδρασης του PSII (Van Heerden et al. 2007).

1.4.3 Επίδραση των κόνων στα χαρακτηριστικά των φυτών

Η συσσώρευση κόνεως από αστικούς δρόμους (μέγεθος σωματιδίων 2,5-10 μm κυρίως) σε ετήσια κηπευτικά και ανθοκομικά φυτά μείωσε την ανάπτυξη των φυτών, τον αριθμό των φύλλων και τη φυλλική επιφάνεια. Επίσης παρατηρήθηκε ότι σε κάθε περίπτωση η παρουσία κόνεως στα φύλλα αύξησε τη συχνότητα των επιδερμικών κυττάρων και των στοματίων και μείωσε το μέγεθός τους σε σχέση με το μάρτυρα. Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι σε αρκετά είδη η κόνις μπλόκαρε τα στομάτια των φύλλων σε ποσοστό μεγαλύτερο από 75%, αλλά και σε περιπτώσεις που τα σωματίδια ήταν μεγάλα, τόσο ώστε να μην μπλοκάρουν τα στομάτια, αυτά συσσωρεύονταν πάνω από το στοματικό πόρο. Στα είδη που διέθεταν τρίχες στα φύλλα τους, αυτές παγίδευαν τα σωματίδια της κόνεως και παρουσία της κόνεως έχασαν τη σπαργή τους και το σχήμα τους. Επίσης η ρύπανση από την κόνιν στα φύλλα μετέτρεψε τους επίπεδους κηρούς σε άμορφους που έμοιαζαν με συσσωματώματα (Rai et al. 2010).

Σε μία άλλη έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της κόνεως από χωματόδρομο στα φυσιολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά καθώς και στην περιεκτικότητα σε N και P των φύλλων από δενδρώδη είδη των οικογενειών Rubiaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae και Verbenaceae που αναπτύσσονταν στις πλευρές του δρόμου. Τα επίπεδα της κόνεως κυμάνθηκαν από 0,15 mg cm⁻² έως 7,7 mg cm⁻². Τα φύλλα με τη μεγαλύτερη ποσότητα κόνεως στην επιφάνειά τους είχαν μειωμένη ειδική επιφάνεια φύλλου, περιεκτικότητα σε νερό, περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη εκφρασμένη σε mg g⁻¹, και μειωμένη περιεκτικότητα σε N και P σε σχέση με τα φύλλα που είχαν μικρή ποσότητα κόνεως (Chaturvedi et al. 2013).

Η συσσώρευση κόνεως τσιμέντου σε φύλλα ώριμων δένδρων ελιάς οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία και αύξηση του ειδικού βάρους των φύλλων ανάλογα με την ηλικία του φύλλου και την ποσότητα της κόνεως (Nanos and Pias, 2007). Οι Hegazi και El-Kady (2010) μελέτησαν την επίδραση της κόνεως από δρόμο της ερήμου στα χαρακτηριστικά νεαρών φυτών, αείφυλλων πολυετών ειδών, μεταξύ των οποίων και ελιάς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρουσία κόνεως σε

όλα τα είδη μείωσε τη φυλλική επιφάνεια, τον αριθμό των φύλλων, και το ύψος των φυτών, ενώ το ειδικό βάρος φύλλου δεν επηρεάστηκε συγκριτικά με το μάρτυρα.

Η μελέτη της επίδρασης της εφαρμογής κόνεως τσιμέντου σε ποσότητες 3, 5, ή $7 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ σε φυτά ελαιοκράμβης, έδειξε ότι τα φυτά που δέχθηκαν κόνιν τσιμέντου δεν παρουσίασαν συμπτώματα τραυματισμού στα φύλλα, αλλά είχαν μειωμένη ανάπτυξη, φυλλική επιφάνεια, παραγωγή καρπού, περιεκτικότητα σε λάδι και ολική φυτομάζα συγκριτικά με το μάρτυρα. Ένας σημαντικός παράγοντας για τη μείωση της παραγωγής ήταν η μειωμένη βλαστικότητα της γύρης και γονιμοποίηση στη σκεπασμένη με κόνιν τσιμέντου επιφάνεια του στίγματος (Shukla et al. 1990). Ομοίως σε έρευνα σε φυτά ηλίανθου που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου σε ποσότητα 30 g m^{-2} το μήνα, τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση του ύψους των φυτών, της ολικής φυλλικής επιφάνειας, της διαμέτρου κεφαλής και του βάρους των σπόρων ανά κεφαλή, κυρίως εξαιτίας της κακής γονιμοποίησης παρουσία της κόνεως τσιμέντου σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα (Borka 1980). Επίσης σε φυτά καλαμποκιού η εφαρμογή κόνεως τσιμέντου σε ποσότητα 30 g m^{-2} ανά 2-3 ημέρες, μείωσε την περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία συγκριτικά με το μάρτυρα. Πάντως μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στα αναπαραγωγικά όργανα λόγω της μειωμένης γονιμοποίησης εξαιτίας της κόνεως τσιμέντου σε αυτά (Anda 1986).

Σε φυτά σιταριού που καλλιεργήθηκαν 100 έως 2000 m μακριά από μία τοπική τσιμεντοβιομηχανία, μελετήθηκε η επίδραση της ρύπανσης από κόνιν τσιμέντου. Τα φυτά σιταριού επιβαρύνθηκαν σε μεγάλο βαθμό από τη ρύπανση και παρουσίασαν μία παχιά και σκληρή κρούστα κόνεως τσιμέντου σε όλες τις εκτεθειμένες επιφάνειες. Ειδικά στις περιοχές που απείχαν έως και 500 m τα φυτά σιταριού παρουσίασαν συμπτώματα στα φύλλα τους όπως ρωγμές, αποκόλληση και μαρασμό. Επίσης τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φυτά σιταριού είχαν μειωμένη καρπόδεση σε σχέση με το μάρτυρα και η φυτομάζα των φυτών σιταριού αυξήθηκε, όσο μειώνονταν τα επίπεδα κόνεως που επικάθονταν στα φύλλα (Singh and Rao 1980).

Η ρύπανση από κόνιν τσιμέντου σε ετήσιο φυλλώδες λαχανικό (*Celosia argentea*) σε επίπεδα $10,2 \text{ g m}^{-2}$, που διατηρούνταν με εφαρμογή ανά 3 ημέρες, μείωσε το μήκος βλαστού, την ολική φυλλική επιφάνεια και το ξηρό βάρος σε σχέση με το μάρτυρα. Επιπλέον η κόνιν τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων αύξησε τη συχνότητα των στοματίων στην πάνω και κάτω επιφάνεια των φύλλων καθώς και το στοματικό δείκτη της πάνω επιφάνειας σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Επίσης στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα το μήκος και το πλάτος των κυττάρων της

πάνω επιφάνειας ήταν αυξημένα συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα, ώστε τα φύλλα του μάρτυρα να έχουν υψηλότερη συχνότητα κυττάρων στην πάνω επιφάνεια από τα ρυπασμένα φύλλα. Τα αντίθετα συνέβησαν στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Όλα τα παραπάνω μπορεί να σχετίζονται με την προσαρμογή των φύλλων στην ανταλλαγή αερίων και στη διαπνοή λόγω της κάλυψης της επιφάνειάς τους με κόνιν τσιμέντου (Ade-Ademilua and Obalola 2008).

Σε όλες τις πιο πάνω μελέτες αποδεικνύονται οι σοβαρές επιπτώσεις της ρύπανσης από κόνεις από δρόμους και τσιμέντο στα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά αλλά και στην καρπόδεση και στην απόδοση των φυτών. Επιπλέον η παρουσία κόνεως τσιμέντου στα φυτά μείωσε την περιεκτικότητα σε χλωρ. ολική και α και αύξησε ή δεν επηρέασε την περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένες σε mg g^{-1} νωπού βάρους (Borka 1980, Singh and Rao 1980, Shukla et al. 1990). Εξαιρέση αποτελεί η περίπτωση όπου η ποσότητα της κόνεως τσιμέντου είναι τέτοια που λόγω σκίασης αύξησε την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, αλλά, όταν αυξήθηκε περαιτέρω η ποσότητα της κόνεως, τελικά η επιβάρυνση ήταν τέτοια ώστε μειώθηκε η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη. Η μετέπειτα αυτή μείωση της περιεκτικότητας των χρωστικών φωτοσύνθεσης στα φύλλα με κόνιν τσιμέντου πιθανόν να οφείλεται στην αλκαλική φύση του τσιμέντου η οποία να προκάλεσε εκφυλισμό της χλωροφύλλης ή ζημία στα κύτταρα (Shukla et al. 1990). Ενδεχομένως σε υψηλά αλκαλικό περιβάλλον επέρχεται τραυματισμός των χλωροπλαστών (pH 10,5) που οδηγεί σε μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα εκτεθειμένα φύλλα. Επίσης η κρούστα από τσιμέντο στην επιφάνεια των φύλλων μπορεί να μείωσε την απορρόφηση φωτονίων από αυτά και είχε ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση της σύνθεσης της χλωρ. Α, αλλά ευνόησε τη σύνθεση της χλωρ. β λόγω σκίασης (Singh and Rao 1980).

Οι Nanos και Pias (2007), αναφέρουν ότι η παρουσία κόνεως τσιμέντου σε φύλλα ώριμων δένδρων ελιάς μείωσε την περιεκτικότητα σε χλωρ. α και ολική εκφρασμένες σε mg g^{-1} ξηρού βάρους και το λόγο χλωρ. α/ χλωρ. β, ενώ η περιεκτικότητα σε χλωρ. β αυξήθηκε. Οι μεταβολές αυτές πιθανόν να συνδέονται με τη σκίαση που προκαλεί η παρουσία της κόνεως στα φύλλα ή σε βλάβη στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης λόγω τοξικότητας ή λόγω υψηλής υδατικής καταπόνησης. Επίσης η συσσώρευση κόνεως τσιμέντου (1,2-1,51 mg κόνεως/φύλλο) στα οπωροφόρα μηλιά, αχλαδιά και αμυγδαλιά που αναπτύσσονταν γύρω από μία τσιμεντοβιομηχανία, είχε ως αποτέλεσμα τα φύλλα των δένδρων να έχουν μειωμένη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωρ. α και ολική και

σε καροτενοειδή εκφρασμένα σε mg g⁻¹, ενώ η περιεκτικότητα σε χλωρ. β και ο λόγος χλωρ. α/ χλωρ. β δεν επηρεάστηκαν σε σχέση με το μάρτυρα (Lone et al. 2011). Τα ρυπασμένα φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε N, P και αυξημένη περιεκτικότητα σε K συγκριτικά με το μάρτυρα.

Η μελέτη της επίδρασης της κόνεως τσιμέντου στο Νορβηγικό έλατο έδειξε μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωρ. α, β, ολική και καροτενοειδή εκφρασμένα σε mg g⁻¹ νωπού βάρους στις βελόνες σε σχέση με το μάρτυρα (Lepeduš et al. 2003).

Σε βιομηχανικές περιοχές, σε δενδρώδη είδη που αναπτύσσονται δίπλα σε δρόμους βρέθηκε μειωμένη περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη και αυξημένη σχετική περιεκτικότητα σε νερό (Rai et al. 2013). Ομοίως, η εναπόθεση της κόνεως προερχόμενη από δρόμους στην επιφάνεια των φύλλων μείωσε την περιεκτικότητά τους σε χλωροφύλλη και αύξησε την περιεκτικότητά τους σε ασκορβικό οξύ. Η μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη αποδόθηκε στη μειωμένη σύνθεση της λόγω σκίασης και στις αλκαλικές συνθήκες που μπορεί να δημιουργούνται εντός των κυττάρων μετά από διαλυτοποίηση των σωματιδίων της κόνεως, που μπορεί να οδηγήσει σε εκφυλισμό των χρωστικών ή/και στην παρεμπόδιση λειτουργίας ενζύμων απαραίτητων για τη βιοσύνθεση των χρωστικών (Prajapati and Tripathi 2008).

1.4.4 Επίδραση των κόνεων στην εμπορευσιμότητα καρπών και λαχανικών

Η έκθεση των οπωροφόρων μηλιά, αχλαδιά και αμυγδαλιά σε κόνιν τσιμέντου προερχόμενη από γειτονική τσιμεντοβιομηχανία προκάλεσε μειωμένη παραγωγή, ενώ οι καρποί είχαν μειωμένο μήκος, διάμετρο, σκληρότητα, περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά, ολικά σάκχαρα και ασκορβικό οξύ σε σχέση με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα (Lone et al. 2011).

Οι Rai et al. (2010) αναφέρουν ότι η παρουσία κόνεως από αστικούς δρόμους σε ετήσια ανθοκομικά και κηπευτικά φυτά καθυστέρησε την άνθιση στα πρώτα και τα κηπευτικά παρήγαγαν λιγότερους καρπούς σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα (Rai et al. 2010). Επίσης, η παρουσία κόνεως μπορεί να παρεμποδίσει την επικονίαση από τα έντομα με αποτέλεσμα την απόρριψη ανθέων και την παραμόρφωση καρπών. Επιπλέον, η απόθεση κόνεως στους καρπούς και στα λαχανικά μειώνει την ελκυστικότητά τους (McCrea 1984).

Οι Cook et al. (1980) αναφέρουν ότι ο μειωμένος ρυθμός φωτοσύνθεσης λόγω ηφαιστειακής κόνεως στα φύλλα μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή καρπών μειώνοντας τον αριθμό των σχηματιζόμενων ανθοφόρων οφθαλμών, οπότε παρατηρείται χαμηλή καρπόδεση, μειώνοντας το μέγεθος των καρπών λόγω της ανεπαρκούς διάθεσης υδατανθράκων ή μειώνοντας την περιεκτικότητα των καρπών σε σάκχαρα. Η μείωση του μεγέθους των καρπών αλλά και η μείωση των σακχάρων μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην εμπορία των καρπών.

1.4.5 Επίδραση της κόνεως στη θερμοκρασία και ακτινοβολία στα φυτά

Οι Hirano et al. (1995) εφάρμοσαν αδρανείς κόνεις στα φύλλα αγγουριού και φασολιού και διαπίστωσαν αυξημένη απορρόφηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας από κάποιες κόνεις η οποία αύξησε τη θερμοκρασία του φύλλου. Βρέθηκε ότι όσο πιο σκουρόχρωμη ήταν η κόνις τόσο υψηλότερη ήταν η θερμοκρασία του φύλλου και, όσο περισσότερη η ποσότητα της κόνεως, τόσο υψηλότερη η θερμοκρασία. Επίσης όσο πιο ανοιχτόχρωμη η κόνις τόσο μικρότερη η διαφορά θερμοκρασίας από το μάρτυρα ($<1\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Hirano et al. 1995).

Ο Eller (1977) μελέτησε την επίδραση της κόνεως από κεντρικό δρόμο στη θερμοκρασία και στο φάσμα της ακτινοβολίας που προσπίπτει στα φύλλα ενός καλλωπιστικού θάμνου σε απόσταση 2,5 m από το δρόμο. Διαπίστωσε ότι η παρουσία κόνεως στα φύλλα, αύξησε τη θερμοκρασία τους κατά 2-4 $^{\circ}\text{C}$ σε σχέση με τα καθαρά φύλλα. Επιπλέον για τα καλυμμένα με κόνιν φύλλα η απορρόφηση της ακτινοβολίας στο φάσμα 700-1350 nm ήταν σχεδόν διπλάσια, ενώ η ανάκλαση μειώθηκε περίπου 20% σε σχέση με τα καθαρά φύλλα. Για το φάσμα κάτω από 700 nm η απορρόφηση των σκονισμένων φύλλων ήταν παρόμοια, ενώ η ανάκλαση αυξήθηκε ελαφρώς σε σχέση με τα καθαρά φύλλα.

Η παρουσία κόνεως τσιμέντου στα φυτά συνδέεται επίσης με τη μείωση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο δρυφακτοειδές παρέγχυμα και με τη μεταβολή της θερμοκρασίας στα φυτά. Η παρουσία κόνεως τσιμέντου σε φυτά καλαμποκιού (30 g m^{-2} ανά 2-3 ημέρες) μείωσε το μέτρο ανακλαστικότητας των φυτών κατά 10% περίπου συγκριτικά με το μάρτυρα δείχνοντας ότι μεγαλύτερο μέρος της ολικής ακτινοβολίας απορροφούνταν (Anda 1986). Επίσης το ποσοστό αυτό της ακτινοβολίας αύξησε τη θερμοκρασία φύλλου κατά 1,5-2,5 $^{\circ}\text{C}$ και κατά συνέπεια η εξατμισοδιαπνοή ήταν πιο έντονη. Κατά τη διάρκεια του 3ετούς πειράματος τα φυτά που καλύφθηκαν με τσιμέντο χρειάστηκαν κατά 8,3% περισσότερο αρδευτικό νερό.

Πέρα από τα προαναφερθέντα, η παρουσία κόνεως από μη ασφαλοστρωμένους δρόμους στους καρπούς μειώνει την προσπίπτουσα σε αυτούς ακτινοβολία. Οι έντονα χρωματιστοί καρποί (όπως κόκκινα μήλα, νεκταρίνια και ροδάκινα) απαιτούν υψηλό φωτισμό και χαμηλή θερμοκρασία για να επιτύχουν το πλήρες χρώμα. Η παρουσία κόνεως από δρόμους στην επιφάνεια των καρπών μπορεί να μειώσει την προσπίπτουσα ακτινοβολία σε αυτούς με αποτέλεσμα να μην επιτευχθεί το αναμενόμενο χρώμα στους καρπούς και έτσι να υποβαθμιστούν εμπορικά (McCrea 1984).

1.4.6 Επίδραση της κόνεως στη θρέψη και στην επιβάρυνση με βαρέα μέταλλα των φυτών

Η επίδραση των κόνεων στη θρεπτική κατάσταση των φυτών μπορεί να τροποποιηθεί είτε λόγω της συσσώρευσης των κόνεων στα υπέργεια μέρη των φυτών είτε μέσω του εδάφους. Αντίστοιχα μπορεί να λειτουργήσει και η αύξηση των συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων στα φύλλα. Σε έντονα επιβαρυνμένες περιοχές από κόνειες, η συσσώρευση της κόνεως είναι υψηλή και στο υπόστρωμα των ρυπασμένων φυτών, δηλ. στο έδαφος άμεσα, αλλά μπορεί να προέλθει και έμμεσα μετά από έκπλυση με τη βροχή από τα φύλλα.

Οι Mandre και Tuulmets (1997) μελέτησαν την επίδραση της κόνεως τσιμέντου στο Νορβηγικό έλατο και διαπίστωσαν ότι η παρουσία κόνεως τσιμέντου στα φύλλα μείωσε το λόγο χλωρ. α/χλωρ. β λόγω της μείωσης της χλωροφύλλης α, ενώ η χλωροφύλλη β επηρεάστηκε λιγότερο. Επιπλέον απέδωσαν τη μείωση της περιεκτικότητας των βελονών σε χλωροφύλλη στη μείωση του φωτός που διαπερνά την κρούστα από την κόνιν τσιμέντου που σχηματίζεται στις βελόνες και φτάνει τελικά σε αυτές και στη μείωση των συγκεντρώσεων των στοιχείων Mg, Mn, Fe και N στις βελόνες ως στοιχεία απαραίτητα για τη βιοσύνθεση χρωστικών της φωτοσύνθεσης. Αν και οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Mg, Mn και Fe στο έδαφος αυξήθηκαν, ως συστατικά της κόνεως τσιμέντου, η αλκαλικότητα και η υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο παρεμπόδισαν την απορρόφησή τους από τα φυτά (Mandre και Tuulmets 1997). Επιπλέον οι Mandre et al. (1999) διαπίστωσαν ότι η αλκαλικότητα της κόνεως του τσιμέντου μείωσε το ύψος των φυτών, το μήκος των βελονών και των βλαστών και τη βιομάζα όλων των οργάνων διαφόρων νεαρών κωνοφόρων. Μία σημαντική αιτία της μειωμένης βιομάζας ήταν η ανισορροπία της περιεκτικότητας των ιστών σε ανόργανα και της διαφοροποιημένης κατανομής τους.

Πιο συγκεκριμένα βρέθηκε αύξηση της περιεκτικότητας των δένδρων σε Ca, K και Mg, τα οποία αποτελούσαν και τα κύρια συστατικά της κόνεως, και μείωση των N και Mn σε όλα τα όργανα. Επίσης στις βελόνες αυξήθηκαν τα P και Fe. Η αύξηση των ανόργανων στις βελόνες αποδόθηκε στην πρόσληψή τους από την επιδερμίδα των φύλλων (Mandre et al. 1999). Επίσης βρέθηκε ότι η ρύπανση από κόνιν τσιμέντου προκάλεσε μπλοκάρισμα των στοματιών των πεύκων σε σχέση με το μάρτυρα και οι βελόνες των εκτεθειμένων δένδρων είχαν υψηλές ποσότητες ασβεστίου και σχηματισμό κρούστας στην επιφάνειά τους λόγω της απόθεσης της κόνεως (Bađić et al. 1999).

Επίσης παρατηρήθηκε ότι σε περιοχές που συσσωρεύεται κόνις ασβεστολιθικής προέλευσης, το pH του εδάφους μπορεί να αυξηθεί σε επίπεδα που οδηγούν σε έλλειψη ιχνοστοιχείων (McCrea 1984).

Οι Shukla et al. (1990) βρήκαν ότι το pH και η αγωγιμότητα του εδάφους που αναπτύσσονταν φυτά ελαιοκράμβης αυξήθηκαν ανάλογα με την αύξηση των εφαρμογών κόνεως τσιμέντου πιθανόν λόγω του σχηματισμού υδροξειδίων του ασβεστίου και του αργιλίου κατά την ενυδάτωση του τσιμέντου. Για τον ίδιο λόγο η τιμή του pH του εδάφους δίπλα σε τσιμεντοβιομηχανία όπου καλλιεργήθηκαν φυτά σιταριού αυξήθηκε από 6,9 στο 9 με την αύξηση της ρύπανσης από το τσιμέντο (Singh and Rao 1980). Επιπλέον τα ρυπασμένα εδάφη ήταν εμπλουτισμένα με ανταλλάξιμα κατιόντα Ca^{2+} και K^{+} γεγονός που δείχνει ότι τα στοιχεία αυτά προστέθηκαν στο έδαφος με την επικάλυψη της κόνεως τσιμέντου που στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν πλούσια σε Ca και K (Singh and Rao 1980).

Σε φυτά αείφυλλων πολυετών ειδών, μεταξύ των οποίων και ελιάς, τα καλυμμένα φυτά με κόνιν από δρόμο της ερήμου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Pb, Zn, Cu και Cr σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ δεν ανιχνεύτηκαν Cd και Ni (Hegazi and El-Kady 2010).

Η ρύπανση από κόνιν τσιμέντου σε ετήσιο φυλλώδες λαχανικό (*Celosia argentea*) σε επίπεδο $10,2 \text{ g m}^{-2}$ που διατηρούνταν με εφαρμογές ανά 3 ημέρες, αύξησε τη συγκέντρωση των φυτών σε μέταλλα όπως Fe, Zn, Cu, Mg, Al, Si και S σε σχέση με το μάρτυρα (Ade-Ademilua and Obalola 2008).

Τέλος, σε φυτά γκουάβα βρέθηκε αυξημένη περιεκτικότητα των φύλλων σε K, Ca, Na, P όταν αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως τσιμέντου (Lal and Ambasht 1982).

1.4.7 Επίδραση των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων, στην εμφάνιση ασθενειών και στις προσβολές από έντομα στα φυτά

Η συσσώρευση κόνεως τσιμέντου (1,2-1,51 mg κόνεως/φύλλο) στα οπωροφόρα μηλιά, αχλαδιά και αμυγδαλιά που αναπτύσσονταν γύρω από μία τσιμεντοβιομηχανία, προκάλεσε χλώρωση και νεκρώσεις στο φύλλωμα, αλλά και οι καρποί παρουσίασαν νεκρωτικές κηλίδες και τραχύτητα στην επιφάνειά τους που δεν οφείλονταν σε βιοτικούς παράγοντες (Lone et al. 2011).

Δασικά φυτά που αναπτύσσονταν σε γειτνίαση με εξόρυξη και σύνθλιψη πέτρας, τα σωματίδια της παραγόμενης κόνεως, λόγω του βάρους τους σε σχέση με άλλα αιωρούμενα σωματίδια επικάθονταν στις επιφάνειες των φύλλων προκαλώντας τραυματισμούς, νεκρώσεις οφθαλμών, νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα, μαύρα στίγματα, επιφανειακές αλλοιώσεις, καρούλιασμα των φύλλων, αυξημένες προσβολές από έντομα, καθυστερημένη ανάπτυξη, χλώρωση, δημιουργία κρούστας στην επιφάνεια των φύλλων, ζημιά στην εφυμενίδα και στα καταφρακτικά κύτταρα των στοματίων των φύλλων, ενσωμάτωση των σωματιδίων των κόνεων στη φυλλική επιφάνεια (Saha and Padhy 2011, Saha and Padhy 2012)

Στη μελέτη του McCrea (1984) αναφέρεται ότι η παρουσία κόνεως στα φυτά και στους καρπούς συντελεί στην ανάπτυξη ασθενειών γιατί βοηθά στη συγκράτηση υγρασίας προσφέροντας έτσι κατάλληλες συνθήκες για ανάπτυξη μυκήτων και βακτηρίων. Επίσης η εναπόθεση κόνεως στα φυτά παρεμποδίζει τη δράση των ωφέλιμων εντόμων αυξάνοντας έτσι μερικές φορές τη δράση των επιβλαβών.

Η έρευνα της επίδρασης της κόνεως προερχόμενη από λατομεία ασβεστόλιθου σε ιθαγενή φυτά της περιοχής, έδειξε ότι τα καλυμμένα με κόνιν φύλλα είχαν περισσότερες κηλίδες από μύκητες, είχαν αυξημένους πληθυσμούς, αλλά όχι είδη, βακτηρίων και μυκήτων, ήταν πιο πράσινα, και είχαν συγκρίσιμο μέγεθος σε σχέση με τα φύλλα που δεν είχαν ορατά επίπεδα κόνεως (Manning 1971).

1.5 Καολίνης

1.5.1 Γενικά

Ο καολίνης προέρχεται από ένα λευκό, λειοτριβημένο ορυκτό, τον καολινίτη με χημικό τύπο $[Al_4Si_4O_{10}(OH)_8]$. Είναι άργιλος, λευκή, μη πορώδης, αργιλοπυριτική, λεπτόκοκκη, δεν διογκώνεται με το νερό, δεν είναι τραχιά, διασπείρεται εύκολα στο νερό και είναι χημικά αδρανής για ένα μεγάλο εύρος pH. Ο καολίνης έχει καθαρότητα 99%, μέγεθος σωματιδίων μικρότερο από 2 μm και φωτεινότητα

μεγαλύτερη από 85% (Glenn and Puterka 2005, Bostanian and Racette 2008, Glenn 2009). Ο καολίνης έχει μελετηθεί και χρησιμοποιείται διεθνώς με την τεχνική του φιλμ σωματιδίων (particle film technology) για την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών, αλλά και για την πρόληψη του ηλιοκαύματος σε καρπούς, δεδομένου ότι τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται η στιβάδα που σχηματίζεται πάνω στα φυτά αντανακλούν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Ο καολίνης ψεκάζεται στις καλλιέργειες ως υδατικό εναιώρημα που στεγνώνει και αφήνει ένα λευκό φιλμ σωματιδίων στη φυτική επιφάνεια. Είναι χημικά αδρανής για ένα μεγάλο εύρος pH και έτσι δεν προκαλεί τοξικότητα στα ζώα και στα φυτά (Glenn et al. 1999, Puterka et al. 2000).

Για να είναι αποτελεσματικό στους φυτικούς ιστούς ένα φιλμ σωματιδίων πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά: 1) τα σωματίδιά του να είναι χημικά αδρανή, 2) η διάμετρος των σωματιδίων να είναι <2 μm, 3) να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να ψεκάζεται και να δημιουργεί ένα ομοιόμορφο φιλμ, 4) να είναι πορώδες ώστε να μην παρεμβαίνει στην ανταλλαγή των αερίων στα φύλλα, 5) να είναι διαπερατό στη φωτοσυνθετικά ενεργό ακτινοβολία (PAR), αλλά να αποκλείει ως ένα ποσοστό την υπεριώδη (UV) και υπέρυθη (IR) ακτινοβολία, 6) να τροποποιεί τη συμπεριφορά των εντόμων/παθογόνων σε σχέση με το φυτό, και 7) να μπορεί να απομακρυνθεί από τα συγκομιζόμενα προϊόντα (Glenn and Puterka 2005).

Υπάρχει ένα μεγάλο εύρος διαθέσιμων ορυκτών, αλλά μόνο ο καολίνης και το ανθρακικό ασβέστιο προσφέρουν χαμηλό κόστος, ασφαλή σύσταση, κατάλληλο μέγεθος σωματιδίων, διασπορά στο νερό και γενικά εμπορική διαθεσιμότητα για τη γεωργία. Όμως το ανθρακικό ασβέστιο δεν συνιστάται εξαιτίας της αντίδρασής του με τα άλλα χρησιμοποιούμενα χημικά, της επίδρασής του στο ίδιο το φυτό και ίσως λόγω του μπλοκαρίσματος μεγάλου μέρους του φωτός (Glenn et al. 2003).

Στη χώρα μας ο καολίνης έχει πάρει έγκριση από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων με το εμπορικό όνομα SURROUND WP, βρέξιμη σκόνη, με σύνθεση 95% καολίνη και 5% βοηθητικές ουσίες και χρήση ως εντομοκτόνο για την καταπολέμηση της ψύλλας στην αχλαδιά και με δευτερεύουσα δράση την προστασία από τη θερμική καταπόνηση και από τα εγκαύματα του ήλιου (ΥΠΑΑΤ 2008). Τα τελευταία χρόνια το πέρασμα στη διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων, οδήγησε σε αυστηρό περιορισμό των διαθέσιμων οργανοφωσφορικών και καρβαμιδικών εντομοκτόνων στα οπωροκηπευτικά και στη διερεύνηση εναλλακτικών μεθόδων φυτοπροστασίας. Ο καολίνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο της

ολοκληρωμένης διαχείρισης καλλιεργειών ενώ είναι εγκεκριμένος για χρήση και στη βιολογική γεωργία (EEC 2092/91).

1.5.2 Χρήση του καολίνη στην αντιμετώπιση εχθρών

Η δράση του καολίνη έγκειται στο ότι προλαμβάνει τη ζημιά από έντομα καθώς τα απωθεί ή σχηματίζει ένα προστατευτικό εμπόδιο. Τα αδρανή σωματίδια του καολίνη δημιουργούν ένα εχθρικό περιβάλλον για τα έντομα, σχηματίζοντας ένα φυσικό εμπόδιο το οποίο παρεμποδίζει την κίνηση των εντόμων, τη διατροφή τους, την απόθεση των αυγών τους, μειώνει τη μακροζωία και αυξάνει τη θνησιμότητα τους. Επίσης η κάλυψη των φύλλων των φυτών με καολίνη μπορεί να οδηγήσει σε ανικανότητα των εντόμων να αναγνωρίσουν τα φυτά ξενιστές τόσο λόγω της διαφοράς στην επαφή όσο και λόγω της διαφορετικής όψης (Karagounis et al. 2006, Kourdoumbalos et al. 2006, Bostanian and Racette 2008).

Ο καολίνης χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά για την καταπολέμηση της ψύλλας στο αχλάδι το 1999 (McBride 2000). Ο καολίνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιολογική γεωργία (EEC 2092/91) και στην ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών. Η εφαρμογή καολίνης σε δένδρα ροδακινιάς βρέθηκε αποτελεσματική στην καταπολέμηση της αφίδας *Myzus persicae* αλλά και άλλων ειδών αφίδας όπως *Aphis spiraecola*, *Melanocallis caryaefoliae*, *Dysaphis plantaginea*, ενώ είχε λίγο έως καθόλου επίπτωση στα ωφέλιμα έντομα της οικογένειας Coccinelidae, τους φυσικούς εχθρούς της *Myzus persicae*. Φαίνεται όμως ότι σκευάσματα όπως ο καολίνης είναι πιο αποτελεσματικά όταν χρησιμοποιούνται προληπτικά παρά ως θεραπευτικά σκευάσματα και πρέπει να εφαρμόζονται επαναλαμβανόμενα για να καλύπτεται η νέα βλάστηση. Επίσης καλύτερα είναι να χρησιμοποιείται σε ξηρές περιοχές διότι μπορεί να ξεπλυθεί από τις συχνές βροχοπτώσεις (Karagounis et al. 2006, Kourdoumbalos et al. 2006).

Η εφαρμογή καολίνης σε δένδρα ροδακινιάς, μηλιάς και λωτού αποδείχθηκε ότι προσφέρει μία πλήρη προστασία έναντι των προσβολών από τη μύγα της Μεσογείου *Ceratitis capitata* (Mazor and Erez 2004). Ομοίως η εφαρμογή καολίνης σε πυρηνόκαρπα (ροδάκινο, νεκταρίνι) και εσπεριδοειδή (γκρέιπφρουτ, πορτοκάλι, μανταρίνι) βρέθηκε να μειώνει αποτελεσματικά τις προσβολές από τη μύγα της Μεσογείου. Επιπλέον παρατηρήθηκε μείωση των μετασυλλεκτικών σήψεων με τη χρήση καολίνης ως αποτέλεσμα των μειωμένων προσβολών από το έντομο σε σχέση με το μάρτυρα (D'Aquino et al. 2011).

Σε δένδρα ελιάς βρέθηκε ότι ο καολίνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την καταπολέμηση του δάκου *Bactrocera oleae* (Saour and Makee 2004). Ομοίως οι Pascual et al. (2010) διαπίστωσαν ότι η εφαρμογή καολίνη στα ελαιόδενδρα μείωσε σημαντικά την προσβολή από το δάκο (*Bactrocera oleae*) όπως και από το λεκάνιο (*Saissetia oleae*), ενώ δεν βοήθησε στην καταπολέμηση της βαμβακάδας (*Euphyllura olivine*). Αλλά η εφαρμογή καολίνη στα ελαιόδενδρα είχε επιβλαβή δράση στα ωφέλιμα έντομα.

Η εφαρμογή καολίνη στην κερασιά μείωσε την εγκατάσταση του ραγολέτη (*Rhagoletis indifferens*) καθώς και την εναπόθεση αυγών στους καρπούς (Yee 2012).

1.5.3 Χρήση του καολίνη για την αντιμετώπιση του ηλιοκαύματος

Το καλοκαίρι ο συνδυασμός της υψηλής έντασης ηλιακής ακτινοβολίας και της υψηλής θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσουν ηλιόκαυμα στα φύλλα και στους καρπούς. Αρκετοί όμως αναφέρουν ότι η UV ακτινοβολία μπορεί να είναι επίσης μία σημαντική παράμετρος. Εξαιτίας της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα, φτάνουν στην επιφάνεια της γης αυξημένα επίπεδα UV-B ακτινοβολίας (Gindaba and Wand 2005). Η UV ακτινοβολία είναι απαραίτητη για τη σύνθεση της ανθοκυανίνης στα μήλα, αλλά υπερβολική UV ακτινοβολία μπορεί να είναι επιβλαβής για το φυτό (Glenn et al. 2002).

Τα φυτά διαθέτουν διάφορους προστατευτικούς μηχανισμούς για την αποφυγή του ηλιοκαύματος, όπως: 1) διάχυση της πλεονάζουσας ενέργειας στον κύκλο των ξανθοφυλλών, 2) χρήση αντιοξειδωτικών όπως των φαινολικών για τη μείωση της οξειδωτικής καταπόνησης, 3) απόσβεση της UV-B ακτινοβολίας με τη χρήση χρωστικών που απορροφούν ή αντανακλούν τη UV-B ακτινοβολία, 4) παραγωγή πρωτεϊνών για αντιμετώπιση του θερμικού σοκ.

Οι καρποί είναι πιο ευαίσθητοι στο ηλιόκαυμα συγκριτικά με τα φύλλα γιατί δεν διαθέτουν αποτελεσματικούς μηχανισμούς για τη χρησιμοποίηση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας. Ως συνέπεια η θερμοκρασία στο εξωτερικό τμήμα της σάρκας του καρπού μπορεί να αυξηθεί έως και 10-15 °C σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα. Το ηλιόκαυμα προκαλεί τεράστιες απώλειες στην εμπορευσιμότητα των καρπών σε ορισμένες ποικιλίες και είδη.

Η εφαρμογή καολίνη μείωσε τη θερμοκρασία και την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε καρπούς μηλιάς, και η μείωση αυτή ήταν ανάλογη των υπολειμμάτων των σωματιδίων του καολίνη στην επιφάνεια του καρπού, ενώ αύξησε σημαντικά την

ανάκλαση της UV ακτινοβολίας. Οι Gindaba και Wand (2005) αναφέρουν ότι η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα μηλιάς ποικιλιών ‘Cripp’s Pink’ και ‘Royal Gala’, μείωσε το ποσοστό των καρπών με ηλιόκαυμα σε σχέση με το μάρτυρα. Ομοίως, οι Glenn et al. (2002) βρήκαν μείωση του ποσοστού των καρπών με ηλιόκαυμα όταν έγινε εφαρμογή καολίνη σε δένδρα ποικιλιών μηλιάς ‘Dixie Red Delicious’, ‘Scarlet Delicious’ και ‘Fuji’. Επίσης η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα ροδιάς μείωσε σημαντικά το ποσοστό των καρπών με ηλιόκαυμα, αφού οι καλυμμένοι με καολίνη καρποί είχαν σημαντικά μειωμένη θερμοκρασία από το μάρτυρα (Melgarejo et al. 2004).

1.5.5 Επίδραση του καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών

Η εφαρμογή του καολίνη με τη μορφή του σωματιδιακού φιλμ έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την ανακούφιση των δένδρων από τη θερμική καταπόνηση. Πιο συγκεκριμένα το λευκό επίχρισμα του καολίνη που δημιουργείται στην επιφάνεια των φύλλων καθίσταται υψηλά ανακλαστικό στην προσπίπτουσα σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι, σε δένδρα γκρέιπφρουτ η λευκότητα του καολίνη τουλάχιστον διπλασίασε την ανακλώμενη ακτινοβολία από τα φύλλα σε σχέση με το μάρτυρα (Jifon and Sylvertsen 2003). Αυτό σημαίνει ότι η διαπερνούσα από το επίχρισμα του καολίνη και τελικά διαθέσιμη ακτινοβολία στα φύλλα μπορεί να μειωθεί και πιθανόν κάποιες φορές να προκληθεί και σκίαση. Παράλληλα, η υψηλή ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσία καολίνη, μπορεί να αναδιανείμει την ακτινοβολία στο εσωτερικό της κόμης των δένδρων φωτίζοντας την επάνω αλλά και την κάτω επιφάνεια των φύλλων αλλά και περιοχές της κόμης που διαφορετικά θα σκιάζονταν (Wünsche et al. 2004, Lombardini et al. 2005, Rosati et al. 2006, Rosati et al. 2007). Επίσης, η εφαρμογή καολίνη βρέθηκε να μειώνει τη θερμική καταπόνηση σε επίπεδο φύλλου, καρπού και κόμης δένδρων μηλιάς (Glenn et al. 2002, Glenn et al. 2003).

Πέρα από τις επιδράσεις του καολίνη στο μικροκλίμα της κόμης των δένδρων, αρκετές μελέτες έχουν γίνει στην επίδραση του καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων. Σύμφωνα με τον Glenn (2009) τα οφέλη από τη χρήση καολίνη είναι σημαντικά σε περιβάλλοντα με υψηλό VPD και υψηλές θερμοκρασίες, ενώ η χρήση άρδευσης θα μπορούσε να αυξήσει επιπλέον τα οφέλη από τη χρήση καολίνη σε περιοχές και περιόδους με υψηλά επίπεδα ΦΕΑ. Έτσι σε δένδρα μηλιάς ποικιλίας ‘Empire’, η εφαρμογή καολίνη και η χρήση άρδευσης διατήρησαν στο

μέγιστο το ρυθμό φωτοσύνθεσης των φύλλων τις μεσημεριανές ώρες (Glenn 2009). Ομοίως, η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα μηλιάς, μείωσε τη θερμική καταπόνηση, μειώνοντας τη θερμοκρασία της κόμης, αύξησε την αφομοίωση του CO₂, και βελτίωσε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών όταν εφαρμόστηκε σε σχετικά ξηρά περιβάλλοντα και η αποτελεσματικότητα αυξήθηκε, όσο πιο νωρίς άρχισαν οι εφαρμογές καολίνη. Αντίθετα, σε δένδρα μηλιάς, σε περιβάλλοντα που η θερμοκρασία το μεσημέρι ήταν <25 °C και τα δένδρα επαρκώς αρδευόμενα και συνεπώς χωρίς θερμική καταπόνηση, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης των φύλλων παρουσία καολίνη μειώθηκε (Glenn et al. 2001). Οι Jifon και Syvertsen (2003) αναφέρουν ότι η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα γκρέιπφρουτ μείωσε τη θερμοκρασία φύλλου και το έλλειμμα κορεσμού μεταξύ φύλλου και αέρα τις μεσημεριανές ώρες και έτσι αύξησε την αφομοίωση του CO₂ και την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού, αφού ο ρυθμός διαπνοής δεν επηρεάστηκε.

Σε αντίθεση με τις πιο πάνω αναφορές, οι Gindaba και Wand (2007) βρήκαν ότι εφαρμογή καολίνη σε δένδρα μηλιάς ποικιλίας ‘Cripp’s Pink’ δεν επηρέασε το ρυθμό φωτοσύνθεσης των φύλλων το μεσημέρι σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας, δεν μείωσε τη θερμοκρασία του φύλλου και δεν αύξησε τη στοματική αγωγιμότητα ή το ρυθμό διαπνοής, αλλά βελτίωσε την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού. Επίσης, οι Rosati et al. (2006) βρήκαν ότι η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα αμυγδαλιάς και καρυδιάς μείωσε το μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης των φύλλων, δεν επηρέασε τη στοματική τους αγωγιμότητα, μείωσε τη θερμοκρασία φύλλου, αλλά η μείωση αυτή δεν βελτίωσε το ρυθμό φωτοσύνθεσης εξαιτίας των μεταβολών που συνέβησαν στα φύλλα λόγω σκίασης. Επιπλέον, η εφαρμογή καολίνη σε επαρκώς αρδευόμενα δένδρα πεκάν (Lombardini et al. 2005) δεν βελτίωσε την ανταλλαγή αερίων και το ρυθμό φωτοσύνθεσης στα φύλλα.

1.5.6 Επίδραση του καολίνη στην παραγωγή και ποιότητα καρπών

Η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα μηλιάς αύξησε την παραγωγή και το μέγεθος του καρπού, ενώ το χρώμα των καρπών βελτιώθηκε ή δεν διέφερε συγκριτικά με το μάρτυρα (Glenn et al. 2001, Glenn et al. 2003). Όσο πιο νωρίς άρχισε η εφαρμογή καολίνη, Μάιο ή Ιούνιο, τόσο υψηλότερη ήταν η τελική παραγωγή του δένδρου σε σχέση με το μάρτυρα. Η αυξημένη παραγωγή στα καλυμμένα με καολίνη δένδρα σχετίζεται με την αυξημένη αφομοίωση του CO₂ από τα δένδρα σε σχέση με αυτά του μάρτυρα εξαιτίας της αυξημένης στοματικής αγωγιμότητας.

Σε μία δεύτερη μελέτη η εφαρμογή του καολίνη άρχισε με την πτώση των πετάλων, γινόταν κάθε εβδομάδα για 6 εβδομάδες και στη συνέχεια κάθε δύο εβδομάδες έως τη συγκομιδή για τις ποικιλίες ‘Empire’, ‘Gala’, ‘Fuji’ στη Δυτική Βιρτζίνια και Ουάσιγκτον και επιπλέον την ποικιλία ‘Cameo’ στην Ουάσιγκτον. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ανταπόκριση της κάθε ποικιλίας κυμαινόταν με το χρόνο και την τοποθεσία. Η ποικιλία ‘Empire’ είχε βελτιωμένο κόκκινο χρώμα με την εκτεταμένη χρήση καολίνη. Η ποικιλία ‘Gala’ είχε μεγαλύτερο βάρος καρπού και κόκκινο χρώμα στο ένα από τα δύο έτη εφαρμογής στη Δυτική Βιρτζίνια αλλά όχι στην Ουάσιγκτον με χρήση καολίνη. Η ποικιλία ‘Fuji’ είχε μεγαλύτερο βάρος καρπού, μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά και μεγαλύτερους δείκτες αμύλου και η ποικιλία ‘Cameo’ είχε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά, μεγαλύτερους δείκτες αμύλου και πιο κόκκινο χρώμα στην Ουάσιγκτον. Σ’ αυτές τις μελέτες η χρήση καολίνη δεν μείωσε την επιφάνεια του κόκκινου χρώματος στα μήλα. Επίσης σύμφωνα με δοκιμές γεύσης που πραγματοποιήθηκαν δεν έγινε αντιληπτή κάποια διαφορά στη γεύση στην ποικιλία ‘Empire’. Συμπερασματικά η χρήση καολίνη, ενώ έχει αξία για τον έλεγχο των προσβολών από έντομα και για τη μείωση του ηλιοκαύματος, έχει περιορισμένη αξία στη βελτίωση του χρώματος των καρπών λόγω των αντιφατικών αντιδράσεων των ποικιλιών (Glenn et al. 2005).

Η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα μηλιάς ποικιλιών ‘Fuji’ και ‘Honeycrisp’ ήταν αποτελεσματική στη μείωση του ηλιοκαύματος, αλλά δεν ήταν αποτελεσματική στην αύξηση του κόκκινου χρώματος των καρπών (Schupp et al. 2002). Επιπλέον δεν είχε επίδραση στην περιεκτικότητα του φλοιού του καρπού ή της σάρκας σε ανόργανα στοιχεία N, Ca, Mg και δεν επηρέασε την ωρίμανση των καρπών. Οι Gindaba και Wand (2005) δεν βρήκαν διαφορές μεταξύ των δένδρων που καλύφθηκαν με καολίνη και το μάρτυρα στην περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά, στη μετατροπή του αμύλου και στη σκληρότητα και συνεπώς στην ωρίμανση των καρπών. Επιπλέον η εφαρμογή καολίνη αύξησε ελαφρώς το βάρος του καρπού σε σχέση με το μάρτυρα μόνο στην ποικιλία ‘Cripp’s Pink’, ενώ δεν διέφερε για την ποικιλία ‘Royal Gala’.

1.6 Η ροδακινιά

1.6.1 Γενικά

Η ροδακινιά [*Prunus persica* (L.) Batsch] αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά οπωροφόρα της εύκρατης ζώνης. Η καλλιέργεια της ροδακινιάς στην Ελλάδα είναι η τρίτη σημαντικότερη δένδροκομική καλλιέργεια μετά την ελιά και τα εσπεριδοειδή. Το 90% της παραγωγής παράγεται στους Νομούς Ημαθίας και Πέλλας και η υπόλοιπη παραγωγή στους Νομούς Λάρισας, Πιερίας κ.α. Στη συνολική παραγωγή συμμετέχουν τα επιτραπέζια ροδάκινα και νεκταρίνια σε ποσοστό 40% και τα βιομηχανικά ροδάκινα ή συμπύρηνα με ποσοστό 60%. Στα επιτραπέζια, τα ροδάκινα αποτελούν το 25% της συνολικής παραγωγής και τα νεκταρίνια το 15%. Η Ελλάδα είναι πέμπτη στην παραγωγή ροδάκινου παγκοσμίως και τρίτη εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο τομέας του συμπύρηνου ροδάκινου αποτελεί έναν σημαντικότερο τομέα για την τοπική οικονομία των περιοχών καλλιέργειας και μεταποίησής του αλλά και για την Εθνική οικονομία γενικότερα. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία έντονη στροφή των παραγωγών προς την καλλιέργεια του επιτραπέζιου ροδάκινου με αντίστοιχη εκρίζωση των ποικιλιών του συμπύρηνου ροδάκινου, λόγω της απογοήτευσης των παραγωγών από το μειωμένο εισόδημα που απολάμβαναν και την προσδοκία τους για καλύτερο εισόδημα από τη καλλιέργεια του επιτραπέζιου ροδάκινου, δεδομένου ότι κατά τις καλλιεργητικές περιόδους 2009 και 2010 διαμορφώθηκαν εξαιρετικά υψηλές τιμές, οι οποίες όμως παρουσίασαν σημαντική μείωση το 2011.

Με την καλλιέργεια συμπύρηνου ροδάκινου ασχολούνται περίπου 12.000 νοικοκυριά, ενώ οι μόνιμοι και εποχιακοί εργαζόμενοι στον τομέα της μεταποίησης του συμπύρηνου ροδάκινου ανέρχονται σε ετήσια βάση περί τα 10.000 άτομα.

Τα τελικά προϊόντα στο σύνολό τους (98%) εξάγονται κυρίως προς την Ε.Ε. (ποσοστό 80%) και το εισκομιζόμενο στη χώρα μας συνάλλαγμα υπερβαίνει τα 250-300 εκατ. € ετησίως (ΥΠΙΑΑΤ 2014α).

1.6.2 Αφομοίωση του CO₂ από τα φύλλα και την κόμη ροδακινιάς

Πρακτικά όλη η ενέργεια και η ξηρή ουσία που διαθέτει ένα φυτό για να υποστηρίξει την αύξηση και ανάπτυξή του προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια και τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Τελικώς, η παραγωγικότητα της καλλιέργειας εξαρτάται από την αποδοτικότητα της φωτοσύνθεσης και την κατανομή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης. Η ροδακινιά δεν αποτελεί εξαίρεση και η ανάπτυξη

και η παραγωγικότητά της εξαρτώνται από την αποτελεσματική αφομοίωση του CO₂ και την αποτελεσματική κατανομή και χρήση των υδατανθράκων για την ανάπτυξη και την παραγωγή ποιοτικών καρπών. Στην πράξη οι περισσότερες καλλιεργητικές πρακτικές που χρησιμοποιεί ο παραγωγός συνδέονται κατά κάποιον τρόπο με τη βελτίωση της αφομοίωσης του CO₂ ή με την κατανομή και χρήση των υδατανθράκων στο φυτό (DeJong and Moing 2008).

Τα φύλλα της ροδακινιάς, όπως και άλλων φυλλοβόλων οπωροφόρων της εύκρατης ζώνης, παρουσιάζουν ως προς τη φωτοσύνθεση τα τυπικά χαρακτηριστικά των C₃ φύλλων. Τα φύλλα είναι λογχοειδή, λεία, οδοντωτά περιμετρικά, πιο πλατιά στο μέσο με αδενώδη μίσχο. Οι μέγιστες τιμές ρυθμού φωτοσύνθεσης έχουν αναφερθεί να είναι περίπου 20 - 22 μmol m⁻² s⁻¹ (DeJong et al. 1989). Το σημείο φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση μεμονωμένων φύλλων είναι 700 - 1000 μmol m⁻² s⁻¹ ανάλογα με τη θέση του φύλλου στην κόμη (DeJong 1983, Kappel and Flore 1983). Η λειτουργία της φωτοσύνθεσης στα φύλλα ροδακινιάς φαίνεται να είναι σχετικά ανεπηρέαστη για μεταβολές στη θερμοκρασία μεταξύ 20 °C και 32 °C, αλλά μπορεί να παρεμποδιστεί σημαντικά σε θερμοκρασίες άνω ή κάτω του εύρους αυτού (Girona et al. 1993). Η στοματική αγωγιμότητα έχει βρεθεί να συσχετίζεται άμεσα με τη φωτοσύνθεση και η συσχέτιση αυτή αυξάνεται με έκθεση σε υδατική καταπόνηση (Girona et al. 1993). Αν και η ροδακινιά είναι ένα μεσοφυτικό είδος, η αφομοίωση του CO₂ εμφανίζεται να είναι αρκετά ανθεκτική σε υδατική καταπόνηση στον αγρό και να διατηρεί τουλάχιστον το 50% της φωτοσυνθετικής της ικανότητας για υδατικό δυναμικό φύλλου -2,0 MPa (Girona et al. 1993). Η κόμη των δένδρων ροδακινιάς αναπτύσσεται ταχύτατα και η ικανότητα αφομοίωσης του CO₂ από τα φύλλα επηρεάζεται σημαντικά από τη σκίαση που προκαλείται εντός της κόμης (DeJong et al. 1989, Rosati et al. 1999, LeRoux et al. 2001). Επίσης τα φύλλα που βρίσκονται στα πιο εκτεθειμένα μέρη της κόμης του δένδρου τείνουν να διατηρούν σχετικά σταθερή φωτοσυνθετική ικανότητα απουσία παραγόντων καταπόνησης κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου από το Μάιο ως το Σεπτέμβριο (DeJong 1986). Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στην αφομοίωση του CO₂ από τα φύλλα στη ροδακινιά παίζει το μέγεθος της καρποφορίας, η εποχή ωρίμανσης των καρπών της ποικιλίας και η γειτνίαση των φύλλων με τους καρπούς. Οι Crews et al (1975) αναφέρουν περίπου 20% υψηλότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης σε φύλλα που βρίσκονται κοντά στους καρπούς σε σχέση με φύλλα που βρίσκονταν πιο μακριά στον ίδιο κλάδο και ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μεγιστοποιήθηκε κατά την 3^η φάση ανάπτυξης των καρπών

(μέγιστη ζήτηση από τους καρπούς) σε κλάδους ροδακινιάς που απομακρύνθηκαν από το φυτό. Επίσης ο DeJong (1986) αναφέρει ότι σε ώριμα δένδρα ροδακινιάς με καρποφορία στην 3^η φάση ανάπτυξης των καρπών, ο ρυθμός αφομοίωσης του CO₂ ήταν κατά 11-15% αυξημένος σε σχέση με δένδρα χωρίς καρπούς. Ο αυξημένος ρυθμός φωτοσύνθεσης αποδόθηκε σε αύξηση της στοματικής αγωγιμότητας παρά στην αγωγιμότητα του μεσόφυλλου ή σε άλλες ιδιότητες της φωτοσύνθεσης του φύλλου. Η φωτοσύνθεση του φύλλου μπορεί να μειωθεί σημαντικά εντός 48 ωρών από την απομάκρυνση των καρπών από το δένδρο, δείχνοντας ότι η απότομη απομάκρυνση των καρπών από το δένδρο, που είναι ισχυροί καταναλωτές, έχει μεγαλύτερη επίδραση στην αφομοίωση του CO₂ από τη μακροχρόνια παρουσία των καρπών στο δένδρο (Mandre et al. 1995).

Όπως και με άλλες καλλιέργειες, η φωτοσύνθεση της κόμης του δένδρου εξαρτάται από το φως που λαμβάνεται από το φυτό καθώς και από τη φωτοσυνθετική ικανότητα μεμονωμένων φύλλων. Η λήψη φωτός από την κόμη επηρεάζεται σημαντικά από το σχήμα διαμόρφωσης της κόμης (Grossman and DeJong 1998). Η κόμη των δένδρων ροδακινιάς έχει γενικά υψηλό δείκτη φυλλικής επιφάνειας μετά την αρχική ανοιξιάτικη βλάστηση (6-8 m² φυλλικής επιφάνειας ανά τετραγωνικό μέτρο εδάφους) και η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων ποικίλει σημαντικά εντός της κόμης. Αυτή η διακύμανση φαίνεται να εξαρτάται από την περιεκτικότητα του φύλλου σε N ανά μονάδα επιφάνειας, από το ειδικό βάρος φύλλου και από την έκθεση του φύλλου σε φως (DeJong 1982, Kappel and Flore 1983, Rosati et al. 2000, LeRoux et al. 2001).

1.6.3 Χαρακτηριστικά των καρπών ροδακινιάς

Ο καρπός της ροδακινιάς είναι δρύπη. Υπάρχουν δύο φαινότυποι, το τυπικό χνουδωτό ροδάκινο και το νεκταρίνι. Επιπλέον τα ροδάκινα διαχωρίζονται σε συμύρηνα, εκτύρηνα ή μερικώς συμύρηνα. Το χρώμα του φλοιού και της σάρκας μπορεί να είναι λευκό ή κίτρινο αν και κατ' εξαίρεση υπάρχουν και κοκκινόσαρκα ροδάκινα και νεκταρίνια. Το κίτρινο χρώμα οφείλεται στα καροτενοειδή (πορτοκαλί χρώμα) και στις ξανθοφύλλες (κίτρινο χρώμα), ουσίες που βρίσκονται στους χρωμοπλάστες (πρώην χλωροπλάστες). Οι ανθοκυανίνες είναι υπεύθυνες για τα χρώματα από μπλε ως κόκκινο και τοποθετούνται στα χυμοτόπια, είτε στην επιδερμίδα είτε στη σάρκα. Διαφορά συστατικά συμβάλλουν στη συνολική γεύση της σάρκας μεταξύ των οποίων τα πιο γνωστά είναι αρωματικά συστατικά, οργανικά οξέα

(μηλικό οξύ περισσότερο από 50% του συνόλου των οξέων), σάκχαρα (κυρίως σακχαρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη, σορβιτόλη), φαινολικά. Τα φαινολικά προσδίδουν μία στυφή γεύση στον καρπό (Bassi and Monet 2008).

1.6.4 Ποιότητα καρπών ροδακινιάς

Ο όρος ποιότητα των καρπών είναι ένας σύνθετος όρος που περιλαμβάνει τις οργανοληπτικές τους ιδιότητες (εμφάνιση, υφή, γεύση και άρωμα), τη θρεπτική τους αξία, τις μηχανικές τους ιδιότητες, την ασφάλεια και τα ελαττώματά τους. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά δίνουν ένα βαθμό υπεροχής και οικονομικής αξίας στους καρπούς (Abbott 1999). Καθένας που εμπλέκεται στη γραμμή παραγωγής και στην εμπορία των ροδάκινων έως τους καταναλωτές επιθυμούν καρπούς με ελάχιστα ή καθόλου ελαττώματα. Από εκεί και πέρα ο όρος ποιότητα είναι υποκειμενικός. Οι παραγωγοί επιθυμούν υψηλή παραγωγή, καρπούς μεγάλου μεγέθους, ανθεκτικούς σε ασθένειες και αν ήταν δυνατό να συγκομίζονται σε λιγότερα 'χέρια'. Από την πλευρά τους οι διανομείς και οι έμποροι δίνουν έμφαση στην εμφάνιση, τη σκληρότητα καθώς και τη διάρκεια διατήρησης του προϊόντος στο ράφι. Οι καταναλωτές ενδιαφέρονται για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που θα έχει το προϊόν, όταν θα φτάσει στα χέρια τους, αλλά και για τη θρεπτική τους αξία όπως περιεκτικότητα σε βιταμίνες, σε αντιοξειδωτικά, σε ανόργανα και σε φυτικές ίνες με όλα τα οφέλη που συνεπάγονται για την υγεία τους. Ειδικά τα τελευταία χαρακτηριστικά μπορούν να αξιοποιηθούν για την προώθηση της κατανάλωσης ροδάκινων με διαφήμιση και σωστή εκπαίδευση (Crisosto and Costa 2008).

Όσον αφορά τα συμπύρηννα ροδάκινα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και η θρεπτική αξία των νωπών συμπύρηννων ροδάκινων είναι ιδιαίτερα σημαντικά και είναι επιθυμητό να διατηρηθούν και μετά την επεξεργασία τους. Σύμφωνα με τους Kader et al. (1982) η εμφάνιση, το χρώμα, η απαλλαγή από ελαττώματα, η υφή και η γεύση είναι σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά για τα κονσερβοποιημένα ροδάκινα. Λαμπερό κίτρινο χρώμα χωρίς κόκκινο χρωματισμό στην κοιλότητα του πυρήνα, σταθερή υφή και καλή γεύση είναι επιθυμητά χαρακτηριστικά.

1.6.5 Απαιτήσεις της ροδακινιάς σε θρεπτικά συστατικά

Τα δένδρα ροδακινιάς είναι ιδιαίτερα ζωηρά και παραγωγικά όταν αναπτύσσονται σε γόνιμα εδάφη, καλά εφοδιασμένα με θρεπτικά συστατικά και επαρκώς αρδευόμενα. Τα δένδρα ροδακινιάς όπως και όλα τα άλλα φυτά απαιτούν

τουλάχιστον 16 βασικά στοιχεία για τη βέλτιστη ανάπτυξη και παραγωγικότητα τους. Οποιαδήποτε έλλειψη ενός από αυτά τα στοιχεία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην παραγωγή, στην ποιότητα καρπών, στη βλαστική ανάπτυξη ή στην υγεία του δένδρου. Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται τα όρια έλλειψης και το εύρος επάρκειας των ανόργανων στοιχείων για τα φύλλα ροδακινιάς.

Πίνακας 1.1. Όρια έλλειψης και εύρος επάρκειας των ανόργανων στοιχείων για τα φύλλα ροδακινιάς όπως έχουν οριστεί από διάφορους ερευνητές. Οι τιμές αναφέρονται σε φύλλα που συλλέχτηκαν από το μέσο του βλαστού στα μέσα καλοκαιριού και εκφράστηκαν επί ξηρού βάρους (Johnson 2008).

Θρεπτικό στοιχείο	Όριο έλλειψης	Εύρος επάρκειας
N (%)	2,2 – 2,4	2,6 – 3,5
P (%)	0,09 – 0,12	0,14 – 0,40
K (%)	0,75 – 1,0	2,0 – 3,0
Ca (%)	1,0	1,5 – 3,0
Mg (%)	0,10 – 0,30	0,30 – 0,80
S (%)	0,09	0,14 – 0,40
Zn (ppm)	10 – 20	20 – 50
B (ppm)	15 – 30	30 – 70
Fe (ppm)	–	80 – 250
Mn (ppm)	20	40 – 200
Cu (ppm)	3	5 – 16

Σύμφωνα με το Θεριό (2005) οι κρίσιμες συγκεντρώσεις στα ροδάκινα είναι οι εξής: N=2,3%, P=0,12%, K=1,5%, Mg=0,24%, Ca=1,0%, Fe=50 ppm, Mn=25 ppm, B=20 ppm, Zn=17 ppm και Cu=4 ppm.

Για τη ροδακινιά η πλέον ευρέως διαδεδομένη μέθοδος που προβλέπει την κατάσταση των δένδρων σε ανόργανα συστατικά είναι η δειγματοληψία στα μέσα του καλοκαιριού ώριμων φύλλων από το μέσο των βλαστών (Johnson 2008). Οι Batjer και Westwood (1958) μελέτησαν φύλλα ροδακινιάς από την ποικιλία 'Elberta' σε όλη τη βλαστική περίοδο και βρήκαν ότι για τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία οι τιμές ήταν σχετικά σταθερές για μία περίοδο 100 με 125 ημέρες μετά την άνθηση (μέσα

Ιουλίου) και πρότειναν αυτή σαν την καταλληλότερη περίοδο δειγματοληψίας φύλλων.

1.7 Η ελιά

1.7.1 Γενικά

Η καλλιέργεια της ελιάς (*Olea europaea* L., Oleaceae) είναι από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα είδη στον κόσμο. Η ελιά είναι γνωστή στη λεκάνη της Μεσογείου από αρχαιοτάτων χρόνων και είναι στενά συνδεδεμένη με την ιστορία των μεσογειακών λαών (Θερίος 2006).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται περίπου 30.000.000 ελαιόδενδρα επιτραπέζιας ελιάς σε έκταση 1.500.000 στρ. και με μέση ετήσια παραγωγή 120.000 t.

Η παγκόσμια παραγωγή της ελιάς ανέρχεται σε ποσοστό 75% από την Ευρώπη, ακολουθεί η Ασία με 13%, η Αφρική με 8% και τελευταία η Αμερική με 3%. Πάνω από 750 εκατομμύρια ελαιόδεντρα καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο, αλλά το 95% βρίσκονται στην περιοχή της Μεσογείου, καθώς διαθέτει άριστες εδαφοκλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη της.

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της ελιάς αποτελεί τη σημαντικότερη δενδρώδη καλλιέργεια και καταλαμβάνει το 75% των εκτάσεων των δενδρωδών καλλιεργειών. Με την καλλιέργεια της ελιάς απασχολείται το ένα τρίτο του πληθυσμού της χώρας. Η Ελλάδα είναι η τρίτη χώρα μετά την Ισπανία και Ιταλία στην παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς και ελαιολάδου. Για το 2012 η ετήσια Ελληνική παραγωγή ελαιοκάρπου ήταν 2.080.800 t και η ετήσια παραγωγή ελαιολάδου ήταν 350.200 t. Άλλες χώρες που παράγουν σημαντικά ποσά ελαιολάδου είναι η Πορτογαλία, η Τυνησία, η Τουρκία, το Μαρόκο, η Αργεντινή κ.α. (FAOSTAT 2012).

1.7.2 Τρόποι κατανάλωσης ελιάς

Οι επιτραπέζιες ελιές είναι προϊόν υψηλής θρεπτικής αξίας και αναπόσπαστο κομμάτι της Μεσογειακής διατροφής. Η κατανάλωσή τους παγκοσμίως αυξάνεται διαρκώς λόγω των ευεργετικών τους ιδιοτήτων στην ανθρώπινη υγεία (Peres et al. 2011). Οι επιτραπέζιες ελιές είναι οι υγιείς καρποί που προέρχονται από ποικιλίες της καλλιεργούμενης ελιάς (*Olea europaea* L.) οι οποίες έχουν επιλεχθεί για την παραγωγή καρπών των οποίων ο όγκος, το σχήμα, ο λόγος σάρκας/πυρήνα, η γεύση της σάρκας, η σκληρότητα και ο εύκολος διαχωρισμός του πυρήνα, τους καθιστούν κατάλληλους για επεξεργασία, δηλαδή μεταχειρίζονται για την απομάκρυνση της

πικράδας τους και συντηρούνται με φυσική ζύμωση ή με θερμική επεξεργασία με ή χωρίς προσθήκη συντηρητικών και συσκευάζονται με ή χωρίς κάλυψή τους με υγρό (IOOC 2004). Η ποικιλία 'Κονσερβολιά', που είναι η πλέον διαδεδομένη και αποτελεί το 60% της συνολικής Ελληνικής παραγωγής και καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στην κεντρική Ελλάδα, είναι ποικιλία μεσόκαρπη μέχρι αδρόκαρπη, με καρπό μήκους 2-3 cm και πάχους 2-2,5 cm, σχήματος στρόγγυλου προς ωοειδές. Ωριμάζει από τα μέσα Νοεμβρίου ως τα μέσα Δεκεμβρίου. Όταν ο προορισμός της είναι η παραγωγή πράσινης ελιάς Ισπανικού τύπου πρέπει να συγκομίζεται τουλάχιστον 2 μήνες νωρίτερα (ΥΠΑΑΤ 2014β). Οι κυριότεροι τύποι επεξεργασμένων καρπών ελιάς είναι: Ελληνικού τύπου, Ισπανικού τύπου, Μαύρες ελιές (IOOC 2004). Η συνήθης μέθοδος συντήρησης των επεξεργασμένων καρπών ελιάς είναι σε διάλυμα άλμης (López et al. 2008).

Οι ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή λαδιού έχουν καρπό μεσαίου μεγέθους και περιέχουν 17-35% λάδι του νωπού βάρους της σάρκας όταν ωριμάσουν. Επιπλέον οι καρποί ελιάς περιέχουν νερό (περίπου 70%), λιπαρά οξέα του ελαιολάδου, σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη, μαννόζη, σακχαρόζη), φαινόλες (ελευρωπαΐνη, τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη), πρωτεΐνες, χρωστικές ελαιολάδου, καροτενοειδή, στερόλες, αρωματικές ενώσεις του ελαιολάδου, τοκοφερόλες (Tsimidou et al. 2003, Θεριός 2006). Το παρθένο ελαιόλαδο είναι λάδι που λαμβάνεται από τον καρπό της ελιάς με μηχανικές ή άλλες φυσικές διαδικασίες και συνθήκες θερμοκρασίας που δεν επιφέρουν αλλοίωσή του. Επίσης δεν έχει υποστεί άλλη επεξεργασία εκτός από έκπλυση, μετάγγιση, φυγοκέντρηση και διήθηση (Θεριός 2006).

Τα χαρακτηριστικά του ελαιολάδου καθορίζονται από τον κανονισμό ΚΑΝ ΕΕ 299/13 σε τροποποίηση του ΚΑΝ ΕΕ 2568/91 και περιγράφονται μερικά από αυτά στη συνέχεια:

Κατηγορία	Οξύτητα (%)	Δείκτης υπεροξειδίου meq O ₂ /kg	K232	K270	ΔΚ
Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο	≤0,8	≤20	≤2,50	≤0,22	≤0,01
Παρθένο ελαιόλαδο	≤2,0	≤20	≤2,60	≤0,25	≤0,01
Λαμπάντε παρθένο ελαιόλαδο	>2,0	-	-	-	-
Εξευγενισμένο ελαιόλαδο	≤0,3	≤5	-	≤1,10	≤0,16
Ελαιόλαδο-αποτελούμενο από εξευγενισμένα ελαιόλαδα και παρθένα ελαιόλαδα	≤1,0	≤15	-	≤0,90	≤0,15
Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο	≤0,3	≤5	-	≤2,00	≤0,20
Πυρηνέλαιο	≤1,0	≤15	-	≤1,70	≤0,18

1.7.3 Μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς

Η ελιά είναι ένα υποτροπικό αειθαλές καρποφόρο δένδρο. Τα φύλλα της ελιάς είναι προσαρμοσμένα σε συνθήκες περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού. Είναι μικρά σε μέγεθος (5-6 cm μήκος και 1-1,5 cm πλάτος), σκληρόφυλλα και διαθέτουν στομάτια μόνο στην κάτω πλευρά του φύλλου. Οι επιφάνειες των φύλλων και κυρίως οι κάτω είναι καλυμμένες με κηρούς. Επίσης η κάτω επιφάνεια των φύλλων είναι καλυμμένη με ένα πυκνό στρώμα από αστεροειδείς τρίχες. Το δρυφακτοειδές παρέγχυμα αποτελείται από δύο τμήματα, το ένα σε επαφή με την πάνω επιδερμίδα και το άλλο με την κάτω επιδερμίδα. Το επάνω δρυφακτοειδές παρέγχυμα αποτελείται από τρεις συμπαγείς στρώσεις επιμηκυσμένων κυττάρων που διακόπτονται από αγγειώδεις δεσμίδες. Το κάτω δρυφακτοειδές παρέγχυμα αποτελείται από μία στρώση από σχετικά επιμηκυσμένα κύτταρα (Chartzoulakis et al. 1999, Bacelar et al. 2004). Το σπογγώδες παρέγχυμα βρίσκεται ανάμεσα στα δρυφακτοειδή παρεγχύματα, περιέχει μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους, αγγειώδεις δεσμίδες και μεμονωμένες ή ομάδες σκληρεΐδων (Chartzoulakis et al. 1999).

Η συνεκτικότητα της εσωτερικής δομής των φύλλων εξηγεί το υψηλό ΕΙΔΒΑΡ, τη χαμηλή τους διαπερατότητα στη ΦΕΑ ($<0,01$) (Bongi et al. 1987a, Mariscal et al. 2000) και τη μικρή επιφάνεια των κυττάρων του μεσόφυλλου που εκτίθενται στον αέρα η οποία εκτιμήθηκε σε 6 ή 15 $m^2 m^{-2}$ επιφάνεια φύλλου για τις ποικιλίες 'Ascolana' και 'Κορωνέικη' αντίστοιχα (Bongi et al. 1987b, Chartzoulakis et al. 1999).

Τα στομάτια των φύλλων είναι μικρά (μήκος x πλάτος= 25 x 20 μm) με ανοίγματα 11 x 5 μm και είναι ενσωματωμένα στην κάτω επιδερμίδα σε πυκνότητες 400 με 800 mm^{-2} για τις ποικιλίες 'Μαστοειδής' και 'Κορωνέικη' (Bosabalidis and Kofidis 2002). Τα χαρακτηριστικά των στοματίων σε συνδυασμό με την κηρώδη επιδερμίδα και τις τρίχες παρέχουν στα φύλλα τη δυνατότητα ελέγχου της απώλειας νερού μέσω της διαπνοής, ενώ η αγωγιμότητα σε υδρατούς της κηρώδους εφυμενίδας είναι αμελητέα (Connor and Fereres 2005). Επιπλέον τα ανατομικά χαρακτηριστικά των φύλλων, τα οποία μπορεί να μεταβάλλονται σε συνθήκες ξηρασίας, παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάχυση του CO_2 από τις κοιλότητες των στοματίων στα σημεία καρβοξυλίωσης. Ο ρυθμός αφομοίωσης του CO_2 ρυθμίζεται από την εσωτερική φωτοσυνθετική ικανότητα του μεσόφυλλου και από τη μεταφορά του CO_2 από τον ατμοσφαιρικό αέρα στα σημεία καρβοξυλίωσης στους χλωροπλάστες. Αυτή η αγωγιμότητα αποτελείται από τη στοματική (g_s) και από την

ολική εσωτερική αγωγιμότητα εντός του μεσόφυλλου (g_i). Η τελευταία θεωρείται το άθροισμα μιας αγωγιμότητας αέριας φάσης από την κοιλότητα των στοματίων ως την εξωτερική επιφάνεια των κυτταρικών τοιχωμάτων του μεσόφυλλου (g_{ias}) και από μία αγωγιμότητα υγρής φάσης από τα κυτταρικά τοιχώματα ως τα σημεία καρβοξυλίωσης εντός των χλωροπλαστών (g_{cw}). Από τη σύγκριση δύο ποικιλιών νεαρών φυτών ελιάς αναπτυσσόμενων σε περιέκτες υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης η ποικιλία με τους μεγαλύτερους μεσοκυττάριους χώρους είχε υψηλότερη g_{ias} , γεγονός που πιθανόν να συνδέεται και με την αυξημένη A (Chartzoulakis et al. 1999).

1.7.4 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς

Έχει αποδειχθεί ότι ο ρυθμός αφομοίωσης του CO_2 στα φύλλα μειώνεται όταν το νερό είναι ελλειμματικό ή ακόμη και πριν γίνει ελλειμματικό ως αντίδραση στη μειωμένη υγρασία αέρα ή στο μειωμένο έλλειμμα νερού του αέρα. Σε αυτές τις περιπτώσεις το κλείσιμο των στοματίων παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο στη μείωση του ρυθμού αφομοίωσης του CO_2 . Βέβαια όταν η περίοδος ξηρασίας είναι παρατεταμένη, η αφυδάτωση είναι πιο σοβαρή ή ακόμη και επιπλέον περιβαλλοντικές καταπονήσεις μπορεί να δυσχεράνουν την κατάσταση και έτσι να συμβούν αλλαγές στις μεταβολικές λειτουργίες ή/και σε όλη τη συμπεριφορά του φυτού. Το κλείσιμο των στοματίων είναι από τις πρώτες γραμμές άμυνας των φυτών στην ξηρασία, καθώς είναι πιο γρήγορη και ευέλικτη διαδικασία σε σχέση με άλλες όπως αλλαγή του κύκλου ζωής, αύξηση της ρίζας ή της φυλλικής επιφάνειας, οι οποίες συμβαίνουν ως μακροπρόθεσμη διαδικασία προσαρμογής. Βέβαια η προστασία αυτή του φυτού ταυτόχρονα περιορίζει την αφομοίωση του CO_2 . Επιπλέον το κλείσιμο των στοματίων κατά τις μεσημεριανές ώρες έχει αποδοθεί εκτός από την υδατική καταπόνηση και τη θερμοκρασία και στη μειωμένη ατμοσφαιρική υγρασία. Σε καλά αρδευόμενους αμπελώνες η στοματική αγωγιμότητα μπορεί να μειωθεί κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν τα φυτά εκτίθενται σε υψηλό φως, αλλά μέτριες συνθήκες θερμοκρασίας και ελλείμματος κορεσμού νερού του αέρα (Chaves 1991).

Η ανταλλαγή αερίων μεταξύ των φύλλων και της ατμόσφαιρας επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες όπως η ακτινοβολία, η θερμοκρασία αέρα, η υγρασία, η διαθέσιμη εδαφική υγρασία, η συγκέντρωση CO_2 αλλά και από εσωτερικούς παράγοντες όπως η ηλικία του φύλλου, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, το στάδιο ανάπτυξης, η παρουσία καρπών, η συγκέντρωση και κατανομή των προϊόντων

φωτοσύνθεσης, κ.α. Όποιες μεταβολές στους παραπάνω παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν το ρυθμό αφομοίωσης του CO₂ κατά τη διάρκεια του χρόνου (Hagidimitriou and Pontikis 2005)

1.7.5 Επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων ελιάς

Ο συντελεστής διαπερατότητας του φύλλου ελιάς στην ηλιακή ακτινοβολία βρέθηκε να είναι <0,01 χωρίς να διαφέρει με την ηλικία ή με την επιφάνεια του φύλλου (επάνω και κάτω). Επίσης ο συντελεστής ανάκλασης της επάνω επιφάνειας του φύλλου ελιάς είναι περίπου το 50% του συντελεστή ανάκλασης της κάτω επιφάνειας σε φύλλα της τρέχουσας χρονιάς και σε μεγαλύτερης ηλικίας φύλλα. Οι διαφορές των δύο επιφανειών αποδίδονται στις τρίχες που υπάρχουν στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ελιάς. Οι μεγαλύτερες διαφορές των δύο επιφανειών στην ανάκλαση βρέθηκαν στην ποικιλία 'Hojiblanca' (0,063, 0,13) ακολουθούμενη από την 'Picual' (0,06, 0,12) και 'Arbequina' (0,06, 0,10) (Mariscal et al. 2000).

Σε φύλλα ελιάς βρέθηκε ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης είναι υψηλότερος όταν φωτίζεται η επάνω επιφάνεια συγκριτικά με την κάτω και η διαφορά αυξάνεται όσο αυξάνεται η ακτινοβολία (Proietti et al. 1995). Ένα αίτιο είναι η διαφορά της ολικής απορρόφησης της ακτινοβολίας από το φύλλο εξαρτώμενη από την υψηλότερη ανάκλαση της κάτω επιφάνειας. Στα φύλλα ελιάς βρέθηκε ότι ο φωτισμός και των δύο πλευρών των φύλλων αύξησε την καθαρή φωτοσύνθεση συγκριτικά με το φωτισμό της μίας μόνο πλευράς όταν φωτίστηκαν με την ίδια ένταση ΦΕΑ. Επίσης φωτίζοντας και τις δύο πλευρές η απόδοση φωτός αυξήθηκε συγκριτικά με το να φωτιζόταν μόνο η πάνω επιφάνεια. Όταν ένα φύλλο ελιάς φωτίζεται μόνο από την κάτω επιφάνεια, η ακτινοβολία απορροφάται κυρίως από τους χλωροπλάστες του σπογγώδους παρεγχύματος των οποίων ο κορεσμός φτάνει σε χαμηλή ακτινοβολία, ενώ στους χλωροπλάστες του δρυφακτοειδούς παρεγχύματος στους οποίους ο κορεσμός φτάνει σε υψηλότερη ακτινοβολία, φτάνουν μόνο δέσμες φωτός που περνούν μέσα από το σπογγώδες παρέγχυμα. Επιπλέον η ακτινοβολία κορεσμού ήταν ελαφρώς χαμηλότερη όταν φωτίστηκαν και οι δύο επιφάνειες από το να φωτιζόταν μόνο η πάνω επιφάνεια (Proietti and Palliotti 1997). Η έρευνα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τα φύλλα που βρίσκονται στο κατώτερο ή στο εσωτερικό μέρος της κόμης όπου ο φωτισμός είναι χαμηλότερος και συνεπώς ο φωτισμός τους και από τις δύο επιφάνειες θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμος.

Η ελιά είναι είδος αείφυλλο, έχει ένα σταθερό σύστημα φωτοσύνθεσης που λειτουργεί όλο το χρόνο και έχει την ικανότητα αποθήκευσης σακχάρων στα φύλλα ακόμη και αργά το χειμώνα (Priestley 1977). Τα χαρακτηριστικά αυτά κάνουν τα φύλλα σημαντικά αποθηκευτικά όργανα. Κατά συνέπεια η επίδραση της σκίασης στη μορφολογία του φύλλου, στην καθαρή φωτοσύνθεση και στην αποθήκευση σακχάρων είναι πολύ σημαντική για την ανάπτυξη και την παραγωγή των δένδρων ελιάς. Η παραγωγικότητα του φυτού εξαρτάται από τη φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων και η οποία εξαρτάται από την απορρόφηση και τη χρησιμοποίηση της ακτινοβολίας. Η χαμηλή ακτινοβολία επιδρά άμεσα στην καθαρή φωτοσύνθεση και αυτό εξαρτάται από το είδος του φυτού και από την ακτινοβολία κορεσμού. Η ελιά, αν και αναπτύσσεται σε περιοχές με υψηλό ηλιακό φως, έχει μέτρια ακτινοβολία κορεσμού σε σχέση με άλλα είδη. Το σημείο φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση μεμονωμένων φύλλων ελιάς είναι $800 - 1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Higgins et al. 1992). Σε αρκετές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, η σκίαση μείωσε την καθαρή φωτοσύνθεση στην ελιά (Tombesi and Cartechini 1986, Bonghi et al. 1987a, Proietti et al. 1988). Η μακρά έκθεση των φυτών σε σκίαση μπορεί να προκαλέσει και αλλαγές στη μορφολογία, στην ανατομία και άλλες φωτοσυνθετικές παραμέτρους όπως πυκνότητα στοματίων, περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες και έμμεσα να επηρεαστεί η καθαρή φωτοσύνθεση (Boardman 1977). Αυτές οι αλλαγές μπορεί να είναι και μόνιμες ειδικά για φύλλα που εκπτύχθηκαν υπό σκιά (Proietti et al. 1988), μπορεί όμως και να γίνουν σημαντικές αλλαγές στα φύλλα μέσα σε λίγες ημέρες από την αύξηση του προσπίπτοντος φωτός, όπως στις περιπτώσεις κλαδέματος του δέντρου.

Οι Gregoriou et al. (2007) μελέτησαν την επίδραση της σκίασης σε δένδρα ενός έτους ελιάς ποικ. Κορωνέικη και βρήκαν αύξηση της περιεκτικότητας σε ολική χλωροφύλλη εκφρασμένης σε kg kg^{-1} ν.β., αλλά μη μεταβολή της όταν εκφράστηκε ανά μονάδα επιφάνειας, ενώ το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου μειώθηκε όταν αυξήθηκε η σκίαση. Το χαμηλότερο ΕΙΔΒΑΡ των σκιαζόμενων φύλλων μπορεί να σχετίζεται με αλλαγές στη δομή του φύλλου, στη φυλλική επιφάνεια αλλά και στα προϊόντα της φωτοσύνθεσης που αποθηκεύονται στα φύλλα, καθώς βρέθηκε μειωμένη περιεκτικότητα σε σάκχαρα στα σκιαζόμενα φύλλα λόγω μειωμένης Α. Η αύξηση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη στα σκιαζόμενα φύλλα βρέθηκε σε συνδυασμό με αυξημένο αριθμό θυλακοειδών γεγονός που μπορεί να αυξάνει τη δυνατότητα απορρόφησης φωτονίων από τα σκιαζόμενα φύλλα όπως αναφέρεται από τους Proietti et al. (1988). Επίσης η σχετική αύξηση της περιεκτικότητας σε χλωρ. β

(μειωμένος λόγος g_{sw} . α/ g_{sw} . β) στα σκιαζόμενα φύλλα μπορεί επίσης να αυξήσει την ικανότητα λήψης και χρησιμοποίησης φωτονίων. Επιπλέον όλα τα επίπεδα σκίασης κατά βάσει μείωσαν σημαντικά την g_s και την A . Η μείωση της A προκλήθηκε εν μέρει από τη χαμηλότερη ΦΕΑ και εν μέρει από μορφολογικές αλλαγές στα φύλλα (Gregoriou et al. 2007).

1.7.6 Επίδραση της εποχής στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς

Οι Proietti και Famiani (2002) μελέτησαν την εποχική διακύμανση των φυσιολογικών παραμέτρων σε ώριμα ξηρικά δένδρα ελιάς. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η υψηλότερη A βρέθηκε τον Οκτώβριο και οι χαμηλότερες τον Αύγουστο και το Δεκέμβριο. Η υψηλή A τον Οκτώβριο οφείλεται πιθανόν στη θερμοκρασία που ακόμη είναι ευνοϊκή για τη φωτοσύνθεση σε συνδυασμό με την καλή επάρκεια νερού και ύπαρξη καρπών. Αυτό είναι σημαντικό γιατί το φθινόπωρο ειδικά σε παραγωγικές χρονιές, το ελαιόδενδρο μπορεί να υποστηρίξει την τελική ανάπτυξη των καρπών και τη συσσώρευση ελαιολάδου, αλλά και να αποκαταστήσει τα αποθέματα σακχάρων που χάθηκαν για τη βλαστική ανάπτυξη και την ανάπτυξη των καρπών τους προηγούμενους μήνες, ώστε να είναι σε καλύτερη θρεπτική κατάσταση άρα και ανθεκτικότερο στους χειμερινούς παγετούς. Από την άλλη μεριά, η χαμηλή A τον Αύγουστο οφείλεται στην υψηλή θερμοκρασία και/ή στην έλλειψη νερού, ενώ το Δεκέμβριο στις χαμηλές θερμοκρασίες. Στην ανωτέρω εργασία η E αυξήθηκε από τον Απρίλιο ως τον Ιούλιο φτάνοντας το μέγιστο, μειώθηκε απότομα τον Αύγουστο και αυξήθηκε και πάλι τον Οκτώβριο για να μειωθεί και πάλι το Δεκέμβριο. Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων αυξήθηκε από τον Απρίλιο ως τον Ιούνιο, παρέμεινε αυξημένη ως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε σημαντικά τον Αύγουστο και παρέμεινε σταθερή ως το Δεκέμβριο. Η περιεκτικότητα σε αναγωγικά σάκχαρα μειώθηκε από τον Απρίλιο ως τον Αύγουστο φτάνοντας το ελάχιστο και αυξήθηκε ταχύτατα τον Οκτώβριο. Η μείωση οφείλεται στην κατανάλωσή τους για τη βλάστηση και ανάπτυξη των καρπών. Η αύξηση σε αναγωγικά σάκχαρα τον Οκτώβριο σχετίζεται με την αύξηση της A . Το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου μειώθηκε από τον Απρίλιο ως τον Ιούνιο και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως το Δεκέμβριο.

Οι Hagidimitriou και Pontikis (2005) μελέτησαν την εποχική μεταβολή από το Μάρτιο ως το Νοέμβριο των A , g_s , CO_2 in, περιεκτικότητα σε ολ. g_{sw} ., ΕΙΔΒΑΡ φύλλου και πυκνότητα των στοματιών σε πέντε ελληνικές ποικιλίες ελιάς

‘Κορωνέικη’, ‘Μεγαρείτικη’, ‘Κονσερβολιά’, ‘Λιανολιά Κέρκυρας’, και ‘Καλαμών’. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε φύλλα του τρέχοντος έτους και σε φύλλα ενός έτους, σε βλαστούς με καρπούς και σε βλαστούς χωρίς καρπούς. Η A μεταβλήθηκε με το χρόνο παρόμοια σε όλες τις ποικιλίες και είχε τις υψηλότερες τιμές την άνοιξη και το φθινόπωρο και τις χαμηλότερες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και αργά το φθινόπωρο. Η g_s είχε παρόμοια μεταβολή με το χρόνο με την A και αυξήθηκε από το Μάρτιο ως τον Ιούλιο, μειώθηκε τον Αύγουστο και αυξήθηκε και πάλι το φθινόπωρο. Η ‘Κορωνέικη’ είχε την υψηλότερη A και g_s ($21 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ και $0,45 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, αντίστοιχα), ενώ η ‘Λιανολιά Κέρκυρας’ και η ‘Καλαμών’ είχαν τη χαμηλότερη A και g_s ($13-14 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ και $0,22 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, αντίστοιχα). Επίσης δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές στην A μεταξύ των βλαστών χωρίς και με καρπούς. Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. αυξήθηκε την άνοιξη, στη συνέχεια μειώθηκε ελαφρώς και αυξήθηκε και πάλι ελαφρώς στο τέλος της περιόδου. Το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου αυξήθηκε με την εποχή σε όλες τις ποικιλίες. Σε όλες τις ποικιλίες η A μεταβλήθηκε με την εποχή εξαρτώμενη από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Οι υψηλές θερμοκρασίες και το υψηλό VPD του αέρα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μείωσαν την A σε όλες τις ποικιλίες.

1.7.7 Ελιά και παρενιαυτοφορία

Η ελιά παρενιαυτοφορεί σε μεγάλο βαθμό. Μία χρονιά με υψηλή καρποφορία ακολουθείται από μία χρονιά με πολύ χαμηλή καρποφορία και το αντίστροφο. Φαίνεται ότι η μεγάλη παραγωγή της μιας χρονιάς εξαντλεί το δένδρο αφαιρώντας πολλούς υδατάνθρακες και Νούχα συστατικά ώστε να μην απομένουν αποθησαυριστικές τροφές για ανάπτυξη βλαστών και ανθοφόρων οφθαλμών για τον επόμενο χρόνο (Θεριός 2006, Proietti 2000). Το έναυσμα για την παρενιαυτοφορία μπορεί να εμπλέκει εξωτερικούς παράγοντες (παγετός, ελλιπής γονιμοποίηση, ασθένειες κ.α.) και στη συνέχεια αρχίζει μία κυκλική συμπεριφορά που εξαλείφει την παραγωγή της μιας χρονιάς. Η διαίωση αυτού του κύκλου αποδίδεται στην έλλειψη ενός αποτελεσματικού μηχανισμού αυτό-αραιώματος. Η υπερβολική παραγωγή της μιας χρονιάς είναι η πιο σοβαρή αιτία παρενιαυτοφορίας. Ο αναπτυσσόμενος καρπός είναι ισχυρός καταναλωτής που ζητά συνεχή εφοδιασμό με θρεπτικά. Ανταγωνίζεται σημαντικά τη βλαστική ανάπτυξη τόσο στα νέα αποθέματα όσο και στα προηγούμενα αποθηκευμένα αποθέματα σε διαφορετικούς ιστούς του δένδρου. Τα περισσότερα αφομοιώσιμα συστατικά για την ανάπτυξη του καρπού παρέχονται από τα φύλλα του

ίδιου βλαστού που συνδέονται οι καρποί. Όταν η παροχή θρεπτικών είναι μειωμένη τότε ο καρπός μπορεί να χρησιμοποιήσει θρεπτικά από άλλα κοντινά μέρη στο δένδρο. Κατά τη χρονιά καρποφορίας, οι πολλοί αναπτυσσόμενοι καρποί μειώνουν την παραγωγή νέων βλαστών, οι οποίοι κανονικά θα έδιναν ανθοφόρους οφθαλμούς για την επόμενη χρονιά. Έτσι μειώνεται δραστικά ο αριθμός των ανθέων της επόμενης άνοιξης. Επιπλέον λόγω της υπερβολικής κατανάλωσης θρεπτικών σε μια χρονιά υπερβολικής καρποφορίας, η δυνατότητα τελικής διαμόρφωσης των οφθαλμών, η ζωτικότητα των ανθέων και το ποσοστό καρπόδεσης είναι συνήθως χαμηλότερα συγκριτικά με μετά από χρονιά μειωμένης παραγωγής. Αντίθετα κατά τη χρονιά μειωμένης παραγωγής η μεγάλη βλαστική ανάπτυξη και τα άφθονα διαθέσιμα θρεπτικά ευνοούν το σχηματισμό πολλών ανθέων την επόμενη χρονιά. Η παρεναιτοφορία στην ελιά συμβαίνει σε εκτατικές και εντατικές καλλιεργητικές συνθήκες αλλά ο βαθμός της μπορεί να μειωθεί δημιουργώντας μία ισορροπία μεταξύ βλαστικών και αναπαραγωγικών οργάνων με καλλιεργητικές τεχνικές (Proietti 2000).

1.7.8 Θρέψη στην ελιά

Η επιθυμητή κατάσταση συγκέντρωσης των κύριων θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα ελιάς είναι N=1,6-1,8%, P=0,09-0,11% και K=0,7-0,9%.

Η περιεκτικότητα των φύλλων ελιάς σε διάφορα ανόργανα στοιχεία σε φύλλα ηλικίας 5-8 μηνών, από το μέσο των βλαστών της τελευταίας βλάστησης είναι:

Στοιχείο	Τροφοπενία	Σχετική έλλειψη	Επιθυμητή κατάσταση	Περίσσεια	Υπερεπάρκεια
N %	<1,20	1,20-1,60	1,60-1,80	1,80-2,20	>2,20
P %	<0,07	0,07-0,09	0,09-0,11	0,11-0,14	>0,14
K %	<0,50	0,50-0,70	0,70-0,90	0,90-1,10	>1,10
Mg %	<0,07	0,07-0,10	0,10-0,30	>0,3	>0,3
Ca %	<0,50	0,50-1,00	1,0-2,5	>2,5	-
S %	<0,05	0,05-0,10	0,1-0,25	>0,25	-
Fe ppm	-	20-50	50-150	150-500	-
Mn ppm	-	5-20	50-150	150	-
Zn ppm	-	5-10	10-30	30	-
Cu ppm	-	<5	5-20	20	-
B ppm	-	15-20	20-50	50-150	-

Στην ελιά λαμβάνονται ολόκληρα φύλλα με μίσχο από το μέσο των βλαστών του έτους. Η εποχή δειγματοληψίας είναι η εποχή εκείνη που τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται σε όσο το δυνατό σταθερή συγκέντρωση. Η χειμερινή περίοδος (4-5 μήνες) χαρακτηρίζεται από σταθερή συγκέντρωση των στοιχείων N, P, K, Ca και Mg

και αυτή πρέπει να είναι η εποχή δειγματοληψίας των φύλλων ελιάς για φυλλοδιαγνωστική (Θεριός 2006).

1.8 Σκοπός της μελέτης

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας με αιωρούμενα σωματίδια αποτελεί γεγονός και η προσπάθεια μείωσης των συγκεντρώσεών τους είναι συνεχής λόγω των αρνητικών συνεπειών στην υγεία του ανθρώπου. Τα οπωροφόρα δένδρα αποτελούν συνεχείς αποδέκτες των αιωρούμενων σωματιδίων αλλά πιο συγκεκριμένα είναι αποδέκτες των σωματιδίων διαφόρων κόνεων ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειάς τους και με τη γειτνίασή τους με πηγές εκπομπών κόνεων. Έως τώρα οι μελέτες που έχουν γίνει αφορούν τις επιδράσεις των κόνεων σε ετήσια φυτά ή δασικά είδη δένδρων σε γειτνίαση με βιομηχανίες και καλλωπιστικά είδη δένδρων παρακείμενα των αστικών δρόμων ή των αυτοκινητόδρομων, ενώ έχει παραβλεφθεί η εξέταση οπωροφόρων δένδρων που τα προϊόντα τους καταναλώνονται από τον άνθρωπο.

Στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκαν δύο είδη οπωροφόρων, η ροδακινιά και η ελιά, λόγω της σημαντικότητας τους για τη χώρα μας αλλά και λόγω της διαφορετικότητάς τους. Η ροδακινιά επιλέχθηκε ως είδος της εύκρατης ζώνης και φυλλοβόλο με λεία και μεγάλα φύλλα, επαρκώς αρδευόμενο και η ελιά ως υποτροπικό ξηροφυτικό, αείφυλλο, που παρενιαντοφορεί, με φύλλα καλυμμένα με τρίχες και κηρούς και ελλειμματικά αρδευόμενο. Επίσης, επιλέχθηκαν να εξεταστούν τρία είδη κόνεων, η κόνις εδάφους αφού αποτελεί συνήθη πηγή ρύπανσης των οπωροφόρων λόγω του μεγάλου δικτύου αγροτικών δρόμων στη χώρα μας, η κόνις τσιμέντου εξαιτίας της τσιμεντοβιομηχανίας που βρίσκεται στην περιοχή του Βόλου, 4km από την πόλη του Βόλου, και πλήττει μεγάλες καλλιεργούμενες εκτάσεις περίξ αυτής, κυρίως με ελιά, και ο καολίνης λόγω της χρήσης του για την καταπολέμηση σοβαρών εντομολογικών εχθρών και των δύο καλλιεργειών. Ο καολίνης βέβαια διαφέρει σημαντικά από τις άλλες δύο κόνεις αφού πρόκειται για σκεύασμα που εφαρμόζεται με τη μορφή του σωματιδιακού φιλμ και δεν αναμένεται να λειτουργήσει αρνητικά στις δύο καλλιέργειες σε αντίθεση με τις κόνεις εδάφους και τσιμέντου που συμπεριφέρθηκαν ως ρυπογόνες κόνεις σε άλλες καλλιέργειες.

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του καολίνης και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στη λειτουργία και σύσταση των φύλλων και καρπών για την εξήγηση των μεταβολών βάσει των πιθανών δράσεων των κόνεων στα φυτά: σκίαση των φύλλων ή αλλαγή στη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία και

μικροκλιματικές παραμέτρους, παρεμπόδιση της λειτουργίας των στοματίων, τοξικότητα από την ύπαρξη της κόνεως επί ή εντός των φύλλων ή την απορρόφηση ανόργανων στοιχείων από τα φύλλα και καρπούς, ποιοτικά χαρακτηριστικά-θρεπτική αξία καρπών.

Για την επίτευξη του ανωτέρω σκοπού μελετήθηκε η επίδραση των κόνεων στις φυσιολογικές παραμέτρους, στα χαρακτηριστικά των φύλλων ροδακινιάς και ελιάς και στην αντιοξειδωτική τους ικανότητα. Η κάλυψη των φύλλων με κόνεις μπορεί να μεταβάλει σημαντικά τη διαθέσιμη ακτινοβολία στα φύλλα και στους καρπούς και τη θερμοκρασία αυτών. Έτσι μελετήθηκε η μεταβολή των μικροκλιματικών παραμέτρων σε επίπεδο κόμης, φύλλου και καρπού παρουσία κόνεων. Επίσης εξετάστηκε η επίδραση των κόνεων στη συγκέντρωση των ανόργανων συστατικών στα φύλλα, καρπούς και τελικά μεταποιημένα προϊόντα, καθώς, όποια μεταβολή γίνεται, μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των φυτών και τη θρεπτική αξία και υγιεινή των προϊόντων για τον άνθρωπο. Τέλος, μελετήθηκε η ποιότητα των νωπών και μεταποιημένων προϊόντων και όποια παράμετρος σχετίζεται με την παραγωγικότητα των δύο δέντρων.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΟΛΙΝΗ ΣΤΗ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑ

2.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η καλλιέργεια της ροδακινιάς στην Ελλάδα είναι η τρίτη σημαντικότερη δενδροκομική καλλιέργεια μετά την ελιά και τα εσπεριδοειδή. Επίσης, το είδος αυτό είναι ευρέως καλλιεργούμενο στην περιοχή της Μεσογείου και παρουσιάζει πολύ μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον. Όμως χαρακτηριστικό της λεκάνης της Μεσογείου είναι τα θερμά και ξηρά καλοκαίρια με ελάχιστες βροχοπτώσεις που διακρίνονται από υψηλές θερμοκρασίες και υψηλής έντασης ακτινοβολία.

Οι καλοκαιρινοί μήνες για τη ροδακινιά είναι ιδιαίτερα σημαντικοί καθώς συμπίπτουν με τη βλαστική ανάπτυξη των δένδρων, με την αύξηση των καρπών, με το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών αλλά και μετασυλλεκτικά. Έτσι το καλοκαίρι είναι η περίοδος που τα φύλλα ροδακινιάς παράγουν προϊόντα φωτοσύνθεσης για την αύξηση των βλαστών και των καρπών, αλλά και μετασυλλεκτικά τα προϊόντα φωτοσύνθεσης μεταφέρονται στα ξυλώδη μέρη του δένδρου όπου αποθηκεύονται ως άμυλο. Πρόκειται για αποθέματα που θα αξιοποιηθούν από το δένδρο την επόμενη άνοιξη. Επιπλέον κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού οι απαιτήσεις της ροδακινιάς σε νερό είναι ιδιαίτερα υψηλές τόσο προσυλλεκτικά για την παραγωγή ποιοτικών και εμπορικού βάρους καρπών αλλά και μετά τη συγκομιδή των καρπών σε πρώιμες ποικιλίες. Εκτός των ανωτέρω, στα δένδρα ροδακινιάς το θερινό κλάδεμα ενδείκνυται για καλύτερο φωτισμό και αερισμό της κόμης, για καλύτερης ποιότητας καρπούς και μείωση προσβολών από μυκητολογικές ασθένειες.

Σε όλη λοιπόν την περίοδο των καλοκαιρινών μηνών αναπτύσσονται ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες και σε συνδυασμό με την υψηλής έντασης ηλιακή ακτινοβολία, τα δένδρα εκτίθενται σε θερμική καταπόνηση που μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην παραγωγικότητα των δένδρων και στην ποιότητα των καρπών ακόμη και όταν η άρδευση είναι επαρκής. Επίσης το θερινό κλάδεμα των δένδρων εκτός από τα οφέλη που έχει, αφήνει πιο εκτεθειμένο το δένδρο στην ηλιακή ακτινοβολία με κίνδυνο την εμφάνιση εγκαυμάτων. Αλλά και κοινά συστήματα διαμόρφωσης της κόμης όπως το ανοιχτό κύπελλο ή σχήμα ύψιλον, εκθέτουν την κόμη στην έντονη ηλιακή

ακτινοβολία. Επίσης πολύ σοβαρό θέμα από τη θερμική καταπόνηση τίθεται και στα φυτώρια ροδακινιάς όπου τα νεαρά δενδρύλλια είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένα ή και μετά την εγκατάστασή τους στον αγρό. Η θερμική καταπόνηση μπορεί να παρεμποδίσει τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης ή και άλλες φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων. Πιο συγκεκριμένα όταν ο αέρας είναι ξηρός και θερμός τα στομάτια τείνουν να κλείσουν ως άμεση αντίδραση στην απώλεια νερού από τα φύλλα. Ακόμη και αν υπάρχει διαθέσιμο εδαφικό νερό, το κλείσιμο των στοματίων σε συνθήκες υψηλού ελλείμματος κορεσμού νερού μεταξύ αέρα και φύλλου, μπορεί να λειτουργήσει αρνητικά στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης (Maroco et al. 1997). Πράγματι πολλές όψιμες ποικιλίες με μεγάλη βλαστική περίοδο μπορεί να υποφέρουν από τη θερμική καταπόνηση με αρνητικές συνέπειες στην παραγωγικότητα των δένδρων. Εκτός αυτού, σε πρώιμες ποικιλίες, η ελλειμματική ή καθόλου άρδευση σε συνδυασμό με τη θερμική καταπόνηση μετασυλλεκτικά μπορεί να επιδράσει αρνητικά στη δημιουργία αποθεμάτων υδατανθράκων και στο σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών με αρνητικό αποτέλεσμα στην ποιότητα των καρπών του επόμενου έτους, καθώς θερμοκρασίες >38 °C προκαλούν το σχηματισμό δίδυμων καρπών ή με βαθιά ραφή (Handley and Johnson 2000).

Τα τελευταία χρόνια σε αρκετές καλλιέργειες γίνεται εφαρμογή καολίνη με την τεχνολογία του σωματιδιακού φιλμ για τον έλεγχο εντομολογικών εχθρών, ως παράγοντας μείωσης της θερμικής καταπόνησης και μείωσης του ηλιοκαύματος. Πιο συγκεκριμένα η εφαρμογή καολίνη στην κόμη των δένδρων δημιουργεί ένα λευκό επίχρισμα στην επιφάνεια των δένδρων υψηλά ανακλαστικό ειδικά στη UV ακτινοβολία και μειώνει με αυτόν τον τρόπο τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια των εκτεθειμένων στον ήλιο φύλλων, αλλά η ανάκλαση βοηθά στο φωτισμό σκιαζόμενων μερών της κόμης. Ως αποτέλεσμα, η εφαρμογή καολίνη βρέθηκε να μειώνει τη θερμική καταπόνηση και το ηλιακό έγκαυμα στα φύλλα και στους καρπούς μηλιάς (Glenn et al. 2003). Επιπλέον η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα μηλιάς αύξησε την αφομοίωση του CO₂, μείωσε τη θερμοκρασία στην κόμη και βελτίωσε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (Glenn et al. 2001). Επιπλέον όταν εφαρμόστηκε καολίνης σε δένδρα γκρέιπφρουτ, μειώθηκε η θερμοκρασία φύλλου, μειώθηκε το έλλειμμα κορεσμού νερού μεταξύ φύλλου και αέρα τις μεσημεριανές ώρες, αυξήθηκε η αφομοίωση του CO₂ και η ανταλλαγή των αερίων μέσω των στοματίων (Jifon and Syvertsen 2003). Όσον αφορά την ποιότητα των καρπών μηλιάς, η εφαρμογή καολίνη βελτίωσε το κόκκινο χρώμα των μήλων και αύξησε το

βάρος τους (Glenn et al. 2003). Από την άλλη σε όχι τόσο κόκκινες ποικιλίες μηλιάς η εφαρμογή καολίνη μείωσε το κόκκινο επίχρωμα των καρπών και δεν επηρέασε τη σκληρότητα των καρπών και την περιεκτικότητά τους σε διαλυτά στερεά συστατικά (Gindaba and Wand 2005). Ένα άλλο θέμα είναι αυτό της ωρίμανσης των καρπών όταν εφαρμόστηκε καολίνης, καθώς υπάρχουν αναφορές καθυστέρησης της ωρίμανσης σε μήλα ‘Granny Smith’ και ‘Royal Gala’ (Wand et al. 2006), ενώ σε άλλες περιπτώσεις ποικιλιών μηλιάς δεν την επηρέασε (Glenn et al. 2001, Schupp et al. 2002).

Οι μόνες έρευνες που έχουν γίνει για την επίδραση του καολίνη στη ροδακινιά σχετίζονται με την καταπολέμηση εντόμων και με την ποιότητα των καρπών. Πιο συγκεκριμένα, σε δένδρα ροδακινιάς όψιμων ποικιλιών, η εφαρμογή καολίνη καθυστέρησε την ωρίμανση των καρπών, αύξησε το μέγεθος του καρπού και την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (Lalancette et al. 2005). Επίσης όταν εφαρμόστηκε καολίνης το Μάιο σε δένδρα ροδακινιάς μείωσε τις προσβολές από αφίδες χωρίς να επηρεάσει τα ωφέλιμα (Karagounis et al. 2006). Ομοίως, οι Mazor και Erez (2004) βρήκαν μειωμένες προσβολές από μύγα της Μεσογείου μετά από εφαρμογή καολίνη σε μήλα, νεκταρίνια και λωτούς.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω η εφαρμογή καολίνη σε δένδρα ροδακινιάς θα μπορούσε να έχει πολλαπλά οφέλη. Η υπόθεση της έρευνάς μας είναι ότι η εφαρμογή καολίνη, ως περιοριστικού παράγοντα της θερμικής καταπόνησης, μετά την άνθιση θα μπορούσε, σε συνδυασμό με τον έλεγχο των εντομολογικών πληθυσμών, να βελτιώσει τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων ή να τις παρατείνει κατά τις μεσημεριανές ώρες με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας των δένδρων. Επιπλέον θα μπορούσε να συνδυαστεί η εφαρμογή καολίνη στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς με ελλειμματική άρδευση κυρίως σε μη κρίσιμες περιόδους όπως κατά τη σκλήρυνση του πυρήνα ή μετασυλλεκτικά για εξοικονόμηση νερού στις πρώιμες ποικιλίες. Θα μπορούσε επίσης να συνδυαστεί και με το θερινό κλάδεμα καθώς θα προστάτευε από την υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, αλλά θα μπορούσε και να βελτιώσει το φωτισμό εντός της κόμης λόγω της ανάκλασης του φωτός. Ένα σοβαρό θέμα που τίθεται είναι τα λευκά υπολείμματα του καολίνη στη χνουδωτή επιφάνεια των ροδάκινων ή η ακανόνιστη ανάπτυξη επιχρώματος κυρίως στα νεκταρίνια. Από την άλλη αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα για τα συμύρηνα ροδάκινα που προορίζονται για μεταποίηση.

Σκοπός του πειράματος ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της εφαρμογής καολίνη στη μεταβολή των μικροκλιματικών παραμέτρων σε επίπεδο κόμης, φύλλου και καρπού παρουσία καολίνη, δεδομένης της μεγάλης ανάκλασης που παρουσιάζει το λευκό επίχρισμα καολίνη που δημιουργείται στην επιφάνεια των φύλλων. Μελετήθηκε επίσης η επίδραση της εφαρμογής καολίνη στις φυσιολογικές παραμέτρους, στα χαρακτηριστικά και στις χρωστικές φωτοσύνθεσης των φύλλων ώριμων δένδρων ροδακινιάς λόγω των μεταβολών που προκαλεί η παρουσία καολίνη στο περιβάλλον της κόμης των δένδρων. Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση του καολίνη στην περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα συστατικά σε δύο ημερομηνίες για να διερευνηθεί αν οι μεταβολές που μπορεί να προκληθούν στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων παρουσία καολίνη, θα μπορούσαν να τροποποιήσουν την περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα στοιχεία. Μετρήθηκαν, επίσης, οι παραγωγικές παράμετροι και εκτιμήθηκε η ποιότητα και η διατροφική αξία ωπών καρπών ροδάκινου δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και τέλος μετρήθηκε η περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα στοιχεία.

2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.2.1 Πείραμα στο Βελεστίνο

Το Αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου (39°23'05,68''N 22°44'57,08''E). Το υψόμετρο είναι 102 m και το έδαφος έχει υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη, κοκκομετρική σύσταση μέτρια λεπτόκοκκη έως λεπτόκοκκη και pH=7,9, που χαρακτηρίζει το έδαφος ως ελαφρώς αλκαλικό. Ο πειραματικός αγρός που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση του πειράματος έχει έκταση 2 στρέμματα και αρδευόταν επαρκώς με σταγόνες 80 L h⁻¹. Το νερό που χρησιμοποιήθηκε για την άρδευση είχε ηλεκτρική αγωγιμότητα 663 μS cm⁻¹ και νιτρικά περίπου 19 μg kg⁻¹. Η ποικιλία που μελετήθηκε ήταν επιτραπέζια ροδάκινα 'Royal Glory' (*Prunus persica*) εμβολιασμένη σε υποκείμενο GF677. Τα δένδρα ήταν ηλικίας 10 ετών, οι αποστάσεις φύτευσης των δένδρων ήταν 5 x 5 m και το σχήμα διαμόρφωσης κύπελλο. Το πείραμα διήρκησε τρία έτη, το 2009, 2010 και 2011. Ορίστηκαν δύο μεταχειρίσεις: 1) μάρτυρας, 2) εφαρμογή καολίνη.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με τρεις επαναλήψεις ανά μεταχείριση και τέσσερα δένδρα ανά επανάληψη, με δένδρα ή σειρές για περιθώρια ασφαλείας.

Οι μεταχειρίσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο περιγράφονται στη συνέχεια:

Μάρτυρας: Στο μάρτυρα γινόταν ψεκασμός με περίπου 2 kg νερό ανά δένδρο χωρίς απορροή.

Εφαρμογή καολίνη: Για την εφαρμογή καολίνη χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα SURROUND WP, kaolin 95% w/w (διατίθεται από τη ΧΕΛΛΑΦΑΡΜ Α.Ε.). Ο ψεκασμός των δένδρων έγινε με συγκέντρωση 5% w/v καολίνη μέχρι αλλά χωρίς απορροή σε στεγνό φύλλωμα. Οι ψεκασμοί διενεργήθηκαν με επινώτιο χειροκίνητο ψεκαστήρα. Για την παρασκευή του ψεκαστικού υγρού γινόταν προσθήκη νερού στο ψεκαστικό δοχείο κατά τα 2/3 και ακολουθούσε προσθήκη της απαιτούμενης ποσότητας του σκευάσματος με διαρκή ανάδευση. Ακολουθούσε συμπλήρωση με νερό στο ψεκαστικό δοχείο μέχρι τελικού όγκου συνεχίζοντας την ανάδευση. Στα τρία έτη μετρήσεων γίνονταν επαναληπτικές εφαρμογές καολίνη προκειμένου τα δένδρα να είναι πλήρως καλυμμένα με καολίνη και να έχουν το χαρακτηριστικό ομοιόμορφο λευκό χρώμα.

2.2.2 Μετρήσεις στον αγρό

Η πρώτη εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009 έγινε στις 16/5 πριν την έναρξη των μετρήσεων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 30/5, στις 21/6, στις 26/6, στις 2/7, στις 8/7 και η τελευταία στις 13/8/2009, επτά εφαρμογές συνολικά. Αντίστοιχα έγινε ψεκασμός των δένδρων του μάρτυρα με νερό.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 η πρώτη εφαρμογή καολίνη έγινε στις 12/5, μετά την πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 26/5, στις 7/6, στις 23/6, στις 9/7 και η τελευταία στις 3/8/2010, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές. Αντίστοιχα έγινε ψεκασμός των δένδρων του μάρτυρα με νερό.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η πρώτη εφαρμογή καολίνη έγινε στις 8/6, ακολούθησαν εφαρμογές στις 17/6, στις 7/7, στις 25/7, στις 4/8 και η τελευταία στις 7/8/2011, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές. Αντίστοιχα έγινε ψεκασμός των δένδρων του μάρτυρα με νερό.

Μετρήσεις των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων

Περιοδικά ανά 20 ημέρες περίπου γινόταν μέτρηση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων. Η μέτρησή τους γινόταν κατά τις ώρες 9:00-13:00, με φορητό όργανο μέτρησης της φωτοσύνθεσης (model LCpro, ADC Bioscientific Ltd., Herts, Αγγλία), που διαθέτει ένα θάλαμο εισόδου των φύλλων που λειτουργεί με ρυθμό ροής αέρα $300-350 \text{ mL min}^{-1}$ υπό φυσικές συνθήκες. Εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονταν στο θάλαμο του οργάνου κατά την περίοδο υλοποίησης των μετρήσεων, ήδη από την ώρα έναρξης των μετρήσεων, έμπαινε σε λειτουργία ο ανεμιστήρας που διαθέτει ο θάλαμος, με ροή φυσικού αέρα για να μην υπερθερμαίνεται το προς μέτρηση κάθε φορά φύλλο.

Η μέτρηση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων γινόταν σε καλά ανεπτυγμένα φύλλα τα οποία την ώρα της μέτρησης ήταν φωτιζόμενα. Γινόταν μέτρηση τεσσάρων φύλλων από κάθε δένδρο (διαφορετικά κάθε φορά) και έξι μετρήσεις ανά φύλλο, σε τέσσερα δένδρα ανά μεταχείριση. Τα παραπάνω επαναλαμβάνονταν συνολικά τρεις φορές και για τις δύο μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας, με σκοπό οι μετρήσεις μεταξύ των συγκρινόμενων μεταχειρίσεων, να πραγματοποιούνται περίπου ίδιες χρονικές στιγμές και να διαπιστωθεί το μέγεθος της καταπόνησης που μελετάμε σε συνάρτηση με την ώρα της ημέρας. Γινόταν μέτρηση της προσπίπτουσας φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (ΦΕΑ) στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης, της θερμοκρασίας του φύλλου στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης (Θο), της στοματικής αγωγιμότητας (g_s), των ρυθμών φωτοσύνθεσης (A) και διαπνοής (E), η συγκέντρωση του μεσοκυττάρου CO_2 (CO_2in) και υπολογισμός της διαθέσιμης ΦΕΑ (διαθέσιμη ΦΕΑ) (αναλύεται στην παράγραφο 2.2.8), της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού (ΑΠΧΝ), της απόδοσης φωτός (ΑΠΦ) και της πραγματικής απόδοσης φωτός (πραγματική ΑΠΦ).

Μετρήσεις φθορισμού χλωροφύλλης

Η μέτρηση φθορισμού χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με το φορητό όργανο OS-30P (model OS-30p, Optisciences Inc., Tyngsboro, MA). Η μέτρηση αυτή γινόταν για να εκτιμηθεί η καταπόνηση των φύλλων. Για τις μετρήσεις αυτές επιλέχθηκαν δέκα τυχαία φύλλα από κάθε μεταχείριση και σημάνθηκαν με καρτελάκια, ώστε να μετριοούνται τα ίδια φύλλα κάθε φορά που επαναλαμβάνεται η μέτρηση. Τα φύλλα βρίσκονταν στο εξωτερικό μέρος της κόμης και ήταν φωτιζόμενα

και αντιπροσωπευτικά καλυμμένα με καολίνη. Η μέτρηση γινόταν σε δύο επαναλήψεις των πέντε φύλλων ανά μεταχείριση. Τα φύλλα που επιλέχθηκαν ήταν υγιή και καλά ανεπτυγμένα. Οι μετρήσεις φθορισμού πραγματοποιούνταν τις πρωινές ώρες μεταξύ 9:30 με 11:30.

Κάθε φορά που γινόταν η μέτρηση φθορισμού χλωροφύλλης, τοποθετούνταν στα φύλλα ειδικά κλιπς, που διαθέτουν ειδική υποδοχή που ανοίγει και κλείνει για την τοποθέτηση του ανιχνευτή του οργάνου. Για να πραγματοποιηθεί η μέτρηση, τα κλιπς τοποθετούνταν με κλειστή την υποδοχή για 30 min στα φύλλα ώστε να είναι στο σκοτάδι η συγκεκριμένη περιοχή του φύλλου. Αμέσως μετά τα 30 min άνοιγε η υποδοχή του κλιπ και τοποθετούνταν αμέσως ο ειδικός ανιχνευτής του οργάνου, γινόταν έκθεση της σκοτεινής περιοχής σε κορεσμένο φως διέγερσης στα 660 nm, μετριόταν ο φθορισμός χλωροφύλλης σε μήκος κύματος >700 nm και καταγράφονταν οι παράμετροι F_0 , F_m και F_v/F_m .

Η μέτρηση φθορισμού χλωροφύλλης βασίζεται στο γεγονός ότι το φως που απορροφάται από τα μόρια χλωροφύλλης ενός φύλλου μπορεί να αξιοποιηθεί για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, ενώ η πλεονάζουσα ενέργεια μπορεί είτε να χαθεί ως θερμότητα είτε να επανεκπεμφθεί ως φθορίζον φως – φθορισμός χλωροφύλλης. Οι τρεις αυτές διαδικασίες βρίσκονται σε ανταγωνισμό και η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της μιας μπορεί να μειώσει την ένταση των άλλων. Το φάσμα φθορισμού είναι διαφορετικό από αυτό της απορρόφησης του φωτός και το μέγιστο της εκπομπής φθορισμού είναι σε μακρύτερα μήκη κύματος από αυτό της απορρόφησης. Ο φθορισμός μπορεί να ποσοτικοποιηθεί εκθέτοντας το φύλλο σε φως συγκεκριμένου μήκους κύματος και μετρώντας το φως που επανεκπέμπεται σε μακρύτερα μήκη κύματος.

Όταν ένα φύλλο μεταφέρεται από το φως στο σκοτάδι, τα κέντρα αντίδρασης του φωτοσυστήματος PSII κλείνουν σταδιακά. Όταν το φύλλο εκτεθεί απότομα στο φως τα κέντρα αντίδρασης δεν είναι έτοιμα να λειτουργήσουν αποδοτικά με αποτέλεσμα την αύξηση του φθορισμού χλωροφύλλης. Πιο συγκεκριμένα, μετά την απότομη έκθεση στο φως η απόδοση του φθορισμού φτάνει σε μία τιμή αντίστοιχη του να μην υπήρχε καμία φωτοχημική αντίδραση. Η τιμή αυτή είναι η F_m , ο μέγιστος φθορισμός. Συγκρίνοντας την τιμή αυτή με την τιμή του φθορισμού σε συνθήκες σταθερού φωτισμού (F_t) και με το φθορισμό απουσία φωτός (F_0), παίρνουμε πληροφορίες για την απόδοση του φωτοσυστήματος PSII. Ο λόγος $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$ μας δίνει τη μέγιστη απόδοση του φωτοσυστήματος PSII και χρησιμοποιείται ως δείκτης

ευαισθησίας της φωτοσυνθετικής απόδοσης του φυτού. Οι άριστες τιμές του δείκτη Fv/Fm είναι περίπου 0,83 για τα περισσότερα φυτά και χαμηλότερες τιμές υποδεικνύουν ότι το φυτό έχει εκτεθεί σε κάποια καταπόνηση (Maxwell and Johnson 2000).

Μετρήσεις υδατικού δυναμικού βλαστού το μεσημέρι

Οι μετρήσεις υδατικού δυναμικού βλαστού το μεσημέρι (ΥΔΒ) γίνονταν με το φορητό όργανο μέτρησης του υδατικού δυναμικού βλαστού, (Plant Moisture Measurements, Skye Instruments Ltd, Wells, Powys, UK). Το όργανο διαθέτει θάλαμο πίεσης (pressure bomb) και συνδέεται με μία φιάλη που περιέχει φυσικό αέρα σε πίεση. Για τη μέτρηση αυτή γινόταν μία προετοιμασία των προς μέτρηση φύλλων από τον αγρό που επιτρέπει να εξισωθεί το υδατικό δυναμικό του φύλλου με αυτό του βλαστού. Πιο συγκεκριμένα η μέτρηση αυτή γινόταν στις 12:00 με 14:00 σε έξι φύλλα ανά μεταχείριση. Η προετοιμασία που γινόταν αφορούσε την επιλογή αναπτυγμένων φύλλων κοντά σε κεντρικό βλαστό του δένδρου τα οποία καλύπτονταν με αλουμινοχαρτο για πλήρη σκίαση και παρέμεναν σε πλήρη σκίαση για δύο ώρες. Στη συνέχεια αποκόπτονταν τα φύλλα από το δένδρο και τοποθετούνταν σε πλαστικά σακουλάκια για να αποφευχθεί όποια απώλεια νερού. Ακολουθούσε μέτρηση του ΥΔΒ με τη χρήση του οργάνου. Σε κάθε φύλλο, πριν τη μέτρηση, κοβόταν ελάχιστα ο μίσχος και στη συνέχεια το φύλλο εισερχόταν στο θάλαμο πίεσης, ενώ μόνο ο μίσχος παρέμενε εκτός. Στη συνέχεια γινόταν εισαγωγή αέρα στο θάλαμο, με τη βοήθεια της φιάλης, με ταυτόχρονη παρακολούθηση του μίσχου του φύλλου με τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού. Μόλις γινόταν διακριτή μία σταγόνα νερού στο μίσχο σταματούσε η εισαγωγή αέρα και καταγραφόταν η πίεση που αναπτύχθηκε στο θάλαμο πίεσης εκφρασμένη σε kPa.

Οι μετρήσεις των φυσιολογικών παραμέτρων και του φθορισμού της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν κατά τα έτη 2009, 2010 και 2011, ενώ η μέτρηση ΥΔΒ κατά τα έτη 2009 και 2010.

2.2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο

Μετά τις πιο πάνω μετρήσεις, έξι επαναλήψεις φύλλων (έξι φύλλα ανά επανάληψη) ανά μεταχείριση συλλέχθηκαν από το μέσο των βλαστών περιμετρικά της κόμης του κάθε δένδρου, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας. Ακολούθησαν οι εξής μετρήσεις:

Μέτρηση των υπολειμμάτων καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων

Με τη βοήθεια μιας μικρής βούρτσας γινόταν λήψη της κόνεως καολίνη από την επιφάνεια των φύλλων και ζύγισμα με ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών (OHAUS® GA200D, Parsippany, NJ, USA).

Χαρακτηριστικά φύλλου

Μετά την απομάκρυνση των υπολειμμάτων καολίνη από τα ανωτέρω φύλλα, γινόταν πλύσιμο των φύλλων με απιονισμένο νερό και απομάκρυνση του νερού. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της περιεκτικότητας σε νερό (%) του φύλλου (ΠΕΡΝΕ), του ειδικού βάρους φύλλου (ΕΙΔΒΑΡ), της πυκνότητας του φύλλου (ΠΥΚΝ), του χυμώδους του φύλλου (ΧΥΜ) και της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη.

Για τη μέτρηση της ΠΕΡΝΕ του φύλλου, από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης λαμβάνονταν έξι δίσκοι ελάσματος φύλλου με διακορευτή διαμέτρου 9 mm, ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών, και λαμβάνονταν το νωπό τους βάρος (ΝΒ), στη συνέχεια ξηραίνονταν σε φούρνο στους 80 °C μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Οι ξηροί δίσκοι ζυγίζονταν και λαμβανόταν το ξηρό βάρος (ΞΒ). Έπειτα γινόταν υπολογισμός της ΠΕΡΝΕ του φύλλου με τον τύπο $ΠΕΡΝΕ = [(ΝΒ - ΞΒ)/(ΝΒ)] \times 100$ και εκφράστηκε σε %. Το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου υπολογίστηκε από τον τύπο $ΕΙΔΒΑΡ = (\XiΒ)/(επιφάνεια\ 6\ δίσκων)$ και εκφράστηκε σε $g\ m^{-2}$. Η ΠΥΚΝ του φύλλου υπολογίστηκε από τον τύπο $ΠΥΚΝ = (\XiΒ)/(ΝΒ)$ και εκφράστηκε σε $g\ kg^{-1}$. Το ΧΥΜ του φύλλου υπολογίστηκε από τον τύπο $ΧΥΜ = (ΝΒ - \XiΒ)/(επιφάνεια\ 6\ δίσκων)$ και εκφράστηκε σε $mg\ cm^{-2}$.

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης εφαρμόστηκε η αναλυτική μέθοδος που περιγράφεται από τους Wintermans and Mots (1965). Από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης αφαιρέθηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως ανωτέρω, έξι μισοί δίσκοι ελάσματος φύλλου διαμέτρου 9 mm, ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε screw top δοκιμαστικό που περιείχε 15 mL αιθανόλης 95 %. Στη συνέχεια διατηρήθηκαν για μία ώρα στους 80 °C μέχρι τα ελάσματα να αποχρωματιστούν πλήρως. Μετά τον αποχρωματισμό οι σωλήνες παρέμειναν σε σκοτεινό χώρο για να ψυχθούν. Έπειτα ανακινήθηκαν σε vortex για καλύτερη ομοιομορφία και μετρήθηκε η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο (Milton Roy Spectronic 301, Ivyland, USA) στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας. Ακολούθησε ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη α (χλωρ. α) και β (χλωρ. β) σε $\mu g\ mL^{-1}$ αιθανόλης

και σε mg m^{-2} φύλλου, σε ολική χλωροφύλλη (ολ. χλωρ.) και του λόγου της χλωροφύλλης α προς τη χλωροφύλλη β (χλωρ. α/χλωρ. β).

Μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας

Με το πέρας των πιο πάνω μετρήσεων ακολούθησε μέτρηση της επιφάνειας των φύλλων με τη βοήθεια H/Y και του προγράμματος DT SCAN, αφού πρώτα τα φύλλα σκανάρωνταν. Η μέτρηση αυτή σε συνδυασμό με το βάρος των υπολειμμάτων καολίνη στα φύλλα, οδήγησε στον υπολογισμό του βάρους της κόνεως ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και εκφράστηκε σε g m^{-2} .

Όλες οι ανωτέρω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και τα τρία έτη μετρήσεων 2009, 2010, 2011.

2.2.4 Μετρήσεις ποιότητας καρπών

Οι μετρήσεις ποιότητας καρπών πραγματοποιήθηκαν και τα τρία έτη μετρήσεων 2009, 2010, 2011. Και στα τρία έτη μετρήσεων πραγματοποιήθηκαν δύο συγκομιδές καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση. Στην πρώτη συγκομιδή συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος πάνω από 1,8 m στην κόμη και στη δεύτερη συγκομιδή συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος κάτω από 1,8 m στην κόμη. Οι επαναληπτικές εφαρμογές καολίνη μέχρι τη συγκομιδή των καρπών κατέληξαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με το λευκό επίχρισμα του καολίνη.

Στα τρία έτη μετρήσεων, η ποιότητα των καρπών αξιολογήθηκε κάθε φορά την ημέρα της συγκομιδής. Για τη μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν πέντε επαναλήψεις των πέντε καρπών για κάθε μεταχείριση. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

Βάρος καρπού

Το βάρος των καρπών προσδιορίστηκε με ζύγιση στην ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με 2 δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany).

Διαστάσεις καρπού

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

Χρώμα φλοιού

Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού των καρπών έγινε αρχικά παρουσία κόνεων. Ακολούθησε αφαίρεση των υπολειμμάτων καολίνη και του χνουδιού των καρπών ή μόνο του χνουδιού στους καρπούς του μάρτυρα, πλύσιμο και επαναλήφθηκε η μέτρηση χρώματος με το χρωματόμετρο Hunter LAB (Hunter Associates Laboratory, Inc., Model Miniscan XE plus 4500L, Shrewsbury, UK). Η μέτρηση του χρώματος έγινε σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L*, a*, b*). Πραγματοποιήθηκαν και στις δύο περιπτώσεις δύο μετρήσεις στον ισημερινό του κάθε καρπού (στα δύο αντιδιαμετρικά μάγουλα) του δείκτη φωτεινότητας L* και των παραμέτρων a* και b* και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Ακολούθησε υπολογισμός των παραμέτρων καθαρότητας C* (Chroma) και απόχρωσης Hue.

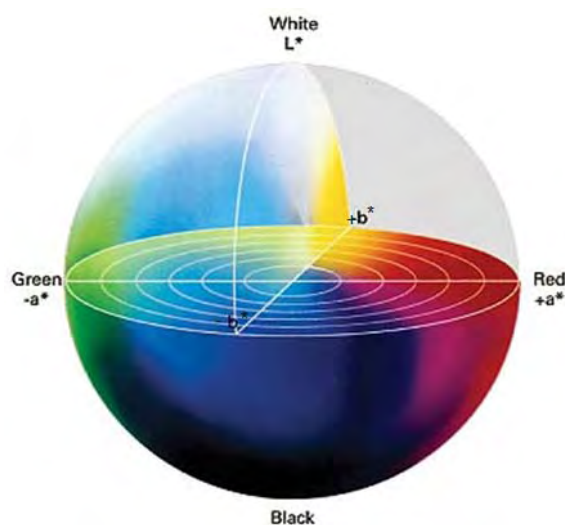
Πριν από κάθε μέτρηση γινόταν βαθμονόμηση του οργάνου με τη χρήση άσπρης και μαύρης πλάκας. Οι παράμετροι χρώματος L*, a* και b* τοποθετούν το χρώμα σε ένα τρισδιάστατο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων, όπου το L* είναι κάθετο στο επίπεδο που σχηματίζουν τα a* και b*. Η παράμετρος φωτεινότητας L* κυμαίνεται από μαύρο L*=0 έως λευκό L*=100. Το a* τοποθετείται στον οριζόντιο άξονα και το b* στον κατακόρυφο. Το χρώμα στο σημείο a*=0, b*=0 είναι άχρωμο (γκρι). Στον οριζόντιο άξονα, a*>0 δείχνει κόκκινη-μωβ απόχρωση και a*<0 μπλε-πράσινη απόχρωση. Στον κατακόρυφο άξονα, b*>0 δείχνει κίτρινη απόχρωση και b*<0 δείχνει μπλε απόχρωση (Εικ. 2.1). Σε συνδυασμό οι παράμετροι C* και Hue δίνουν το ακριβές, πραγματικό χρώμα στους έγχρωμους καρπούς. Ο υπολογισμός των παραμέτρων αυτών γίνεται από τις παρακάτω εξισώσεις

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$\text{Hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Το C* είναι μία παράμετρος ανάλογη με την ένταση του χρώματος από το γκρι μέχρι το έγχρωμο. Όσο πιο μεγάλο είναι το C*, τόσο πιο καθαρό χρώμα έχει ο καρπός.

Η γωνία Hue εκφράζει την απόχρωση (Hue=0° εκφράζει το κόκκινο-μωβ, Hue=90° εκφράζει το κίτρινο, Hue=180° το μπλε-πράσινο και Hue=270° το μπλε) (McGuire 1992).



Εικόνα 2.1 Ο τρισδιάστατος ομοιόμορφος χρωματικός χώρος CIELAB

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Η μέτρηση της σκληρότητας σάρκας του καρπού πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό πενετρόμετρο Turoni (53205 Digital Fruit Pressure Tester, Forli, Italy) μετά από αφαίρεση του φλοιού και στις δύο πλευρές του καρπού. Για τα ροδάκινα χρησιμοποιήθηκε έμβολο διαμέτρου 9 mm. Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν από το όργανο αντιστοιχούσαν σε KgF, οι οποίες στη συνέχεια μετατράπηκαν σε N (Newton) πολλαπλασιάζοντας επί 9,81.

Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)

Λήφθηκαν δύο αντιδιαμετρικά τμήματα περικαρπίου (σάρκα και φλοιός), από τον ποδίσκο ως τη βάση του καρπού, από κάθε καρπό της επανάληψης και μετά τη χυμοποίησή τους μετρήθηκε ανά επανάληψη η περιεκτικότητα των διαλυτών στερεών συστατικών, ΔΣΣ (%) με επιτραπέζιο ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο ATAGO (Pocket Refractometer Pal-1, Tokyo, Japan).

pH του χυμού

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε στον πιο πάνω χυμό με πεχάμετρο Hanna Instruments (HI 9024 pH meter, Woonsocket, RI, USA).

Οξύτητα χυμού

Η οξύτητα του χυμού μετρήθηκε με τιτλοδότηση αραιωμένου χυμού (1:10) με 0,1 N NaOH μέχρι pH=8,2 και εκφράστηκε, με χρήση κατάλληλου συντελεστή, σε ποσοστό (%) περιεκτικότητας μηλικού οξέος.

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών στο χυμό των ροδάκινων πραγματοποιήθηκε με κάποιες μετατροπές της μεθόδου που περιγράφηκε αρχικά από τους Swain and Hillis (1959) και στηρίζεται στο γεγονός ότι τα ολικά φαινολικά, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες ανάλυσης, αντιδρούν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu και σχηματίζουν ένα έγχρωμο (κυανό) σύμπλοκο με μέγιστο απορρόφησης στα 760 nm. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών έγινε σε 2 mL χυμού ροδάκινων (όπως αναφέρθηκε πιο πάνω) αραιωμένο με νερό (1:10). Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν τα 2 mL του αραιωμένου χυμού, 2 mL απιονισμένου νερού και 10 mL από αραιωμένο με νερό (1:10) διάλυμα Folin-Ciocalteu συγκέντρωσης 2 N. Ακολούθησε ανακίνηση με Vortex για μερικά δευτερόλεπτα. Μετά από 30 δευτερόλεπτα έως 8 λεπτά προστέθηκαν 8 mL διαλύματος 1 N Na₂CO₃, έγινε ανακίνηση με το Vortex και τα δείγματα παρέμειναν για μία ώρα στους 30 °C στο σκοτάδι. Στη συνέχεια, τα δείγματα τοποθετήθηκαν στους 5 °C για 5 περίπου λεπτά και, μετά την ψύξη, παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 5-10 λεπτά. Ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης φωτός στα 760 nm σε φασματοφωτόμετρο Milton Roy (μοντέλο Spectronic 301, Ivyland, PA, USA). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν σε mg γαλλικού οξέος / 100 mL χυμού. Η πρότυπη καμπύλη αναφοράς έγινε με μέτρηση της απορρόφησης διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης γαλλικού οξέος που προέκυψαν από αραιώσεις πυκνού διαλύματος γαλλικού οξέος (5 mg mL⁻¹).

Περιεκτικότητα σε νερό, ΠΕΡΝΕ (%)

Για τη μέτρηση της περιεκτικότητας του περικαρπίου σε νερό (%), ζυγίστηκε το νωπό βάρος πέντε τεμαχίων καρπών, από τον ποδίσκο ως τη βάση, με σάρκα και φλοιό από τους πέντε καρπούς της κάθε επανάληψης. Έπειτα τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 80 °C και, αφού αποξηράνθηκαν, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η περιεκτικότητα του καρπού σε νερό %.

2.2.5 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς

Η μέτρηση των ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς ροδακινιάς πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Παράρτημα Χανίων, στο Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Σταυρουλάκη Γεώργιου και με τη βοήθεια της Εργαστηριακής Συνεργάτιδας και Υποψήφιας Διδάκτορος του Πολυτεχνείου Κρήτης, Παπαφιλίππáκη Ανδρονίκης.

Οι μετρήσεις των ανόργανων συστατικών στα φύλλα και τους καρπούς πραγματοποιήθηκαν τα έτη 2009 και 2010. Για τη μέτρηση των ανόργανων συστατικών στα φύλλα ροδακινιάς το 2009 πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες, η πρώτη στις 28/7/2009 και η δεύτερη στις 9/9/2009. Το 2010 πραγματοποιήθηκαν επίσης δύο δειγματοληψίες φύλλων, η πρώτη στις 5/8/2010 και η δεύτερη στις 10/9/2010. Σε κάθε δειγματοληψία γινόταν συλλογή 40 φύλλων ανά δένδρο, συνολικά 160 φύλλων, ανά επανάληψη με τρεις επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Τα φύλλα που επιλέχθηκαν ήταν υγιή και καλά αναπτυγμένα και συλλέχθηκαν από το μέσο των βλαστών περιμετρικά της κόμης, τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δενδροκομίας. Από αυτά τα μισά φύλλα παρέμειναν με καολίνη (άπλυτα) και τα μισά πλύθηκαν με νερό βρύσης και κατόπιν με απιονισμένο νερό με σκοπό την απομάκρυνση του καολίνη (πλυμένα).

Συνοψίζοντας, οι μετρήσεις ανόργανων συστατικών στα φύλλα πραγματοποιήθηκαν σε τρεις επαναλήψεις ανά μεταχείριση για δύο ημερομηνίες τόσο για τα άπλυτα φύλλα (με την ποσότητα της κόνεως στην επιφάνειά τους) όσο και για τα πλυμένα φύλλα και στα δύο έτη μετρήσεων.

Στους καρπούς ροδακινιάς, οι μετρήσεις των ανόργανων συστατικών πραγματοποιήθηκαν σε εμπορικά ώριμους καρπούς μετά τη συγκομιδή σε τρεις επαναλήψεις των 10 καρπών ανά μεταχείριση για τις δύο ημερομηνίες συγκομιδής και στα δύο έτη μετρήσεων. Από κάθε καρπό λαμβανόταν αντιδιαμετρικά δύο αντιπροσωπευτικά τεμάχια από κάθε καρπό με σάρκα και φλοιό.

Σε όλα τα παραπάνω φυτικά δείγματα ο προσδιορισμός των ανόργανων συστατικών έγινε με τη μέθοδο της ξηρής καύσης (Jones and Case 1990).

Για τη μέτρηση των ανόργανων συστατικών σε φυτικούς ιστούς (φύλλα και καρπούς), τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 80 °C μέχρι την ξήρανσή τους. Στη συνέχεια ακολούθησε άλεση με μύλο μέχρι να γίνουν λεπτή σκόνη. Έπειτα

ζυγίστηκαν 2 g από κάθε δείγμα και τοποθετήθηκαν σε πυραντήριο στους 480 °C για 4 h μέχρι να γίνουν τέφρα. Η χώνευση της τέφρας για τη μέτρηση των ανόργανων στοιχείων πραγματοποιήθηκε σε μία πορσελάνινη κάψα τύπου HCT 126/80 DIN, προσθέτοντας 5 mL πυκνού >69% HNO₃ [Fluka Analytical, Nitric acid >69%, Trace select for trace analysis (M.B. 63,01) 84385 500 mL]. Το περιεχόμενο της κάψας μετά από διήθηση, με ένα φίλτρο τύπου Whatman N° 40, Ø 110 mm λαμβανόταν σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL και γινόταν προσθήκη υπερκάθαρου νερού μέχρι τον τελικό όγκο των 25 mL. Το διάλυμα που προέκυψε για κάθε δείγμα τοποθετήθηκε σε πλαστικό μπουκάλι και χρησιμοποιήθηκε για όλες τις μετρήσεις των ανόργανων στοιχείων. Τα στοιχεία που μετρήθηκαν είναι: P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni, Pb, Cd, Cr, Co.

Οι μετρήσεις K, Ca και Na πραγματοποιήθηκαν με φλογοφωτόμετρο (Flame Photometer 410 Sherwood, UK). Έγινε παρασκευή των πρότυπων διαλυμάτων K, Ca, Na για τη βαθμονόμηση του οργάνου από τα stock διαλύματα K, Ca και Na συγκέντρωσης 1000 ppm, Flame Photometer Standard Sherwood. Από την πρότυπη καμπύλη βαθμονόμησης και τις αραιώσεις, όπου απαιτήθηκαν, έγινε προσδιορισμός της περιεκτικότητας των φυτικών δειγμάτων σε K, Ca και Na. Το K και το Ca εκφράστηκαν σε (%) ξηρού βάρους, ενώ το Na σε mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Η μέτρηση P έγινε με φασματοφωτόμετρο Milton Roy (μοντέλο Spectronic 301, Ivyland, PA, USA) με το διάλυμα Vanadium Molybdate στα 470 nm. Παρασκευάστηκε πρότυπο διάλυμα P συγκέντρωσης 1000 ppm από (NH₄)₂HPO₄. Έπειτα έγινε παρασκευή των πρότυπων διαλυμάτων για την κατασκευή της καμπύλης βαθμονόμησης του φασματοφωτόμετρου. Με βάση την καμπύλη υπολογίστηκε η συγκέντρωση των φυτικών δειγμάτων σε P και εκφράστηκε σε % ξηρού βάρους.

Οι μετρήσεις των υπόλοιπων μετάλλων Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Cr και Co, πραγματοποιήθηκαν με την ατομική απορρόφηση (Atomic Absorption Spectrometer, AAnalyst 700, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA). Για κάθε μέταλλο που μετρήθηκε έγινε παρασκευή των πρότυπων διαλυμάτων και κατασκευάστηκαν οι καμπύλες βαθμονόμησης του οργάνου. Τα stock διαλύματα ήταν της Fluka σε νιτρικό οξύ. Ανάλογα με το μετρούμενο μέταλλο πραγματοποιήθηκαν αραιώσεις στα πυκνά διαλύματα των δειγμάτων. Η τελική περιεκτικότητα των φυτικών δειγμάτων σε Mg εκφράστηκε σε % ξηρό βάρος και των υπόλοιπων Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Cr και Co εκφράστηκε σε mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

2.2.6 Μέτρηση ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στον καολίνη

Η μέτρηση των ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στον καολίνη πραγματοποιήθηκε στο ίδιο εργαστήριο, όπως περιγράφηκε στο υποκεφάλαιο 2.2.5.

Η μέτρηση των ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στον καολίνη έγινε σε τρεις επαναλήψεις. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε είναι αυτή της υγρής καύσης με βασιλικό ύδωρ (Papaflippaki and Stavroulakis 2009). Ζυγίστηκε 1 g καολίνη, τοποθετήθηκε σε κωνική φιάλη των 250 mL και προστέθηκαν 15 mL βασιλικού ύδατος. Το βασιλικό ύδωρ (aqua regia) αποτελείται από πυκνό HCl και πυκνό HNO₃ σε αναλογία 3:1 και χρησιμοποιήθηκαν 150 mL HCl και 50 mL HNO₃. Ακολούθησε ήπιος βρασμός στους 140 °C για 16 h στη συσκευή Gerhardt. Ακολούθησε διήθηση με φίλτρο τύπου Whatman N° 40, Ø 110 mm και λήψη του εκχυλίσματος σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL προσθέτοντας υπερκάθαρο νερό ως τη χαραγή. Τα διαλύματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικά μπουκάλια και η μέτρηση των μετάλλων έγινε όπως και στους φυτικούς ιστούς (δες υποκεφάλαιο 2.2.5).

2.2.7 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη και στο φύλλο

Η μέτρηση της προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) στο φύλλο και στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς έγινε μόνο το καλοκαίρι του 2011, στις 11 Αυγούστου κατά το χρονικό διάστημα 10:00 με 12:00. Η μέτρηση της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης ΦΕΑ στο φύλλο και στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς έγινε με το φορητό όργανο Quantum Meter (Model LQS-QM, Spectrum Technologies Inc, Plainfield, IL, USA) και εκφράστηκε σε $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Το όργανο διαθέτει ράβδο μήκους 50 cm με τρεις αισθητήρες που ισαπέχουν. Η μέτρηση της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης UV στο φύλλο και στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς έγινε με το όργανο UV Meter (Model UVM, Spectrum Technologies Inc) που μετρά τα μήκη κύματος 250 nm - 400 nm και εκφράστηκε σε $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Η μέτρηση της ακτινοβολίας στην κόμη έγινε σε κάθε δένδρο της κάθε μεταχείρισης και η μέτρηση της ακτινοβολίας στο φύλλο έγινε σε δύο φύλλα ανά δένδρο της κάθε μεταχείρισης.

2.2.8 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη

Η μέτρηση της διαθέσιμης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας έγινε σε συνεργασία με το Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, του Τμήματος

Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή κ. Κατσούλα Νικόλαου.

Η στιβάδα των υπολειμμάτων καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων δεν επιτρέπει όλο το ποσοστό της προσπίπτουσας ΦΕΑ να είναι διαθέσιμο στην επιφάνεια των φύλλων που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη. Για να μετρηθεί η διερχόμενη και τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα, κάτω από τη στιβάδα των υπολειμμάτων, κατασκευάστηκε αρχικά ένα ξύλινο πλαίσιο διαστάσεων 40 cm × 40 cm. Η μέτρηση της ΦΕΑ και UV έγινε με τα ίδια φορητά όργανα όπως στο υποκεφάλαιο 2.2.7. Στο πλαίσιο τοποθετούνταν πλαστικά film, στα οποία γινόταν εφαρμογή καολίνη σε διάφορες ποσότητες, αλλά και πλαστικά film χωρίς καολίνη που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Αρχικά γινόταν μέτρηση των ΦΕΑ και UV που διαπερνούσαν το πλαστικό film - μάρτυρα και αμέσως μετά γινόταν μέτρηση της ακτινοβολίας που διαπερνούσε το με διαφορετική ποσότητα κάθε φορά καολίνη, film. Οι διάφορες ποσότητες καολίνη που χρησιμοποιήθηκαν για την κάλυψη των film, προσομοιώνουν τη συσσώρευση του καολίνη στη φυτική επιφάνεια με την επαναληπτική εφαρμογή του στα δένδρα. Μετά τις μετρήσεις της ακτινοβολίας, από το κάθε film λαμβάνονταν τέσσερις καλυμμένοι με καολίνη δίσκοι διαμέτρου 10 cm, γινόταν λήψη των υπολειμμάτων καολίνη με μια μικρή βούρτσα και ζύγισμα της, για ποσοτικοποίηση του καολίνη. Οι ανωτέρω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μόνο κατά το χρονικό διάστημα 20-27 Αυγούστου 2010. Στη συνέχεια έγινε συσχέτιση του ποσοστού μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας λόγω του καολίνη με την ποσότητα του καολίνη κάθε φορά. Η εξίσωση συσχέτισης, $y = 0,0326 x + 0,0545$, $R^2 = 0,98$, για τον καολίνη χρησιμοποιήθηκε και τα τρία έτη μετρήσεων για να υπολογιστεί η μείωση της προσπίπτουσας ΦΕΑ στο φύλλο, όπως μετρήθηκε στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης και η τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ ανάλογα με την ποσότητα καολίνη που υπήρχε κάθε φορά στα φύλλα.

2.2.9 Θερμοκρασία φύλλου και καρπού

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας φύλλου, επιλέχθηκαν δύο πλήρως φωτιζόμενα φύλλα ανά μεταχείριση στην κάτω επιφάνεια των οποίων και στο κεντρικό νεύρο, τοποθετήθηκαν θερμοζεύγη ως αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας (Skye Instruments, Powys, UK). Οι μετρήσεις θερμοκρασίας φύλλου (Θφ)

πραγματοποιήθηκαν κατά τις ημερομηνίες 13-25 Ιουλίου 2010 και 1-10 Σεπτεμβρίου 2011.

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας καρπού (Θκ) επιλέχθηκαν δύο πλήρως φωτιζόμενοι καρποί ανά μεταχείριση και οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν σε βάθος 3 mm από την επιφάνεια των καρπών.

Οι αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας συνδέθηκαν με καταγραφικό όργανο Data logger, DL 2e (Delta-T Devices, Cambridge, England). Οι μετρήσεις θερμοκρασίας καρπού πραγματοποιήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα 6-14 Ιουλίου 2011.

2.2.10 Μετεωρολογικός σταθμός Βελεστίνου

Για τα δεδομένα της ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκε ο κατάλληλα εξοπλισμένος μετεωρολογικός σταθμός που είναι εγκατεστημένος στο Αγρόκτημα Βελεστίνου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας από το Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος (με χρηματοδότηση από το ΚΕΤΕΑΘ). Τα δεδομένα καταγράφονται ηλεκτρονικά και μεταφέρονται στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, στο Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος με τη βοήθεια modem. Από τα στοιχεία θερμοκρασίας και υγρασίας υπολογίστηκε το έλλειμμα κορεσμού νερού του αέρα (VPD) σε kPa.

2.2.11 Στατιστική επεξεργασία

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με Ανάλυση της Παραλλακτικότητας με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS (SPSS 20.0, Chicago, USA). Ως παράγοντες χρησιμοποιήθηκαν η μεταχείριση και ο χρόνος. Στην περίπτωση της μέτρησης των ανόργανων συστατικών στα φύλλα και της μέτρησης του χρώματος των καρπών ως παράγοντας περιλαμβάνεται και το πλύσιμο των φύλλων ή των καρπών. Υπολογίστηκε και παρουσιάζεται σε κάθε πίνακα η Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για επίπεδο 5% ($E\Delta_{0,05}$) της αλληλεπίδρασης των παραγόντων που περιλαμβάνονται σε αυτόν. Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων των ανόργανων συστατικών στα φύλλα παρουσιάζονται δύο $E\Delta_{0,05}$, μία για τον παράγοντα πλύσιμο των φύλλων και μία για την αλληλεπίδραση των παραγόντων ημερομηνία και μεταχείριση και αφορά μόνο τα

πλυμένα φύλλα των μεταχειρίσεων. Τέλος, στις μετρήσεις φωτός παρουσιάζεται η τυπική απόκλιση.

Οι συσχετίσεις των παραμέτρων των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων πραγματοποιήθηκαν με το συντελεστή Pearson (r , για $p < 0,05$ ή $p < 0,01$ ή $p < 0,001$) με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS (SPSS 20.0, Chicago, USA). Στις μετρήσεις προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας και θερμοκρασίας φύλλου και καρπού παρουσιάζονται μόνο οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις και ο υπολογισμός έγινε με το Excel 2007. Τέλος, η συσχέτιση της ποσότητας καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων με το ποσοστό μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ έγινε με το Excel 2007.

2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2009 στο Βελεστίνο

Κατά την πειραματική περίοδο του 2009, οι βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν ήταν: το Μάιο 13,2 mm βροχής, τον Ιούνιο 34,5 mm, τον Ιούλιο 16,1 mm, τον Αύγουστο 11,5 mm και το Σεπτέμβριο 102,1 mm.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται η θερμοκρασία αέρα, η σχετική υγρασία του αέρα και το VPD κατά τις ώρες 9:00-13:00, που γίνονταν οι μετρήσεις των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Πίνακας 2.1. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα και VPD τις ώρες 9:00-13:00 κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Θερμοκρ. αέρα (°C)	Σχ. υγρασία (%)	VPD (kPa)
23/5/2009	20,8	66,5	0,84
20/6/2009	27,1	37,2	2,29
12/7/2009	24,3	50,9	1,51
29/7/2009	26,5	52,7	1,64
11/8/2009	26,5	53,0	1,66
3/9/2009	25,3	57,4	1,43
29/9/2009	17,8	71,2	0,64

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου του 2009 η εξωτερική θερμοκρασία αέρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, παρέμεινε αυξημένη ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου, με το πέρας του καλοκαιριού, μειώθηκε σημαντικά. Επιπλέον η σχετική υγρασία είχε τη χαμηλότερη

τιμή στα μέσα Ιουνίου και τις υψηλότερες τιμές στα τέλη Μαΐου και στα τέλη Σεπτεμβρίου. Το VPD είχε την υψηλότερη τιμή στα μέσα Ιουνίου και τις χαμηλότερες στα τέλη Μαΐου και στα τέλη Σεπτεμβρίου.

2.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2010 στο Βελεστίνο

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010, συνέβησαν λίγες βροχοπτώσεις και πιο συγκεκριμένα το Μάιο έπεσαν συνολικά 42 mm βροχής, τον Ιούνιο 8,7 mm, τον Ιούλιο 6,7 mm, τον Αύγουστο δεν παρατηρήθηκαν καθόλου βροχοπτώσεις και το Σεπτέμβριο 42 mm βροχής.

Πίνακας 2.2. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα και VPD τις ώρες 9:00-13:00 κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Θερμοκρ. αέρα (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	VPD (kPa)
4/5/2010	21,3	54,4	1,37
8/6/2010	25,6	44,7	1,87
24/6/1010	23,0	41,4	1,65
14/7/2010	30,1	48,2	2,04
9/9/2010	25,8	57,8	1,48
30/9/2010	19,9	59,5	0,96

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 2.2, το 2010 είχαμε παρόμοια μεταβολή των κλιματικών παραμέτρων όπως και το 2009, αλλά η υψηλότερη θερμοκρασία και το υψηλότερο VPD παρατηρήθηκε στα μέσα Ιουλίου και οι χαμηλότερές τους τιμές στα τέλη Σεπτεμβρίου.

2.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2011 στο Βελεστίνο

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 οι βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν ήταν: το Μάιο 26,8 mm βροχής, τον Ιούνιο 32,2 mm, τον Ιούλιο δεν παρατηρήθηκαν καθόλου βροχοπτώσεις, τον Αύγουστο 44,8 mm και το Σεπτέμβριο 20,9 mm.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 2.3, κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η θερμοκρασία παρέμεινε αυξημένη από τα τέλη Ιουνίου ως τα τέλη Αυγούστου και στη συνέχεια μειώθηκε φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου. Η σχετική υγρασία αέρα αυξήθηκε στις αρχές Αυγούστου λόγω των βροχοπτώσεων που

συνέβησαν και έφτασε τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου. Το VPD ήταν αυξημένο από τα τέλη Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου με τη μέγιστη τιμή στα μέσα Ιουλίου, ενώ η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου .

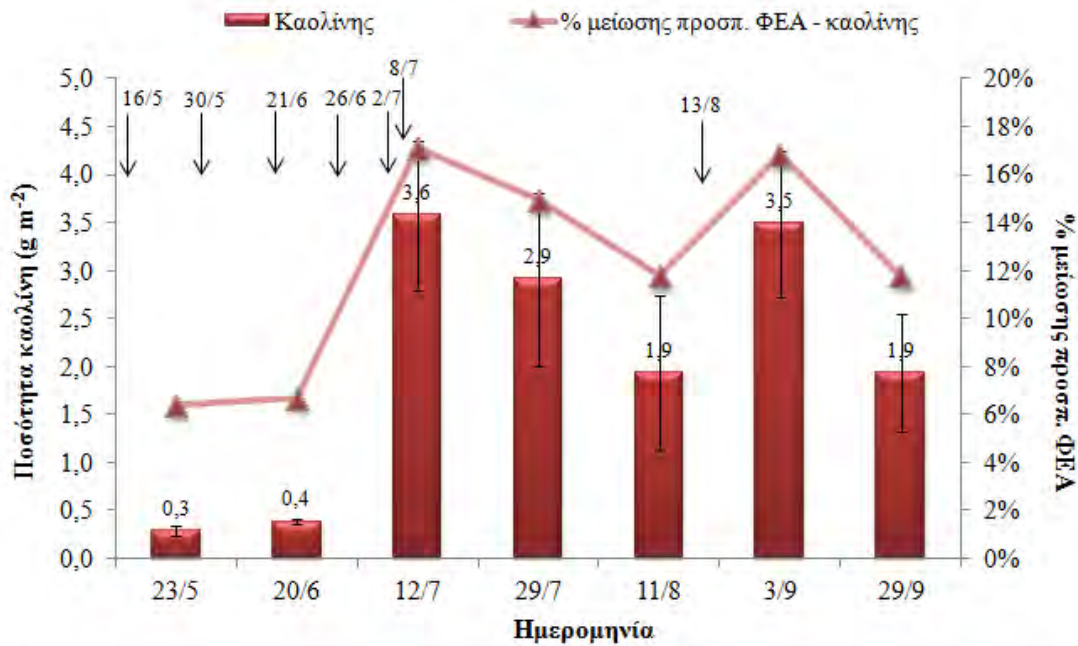
Πίνακας 2.3. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα, VPD και ΦΕΑ τις ώρες 9:00-13:00 κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Εξωτ. θερμοκρ. αέρα (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	VPD (kPa)
22/6/2011	27,5	45,9	1,99
15/7/2011	29,7	47,9	2,24
9/8/2011	29,4	54,1	1,95
26/8/2011	27,9	56,4	1,68
24/9/2011	21,0	68,2	0,85

2.3.4 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η πρώτη εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στα μέσα Μαΐου πριν την έναρξη των μετρήσεων και η τελευταία στα μέσα Αυγούστου, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές καολίνη. Έως τα τέλη Ιουνίου η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα λόγω βροχοπτώσεων και των μόλις δύο εφαρμογών. Στη συνέχεια η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων αυξήθηκε και παρέμεινε αυξημένη έως τα μέσα Αυγούστου λόγω των επαναληπτικών εφαρμογών καολίνη έως τότε. Το Σεπτέμβριο λόγω σημαντικών βροχοπτώσεων, αρκετή ποσότητα καολίνη ξεπλύθηκε αλλά και αρκετή παρέμεινε στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς.

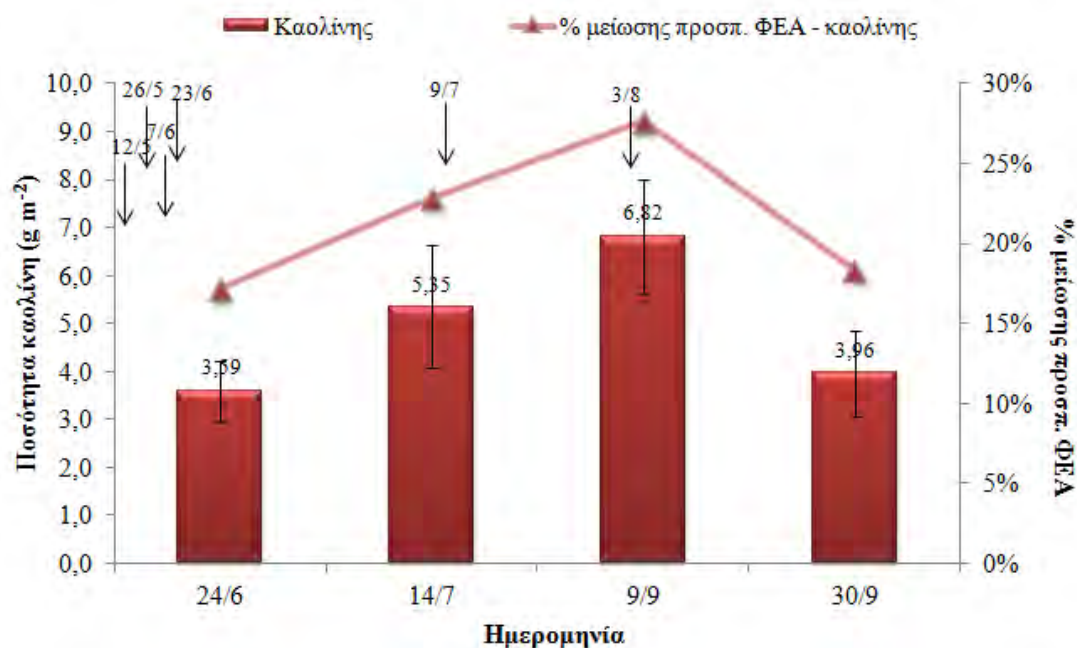
Κατά το καλοκαίρι του 2009 η ποσότητα του καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων κυμάνθηκε από 0,28 g m⁻² έως 3,57 g m⁻² και η υψηλότερη ποσότητα παρατηρήθηκε στα μέσα Ιουλίου και αρχές Σεπτεμβρίου (Γρ. 2.1).



Γράφημα 2.1. Ποσότητα καολίνη (g m⁻²) στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής καολίνης.

2.3.5 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η πρώτη εφαρμογή καολίνης έγινε στα μέσα Μαΐου, μετά την πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων, και, μέχρι τη δεύτερη μέτρηση στα τέλη Ιουνίου, πραγματοποιήθηκαν άλλες τρεις εφαρμογές καολίνης λόγω βροχοπτώσεων. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές καολίνης και η τελευταία εφαρμογή έγινε στις αρχές Αυγούστου. Στη συνέχεια στα τέλη Σεπτεμβρίου λόγω αρκετών βροχοπτώσεων αρκετή ποσότητα καολίνης ξεπλύθηκε αλλά και αρκετή παρέμεινε στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς.



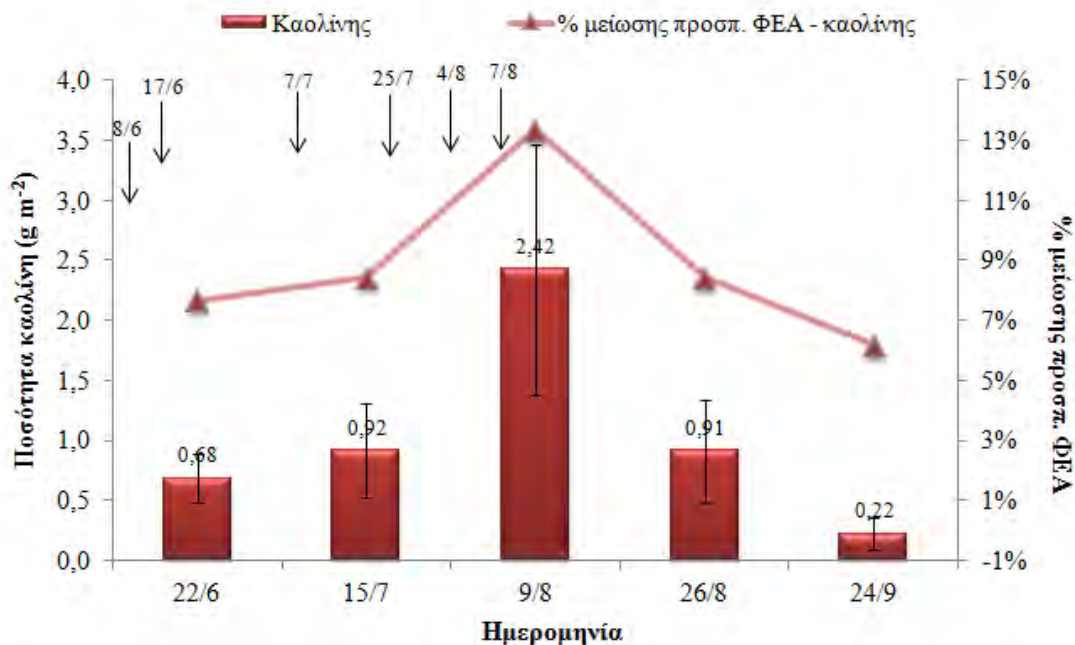
Γράφημα 2.2. Ποσότητα καολίνη (g m⁻²) στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής καολίνης.

Κατά το καλοκαίρι του 2010 η ποσότητα του καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων κυμάνθηκε από 3,59 g m⁻² έως 6,82 g m⁻² και η υψηλότερη ποσότητα παρατηρήθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου. Γενικά η ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων κυμάνθηκε σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα από το 2009 (Γρ. 2.2).

2.3.6 Ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η πρώτη εφαρμογή καολίνης στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στις αρχές Ιουνίου, πριν την πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων, και η τελευταία στις αρχές Αυγούστου, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές καολίνης.

Έως τα τέλη Ιουνίου η ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα λόγω βροχοπτώσεων και των μόλις δύο εφαρμογών. Στη συνέχεια η ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων αυξήθηκε



Γράφημα 2.3. Ποσότητα καολίνη (g m⁻²) στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής καολίνης.

έως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τις μέγιστη τιμή λόγω των επαναληπτικών εφαρμογών καολίνης έως τότε. Στα τέλη Αυγούστου η ποσότητα καολίνης μειώθηκε λόγω μικρής βροχόπτωσης και διακοπής των εφαρμογών, ενώ το Σεπτέμβριο λόγω αρκετών βροχοπτώσεων η ποσότητα καολίνης ξεπλύθηκε και ελάχιστη παρέμεινε στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς.

Κατά το καλοκαίρι του 2011 η ποσότητα του καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων κυμάνθηκε από 0,22 g m⁻² έως 2,42 g m⁻² και η υψηλότερη ποσότητα παρατηρήθηκε στις αρχές Αυγούστου. Η ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων το 2011 παρουσίασε τα χαμηλότερα επίπεδα, και από το 2009 και κυρίως από το 2010 (Γρ. 2.3).

2.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη και στο φύλλο κατά την πειραματική περίοδο 2011

Η κάλυψη της κόμης των δένδρων ροδακινιάς με καολίνη μπορεί να μεταβάλλει το ποσοστό της ακτινοβολίας που προσπίπτει ή ανακλάται από την κόμη ή τα φύλλα των δένδρων. Στα μέσα Αυγούστου του 2011 μετρήθηκε η προσπίπτουσα ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς και η ανακλώμενη ΦΕΑ και UV

ακτινοβολία από την κόμη και το φύλλο. Την περίοδο που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ακτινοβολίας η ποσότητα καολίνη στη φυλλική επιφάνεια ήταν $2,42 \text{ g m}^{-2}$ και ήταν η μέγιστη για το 2011.

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα δένδρα που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν ελαφρώς μικρότερη από αυτή του μάρτυρα, καθώς η ανακλώμενη ΦΕΑ από τα δένδρα που ψεκάστηκαν με καολίνη ήταν πολύ υψηλότερη (διπλάσια) αυτής των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 2.4). Παρόμοια αποτελέσματα για την ανακλώμενη ΦΕΑ βρέθηκαν και σε επίπεδο φύλλου όπου τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη ανακλώμενη ΦΕΑ.

Πίνακας 2.4. Μέση προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία (\pm τυπική απόκλιση) στην κόμη και στο φύλλο δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και δένδρων του μάρτυρα.

	Μάρτυρας	Καολίνης
ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)		
Προσπίπτουσα στην κόμη	1632 ± 64	1541 ± 55
Ανακλώμενη από την κόμη	67 ± 8	136 ± 28
Ανακλώμενη από το φύλλο	143 ± 6	297 ± 27
UV ακτινοβολία ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)		
Προσπίπτουσα στην κόμη	111 ± 4	101 ± 9
Ανακλώμενη από την κόμη	$2,0 \pm 0,8$	$6,6 \pm 1,4$
Ανακλώμενη από το φύλλο	$10,5 \pm 0,6$	$19,2 \pm 1,5$

Η προσπίπτουσα UV ακτινοβολία, που ήταν ιδιαίτερα υψηλή, μειώθηκε σημαντικά στα καλυμμένα με καολίνη δένδρα. Η ανακλώμενη από τα δένδρα UV ήταν ελάχιστη στον μάρτυρα και αυξήθηκε από την παρουσία καολίνης στην επιφάνεια του δένδρου και ιδιαίτερα στα φύλλα, όπου η ανακλώμενη UV έφτασε το 1/5 της προσπίπτουσας.

2.3.8 Θερμοκρασία φύλλου

Έως τώρα έγινε αντιληπτό το πώς η παρουσία καολίνης στη κόμη του δένδρου μπορεί να μεταβάλει το φως εντός και εκτός της κόμης. Ιδιαίτερα χρήσιμα και συμπληρωματικά με τα ανωτέρω, είναι τα δεδομένα από τη μέτρηση της Θφ που θα βοηθήσουν στη καλύτερη κατανόηση των μεταβολών των φυσιολογικών λειτουργιών και χαρακτηριστικών των φύλλων λόγω του καολίνης.

Τον Ιούλιο του 2010 η μέση Θφ το εικοσιτετράωρο δεν επηρεάστηκε από την ύπαρξη του καολίνης και ήταν παρόμοια με αυτή του μάρτυρα και του αέρα (Πίν. 2.5).

Η μέγιστη όμως ημερήσια Θφ μειώθηκε από την παρουσία του καολίνη (κατά 3,6 °C) σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ η ελάχιστη δεν επηρεάστηκε. Όταν μελετήθηκαν χωριστά οι ώρες φωτός (08:00-20:00), βρέθηκε ότι στο μάρτυρα η Θφ ήταν ελαφρώς πιο υψηλή από τη θερμοκρασία του αέρα, ενώ στον καολίνη η Θφ ήταν χαμηλότερη από αυτή του μάρτυρα και παρόμοια ή χαμηλότερη του αέρα.

Το Σεπτέμβριο του 2011 και πάλι η μέση Θφ το εικοσιτετράωρο δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την ύπαρξη του καολίνη σε σχέση με το μάρτυρα και τον αέρα (Πίν. 2.5). Όπως και το 2010, η μέγιστη ημερήσια Θφ μειώθηκε από την παρουσία του καολίνη (κατά 4,5 °C) σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ η ελάχιστη δεν επηρεάστηκε. Κατά τις ώρες φωτός το Σεπτέμβριο του 2011, τα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοια θερμοκρασία με αυτή του αέρα, ενώ τα φύλλα με καολίνη είχαν σημαντικά χαμηλότερη θερμοκρασία από τα φύλλα του μάρτυρα και του αέρα.

Πίνακας 2.5. Μέση 24ωρη και τις ώρες 8:00-20:00 και 20:00-8:00 θερμοκρασία φύλλου (\pm τυπική απόκλιση), σε δένδρα ροδακινιάς που δέχτηκαν καολίνη και σε δένδρα του μάρτυρα, και της θερμοκρασίας αέρα, τα έτη 2010 και 2011.

	Μάρτυρας	Καολίνης	Θερμοκρ. αέρα (°C)
Ιούλιος 2010			
Μέση Θφ (°C) ανά 24ωρο	29,3 \pm 1,4	28,3 \pm 1,4	29,7 \pm 1,6
Μέγιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	41,8 \pm 1,3	38,2 \pm 1,6	39,0 \pm 2,4
Ελάχιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	19,5 \pm 1,7	19,6 \pm 1,8	21,3 \pm 1,9
Μέση Θφ (°C) από 8:00-20:00	34,5 \pm 1,5	32,6 \pm 1,3	33,4 \pm 1,5
Μέγιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	41,8 \pm 1,3	38,2 \pm 1,6	39,0 \pm 2,4
Ελάχιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	25,1 \pm 1,8	24,3 \pm 2,2	23,6 \pm 4,0
Μέση Θφ (°C) από 20:00-8:00	22,9 \pm 1,5	22,8 \pm 1,5	24,7 \pm 1,6
Μέγιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	28,8 \pm 2,0	28,4 \pm 2,3	32,1 \pm 2,6
Ελάχιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	18,9 \pm 0,6	19,0 \pm 0,5	20,6 \pm 0,6
Σεπτέμβριος 2011			
Μέση Θφ (°C) ανά 24ωρο	24,2 \pm 2,8	22,6 \pm 2,1	25,3 \pm 3,3
Μέγιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	34,9 \pm 1,2	30,4 \pm 1,0	34,4 \pm 1,6
Ελάχιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	15,7 \pm 2,8	15,9 \pm 2,5	18,1 \pm 2,6
Μέση Θφ (°C) από 8:00-20:00	30,1 \pm 0,9	27,0 \pm 1,1	29,8 \pm 2,1
Μέγιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	34,9 \pm 1,2	30,4 \pm 1,0	34,4 \pm 1,6
Ελάχιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	24,8 \pm 1,3	22,9 \pm 1,8	22,3 \pm 3,0
Μέση Θφ (°C) από 20:00-8:00	18,3 \pm 1,4	18,5 \pm 1,4	20,3 \pm 1,2
Μέγιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	22,4 \pm 0,6	22,8 \pm 1,1	24,9 \pm 0,7
Ελάχιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	14,6 \pm 1,4	14,9 \pm 1,4	17,1 \pm 1,3

Τέλος, και τα δύο έτη τις νυκτερινές ώρες (20:00-08:00) η θερμοκρασία στα φύλλα του καολίνη ήταν παρόμοια με τα φύλλα του μάρτυρα και χαμηλότερη αυτής του αέρα και τις δύο χρονιές (Πίν. 2.5). Η μέση Θφ το εικοσιτετράωρο και στις δύο

μεταχειρίσεις ήταν σημαντικά χαμηλότερη (κατά 2,4 °C) από αυτή του αέρα προφανώς λόγω της διαπνοής. Τέλος, η μέση Θφ κατά τις νυκτερινές ώρες ήταν επίσης ελαφρά χαμηλότερη στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων (χωρίς διαφορές μεταξύ τους) σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα και τις δύο χρονιές.

2.3.9 Θερμοκρασία καρπού

Η μέτρηση της Θφ των δένδρων ροδακινιάς συνοδεύτηκε από τη μέτρηση της Θκ. Η μέση εικοσιτετράωρη Θκ στην ωρίμανση (αρχές Ιουλίου 2011) οριακά μόνο μειώθηκε παρουσία καολίνη σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ δεν τροποποιήθηκε σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα (Πίν. 2.6). Όταν μελετήθηκαν χωριστά οι ώρες φωτός, η παρουσία καολίνη στους καρπούς, μείωσε σημαντικά τη θερμοκρασία τους (κατά 3,3 °C) σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και ειδικά τις μεσημεριανές ώρες, που η μέγιστη θερμοκρασία των καρπών που καλύπτονταν με καολίνη ήταν κατά 4,5 °C μειωμένη σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Επιπλέον η παρουσία καολίνη διατήρησε τη Θκ κοντά σε αυτή της θερμοκρασίας του αέρα, ενώ η Θκ του μάρτυρα αυξήθηκε κατά 4,8 °C σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα, λόγω της υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας και της υψηλής ποσότητας νερού του καρπού (>80%). Βέβαια τις μεσημεριανές ώρες, η μέγιστη Θκ ήταν σημαντικά αυξημένη σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρα κατά 8,5 °C στην περίπτωση του μάρτυρα και κατά 4,0 °C στην περίπτωση των καρπών που εφαρμόστηκε καολίνης (Πίν. 2.6). Τέλος, κατά τις νυκτερινές ώρες η Θκ και των δύο μεταχειρίσεων ήταν παρόμοια και ελαφρώς μειωμένη σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρα.

Πίνακας 2.6. Μέση 24ωρη και τις ώρες 8:00-20:00 και 20:00-8:00 θερμοκρασία καρπού (\pm τυπική απόκλιση) σε δένδρα ροδακινιάς που δέχτηκαν καολίνη και σε δένδρα του μάρτυρα και της θερμοκρασίας αέρα το 2011.

	Μάρτυρας	Καολίνης	Θερμοκρ. αέρα (°C)
Μέση 24ωρη Θκ (°C)	31,6 \pm 2,0	29,6 \pm 0,9	29,1 \pm 2,3
Μέγιστη 24ωρη Θκ (°C)	44,5 \pm 3,8	40,0 \pm 4,6	36,0 \pm 0,1
Ελάχιστη 24ωρη Θκ (°C)	19,2 \pm 3,6	19,5 \pm 3,8	20,8 \pm 3,1
Μέση Θκ (°C) από 8:00-20:00	37,4 \pm 0,5	34,1 \pm 1,8	32,6 \pm 0,8
Μέγιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	44,5 \pm 3,8	40,0 \pm 4,6	36,0 \pm 0,1
Ελάχιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	25,3 \pm 3,1	25,7 \pm 2,6	26,0 \pm 4,4
Μέση Θκ (°C) από 20:00-8:00	20,9	21,1	22,1
Μέγιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	27,2	27,2	28,6
Ελάχιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	16,7	16,8	18,6

2.3.10 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνη κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Πιο πάνω έγινε κατανοητό ότι η εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ροδακινιάς μπορεί να μειώσει ελαφρώς την προσπίπτουσα ΦΕΑ και κυρίως να αυξήσει την ανακλώμενη ΦΕΑ από την κόμη και τα φύλλα. Ένα άλλο πολύ σημαντικό θέμα είναι ποια είναι τελικά η πραγματικά διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων, κάτω από τη στιβάδα των λευκών υπολειμμάτων του καολίνη και που μπορεί τελικά να αξιοποιηθεί από τα φύλλα. Με τη χρήση της προσομοίωσης που έγινε, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 2.2.8, υπολογίστηκε η πραγματικά διαθέσιμη ΦΕΑ που μπορεί να αξιοποιηθεί από τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης για την πειραματική περίοδο του 2009.

Πίνακας 2.7. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα καολίνη, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα καολίνη (g m^{-2})	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
23/5/09	Μάρτυρας	1561	-	-	1561
	Καολίνης	1416	0,28	6	1331
20/6/09	Μάρτυρας	1462	-	-	1462
	Καολίνης	1507	0,38	7	1402
12/7/09	Μάρτυρας	1538	-	-	1538
	Καολίνης	1628	3,57	17	1351
29/7/09	Μάρτυρας	1453	-	-	1453
	Καολίνης	1368	2,91	15	1163
11/8/09	Μάρτυρας	1390	-	-	1390
	Καολίνης	1377	1,94	12	1212
3/9/09	Μάρτυρας	1365	-	-	1365
	Καολίνης	1411	3,49	17	1171
29/9/09	Μάρτυρας	1433	-	-	1433
	Καολίνης	1327	1,93	12	1168
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
$E\Sigma_{0,05}$		108			103

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στον πίνακα 2.7 φαίνεται η προσπίπτουσα ΦΕΑ στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης κάθε ημερομηνία μέτρησης των φυσιολογικών

λειτουργιών των φύλλων, η ποσότητα καολίνη την κάθε ημερομηνία μέτρησης, η μείωση της προσπίπτουσας ΦΕΑ βάσει της προσομοίωσης (και στο Γρ. 2.1) και η τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα.

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς εντός του θαλάμου του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης και των δύο μεταχειρίσεων παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα σε όλη την πειραματική περίοδο και δεν διέφερε ουσιαστικά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Στην περίπτωση που συγκρίνουμε την πραγματικά διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη με αυτή των φύλλων του μάρτυρα, τότε φαίνεται ότι τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν σταθερά μειωμένη διαθέσιμη ΦΕΑ συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 6% έως 17%. Σε κάθε περίπτωση η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη ξεπερνούσε τα 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, γεγονός που δείχνει ότι η παρουσία καολίνη δεν αποτελεί παράγοντα σκίασης των φύλλων (Πίν. 2.7).

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης ήταν σε υψηλά επίπεδα σε όλη την πειραματική περίοδο και για τις δύο μεταχειρίσεις και κυμάνθηκε από 30,5 °C έως 36,0 °C με την υψηλότερη τιμή στα τέλη Μαΐου και τη χαμηλότερη στα τέλη Σεπτεμβρίου χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 377 έως 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$.

Η g_s των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές από τα τέλη Μαΐου ως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε στα τέλη Ιουλίου και παρέμεινε αμετάβλητη ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 2.8). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια g_s σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

Η E στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου που είχε τη μέγιστη τιμή ως τα μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια παρέμεινε αμετάβλητη έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ αυξήθηκε και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου σημαντικά μόνο για τα ψεκασμένα με καολίνη φύλλα (Πίν. 2.8). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια E με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα εκτός από τα τέλη Μαΐου που είχαν αυξημένη.

Η Α των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 2.8). Επιπλέον τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια Α με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουλίου, αμέσως μετά τη συγκομιδή που είχαν αυξημένη Α σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.8. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
23/5/2009	Μάρτυρας	0,322	6,05	15,52	240	0,772
	Καολίνης	0,355	6,96	14,86	257	0,775
20/6/2009	Μάρτυρας	0,263	3,57	16,04	214	0,818
	Καολίνης	0,257	4,23	16,89	208	0,825
12/7/2009	Μάρτυρας	0,247	4,68	15,37	211	0,827
	Καολίνης	0,284	4,19	17,10	227	0,827
29/7/2009	Μάρτυρας	0,402	4,37	16,94	237	0,813
	Καολίνης	0,373	4,54	15,34	256	0,825
11/8/2009	Μάρτυρας	0,394	3,97	15,29	249	0,830
	Καολίνης	0,447	4,41	15,80	262	0,833
3/9/2009	Μάρτυρας	0,396	4,50	16,63	247	0,833
	Καολίνης	0,378	4,40	14,67	255	0,835
29/9/2009	Μάρτυρας	0,534	4,98	16,56	268	0,829
	Καολίνης	0,580	5,46	15,82	281	0,830
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	NS	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS	**	NS
$E\Sigma\Delta_{0,05}$		0,114	0,78	1,65	18	0,010

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το CO_{2in} στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου για τον καολίνη και ως τα μέσα Ιουλίου για το μάρτυρα, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.8). Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν ελαφρώς αυξημένο CO_{2in} σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουνίου και τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοιο.

Στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων, ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης Fv/Fm αυξήθηκε σημαντικά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου ξεπερνώντας την τιμή 0,8 και στη συνέχεια παρέμεινε σταθερός έως το

τέλος της πειραματικής περιόδου (Πίν. 2.8). Επίσης, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου Fv/Fm με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Πίνακας 2.9. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ, Πραγματική ΑΠΦ και ΥΔΒ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol/100 mol)	Πραγμ. ΑΠΦ (mol/100 mol)	ΥΔΒ (MPa)
23/5/2009	Μάρτυρας	2,73	1,00	1,00	-1,08
	Καολίνης	2,39	1,06	1,12	-1,56
20/6/2009	Μάρτυρας	4,54	1,11	1,11	-1,41
	Καολίνης	4,12	1,12	1,20	-1,09
12/7/2009	Μάρτυρας	3,34	1,02	1,02	-1,41
	Καολίνης	4,11	1,05	1,27	-1,33
29/7/2009	Μάρτυρας	3,93	1,17	1,17	-1,58
	Καολίνης	3,37	1,14	1,34	-1,32
11/8/2009	Μάρτυρας	3,85	1,13	1,13	-1,46
	Καολίνης	3,59	1,15	1,30	-1,38
3/9/2009	Μάρτυρας	3,74	1,26	1,26	-1,56
	Καολίνης	3,37	1,05	1,25	-1,55
29/9/2009	Μάρτυρας	3,41	1,18	1,18	-1,11
	Καολίνης	2,91	1,20	1,37	-1,53
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	NS	*	NS
Μεταχείριση		*	NS	***	NS
EΣΔ _{0,05}		0,47	0,17	0,18	-0,38

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΥΔΒ των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων ήταν σημαντικά αρνητικό σε όλη την πειραματική περίοδο (Πίν. 2.9). Επίσης, τα δένδρα που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν πιο αρνητικό ΥΔΒ στα τέλη Μαΐου και στα τέλη Σεπτεμβρίου σε σχέση με το μάρτυρα και παρόμοιο ΥΔΒ σε όλη την υπόλοιπη περίοδο.

Η ΑΠΧΝ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου κυρίως για τον καολίνη (Πίν. 2.9). Συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με καολίνη είχαν μειωμένη ΑΠΧΝ συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν αυξημένη.

Η ΑΠΦ στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων ήταν σταθερή σε όλη την πειραματική περίοδο (Πίν. 2.9). Κατά τη σύγκριση των δύο μεταχειρίσεων βρέθηκε ότι τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοιες τιμές ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν μειωμένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Όσον αφορά την πραγματική ΑΠΦ, τα φύλλα που ψεκάστηκαν με καολίνη, από την πρώτη εφαρμογή καολίνης, είχαν αυξημένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, σημαντικά από τα μέσα Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου και στα τέλη Σεπτεμβρίου, και παρόμοια πραγματική ΑΠΦ στις αρχές Σεπτεμβρίου.

Η συσχέτιση των φυσιολογικών παραμέτρων με το συντελεστή Pearson έδειξε ότι το VPD δεν συσχετίστηκε με τις φυσιολογικές παραμέτρους. Επίσης, δεν βρέθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων g_s , A και E αλλά ούτε και των E και A με το CO₂in σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις. Η g_s συσχετίστηκε θετικά με το CO₂in, για το μάρτυρα, $r=0,765$, $p<0,01$, και για τον καολίνη, $r=0,714$, $p<0,01$. Επιπλέον δεν βρέθηκε συσχέτιση του ΥΔΒ με τις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων. Τέλος δεν βρέθηκε συσχέτιση της ποσότητας του καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων με τις φυσιολογικές παραμέτρους.

2.3.11 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων, στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης, μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως το Σεπτέμβριο φτάνοντας τις χαμηλότερες τιμές ως αποτέλεσμα του τέλους του καλοκαιριού και της έναρξης του φθινοπώρου. Επίσης, η εφαρμογή καολίνης στα φύλλα δεν μετέβαλε την προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, μείωσε όμως σημαντικά τη διαθέσιμη ΦΕΑ, αμέσως μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης ως το τέλος της πειραματικής περιόδου. Το ποσοστό μείωσης της διαθέσιμης ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα κυμάνθηκε από 17% έως 28% και είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ σε επίπεδα οριακά στο σημείο φωτοκορεσμού για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στη ροδακινιά (Πίν. 2.10, Γρ. 2.2).

Πίνακας 2.10. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα καολίνη, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα καολίνη (g m^{-2})	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
4/5/2010	Μάρτυρας	1560	-	-	1560
	Καολίνης	1606	-	-	1606
24/6/2010	Μάρτυρας	1588	-	-	1588
	Καολίνης	1583	3,59	17	1314
14/7/2010	Μάρτυρας	1428	-	-	1428
	Καολίνης	1310	5,35	23	1009
9/9/2010	Μάρτυρας	1253	-	-	1253
	Καολίνης	1255	6,82	28	904
30/9/2010	Μάρτυρας	1329	-	-	1329
	Καολίνης	1320	3,96	18	1083
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
EΣΔ _{0,05}		149			140

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 28,8 °C έως 33,4 °C χωρίς αξιόλογες διακυμάνσεις αλλά είχε την υψηλότερη τιμή στις αρχές Σεπτεμβρίου και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επίσης δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων εκτός από τα μέσα Ιουλίου που τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν μειωμένη θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου κατά 1,7 °C.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 378 έως 393 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, χωρίς να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Η g_s αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου για τα φύλλα του μάρτυρα και έως τα μέσα Ιουλίου για τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και κατόπιν παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.11). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια g_s με τα φύλλα του μάρτυρα, μειωμένα στα τέλη Ιουνίου και αυξημένα στα μέσα Ιουλίου σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.11. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E και A, CO_2in και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_2in ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
4/5/2010	Μάρτυρας	0,350	4,11	16,88	236	0,806
	Καολίνης	0,329	4,75	16,83	239	0,823
24/6/2010	Μάρτυρας	0,670	5,74	17,99	256	0,828
	Καολίνης	0,523	5,76	17,33	263	0,823
14/7/2010	Μάρτυρας	0,294	3,80	14,37	245	0,832
	Καολίνης	0,520	3,95	15,51	269	0,829
9/9/2010	Μάρτυρας	0,179	3,02	10,52	232	0,833
	Καολίνης	0,207	3,95	11,46	238	0,822
30/9/2010	Μάρτυρας	0,271	3,83	12,45	265	0,827
	Καολίνης	0,264	4,07	11,17	272	0,819
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	NS
Μεταχείριση		NS	*	NS	*	NS
$E\Delta_{0,05}$		0,140	0,66	1,63	19	0,015

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η E των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, μειώθηκε έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι (Πίν. 2.11). Η E των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε στα μέσα Ιουλίου και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια E με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου όπου τα ψεκασμένα φύλλα με καολίνη είχαν υψηλότερη E σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Η A των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε ελαφρώς από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε στα μέσα Ιουλίου έως και τις αρχές Σεπτεμβρίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε για τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ για τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα παρέμεινε σταθερή (Πίν. 2.11). Επίσης τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια A σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Ιουλίου έως και τις αρχές Σεπτεμβρίου που τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν ελαφρώς αυξημένη A, και τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν ελαφρώς μειωμένη A από τα φύλλα του μάρτυρα.

Το CO_2in αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου για τα φύλλα του μάρτυρα και έως τα μέσα Ιουλίου για τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα, στη συνέχεια

μειώθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι (Πίν. 2.11). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοιο CO₂iη με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν αυξημένο.

Ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης Fv/Fm, στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, ήταν υψηλότερος του 0,8, υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του PSII στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και δεν διέφερε μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 2.11).

Πίνακας 2.12. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ και πραγματική ΑΠΦ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol/100 mol)	Πραγμ. ΑΠΦ (mol/100 mol)	ΥΔΒ (MPa)
4/5/2010	Μάρτυρας	4,30	1,14	1,14	-0,95
	Καολίνης	3,70	1,06	1,06	-0,85
24/6/2010	Μάρτυρας	3,30	1,14	1,14	-1,11
	Καολίνης	3,02	1,10	1,33	-1,36
14/7/2010	Μάρτυρας	3,81	1,03	1,03	-1,46
	Καολίνης	3,94	1,21	1,57	-1,49
9/9/2010	Μάρτυρας	3,46	0,87	0,87	-1,38
	Καολίνης	2,90	0,94	1,30	-1,42
30/9/2010	Μάρτυρας	3,39	0,95	0,95	-1,49
	Καολίνης	2,77	0,86	1,05	-1,79
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		*	NS	***	**
EΣΔ _{0,05}		0,54	0,19	0,21	0,27

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΥΔΒ στα δένδρα και των δύο μεταχειρίσεων έγινε σταδιακά πιο αρνητικό από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου και παρέμεινε σημαντικά αρνητικό έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.12). Επίσης, τα δένδρα που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν παρόμοιο ΥΔΒ με τα δένδρα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν πιο αρνητικό ΥΔΒ σε σχέση με τα δένδρα του μάρτυρα.

Η ΑΠΧΝ στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, μειώθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, αυξήθηκε στα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.12). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που

ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν μειωμένη ΑΠΧΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα τέλη Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου που είχαν παρόμοια.

Η ΑΠΦ στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα ήταν σταθερή από τις αρχές Μαΐου ως τα τέλη Ιουνίου, μειώθηκε σταδιακά ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρέμεινε σταθερή ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.12). Τα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν σταθερή ΑΠΦ από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια η ΑΠΦ μειώθηκε σταδιακά ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιες τιμές ΑΠΦ σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Ιουλίου, που τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Όσον αφορά την πραγματική ΑΠΦ, τα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης, είχαν αυξημένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου, μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης, έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοια με τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Σεπτεμβρίου.

Η συσχέτιση των φυσιολογικών παραμέτρων με το συντελεστή Pearson έδειξε ότι το VPD δεν συσχετίστηκε με τις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις. Επίσης, δεν βρέθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων A και E σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις και συσχετίστηκε θετικά η E με την g_s μόνο στην περίπτωση του μάρτυρα, $r=0,993$, $p<0,001$. Επιπλέον δεν βρέθηκε συσχέτιση του ΥΔΒ με τις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων. Τέλος δεν βρέθηκε συσχέτιση της ποσότητας του καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων με τις φυσιολογικές παραμέτρους.

2.3.12 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς, στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές έως τα τέλη Σεπτεμβρίου και δεν διέφερε μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Επιπλέον η διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα ήταν σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα τον Αύγουστο και παρόμοια την υπόλοιπη πειραματική περίοδο (Πίν. 2.13, Γρ. 2.3).

Πίνακας 2.13. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα καολίνη, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)	Ποσότητα καολίνη (g m ⁻²)	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)
22/6/2011	Μάρτυρας	1335	-	-	1335
	Καολίνης	1361	0,68	8	1252
15/7/2011	Μάρτυρας	1264	-	-	1264
	Καολίνης	1358	0,92	8	1249
9/8/2011	Μάρτυρας	1173	-	-	1173
	Καολίνης	1155	2,42	13	1005
26/8/2011	Μάρτυρας	1315	-	-	1315
	Καολίνης	1183	0,91	8	1088
24/9/2011	Μάρτυρας	1231	-	-	1231
	Καολίνης	1261	0,22	6	1185
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		*			*
Μεταχείριση		NS			***
EΣΔ _{0,05}		121			117

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης ήταν υψηλή όλη την πειραματική περίοδο και κυμάνθηκε από 32,4 °C έως 34,0 °C χωρίς διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 374 έως 404 μmol mol⁻¹, χωρίς να διαφέρει μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Η g_s των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων, μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε στις αρχές Αυγούστου, μειώθηκε στα τέλη Αυγούστου και αυξήθηκε και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.14). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν παρόμοια g_s, μετά τις πρώτες εφαρμογές καολίνης στα τέλη Ιουνίου, ενώ στη συνέχεια είχαν σταθερά αυξημένη g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου ακόμη και μετά τις βροχές του Σεπτεμβρίου.

Η E των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου για το μάρτυρα και ως τα τέλη Αυγούστου για την περίπτωση του καολίνης, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.14). Επίσης, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν

σταθερά αυξημένη E σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου σε σχέση με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα εκτός από τα τέλη Ιουνίου που είχαν παρόμοια E.

Πίνακας 2.14. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
22/6/2011	Μάρτυρας	0,305	4,94	16,79	225	0,829
	Καολίνης	0,315	5,10	17,24	224	0,833
15/7/2011	Μάρτυρας	0,182	3,57	12,51	208	0,815
	Καολίνης	0,207	4,15	14,30	206	0,830
9/8/2011	Μάρτυρας	0,228	3,34	13,07	234	0,822
	Καολίνης	0,285	4,13	15,34	230	0,819
26/8/2011	Μάρτυρας	0,194	3,53	13,15	211	0,826
	Καολίνης	0,217	3,85	14,03	213	0,821
24/9/2011	Μάρτυρας	0,259	4,53	14,60	255	0,813
	Καολίνης	0,364	5,25	16,65	265	0,815
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	NS
Μεταχείριση		***	***	***	NS	NS
$E\Sigma_{0,05}$		0,036	0,31	1,41	11	0,028

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η A των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.14). Στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα, η A μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, έπειτα δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές αλλά αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν σταθερά αυξημένη A σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου εκτός από τα τέλη Ιουνίου που είχαν παρόμοια.

Το CO_{2in} στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως στα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε στις αρχές Αυγούστου, μειώθηκε στα τέλη Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι (Πίν. 2.14). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοιες τιμές του CO_{2in} με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης Fv/Fm, παρέμεινε σταθερός και υψηλότερος του 0,8 χωρίς να διαφέρει μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων σε όλη την πειραματική περίοδο (Πίν. 2.14).

Πίνακας 2.15. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ και πραγματική ΑΠΦ φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol/100 mol)	Πραγματική ΑΠΦ (mol/100 mol)
22/6/2011	Μάρτυρας	3,41	1,27	1,27
	Καολίνης	3,39	1,29	1,40
15/7/2011	Μάρτυρας	3,48	1,03	1,03
	Καολίνης	3,46	1,07	1,16
9/8/2011	Μάρτυρας	3,92	1,15	1,15
	Καολίνης	3,77	1,33	1,53
26/8/2011	Μάρτυρας	3,82	1,01	1,01
	Καολίνης	3,64	1,22	1,33
24/9/2011	Μάρτυρας	3,23	1,21	1,21
	Καολίνης	3,18	1,43	1,41
Σημαντικότητα				
Ημερομηνία		***	**	**
Μεταχείριση		NS	*	***
EΣΔ _{0,05}		0,40	0,21	0,19

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΧΝ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά ως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 2.15). Επίσης τα φύλλα των δένδρων που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοιες τιμές ΑΠΧΝ με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η ΑΠΦ στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές, αλλά αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.15). Επίσης, τα φύλλα των δένδρων που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοιες τιμές ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια είχαν αυξημένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Όσον αφορά την πραγματική ΑΠΦ, ομοίως, τα φύλλα των δένδρων που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοιες τιμές πραγματικής ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια είχαν σημαντικά αυξημένη πραγματική ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα ως τα τέλη Σεπτεμβρίου.

Η συσχέτιση των φυσιολογικών παραμέτρων με το συντελεστή Pearson έδειξε ότι το VPD δεν συσχετίστηκε με τις φυσιολογικές παραμέτρους. Επίσης, βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της g_s και της A , για το μάρτυρα, $r=0,939$, $p<0,05$, και για

τον καολίνη, $r=0,993$, $p<0,05$ και θετική συσχέτιση μεταξύ της g_s και της E , για το μάρτυρα, $r=0,883$, $p<0,05$, και για τον καολίνη, $r=0,884$, $p<0,05$. Επιπλέον βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της g_s και του CO_{2in} , μόνο για τον καολίνη, $r=0,913$, $p<0,05$.

2.3.13 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα μειώθηκε σταδιακά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε στα τέλη Ιουλίου, μειώθηκε στα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.16). Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη μειώθηκε σταδιακά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε και πάλι. Επιπλέον τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με καολίνη είχαν μειωμένη ΠΕΡΝΕ σε όλη την πειραματική περίοδο σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.16. Μεταβολές των ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ ($g\ m^{-2}$)	ΠΥΚΝ ($g\ kg^{-1}$)	ΧΥΜ ($mg\ cm^{-2}$)
23/5/2009	Μάρτυρας	57,5	66,4	425	9,00
	Καολίνης	53,7	64,0	463	7,49
20/6/2009	Μάρτυρας	56,0	60,3	440	7,74
	Καολίνης	44,2	66,0	558	5,24
12/7/2009	Μάρτυρας	51,6	61,3	484	6,53
	Καολίνης	43,4	72,7	566	5,58
29/7/2009	Μάρτυρας	55,6	65,5	444	8,21
	Καολίνης	48,4	69,3	516	6,53
11/8/2009	Μάρτυρας	50,8	74,1	492	7,62
	Καολίνης	47,8	69,4	522	6,36
3/9/2009	Μάρτυρας	55,5	66,5	445	8,28
	Καολίνης	50,9	74,1	491	7,66
29/9/2009	Μάρτυρας	53,5	68,4	465	7,86
	Καολίνης	45,4	80,0	546	6,68
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		3,4	7,0	34	0,95

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, αυξήθηκε σταδιακά ως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου μειώθηκε παραμένοντας σταθερό έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.16). Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης αυξήθηκε σταδιακά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, παρέμεινε σταθερό έως τα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια αυξήθηκε περαιτέρω φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν αυξημένο ΕΙΔΒΑΡ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου και από αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου, ενώ κατά την υπόλοιπη πειραματική περίοδο είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ φύλλου με τα φύλλα του μάρτυρα.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε στα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου μειώθηκε και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.16). Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης αυξήθηκε σταδιακά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε στα τέλη Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι. Επίσης τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένη ΠΥΚΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου ως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε στα τέλη Ιουλίου και παρέμεινε αμετάβλητο ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.16). Στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα το ΧΥΜ μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου ως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε. Επίσης, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν μειωμένο ΧΥΜ συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που ψεκάστηκαν με καολίνη, η περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$, εκφρασμένη σε $mg\ m^{-2}$, αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τις αρχές Σεπτεμβρίου παραμένοντας σταθερή ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τον καολίνη, ενώ μειώθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα (Πίν. 2.17). Επιπλέον, τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Μαΐου, μειωμένη στις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοια περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$ σε όλη την υπόλοιπη πειραματική περίοδο.

Στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (Πίν. 2.17). Τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε χλωρ. β σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου και παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. β ως τα τέλη Σεπτεμβρίου.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 2.17). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου και παρόμοια σε όλη την υπόλοιπη πειραματική περίοδο με εξαίρεση τις αρχές Σεπτεμβρίου, που είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.17. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. εκφρασμένες σε mg m^{-2} και λόγος χλωρ. α/χλωρ. β φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β
23/5/2009	Μάρτυρας	283	178	461	1,60
	Καολίνης	385	237	622	1,62
20/6/2009	Μάρτυρας	400	228	628	1,75
	Καολίνης	418	260	678	1,61
12/7/2009	Μάρτυρας	365	185	549	1,98
	Καολίνης	377	236	613	1,59
29/7/2009	Μάρτυρας	286	153	439	1,88
	Καολίνης	309	172	482	1,80
11/8/2009	Μάρτυρας	377	228	605	1,66
	Καολίνης	372	211	584	1,77
3/9/2009	Μάρτυρας	351	183	534	1,93
	Καολίνης	313	163	476	1,93
29/9/2009	Μάρτυρας	302	126	427	2,41
	Καολίνης	334	128	462	2,63
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		**	***	***	NS
$E\text{Σ}\Delta_{0,05}$		36	23	57	0,14

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα, ο λόγος $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.17). Στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνη, ο λόγος $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ παρέμεινε σταθερός από τα τέλη Μαΐου έως μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν μειωμένο λόγο $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και αυξημένο λόγο $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ στα τέλη Σεπτεμβρίου συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ την υπόλοιπη πειραματική περίοδο, είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$.

2.3.14 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνη κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 2.18). Η ΠΕΡΝΕ των καλυμμένων με καολίνη φύλλων μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Αυγούστου, αυξήθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε και πάλι φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή. Επιπλέον μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνη, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν μειωμένη ΠΕΡΝΕ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Ιουνίου που είχαν παρόμοια.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνη παρέμεινε σταθερό από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για την περίπτωση του καολίνη φτάνοντας τις μέγιστες τιμές (Πίν. 2.18). Επίσης τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την υψηλότερη τιμή (Πίν. 2.18). Η ΠΥΚΝ των καλυμμένων με καολίνη φύλλων αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Αυγούστου, μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι φτάνοντας τη μέγιστη τιμή. Επιπλέον, μετά την πρώτη εφαρμογή

καολίνη, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένη ΠΥΚΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Ιουνίου που είχαν παρόμοια.

Πίνακας 2.18. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg cm ⁻²)
4/5/2010	Μάρτυρας	58,8	59,9	412	8,55
	Καολίνης	59,2	61,8	408	8,96
9/6/2010	Μάρτυρας	60,0	59,0	400	8,83
	Καολίνης	50,4	61,9	496	6,34
24/6/2010	Μάρτυρας	54,4	72,7	456	8,68
	Καολίνης	53,2	70,8	468	8,05
14/7/2010	Μάρτυρας	52,5	70,4	475	7,76
	Καολίνης	46,8	69,7	532	6,12
10/8/2010	Μάρτυρας	53,5	70,6	465	8,12
	Καολίνης	43,5	75,6	565	5,86
31/8/2010	Μάρτυρας	50,9	75,5	491	7,83
	Καολίνης	43,6	77,6	564	6,01
9/9/2010	Μάρτυρας	52,1	79,6	479	8,64
	Καολίνης	48,3	76,9	517	7,17
30/9/2010	Μάρτυρας	49,5	78,4	505	7,65
	Καολίνης	41,1	80,4	589	5,61
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	NS	***	***
EΣΔ _{0,05}		2,6	7,7	26	0,78

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 2.18). Στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα, το ΧΥΜ μειώθηκε σημαντικά από τις αρχές Μαΐου ως τις αρχές Ιουνίου και παρέμεινε μειωμένο με εξαίρεση τα τέλη Ιουνίου και τις αρχές Σεπτεμβρίου που ήταν αυξημένο. Επίσης, μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν μειωμένο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m⁻², των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Μαΐου ως τα αρχές Ιουνίου και αυξήθηκε στα τέλη Ιουνίου, ενώ στην περίπτωση των καλυμμένων με καολίνη φύλλων, η περιεκτικότητα σε χλωρ. α αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη

Ιουνίου, φτάνοντας τη μέγιστη τιμή και στις δύο μεταχειρίσεις και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (Πίν. 2.19). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τις αρχές Ιουνίου που είχαν αυξημένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.19. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., εκφρασμένες σε mg m^{-2} του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β και των ολικών φαινολικών συστατικών εκφρασμένων σε ισοδύναμα $\text{g γαλλικού οξέος/100 g v.β. φύλλων δένδρων ροδακινιάς}$ που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β	g γαλ. οξέος/ 100g v.β.
4/5/2010	Μάρτυρας	380	151	531	2,53	0,59
	Καολίνης	389	168	557	2,32	0,59
9/6/2010	Μάρτυρας	375	157	532	2,40	0,75
	Καολίνης	424	188	611	2,26	0,81
24/6/2010	Μάρτυρας	418	171	588	2,46	0,97
	Καολίνης	445	189	634	2,36	0,86
14/7/2010	Μάρτυρας	374	227	601	1,65	-
	Καολίνης	367	244	611	1,50	-
10/8/2010	Μάρτυρας	356	222	577	1,61	0,90
	Καολίνης	389	237	627	1,65	0,86
31/8/2010	Μάρτυρας	357	144	501	2,48	0,93
	Καολίνης	363	147	510	2,53	0,92
9/9/2010	Μάρτυρας	335	162	497	2,07	-
	Καολίνης	337	176	513	1,92	-
30/9/2010	Μάρτυρας	286	110	395	2,63	0,94
	Καολίνης	263	100	363	2,66	0,85
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	**	*	*	NS
EΣΔ _{0,05}		47	25	69	0,21	0,11

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (Πίν. 2.19). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. β με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τις αρχές Ιουνίου που είχαν αυξημένη χλωρ. β σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου για τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα και ως τα μέσα Ιουλίου για τα φύλλα του μάρτυρα, φτάνοντας τις μέγιστες τιμές, και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 2.19). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τις αρχές Ιουνίου, που είχαν αυξημένη ολ. χλωρ. σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης, ο λόγος χλωρ. $\alpha/\chi\lambda\omega\rho.$ β μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Αυγούστου και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου εκτός από μία μείωση που είχε στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.19). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου χλωρ. $\alpha/\chi\lambda\omega\rho.$ β με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, εκφρασμένα σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά $100 \text{ g v.}\beta.$, των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης, αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, ενώ στη συνέχεια δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.19). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά στα τέλη Ιουνίου και παρόμοια κατά την υπόλοιπη πειραματική περίοδο.

2.3.15 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν καολίνη μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου για την περίπτωση του καολίνης και έως τα τέλη Αυγούστου για τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.20). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ σε όλη την πειραματική περίοδο.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως στις αρχές Αυγούστου και στη συνέχεια δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.20). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ σε όλη την πειραματική περίοδο.

Πίνακας 2.20. Μεταβολές των ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg cm ⁻²)
22/6/2011	Μάρτυρας	61,2	59,7	388	9,38
	Καολίνης	61,6	58,1	384	9,29
15/7/2011	Μάρτυρας	56,1	62,8	439	8,03
	Καολίνης	58,1	61,7	419	8,51
9/8/2011	Μάρτυρας	52,9	73,0	471	8,19
	Καολίνης	52,8	71,9	472	8,05
26/8/2011	Μάρτυρας	51,8	75,5	482	8,06
	Καολίνης	53,8	69,4	462	8,06
24/9/2011	Μάρτυρας	54,1	72,8	459	8,58
	Καολίνης	56,0	75,0	440	9,54
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		*	NS	*	NS
ΕΣΔ _{0,05}		2,3	7,4	23	0,60

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν καολίνη αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου για την περίπτωση του καολίνης και έως τα τέλη Αυγούστου για τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.20). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΠΥΚΝ σε όλη την πειραματική περίοδο.

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν καολίνη μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου για τα φύλλα του μάρτυρα και ως τις αρχές Αυγούστου για την περίπτωση του καολίνης και παρέμεινε σταθερό ως τα τέλη Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε κυρίως στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα (Πίν. 2.20). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο ΧΥΜ σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν αυξημένο σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., εκφρασμένες σε mg m⁻², των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 2.21). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ.

α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. με τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Ιουνίου, ενώ στη συνέχεια είχαν σταθερά μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα έως τα τέλη Σεπτεμβρίου.

Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, εκτός από τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα που αυξήθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.21). Τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου και αυξημένες στη συνέχεια έως τα τέλη Σεπτεμβρίου.

Πίνακας 2.21. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., εκφρασμένες σε mg m^{-2} , του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β και των ολικών φαινολικών συστατικών εκφρασμένων σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος/100 g ν.β. φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β	g γαλ. οξέος/ 100 g ν.β.
22/6/2011	Μάρτυρας	457	148	605	3,09	0,90
	Καολίνης	441	142	583	3,10	0,87
15/7/2011	Μάρτυρας	412	145	557	2,86	0,90
	Καολίνης	353	118	471	2,99	0,87
9/8/2011	Μάρτυρας	378	128	506	2,97	1,07
	Καολίνης	321	106	427	3,04	1,02
26/8/2011	Μάρτυρας	387	137	525	2,83	1,13
	Καολίνης	284	94	378	3,04	0,86
24/9/2011	Μάρτυρας	368	125	493	2,97	1,03
	Καολίνης	260	80	340	3,24	1,00
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	*	***
Μεταχείριση		***	***	***	**	***
EΣΔ _{0,05}		46	19	64	0,19	0,09

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, εκφρασμένα σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g ν.β., των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε ως τα τέλη Αυγούστου και μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.21). Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά των φύλλων που ψεκάστηκαν με καολίνη παρέμεινε σταθερή από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε έως τις αρχές Αυγούστου, μειώθηκε στα τέλη Αυγούστου ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι. Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που

εφαρμόστηκε καολίνης είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο αλλά μόνο στα τέλη Αυγούστου η διαφορά ήταν σημαντική.

2.3.16 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.3.16.1 Επίδραση της εποχής

Οι πιο σημαντικές μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου των τριών ετών σχετίζονται με τη θερμική και υδατική καταπόνηση κατά τους θερμούς μήνες και με την καρποφορία.

Χαρακτηριστικό των τριών καλοκαιριών μέτρησης ήταν οι υψηλές θερμοκρασίες, τα υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας, το σχετικά υψηλό VPD και οι ελάχιστες βροχοπτώσεις και έτσι, αν και τα δένδρα ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων ήταν επαρκώς αρδευόμενα κατά τις θερμές περιόδους του καλοκαιριού, μειώθηκαν μερικώς οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων. Επιπλέον το γεγονός ότι το ΥΔΒ το μεσημέρι ήταν πιο αρνητικό από -1,5 MPa (Larson et al. 1988), σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, εκτός από τις αρχές Μαΐου του 2010, δείχνει ότι υπήρχε μία υδατική καταπόνηση στα δένδρα το μεσημέρι. Οι μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων με την εποχή μέτρησης ήταν κατά βάση παρόμοιες για τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης και θα εξεταστούν συνολικά και για τα τρία έτη μετρήσεων.

Παρατηρήθηκε μία μείωση των g_s , E και A τις πιο θερμές περιόδους του καλοκαιριού κυρίως στα έτη 2010 και 2011, ενώ, όταν οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές το Σεπτέμβριο, αυξήθηκαν και πάλι κυρίως το 2011 και κυρίως για τα δένδρα του μάρτυρα. Παρόλα αυτά το VPD και το ΥΔΒ δεν συσχετίστηκαν με τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων. Φαίνεται ότι οι μεταβολές λόγω θερμικής και υδατικής καταπόνησης δεν ήταν σημαντικές. Άλλωστε και το F_v/F_m ήταν πάντα υψηλότερο του 0,8 υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του φωτοσυστήματος II. Επίσης μόνο το 2011 συσχετίστηκαν σημαντικά θετικά η g_s με τις E και A , χρονιά που παρατηρήθηκε και το υψηλότερο VPD. Ένα άλλο συμπέρασμα είναι ότι η g_s ήταν πιο ευμετάβλητη από τις κλιματικές συνθήκες, ενώ η A η λιγότερο επηρεαζόμενη. Σε δένδρα ροδακινιάς έχει βρεθεί ότι η υδατική καταπόνηση μειώνει σημαντικά την g_s και την E χωρίς να επηρεάζει την αφομοίωση του CO_2 (Cheng et al. 1996). Επιπλέον, στην έρευνα των Mahhou et al. (2005) αναφέρεται ότι σε ώριμα

δένδρα ροδακινιάς που υπέστησαν υδατική καταπόνηση, όσο οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές και η εδαφική υγρασία ακόμη επαρκής, δεν επηρεάστηκε η g_s . Αργότερα στα μέσα καλοκαιριού και καθώς η υδατική καταπόνηση έγινε πιο σοβαρή, τα δένδρα ανταποκρίθηκαν μειώνοντας την g_s . Επίσης στην ίδια έρευνα σε ώριμα δένδρα ροδακινιάς επαρκώς αρδευόμενα, παρατηρήθηκε μικρή συσχέτιση μεταξύ του ΥΔΒ και των g_s και A . Αντίθετα μεγαλύτερη συσχέτιση βρέθηκε όταν τα δένδρα δέχτηκαν υδατική καταπόνηση. Όσο οι υδατικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές, το ΥΔΒ και η g_s παρέμειναν υψηλά αλλά, καθώς η g_s αυξανόταν, το ΥΔΒ έτεινε να γίνει πιο αρνητικό λόγω της αυξημένης E . Αυτή η τάση συνεχίστηκε μέχρι ένα όριο όπου το δένδρο δεν μπορούσε να ανταποκριθεί πλέον στην κλιματική ζήτηση και άρχισε να ρυθμίζει την υδατική καταπόνηση μειώνοντας τη g_s και τη E για να μειώσει την απώλεια νερού. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο της έρευνας ήταν ότι υπάρχει στενή σχέση μεταξύ A και g_s , σε επαρκώς και μη επαρκώς αρδευόμενα δένδρα, αλλά η συσχέτιση είναι υψηλότερη σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης, ενώ, όταν οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές, η συσχέτιση ήταν μικρή (Mahhou et al. 2005).

Στην έρευνά μας, η μεταβολή των χαρακτηριστικών των φύλλων με την πάροδο του χρόνου έδειξε ότι το ΕΙΔΒΑΡ και η ΠΥΚΝ των φύλλων αυξήθηκαν και τα τρία έτη μετρήσεων από την αρχή του καλοκαιριού ως τα τέλη του φθινοπώρου δείχνοντας την ωρίμανση των φύλλων και την αποθήκευση των υδατανθράκων στα φύλλα, αλλά είναι και δείκτες της υδατικής κατάστασης των φύλλων. Αντίθετα η ΠΕΡΝΕ των φύλλων μειώθηκε ή παρέμεινε σταθερή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Επιπλέον το ΧΥΜ των φύλλων ήταν σχετικά πιο σταθερό με την πάροδο του χρόνου.

Ένα άλλο σημαντικό θέμα που πηγάζει από την έρευνά μας είναι η μείωση των g_s , E και A το 2010 και το 2011 αμέσως μετά τη συγκομιδή. Το 2009 δεν ήταν τόσο εμφανής αυτή η πτώση. Σύμφωνα με τους Mahhou et al. (2005) σε δένδρα ροδακινιάς, η παρουσία καρπών στο δένδρο δεν φαίνεται να επηρεάσει την A υποδεικνύοντας ενδεχομένως και άλλους ανταγωνιστές των καρπών καταναλωτές των προϊόντων φωτοσύνθεσης, όπως λαίμαργοι βλαστοί ή ανάπτυξη ριζικού συστήματος. Πάντως συνήθως οι καρποί στα δένδρα ροδακινιάς αυξάνουν το ρυθμό αφομοίωσης του CO_2 και η αυξημένη A αποδόθηκε σε αύξηση της g_s παρά στην αγωγιμότητα του μεσόφυλλου ή σε άλλες ιδιότητες της φωτοσύνθεσης του φύλλου με το μέγεθος της επίδρασης να εξαρτάται και από περιβαλλοντικούς παράγοντες (DeJong 1986). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του φύλλου μπορεί

να μειωθεί σημαντικά εντός 48 ωρών μετά την απομάκρυνση των ισχυρών καταναλωτών, που είναι οι καρποί, από το δένδρο (Mandre et al. 1995).

2.3.16.2 Επίδραση του έτους μέτρησης

Σύμφωνα με τις δειγματοληψίες των φύλλων που πραγματοποιήθηκαν, η ποσότητα των υπολειμμάτων καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ήταν υψηλότερη το 2010 σε σχέση με το 2009, ενώ η μικρότερη ποσότητα καολίνη στα φύλλα βρέθηκε το 2011. Από τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν κάθε έτος χωριστά, η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων δεν συσχετίστηκε με τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων για τα επίπεδα ποσότητας της δικής μας έρευνας. Αυτό είναι ένα σημαντικό κομμάτι ειδικά για τη ροδακινιά, αφού αν μικρή ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων μπορούσε να είναι εξίσου αποτελεσματική με μεγαλύτερες ποσότητες, τότε αυτό θα ήταν χρήσιμο καθώς οι καρποί θα επιβαρύνονταν σε μικρότερο βαθμό από τα σωματίδια καολίνη στην επιφάνειά τους.

Οι κλιματικές συνθήκες ήταν τυπικές του καλοκαιριού που επικρατεί στη χώρα μας με κάποιες διακυμάνσεις κατ' έτος. Κατά τη πιο θερμή περίοδο του καλοκαιριού φαίνεται ότι το 2011 το VPD ήταν υψηλότερο από το 2010 και λίγο πιο χαμηλό το 2009. Επιπλέον η ΦΕΑ ήταν μειωμένη το 2011 σε σχέση με τα έτη 2009 και 2010.

Οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων παρουσίασαν κάποιες διαφορές μεταξύ των ετών. Πιο συγκεκριμένα, η g_s των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν καολίνη είχε υψηλότερη τιμή τα έτη 2009 και 2010 σε σχέση με το 2011 πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης θερμικής καταπόνησης των δένδρων το 2011. Αντίστοιχα η E ήταν αυξημένη το 2009 σε σχέση με το 2010 και αυξημένη σε σχέση με το 2011 μόνο για το μάρτυρα, ενώ για την περίπτωση της μεταχείρισης του καολίνη το 2010 και το 2011 η E ήταν παρόμοια. Επιπλέον η A ήταν αυξημένη το 2009 σε σχέση με τα έτη 2010 και 2011 στο μάρτυρα, ενώ στη μεταχείριση του καολίνη τα έτη 2009 και 2011 δεν διέφεραν. Όσον αφορά την ΑΠΧΝ για τα φύλλα του μάρτυρα δεν διέφερε μεταξύ των ετών, ενώ για τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη τα έτη 2009 και 2011 είχαν όμοια ΑΠΧΝ και το 2010 ήταν μειωμένη. Επίσης το ΥΔΒ δεν διέφερε μεταξύ των δύο ετών 2009 και 2010 σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις.

Τα χαρακτηριστικά των φύλλων παρουσίασαν και αυτά κάποιες διακυμάνσεις με το έτος μέτρησης και με τη μεταχείριση. Πιο συγκεκριμένα τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια ΕΙΔΒΑΡ, ΠΕΡΝΕ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ μεταξύ των ετών. Στην περίπτωση των καλυμμένων με καολίνη φύλλα, το 2011 είχαν μειωμένο

ΕΙΔΒΑΡ και ΠΥΚΝ και αυξημένη ΠΕΡΝΕ και ΧΥΜ σε σχέση με τα έτη 2009 και 2010 δείχνοντας την καλύτερη υδατική κατάσταση των φύλλων. Όσον αφορά τις χρωστικές φωτοσύνθεσης, το 2011 τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε χλωρ. α, μειωμένη σε χλωρ. β και παρόμοια σε ολ. χλωρ. συγκριτικά με τα άλλα δύο έτη. Τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη το 2011 είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α, μειωμένη σε χλωρ. β και ολ. χλωρ. σε σχέση με τα άλλα δύο έτη. Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β ήταν αυξημένος το 2011 σε σχέση με το 2010 και ακόμα πιο αυξημένος από το 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τέλος και για τις δύο μεταχειρίσεις, η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά φαινολικά συστατικά ήταν αυξημένη το 2011 σε σχέση με το 2010.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω, οι λειτουργίες των φύλλων των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και αυτών του μάρτυρα συμπεριφέρθηκαν διαφορετικά μεταξύ των ετών. Για το μάρτυρα το 2009 ήταν το έτος με τις υψηλότερες τιμές g_s , E και A, ενώ για τον καολίνη οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν το 2009 και το 2011. Επιπλέον, ενώ τα χαρακτηριστικά των φύλλων του μάρτυρα δεν διέφεραν μεταξύ των ετών, τα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν σε καλύτερη υδατική κατάσταση το 2011 σε σχέση με τα άλλα δύο έτη. Φαίνεται ότι το 2011 που ήταν το έτος με το υψηλότερο VPD επιτεύχθηκε το αναμενόμενο σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αποτέλεσμα, δηλαδή ο καολίνης να μειώσει τη θερμική καταπόνηση στα δένδρα γεγονός που αποδεικνύεται από τις αυξημένες λειτουργίες των φύλλων σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, αλλά και την καλύτερη υδατική τους κατάσταση όπως βρέθηκε από τα χαρακτηριστικά των φύλλων.

2.3.16.3 Επίδραση του καολίνης

Η εφαρμογή καολίνης στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς τροποποίησε σημαντικά τις οπτικές ιδιότητες των φύλλων, καθώς η ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία από την κόμη και από τα φύλλα ήταν τουλάχιστον διπλάσια σε σχέση με το μάρτυρα. Επιπλέον η διαπερνούσα και τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ήταν σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και η μείωση ήταν σε αναλογία με την ποσότητα των υπολειμμάτων καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων. Η μειωμένη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην επιφάνεια των καλυμμένων με καολίνη φύλλων συνοδεύτηκε και από τη μείωση της Θ_f κατά τις μεσημεριανές ώρες και ειδικά η μέγιστη Θ_f που ήταν μειωμένη κατά 3,6 °C τον Ιούλιο του 2010 και κατά 4,5 °C το Σεπτέμβριο του 2011 σε σχέση με το μάρτυρα. Όλα τα ανωτέρω έρχονται

σε συμφωνία με τους Glenn et al. (2002) σε δένδρα μηλιάς, με τους Jifon και Sylvertsen (2003) σε δένδρα γκρέιπφρουτ και με τους Lombardini et al. (2005) σε δένδρα πεκάν. Αποδεικνύεται λοιπόν η μείωση της θερμικής καταπόνησης των δένδρων ροδακινιάς κατά τις μεσημεριανές ώρες, όταν τα υπολείμματα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ήταν σε μέτρια το 2010 ή χαμηλά επίπεδα το 2011. Αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για την ορθολογική χρήση του καολίνη. Βέβαια κάθε έτος οι κλιματικές συνθήκες είναι πολύ διαφορετικές με συνέπεια η επίδραση του καολίνη στα φύλλα να είναι διαφορετική όπως περιγράφηκε και πιο πάνω.

Ένα σοβαρό θέμα που προκύπτει από την μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης είναι η σκίαση των φύλλων. Όμως η μεγάλη ανάκλαση της ΦΕΑ από τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα θα μπορούσε από την άλλη να αυξήσει την προσπίπτουσα ΦΕΑ στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή να αναδιανείμει το φως στο εσωτερικό της κόμης όπως βρέθηκε σε δένδρα αμυγδαλιάς και καρυδιάς με αποτέλεσμα να φωτιστούν καλύτερα σημεία εντός της κόμης που σκιάζονταν και να λάβουν περισσότερο φως απ' ότι θα λάμβαναν απουσία καολίνη (Rosati et al. 2007). Λόγω της μεγάλης ανάκλασης μετά την εφαρμογή καολίνη στην κόμη των δένδρων πεκάν, η ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία βρέθηκε να επανεκπέμπεται στο εσωτερικό της κόμης γεγονός που αύξησε συνολικά σε επίπεδο κόμης την αφομοίωση του άνθρακα (Lombardini et al. 2005). Επίσης τίθεται και το θέμα της ανομοιομορφίας των υπολειμμάτων του καολίνη στα φύλλα αλλά και σε ολόκληρη την κόμη αφού, όπως παρατηρήθηκε στη ροδακινιά, η ταχύτατη αύξηση των βλαστών άφηνε κάποιες φορές ακάλυπτα τμήματα της κόμης αλλά και λόγω του μεγάλου μεγέθους των φύλλων υπήρχε κάποια ανομοιομορφία στην κάλυψη των φύλλων κυρίως εσωτερικά της κόμης. Ομοίως σε δένδρα αμυγδαλιάς και καρυδιάς η ανομοιόμορφη κάλυψη των φύλλων μείωσε περαιτέρω το θέμα της σκίασης των φύλλων (Rosati et al. 2007).

Στην παρούσα έρευνα, η διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη ποτέ δεν μειώθηκε κάτω από $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Το σημείο φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση μεμονωμένων φύλλων στη ροδακινιά είναι $700 - 1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ανάλογα με τη θέση του φύλλου στην κόμη (Crews et al. 1975, DeJong 1983, Kappel and Flore 1983). Αυτό σημαίνει ότι η παρουσία καολίνη στα φύλλα δεν προκάλεσε κάποια σκίαση στα φύλλα. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι δεν βρέθηκε κάποια μείωση της A στα φύλλα με καολίνη σε σχέση με το μάρτυρα, αλλά και από την αυξημένη πραγματική ΑΠΦ των καλυμμένων με καολίνη

φύλλων σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένο ή παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ με τα φύλλα του μάρτυρα. Αλλά και η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες α, β και ολική των φύλλων που εφαρμόστηκε καολίνης μόνο αμέσως μετά την αρχική εφαρμογή καολίνης, και ενώ ακόμη η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ήταν χαμηλή, αυξήθηκε στα δύο από τα τρία έτη, ενώ στη συνέχεια ήταν παρόμοια ή σημαντικά μειωμένη το 2011 σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον συνήθως ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β ήταν παρόμοιος μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Ίσως η αρχικά αυξημένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη να αποτελεί κάποια προσαρμογή των φύλλων στην παρουσία του καολίνης στα φύλλα. Σύμφωνα με τους Kappel και Flore (1983), η σκίαση των φύλλων ροδακινιάς μείωσε το ΕΙΔΒΑΡ, αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλες α, β και ολική ανά μονάδα επιφάνειας και βάρους, ενώ ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β δεν επηρεάστηκε. Σε φύλλα δένδρων πεκάν όπου η ποσότητα καολίνη στα φύλλα ήταν τουλάχιστον διπλάσια από τη δική μας έρευνα, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη κατά 11% σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, αλλά η αύξηση επήλθε τέσσερις εβδομάδες μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης (Lombardini et al. 2005). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν ελαφρώς μειωμένη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά συγκριτικά με το μάρτυρα, κυρίως το 2011 γεγονός που ενδεχομένως να σχετίζεται με τη μεγάλη ανάκλαση της UV από τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα. Η UV ακτινοβολία σχετίζεται άμεσα με την περιεκτικότητα των φύλλων σε φαινολικά συστατικά (Burchard et al. 2000). Επίσης έχει βρεθεί ότι φύλλα μηλιάς που εκτέθηκαν σε μειωμένο φως είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά (Garcia et al. 1997).

Συγκρίνοντας τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων των δύο μεταχειρίσεων, βρέθηκε ότι ο ψεκασμός των δένδρων με καολίνη το 2009 και το 2010 δεν τις βελτίωσε αλλά παράλληλα δεν τις επιβάρυνε. Αυτό σημαίνει ότι η παρουσία καολίνης στα φύλλα δεν προκαλεί μπλοκάρισμα των στοματίων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν κάποια δυσλειτουργία στα φύλλα όπως μπορεί να συμβεί με άλλα είδη κόνεων ή αιωρούμενων σωματιδίων διαφόρων προελεύσεων (Farmer 1993). Φαίνεται ότι η πορώδης φύση και το μικρό μέγεθος των σωματιδίων καολίνης, <2 μm, δεν συνδέεται με τη λειτουργία των στοματίων (Glenn and Puterka 2005). Το 2011 όμως η εφαρμογή καολίνης βελτίωσε σημαντικά τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι την ημερομηνία του κάθε έτους που παρατηρήθηκε το

μέγιστο VPD, τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένες g_s , A και E σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Χαρακτηριστικά το 2011 αμέσως μετά τις πρώτες εφαρμογές καολίνη τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοιες λειτουργίες με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στη συνέχεια έως και τα τέλη Σεπτεμβρίου και, ενώ οι βροχοπτώσεις είχαν απομακρύνει το μεγαλύτερο μέρος των υπολειμμάτων καολίνη, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένη g_s , A και E σε σχέση με το μάρτυρα. Άλλωστε, όπως προαναφέρθηκε, η παρουσία καολίνη στα φύλλα οδήγησε σε μείωση της θερμοκρασίας ειδικά τις μεσημεριανές ώρες και ίσως αυτό να παρατείνει τη λειτουργικότητα των φύλλων τις μεσημεριανές ώρες σε σχέση με το μάρτυρα κάτι που ήταν ορατό μόνο το 2011 (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Επιπλέον το 2011 ήταν και η χρονιά που η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του φορητού οργάνου της φωτοσύνθεσης ήταν υψηλότερη από τα άλλα δύο έτη και συνήθως υψηλότερη των 32 °C, θερμοκρασία πέραν της οποίας η λειτουργία της φωτοσύνθεσης στα φύλλα ροδακινιάς μπορεί να παρεμποδιστεί (Crews et al. 1975). Ίσως λοιπόν στα άλλα δύο έτη να μην βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, γιατί οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές και για τη λειτουργία των φύλλων του μάρτυρα. Το γεγονός ότι τα στομάτια παρέμειναν ανοιχτά οδήγησε και σε αύξηση των E και A. Αυτό αποδεικνύεται και από τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις οποίες η g_s συσχετίστηκε θετικά με τις E και A. Το θετικό είναι επιπλέον ότι τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια ΑΠΧΝ με τα φύλλα του μάρτυρα που σημαίνει ότι η αυξημένη αφομοίωση του CO₂ από τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα δεν συνοδεύτηκε από αυξημένη κατανάλωση νερού σε σχέση με το μάρτυρα. Τα αποτελέσματα είναι όμοια με των Jifon και Syvertsen (2003) σε δένδρα γκρέιπφρουτ εκτός από την ΑΠΧΝ που ήταν αυξημένη στα φύλλα που ψεκάστηκαν με καολίνη σε σχέση με το μάρτυρα. Επιπλέον η αυξημένη A στα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη μπορεί να συνδέεται και με την αυξημένη ανάκλαση της ΦΕΑ που μπορεί να βελτίωσε το φωτισμό εντός της κόμης των δένδρων. Όπως προαναφέρθηκε η πραγματική απόδοση φωτός ήταν αυξημένη στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα δείχνοντας την αποτελεσματική χρήση του φωτός από τα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης.

Η μελέτη των χαρακτηριστικών των φύλλων έδειξε ότι τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα στα δύο από τα τρία χρόνια είχαν παρόμοιο ή αυξημένο ΕΙΔΒΑΡ και ΠΥΚΝ, μειωμένη ή παρόμοια ΠΕΡΝΕ και μειωμένο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα του

μάρτυρα. Το 2011 τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια EIDBAP, ΠΥΚΝ, ΠΕΡΝΕ και ΧΥΜ, εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν αυξημένο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Μία πιθανή εξήγηση για το 2009 και 2010 είναι ότι μπορεί ο καολίνης να μην λειτούργησε ως ανακουφιστικός παράγοντας, αλλά ίσως η αυξημένη ανάκλαση της ΦΕΑ να οδήγησε σε καλύτερο τελικά φωτισμό των φύλλων και να προκάλεσε τις παραπάνω αλλαγές. Αυτό βέβαια έρχεται σε αντίθεση με το γεγονός ότι τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν ελαφρώς μειωμένη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά. Το 2011, που ο καολίνης λειτούργησε και ως ανακουφιστικός παράγοντας, βρέθηκε ότι μερικώς μόνο βελτίωσε την υδατική κατάσταση των φύλλων.

Σε διάφορα είδη οπωροφόρων που έχει μελετηθεί η επίδραση του καολίνης, τα αποτελέσματα που προέκυψαν δεν είναι απόλυτα καθοριστικά. Πιο συγκεκριμένα, όταν έγινε εφαρμογή καολίνης σε συνδυασμό με άρδευση σε δένδρα μηλιάς ποικιλίας 'Empire', η A τις μεσημεριανές ώρες διατηρήθηκε στα μέγιστα επίπεδα (Glenn 2009). Επίσης σύμφωνα με τον Glenn (2009) τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση του καολίνης μπορούν να συμβούν σε αγροοικοσυστήματα με υψηλό VPD και υψηλές θερμοκρασίες, ενώ η άρδευση θα μπορούσε να αυξήσει επιπλέον τα οφέλη από τη χρήση του καολίνης σε υψηλά επίπεδα ΦΕΑ. Επιπλέον, σε αρδευόμενα δένδρα μηλιάς 'Empire', η εφαρμογή καολίνης μείωσε την ΑΠΧΝ σε σχέση με τον μη-αρδευόμενο μάρτυρα με δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) από 4 έως 6. Αυτή η μειωμένη ΑΠΧΝ φαίνεται να οφείλεται στην αυξημένη g_s λόγω της μειωμένης θερμοκρασίας της κόμης και την αυξημένη διάχυση της ΦΕΑ στην κόμη που οδήγησε σε αύξηση της A. Συμπερασματικά σε δένδρα μηλιάς 'Empire' η A αυξήθηκε από την εφαρμογή καολίνης και άρδευσης, αλλά με κόστος τη μειωμένη ΑΠΧΝ (Glenn 2010).

Από την άλλη, η έρευνα των Gindaba και Wand (2007) έδειξε ότι η εφαρμογή καολίνης σε δένδρα μηλιάς ποικιλίας 'Cripps' Pink' δεν επηρέασε σημαντικά την A το μεσημέρι, την άνοιξη ή το φθινόπωρο σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας, δεν μείωσε τη θερμοκρασία φύλλου και δεν αύξησε την g_s ή την E, αλλά βελτίωσε την ΑΠΧΝ σε σχέση με το μάρτυρα. Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων πεκάν που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν παρόμοιο ΥΔΒ, παρόμοια A και g_s και χαμηλότερη E συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα (Lombardini et al. 2005). Αντίθετα, οι Rosati et al. (2006) βρήκαν ότι η εφαρμογή καολίνης σε δένδρα αμυγδαλιάς και καρυδιάς μείωσε την A, δεν επηρέασε την g_s , μείωσε τη θερμοκρασία φύλλου, αλλά η μείωση αυτή δεν βελτίωσε την A, καθώς η παρουσία καολίνης στα

φύλλα προκάλεσε σκίαση λόγω της ανάκλασης μεγάλου ποσοστού της ΦΕΑ που έφτανε το 37%.

Επιπλέον σε δένδρα μηλιάς, η εφαρμογή καολίνη μείωσε σημαντικά την A στο εσωτερικό της κόμης, όταν το VPD μεταξύ φύλλου-αέρα ήταν μέτριο ή υψηλό. Στο εξωτερικό της κόμης παρουσία καολίνη η A ήταν παρόμοια σε υψηλό VPD και θερμοκρασία αέρα ≈ 34 °C, ενώ ήταν σημαντικά μειωμένη σε ήπιες ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία ≈ 26 °C σε σχέση με το μάρτυρα. Σε συνθήκες υψηλού VPD η g_s των φύλλων με καολίνη ή όχι ήταν μειωμένη σε σχέση με ηπιότερες ημέρες με χαμηλότερο VPD (le Grange et al. 2004).

Σε δένδρα γκρέιπφρουτ όταν η μέση ποσότητα υπολειμμάτων καολίνη στα φύλλα ήταν $5,51 \text{ g m}^{-2}$, μειώθηκε η διαπερατότητα σε ΦΕΑ κατά 28% περίπου αλλά δεν επηρεάστηκε η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολική χλωροφύλλη εκφρασμένη σε mg m^{-2} . Επίσης, τις πρωινές ώρες η A και η g_s ήταν παρόμοιες στα φύλλα παρουσία ή μη καολίνη, ενώ τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη A και g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και η E δεν διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων. Επιπλέον τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένη ΑΠΧΝ τις ώρες 10:00 με 13:00 σε σχέση με το μάρτυρα (Jifon and Sylvertsen 2003).

Συμπερασματικά, η εφαρμογή καολίνη σε επαρκώς αρδευόμενα δένδρα ροδακινιάς αύξησε την ανάκλαση της ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας και μείωσε τη διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων χωρίς όμως να προκαλέσει σκίαση στα φύλλα. Επίσης μείωσε τη θερμοκρασία φύλλου κυρίως τις μεσημεριανές ώρες αλλά η μείωση αυτή στα δύο από τα τρία έτη, που οι κλιματικές συνθήκες δεν ήταν παρεμποδιστικές για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, δεν βελτίωσε τις λειτουργίες των φύλλων με καολίνη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Αντίθετα όταν οι κλιματικές συνθήκες προκάλεσαν θερμική καταπόνηση των φύλλων, η παρουσία καολίνη στα φύλλα βελτίωσε αποτελεσματικά τις λειτουργίες των φύλλων χωρίς να οδηγήσει σε μεγαλύτερη κατανάλωση νερού συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα χαρακτηριστικά των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη παρουσίασαν μεταβολές στη δομή τους καθώς είχαν αυξημένο ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ, μειωμένη ΠΕΡΝΕ και ΧΥΜ ίσως λόγω αυξημένου φωτός στην κόμη, αλλά το 2011 που ο καολίνης λειτούργησε ως ανακουφιστικός παράγοντας στη θερμική καταπόνηση, τα χαρακτηριστικά των φύλλων δεν μεταβλήθηκαν ή παρουσίασαν ελαφρώς καλύτερη υδατική κατάσταση από τα φύλλα του μάρτυρα.

2.3.17 Περιεκτικότητα σε ολικές ποσότητες μετάλλων στον επεξεργασμένο καολίνη

Έως τώρα περιγράφηκε αναλυτικά η επίδραση της εφαρμογής καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες και στα χαρακτηριστικά των φύλλων ροδακινιάς. Επίσης έγινε κατανοητό ότι η παρουσία του φιλμ σωματιδίων του καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων και των καρπών μπορεί να μεταβάλει τις οπτικές τους ιδιότητες καθώς και τη θερμοκρασία στην επιφάνειά τους. Ο καολίνης είναι χημικά αδρανής για ένα μεγάλο εύρος pH, αλλά ενδεχομένως η συνεχής παρουσία των σωματιδίων καολίνη στις φυτικές επιφάνειες σε συνδυασμό με τις μεταβολές που προαναφέρθηκαν ότι μπορεί να επιφέρει, μπορεί να τροποποιήσει τη θρεπτική κατάσταση των φύλλων και των καρπών.

Κατ' αρχήν μετρήθηκε η περιεκτικότητα σε ολικές ποσότητες μετάλλων στον επεξεργασμένο καολίνη (Πίν. 2.22). Χαρακτηριστική ήταν η πολύ χαμηλή περιεκτικότητα του καολίνη σε πολλά μέταλλα και η αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Na, Pb και Cr.

Πίνακας 2.22. Περιεκτικότητα ολικών ποσοτήτων μετάλλων στον επεξεργασμένο καολίνη.

Μέταλλο	Περιεκτικότητα (%)
K	0,087
Ca	0,000
Mg	0,055
	(mg kg ⁻¹)
Fe	5750
Mn	9,20
Zn	12,3
Cu	3,90
Na	4435
Ni	19,0
Cd	1,00
Pb	74,9
Cr	83,8
Co	7,35

2.3.18 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009

Έγινε μέτρηση των ανόργανων στοιχείων των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης πριν και μετά το πλύσιμο τους. Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες φύλλων. Η πρώτη δειγματοληψία των

φύλλων ροδακινιάς έγινε στα τέλη Ιουλίου (28/7) που είναι μία τυπική περίοδος δειγματοληψιών, λόγω της σταθερότητας που παρουσιάζουν τα ανόργανα στοιχεία σε αυτήν την περίοδο, για να διευκρινιστεί η θρεπτική τους κατάσταση. Επίσης έγινε μία δεύτερη δειγματοληψία στις αρχές Σεπτεμβρίου (9/9) για να διαπιστωθεί αν τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα παρουσιάζουν διαφορετικό μοτίβο εξέλιξης των συγκεντρώσεων των ανόργανων στοιχείων με την εποχή, και αν η διαφορετική ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ανάμεσα στις δύο δειγματοληψίες επιδρά στη συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στα φύλλα. Το 2009, ανάμεσα στις δύο δειγματοληψίες έγινε μία εφαρμογή καολίνη στις 13/8, ενώ έπεσαν 11,5 mm βροχής στις 11/8 και 12,5 mm βροχής στις 7/9. Η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ήταν 2,9 g m⁻² στις 29/7 και 3,5 g m⁻² στις 3/9.

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mn, Zn, Na, Ni, Cd, Pb με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα τόσο στα τέλη Ιουλίου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.23, 2.24, 2.25). Επίσης τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Cr, Co με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Ιουλίου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε K και αυξημένη σε Cr από τα πλυμένα (για το Co λείπουν οι τιμές των άπλυτων φύλλων του Σεπτεμβρίου). Επιπλέον τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Mg, Fe και μειωμένη περιεκτικότητα σε Cu από τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Ιουλίου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε Mg και Cu από τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (για το Fe λείπουν οι τιμές του Σεπτεμβρίου).

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης, τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd, Co από τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα στα τέλη Ιουλίου και πολύ περισσότερο στις αρχές Σεπτεμβρίου (για το Co λείπουν οι τιμές των άπλυτων φύλλων του Σεπτεμβρίου) (Πίν. 2.23, 2.24, 2.25).

Πίνακας 2.23. Περιεκτικότητα σε P, K, Ca και Mg των φύλλων των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
28/7/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,126	2,38	2,96	0,669
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,120	2,33	3,06	0,538
28/7/2009	Καολίνης	Άπλυτα	0,131	1,20	0,70	0,288

	Καολίνης	Πλυμένα	0,121	2,31	3,00	0,546
9/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,143	1,80	3,38	0,562
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,139	2,08	3,39	0,655
9/9/2009	Καολίνης	Άπλυτα	0,298	0,50	0,62	0,173
	Καολίνης	Πλυμένα	0,135	2,32	4,22	0,706

Σημαντικότητα

Πλύσιμο	NS	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}	0,055	0,21	0,26	0,095
Ημερομηνία	*	NS	***	**
Μεταχείριση	NS	NS	**	NS
ΕΣΔ _{0,05}	0,015	0,27	0,30	0,119

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Επιπλέον τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe και Cr από τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί καολίνη και στις δύο ημερομηνίες (για το Fe λείπουν οι τιμές του Σεπτεμβρίου). Τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Na, Pb με τα πλυμένα στα τέλη Ιουλίου ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε P, Na και μειωμένη σε Pb από τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί καολίνη.

Πίνακας 2.24. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na των φύλλων των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
28/7/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	74,9	106,7	20,03	5,01	60,9
	Μάρτυρας	Πλυμένα	51,6	104,3	20,07	6,19	62,8
28/7/2009	Καολίνης	Άπλυτα	222,9	40,2	8,95	2,13	95,1
	Καολίνης	Πλυμένα	121,8	73,8	17,70	6,88	96,8
9/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	-	138,7	11,57	4,35	65,8
	Μάρτυρας	Πλυμένα	54,5	144,5	12,52	4,83	63,7
9/9/2009	Καολίνης	Άπλυτα	-	18,8	4,92	0,68	106,6
	Καολίνης	Πλυμένα	72,9	93,3	14,80	5,33	98,1

Σημαντικότητα

Πλύσιμο	***	*	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}	21,3	41,0	3,55	0,41	10,0
Ημερομηνία	***	NS	**	***	***
Μεταχείριση	***	*	NS	*	***
ΕΣΔ _{0,05}	9,6	49,6	3,70	0,58	5,2

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Zn, Cu, αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Mn, Ni, Cd, Pb, Cr, Co και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Fe, Na, συγκριτικά με τα τέλη Ιουλίου (Πίν. 2.23, 2.24, 2.25).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Na, Ni, Cd, Pb, Cr, Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε Fe, Zn, Cu, και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Mn, συγκρινόμενα με τα τέλη Ιουλίου (Πίν. 2.23, 2.24, 2.25).

Συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, στα τέλη Ιουλίου τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Zn, Ni, Cd, Cr και Co, αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Cu, Na και Pb και μειωμένη περιεκτικότητα σε Mn συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 2.23, 2.24, 2.25). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε K, Ca, Fe, Na, Cu, Cd, Pb, Cr και Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε Mn και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Zn, Ni σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.25. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Cr και Co των φύλλων των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)	Co (mg kg ⁻¹)
28/7/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	2,33	0,538	5,93	ND	1,72
	Μάρτυρας	Πλυμένα	1,97	0,529	5,72	ND	1,60
28/7/2009	Καολίνης	Άπλυτα	1,77	0,383	6,90	3,00	1,30
	Καολίνης	Πλυμένα	2,23	0,525	6,58	ND	1,58
9/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	2,26	0,538	6,71	1,79	-
	Μάρτυρας	Πλυμένα	2,35	0,550	6,73	0,45	1,99
9/9/2009	Καολίνης	Άπλυτα	0,43	0,196	3,91	1,82	-
	Καολίνης	Πλυμένα	2,80	0,621	8,11	0,95	2,35
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,58	0,055	0,73	0,66	0,13
Ημερομηνία			NS	***	***	***	***
Μεταχείριση			NS	**	***	*	**
ΕΣΔ _{0,05}			0,79	0,010	0,43	0,29	0,12

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

2.3.19 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010

Το 2010, η πρώτη δειγματοληψία των φύλλων ροδακινιάς έγινε στις αρχές Αυγούστου (5/8) και η δεύτερη δειγματοληψία στις αρχές Σεπτεμβρίου (10/9). Μεταξύ των δύο δειγματοληψιών δεν παρουσιάστηκαν βροχοπτώσεις και δεν έγινε κάποια εφαρμογή καολίνης. Η ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων ήταν $5,2 \text{ g m}^{-2}$ στις 10/8 και $6,8 \text{ g m}^{-2}$ στις 9/9.

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mn, Cu, Na, Cd και αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Pb συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 2.26, 2.27, 2.28). Επίσης στις αρχές Αυγούστου τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mg, Cr, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Ni και αυξημένη περιεκτικότητα σε Zn, Co συγκριτικά με τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Zn, Ni και μειωμένη σε Mg, Cr, Co σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.26. Περιεκτικότητα σε P, K, Ca και Mg των φύλλων των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,123	1,56	3,30	0,567
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,123	1,94	3,07	0,782
5/8/2010	Καολίνης	Άπλυτα	0,103	1,67	0,99	0,581
	Καολίνης	Πλυμένα	0,116	2,11	2,94	0,770
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,137	1,62	3,85	0,660
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,135	1,66	3,88	1,317
10/9/2010	Καολίνης	Άπλυτα	0,112	1,52	1,84	0,610
	Καολίνης	Πλυμένα	0,112	2,09	4,09	1,237
Σημαντικότητα						
Πλύσιμο			NS	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,015	0,38	0,42	0,295
Ημερομηνία			NS	NS	***	**
Μεταχείριση			*	*	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,017	0,456	0,41	0,421

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης, τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mn, Zn, Cu, Cd, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Ca και αυξημένη περιεκτικότητα σε Pb, Cr συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη και στις δύο ημερομηνίες (Πίν. 2.26, 2.27, 2.28). Επίσης στις αρχές Αυγούστου τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mg, Na, Ni και αυξημένη σε Fe, Co σε σχέση με τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα. Επίσης στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Fe, Co, αυξημένη περιεκτικότητα σε Na, Ni και μειωμένη περιεκτικότητα Mg σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη.

Συγκρίνοντας τις δύο ημερομηνίες, στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε K, Ca, Mg, Cd, Pb, Cr, Co και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni συγκριτικά με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 2.26, 2.27, 2.28).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Fe, Mn, Zn, Na, συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 2.26, 2.27, 2.28).

Πίνακας 2.27. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na των φύλλων των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
5/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	110,0	106,0	21,52	4,59	67,0
	Μάρτυρας	Πλυμένα	49,8	101,1	12,98	4,64	73,0
5/8/2010	Καολίνης	Άπλυτα	569,2	66,7	13,33	3,40	158,2
	Καολίνης	Πλυμένα	49,5	70,3	14,25	3,55	162,4
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	155,2	111,1	16,75	5,28	84,7
	Μάρτυρας	Πλυμένα	56,1	116,2	13,63	5,08	75,8
10/9/2010	Καολίνης	Άπλυτα	57,4	66,9	15,60	4,03	204,6
	Καολίνης	Πλυμένα	64,0	80,3	12,80	4,66	176,3
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			61,0	17,3	8,47	1,08	17,6
Ημερομηνία			NS	NS	NS	*	**
Μεταχείριση			NS	***	NS	NS	***
ΕΣΔ _{0,05}			29,8	23,2	2,70	1,24	9,6

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, στις αρχές Αυγούστου τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cd, Pb, Cr, Co, αυξημένη περιεκτικότητα σε Na και μειωμένη περιεκτικότητα σε Mn, Cu και Ni συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 2.26, 2.27, 2.28). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co, αυξημένη περιεκτικότητα σε K, Ca και Na και μειωμένη περιεκτικότητα σε Mn σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 2.28. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Cr και Co των φύλλων των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)	Co (mg kg ⁻¹)
5/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,98	0,292	5,40	ND	1,27
	Μάρτυρας	Πλυμένα	2,45	0,333	4,48	0,08	ND
5/8/2010	Καολίνης	Άπλυτα	1,65	0,329	11,59	7,06	1,87
	Καολίνης	Πλυμένα	1,81	0,338	4,74	0,02	ND
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	2,83	0,475	5,59	0,70	1,40
	Μάρτυρας	Πλυμένα	2,63	0,488	4,94	1,34	1,83
10/9/2010	Καολίνης	Άπλυτα	3,16	0,488	8,75	8,20	1,76
	Καολίνης	Πλυμένα	2,49	0,496	4,98	1,43	1,85
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			NS	NS	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,47	0,040	0,44	0,53	0,12
Ημερομηνία			NS	***	NS	*	***
Μεταχείριση			NS	NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,99	0,010	0,40	0,89	0,68

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

2.3.20 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.3.20.1 Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων

Η περιεκτικότητα των φύλλων ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων σε ανόργανα στοιχεία διέφερε μεταξύ των πλυμένων και άπλυτων φύλλων. Φαίνεται ότι ακόμη και στην περίπτωση των φύλλων του μάρτυρα αιωρούμενα σωματίδια προερχόμενα από την κατεργασία του εδάφους των γύρω αγρών ή από την τοπική βιομηχανία χαλυβουργίας (βρέθηκε αυξημένη περιεκτικότητα των άπλυτων φύλλων του μάρτυρα σε Fe και στα δύο έτη μέτρησης) ή από άλλες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης, επικάθονται στην επιφάνεια των φύλλων και μπορεί να μεταβάλλουν την

περιεκτικότητα τους σε ανόργανα στοιχεία, ενώ μετά το πλύσιμό τους φαίνεται η πραγματική περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα συστατικά.

Στην περίπτωση των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνη τα άπλυτα φύλλα φαίνεται να έχουν μειωμένη περιεκτικότητα στα περισσότερα ανόργανα στοιχεία σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη και στις δύο ημερομηνίες μέτρησης και στα δύο έτη μέτρησης. Η συσσώρευση των σωματιδίων του καολίνη στα φύλλα τροποποίησε τη σύσταση των άπλυτων φύλλων σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη. Αποδεικνύεται η φτωχή περιεκτικότητα του καολίνη στα περισσότερα ανόργανα στοιχεία όπως αποδείχτηκε και από τις μετρήσεις της περιεκτικότητας των ολικών ποσοτήτων μετάλλων στον καολίνη.

2.3.20.2 Επίδραση της εποχής

Η πιο χαρακτηριστική μεταβολή με την πάροδο του χρόνου ήταν η αύξηση της περιεκτικότητας των πλυμένων φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων σε Ca και Mg στις αρχές Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα τέλη Ιουλίου το 2009 ή τις αρχές Αυγούστου το 2010. Παρόμοια μεταβολή με το χρόνο σε αυτό το στάδιο των φύλλων στη ροδακινιά από τις αρχές Αυγούστου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου έχει βρεθεί και από τους Abrisqueta et al. (2011). Η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων του μάρτυρα σε K μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα τέλη Ιουλίου το 2009 ή τις αρχές Αυγούστου το 2010, ενώ στην περίπτωση των πλυμένων φύλλων που δέχτηκαν καολίνη η περιεκτικότητα σε K παρέμεινε αμετάβλητη μεταξύ των δύο ημερομηνιών. Ομοια μείωση στην περιεκτικότητα του K με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα αναφέρεται και από τους Abrisqueta et al. (2011). Η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων και τα δύο έτη σε P, Fe, Mn, Zn κατά βάση παρέμεινε αμετάβλητη μεταξύ των δύο ημερομηνιών. Ομοίως στην έρευνα των Abrisqueta et al. (2011), η περιεκτικότητα των φύλλων ροδακινιάς σε P από τις αρχές Αυγούστου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου δεν μεταβλήθηκε. Η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων του μάρτυρα σε Na ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο δειγματοληψιών και τα δύο έτη μέτρησης, ενώ τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Na στις αρχές Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα τέλη Ιουλίου το 2009 ή τις αρχές Αυγούστου το 2010.

Η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων και τα δύο έτη σε Ni, Cd, Pb, Cr, Co ήταν κατά βάση αυξημένη στις αρχές Σεπτεμβρίου σε

σχέση με τα τέλη Ιουλίου το 2009 ή τις αρχές Αυγούστου το 2010 δείχνοντας μία τάση συσσώρευσης των βαρέων μετάλλων στο χρονικό αυτό διάστημα. Να αναφερθεί βέβαια ότι οι ελάχιστες βροχοπτώσεις σε συνδυασμό με τη γειτνίαση του πειραματικού αγρού με την τοπική βιομηχανία χαλυβουργίας μπορεί να ευθύνονται γι' αυτή την αύξηση των βαρέων μετάλλων στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων. Σύμφωνα με τους Tomašević et al. (2005) η περιεκτικότητα των φύλλων δύο ειδών πλατύφυλλων φυλλοβόλων δένδρων (αγριοκαστανιά και φουντουκιά) σε Pb, Cu, Zn και Cd, όταν εκτέθηκαν σε ρύπανση από αιωρούμενα σωματίδια προερχόμενη από αστικό δρόμο υψηλής κυκλοφορίας, ήταν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο τέλος της βλαστικής περιόδου (το Σεπτέμβριο) σε σχέση με την αρχή λόγω της συσσώρευσης τους σε όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου.

2.3.20.3 Επίδραση του καολίνη

Μέχρι τώρα δεν έχει μελετηθεί η επίδραση του καολίνη στην περιεκτικότητα των φύλλων των οπωροφόρων σε ανόργανα στοιχεία. Όπως προαναφέρθηκε, τα άπλυτα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη. Μετά το πλύσιμό τους τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη στα τέλη Ιουλίου του 2009 ή στις αρχές Αυγούστου του 2010, είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Zn, Cd, Cr και Co, αυξημένη περιεκτικότητα σε Na και μειωμένη σε Mn συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Όσον αφορά τη σύγκριση της περιεκτικότητας των πλυμένων φύλλων που δέχτηκαν καολίνη σε Fe, Ni, Cu, Pb με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα δεν παρουσιάστηκε κάποια συγκεκριμένη τάση μεταξύ των ετών.

Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα δύο έτη μελέτης, τα πλυμένα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Zn, Ni, αυξημένη περιεκτικότητα σε K, Ca, Na, και μειωμένη σε Mn, σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Τα υπόλοιπα στοιχεία Fe, Cu, Cd, Pb, Cr, Co δεν παρουσίασαν κάποια συγκεκριμένη τάση μεταξύ των ετών.

Η αυξημένη περιεκτικότητα σε K, Ca και Na στα φύλλα με καολίνη σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα ενδεχομένως να οφείλεται στην αυξημένη E των καλυμμένων με καολίνη φύλλων. Η μειωμένη περιεκτικότητα σε Mn μπορεί να οφείλεται στον ανταγωνισμό με τα τρία στοιχεία των οποίων αυξήθηκε η συγκέντρωση (Kabata-Pendias and Pendias 2001).

Σε κάθε περίπτωση, η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu ήταν σε επίπεδα επάρκειας, ενώ η περιεκτικότητα σε Zn ήταν σε σχετική έλλειψη (Johnson 2008, Θεριός 2006, Johnson and Ugiu 1989). Να προστεθεί ότι το έδαφος του πειραματικού αγρού είναι σε ελαφρώς αλκαλικά επίπεδα (pH=7,9) και πιθανόν να συνδέεται με τη μειωμένη περιεκτικότητα των φύλλων σε Zn, αλλά και η περιεκτικότητα των φύλλων σε Cu ήταν οριακά σε επίπεδα επάρκειας.

Η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων σε Ni, Pb, Cd, Cr και Co ήταν σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με την περιεκτικότητα των φύλλων ροδακινιάς που βρέθηκαν σε δένδρα μεσαίας ηλικίας των ποικιλιών ροδακινιάς Redhaven, Glohaven and J.H. Hale, που αντιπροσωπεύουν πρώιμες, μεσοπρώιμες και όψιμες ποικιλίες (Başar 2006). Παρόλα αυτά η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων σε Ni και Pb ήταν σε κανονικά επίπεδα, ενώ η περιεκτικότητά τους σε Cd, Cr και Co ήταν οριακά υψηλότερη των κανονικών επιπέδων χωρίς όμως να φτάνουν σε επίπεδο τοξικότητας, όπως έχουν οριστεί από τους Kabata-Pendias και Pendias (2001) για ώριμους ιστούς φύλλων διαφόρων ειδών.

2.3.21 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009

Την πειραματική περίοδο του 2009 η πρώτη εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στα μέσα Μαΐου, μετά το αραίωμα των καρπών. Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες-συγκομιδές καρπών, η πρώτη έγινε στις 3/7/2009 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος πάνω από 1,8 m στην κόμη. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 7/7/2009 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος κάτω από 1,8 m στην κόμη. Μέχρι τη συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκαν τέσσερις εφαρμογές καολίνη, οι οποίες οδήγησαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με τα λευκά υπολείμματα του καολίνη.

Μετά τη συγκομιδή των καρπών, αυτοί μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας, όπου έγινε η μέτρηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί ροδακινιάς της δεύτερης συγκομιδής (<1,8 m) είχαν παρόμοιο νωπό βάρος με αυτούς της πρώτης (>1,8 m) και στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 2.29). Επίσης, οι καρποί των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν παρόμοιο νωπό βάρος με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

Οι καρποί ροδακινιάς της δεύτερης συγκομιδής είχαν παρόμοιο ύψος και πλάτος με αυτούς της πρώτης και στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 2.29). Όσον αφορά το πλάτος των καρπών στη ραφή, οι καρποί ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων είχαν μεγαλύτερο πλάτος στη δεύτερη συγκομιδή από την πρώτη (Πίν. 2.29). Οι καρποί που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν ουσιαστικά παρόμοιο ύψος, πλάτος, και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

Πίνακας 2.29. Βάρος και διαστάσεις καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Νωπό βάρος καρπού (g)	Ύψος (cm)	Πλάτος (cm)	Πλάτος στη ραφή (cm)
>1,8 m	Μάρτυρας	199	6,27	7,23	6,66
	Καολίνης	206	6,38	7,12	6,88
<1,8 m	Μάρτυρας	205	6,25	7,23	7,02
	Καολίνης	215	6,45	7,24	7,16
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		NS	NS	NS	**
Μεταχείριση		NS	*	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}		23	0,22	0,37	0,29

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετρος φωτεινότητας L του φλοιού του καρπού*

Η παράμετρος φωτεινότητας L* του φλοιού του καρπών ροδακινιάς ήταν παρόμοιος στις δύο συγκομιδές και για τις δύο μεταχειρίσεις πριν και μετά το πλύσιμο των καρπών (Πίν. 2.30). Επιπλέον οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνης, πριν το πλύσιμό τους είχαν υψηλότερο L* από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές εξαιτίας των λευκών υπολειμμάτων του καολίνης στην επιφάνεια των καρπών. Μετά το πλύσιμο, οι καρποί που είχαν δεχτεί καολίνη είχαν παρόμοιο L* με τους καρπούς του μάρτυρα και κυρίως μετά το πλύσιμό τους με μαλακή βούρτσα στη δεύτερη συγκομιδή.

Παράμετρος καθαρότητας C* του χρώματος του φλοιού του καρπού

Η παράμετρος καθαρότητας C* του χρώματος του φλοιού των καρπών ροδακινιάς ήταν υψηλότερη στην πρώτη συγκομιδή από τη δεύτερη για τους καρπούς που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είτε πριν είτε μετά το πλύσιμό τους (Πίν. 2.30). Οι καρποί των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοιο C* και στις δύο συγκομιδές. Συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, πριν το πλύσιμό τους οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν μικρότερο C* από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, ενώ μετά το πλύσιμό τους είχαν παρόμοιο C* με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές και κυρίως μετά το πλύσιμό τους με μαλακή βούρτσα στη δεύτερη συγκομιδή.

Πίνακας 2.30. Παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Πλύσιμο	L*	C*	Hue
>1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	35,5	31,3	34,4
	Καολίνης	Άπλυτοι	41,9	23,7	31,0
	Καολίνης	Πλυμένοι	37,1	31,3	29,6
<1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	34,1	29,8	31,5
	Καολίνης	Άπλυτοι	41,6	19,6	27,5
	Καολίνης	Πλυμένοι	36,3	26,8	26,9
	Καολίνης	Πλυμένοι με βούρτσα	34,4	27,8	27,1
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία			NS	*	*
Μεταχείριση			***	***	*
Πλύσιμο			***	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}			2,3	4,1	4,8

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Παράμετρος απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού του καρπού

Η παράμετρος απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού των καρπών ροδακινιάς ήταν παρόμοιος μεταξύ των δύο συγκομιδών και για τις δύο μεταχειρίσεις και πριν και μετά το πλύσιμό των καρπών που είχαν καολίνη (Πίν. 2.30). Οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη, πριν το πλύσιμό τους είχαν ελαφρώς μειωμένο Hue σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα ενώ μετά το πλύσιμό τους είχαν σημαντικά μειωμένο Hue σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο

συγκομιδές και μετά το πλύσιμό τους με μαλακή βούρτσα στη δεύτερη συγκομιδή. Σύμφωνα με παραπάνω οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν πιο κόκκινο χρώμα από τους καρπούς τους μάρτυρα κυρίως μετά την απομάκρυνση των υπολειμμάτων του καολίνη από την επιφάνεια τους με το πλύσιμό τους.

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι καρποί ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας και τις δύο ημερομηνίες συγκομιδής (Πίν. 2.31). Επίσης οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με αυτούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

Πίνακας 2.31. Σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά, οξύτητα, pH, περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού και ΠΕΡΝΕ καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (g μηλικού οξέος/100 g)	ΠΕΡΝΕ (%)	Ολ. Φαινολ. (mg γαλλικού οξέος/100 g)
>1,8 m	Μάρτυρας	28,5	10,5	0,338	88,0	36,2
	Καολίνης	30,0	10,1	0,278	88,4	33,9
<1,8 m	Μάρτυρας	34,9	9,7	0,325	89,0	28,1
	Καολίνης	34,3	9,9	0,271	88,5	26,9
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		NS	NS	NS	*	***
Μεταχείριση		NS	NS	**	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}		8,5	0,8	0,042	0,7	5,6

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, (ΔΣΣ) (%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων του μάρτυρα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ΔΣΣ και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 2.31). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ΔΣΣ με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

Οξύτητα του χυμού εκφρασμένη σε g μηλικού οξέος/100 g χυμού

Η οξύτητα του χυμού των καρπών ροδακινιάς ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο συγκομιδών και για τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 2.31). Επιπλέον οι καρποί που

αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν χαμηλότερη οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί ροδακινιάς και των δύο μεταχειρίσεων είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά στη δεύτερη συγκομιδή συγκριτικά με την πρώτη (Πίν. 2.31). Επίσης, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά με αυτούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

Περιεκτικότητα σε νερό, (ΠΕΡΝΕ) (%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων του μάρτυρα είχαν αυξημένη ΠΕΡΝΕ του περικαρπίου στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 2.31). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

2.3.22 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010

Την πειραματική περίοδο του 2010 η πρώτη εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στα μέσα Μαΐου, μετά το αραίωμα των καρπών, και όταν είχαν διάμετρο περίπου 3-4 cm. Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες-συγκομιδές καρπών, η πρώτη έγινε στις 25/6/2010 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος πάνω από 1,8 m στην κόμη. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 30/6/2010 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος κάτω από 1,8 m στην κόμη. Μέχρι τη συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκαν τέσσερις εφαρμογές καολίνη οι οποίες οδήγησαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με τα λευκά υπολείμματα του καολίνη. Στον πίνακα 2.32 παρουσιάζονται οι ποσότητες καολίνη στην επιφάνεια των καρπών κατά τη συγκομιδή τους.

Μετά τη συγκομιδή των καρπών, αυτοί μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας, όπου έγινε η μέτρηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Πίνακας 2.32. Ποσότητα καολίνη (g m^{-2}) στην επιφάνεια των καρπών ροδακινιάς στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Ποσότητα καολίνη (g m^{-2})
>1,8 m	Καολίνης	2,74
<1,8 m	Καολίνης	3,19

Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης στη δεύτερη συγκομιδή είχαν αυξημένο βάρος, πλάτος και πλάτος στη ραφή συγκριτικά με την πρώτη (Πίν. 2.33). Το ύψος των καρπών ήταν παρόμοιο στις δύο συγκομιδές για κάθε μεταχείριση.

Πίνακας 2.33. Βάρος και διαστάσεις καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Νωπό βάρος καρπού (g)	Ύψος (cm)	Πλάτος (cm)	Πλάτος στη ραφή (cm)
>1,8 m	Μάρτυρας	168	6,46	6,92	6,76
	Καολίνης	160	6,32	6,65	6,57
<1,8 m	Μάρτυρας	207	6,58	7,22	6,96
	Καολίνης	198	6,31	7,06	6,76
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	NS	***	**
Μεταχείριση		*	***	**	**
ΕΣΔ _{0,05}		12	0,16	0,20	0,19

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Οι καρποί των δένδρων που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνης είχαν ελαφρώς μειωμένο βάρος σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, αλλά οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές (Πίν. 2.33). Επιπλέον οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν μειωμένο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, αλλά οι διαφορές δεν ήταν πάντα σημαντικές.

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι καρποί του μάρτυρα είχαν μειωμένη σκληρότητα σάρκας στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 2.34). Επίσης, οι καρποί

που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας στην πρώτη συγκομιδή και υψηλότερη σκληρότητα στη δεύτερη συγκομιδή από τους καρπούς του μάρτυρα.

Διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)

Οι καρποί των δένδρων του μάρτυρα είχαν ελαφρώς μειωμένα, όχι σημαντικά, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη αυξημένα ΔΣΣ στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη. Επιπλέον οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν υψηλότερα ΔΣΣ από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο ημερομηνίες συγκομιδής (Πίν. 2.34).

Πίνακας 2.34. Σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά, οξύτητα, pH, περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού και ΠΕΡΝΕ καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (g μηλικού οξέος/100 g)	ΠΕΡΝΕ (%)	Ολ. Φαινολ. (mg γαλλικού οξέος/100 g)
>1,8 m	Μάρτυρας	39,6	12,8	0,482	86,2	34,3
	Καολίνης	41,9	14,5	0,436	84,1	35,4
<1,8 m	Μάρτυρας	33,9	12,3	0,415	86,1	33,6
	Καολίνης	38,3	15,8	0,369	82,4	39,5
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		**	NS	***	*	NS
Μεταχείριση		*	***	**	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}		4,6	0,6	0,042	1,0	7,1

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Οξύτητα του χυμού εκφρασμένη σε g μηλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν μειωμένη οξύτητα στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 2.34). Επιπλέον οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν μειωμένη οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο ημερομηνίες συγκομιδής.

Περιεκτικότητα σε νερό, ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη μειωμένη ΠΕΡΝΕ στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη

(Πίν. 2.34). Επιπλέον οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν μειωμένη ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο ημερομηνίες συγκομιδής.

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη ελαφρώς αυξημένη, όχι σημαντικά, περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 2.34). Επιπλέον οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

2.3.23 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2011

Την πειραματική περίοδο του 2011 η πρώτη εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στις αρχές Ιουνίου. Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες-συγκομιδές καρπών, η πρώτη έγινε στις 8/7/2011 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος πάνω από 1,8 m στην κόμη. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 11/7/2011 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος κάτω από 1,8 m στην κόμη. Μέχρι τη συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκαν τρεις εφαρμογές καολίνη οι οποίες οδήγησαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με τα λευκά υπολείμματα του καολίνη. Στον πίνακα 2.35 παρουσιάζονται οι ποσότητες καολίνη στην επιφάνεια των καρπών κατά τη συγκομιδή τους.

Πίνακας 2.35. Ποσότητα καολίνη (g m^{-2}) στην επιφάνεια των καρπών ροδακινιάς στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Ποσότητα καολίνη
>1,8 m	Καολίνης	2,92
<1,8 m	Καολίνης	3,12

Μετά τη συγκομιδή τους οι καρποί μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας, όπου έγινε η μέτρηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί ροδακινιάς της δεύτερης συγκομιδής είχαν παρόμοιο νωπό βάρος με αυτούς της πρώτης και στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 2.36). Επίσης οι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή και στις δύο συγκομιδές.

Πίνακας 2.36. Βάρος και διαστάσεις καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Νωπό βάρος καρπού (g)	Ύψος (cm)	Πλάτος (cm)	Πλάτος στη ραφή (cm)
>1,8 m	Μάρτυρας	197	6,78	7,26	7,17
	Καολίνης	204	6,90	7,32	7,24
<1,8 m	Μάρτυρας	217	6,89	7,57	7,37
	Καολίνης	205	6,88	7,34	7,27
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		NS	NS	NS	NS
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}		21	0,30	0,28	0,22

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετρος φωτεινότητας L του φλοιού του καρπού*

Οι καρποί των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια φωτεινότητα L* του χρώματος του φλοιού και στις δύο συγκομιδές, πριν και μετά το πλύσιμό τους (Πίν. 2.37). Επιπλέον, πριν το πλύσιμό τους οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν μειωμένο L* στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ μετά το πλύσιμό τους οι καρποί είχαν παρόμοιο L* και στις δύο ημερομηνίες. Οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη, πριν το πλύσιμό τους είχαν υψηλότερο L* από τους άπλυτους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές εξαιτίας των λευκών υπολειμμάτων του καολίνη στην επιφάνεια των καρπών. Μετά το πλύσιμο, οι καρποί που είχαν δεχτεί καολίνη είχαν παρόμοιο L* με τους καρπούς του μάρτυρα στην πρώτη συγκομιδή, ενώ στη δεύτερη συγκομιδή είχαν μειωμένο L* σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα.

Πίνακας 2.37. Παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Πλύσιμο	L*	C*	Hue
>1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	30,5	21,6	24,6
	Μάρτυρας	Πλυμένοι	29,7	22,7	22,0
	Καολίνης	Άπλυτοι	45,4	10,9	28,6
	Καολίνης	Πλυμένοι	29,3	19,5	21,7
<1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	31,5	24,5	23,8
	Μάρτυρας	Πλυμένοι	30,0	24,1	22,5
	Καολίνης	Άπλυτοι	41,7	12,0	25,1
	Καολίνης	Πλυμένοι	27,7	19,2	18,8
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία			NS	*	*
Μεταχείριση			***	***	NS
Πλύσιμο			***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			2,3	2,6	2,8

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Παράμετρος καθαρότητας C του χρώματος του φλοιού του καρπού*

Οι καρποί των δένδρων του μάρτυρα, πριν το πλύσιμό τους, είχαν υψηλότερη καθαρότητα C* του χρώματος του φλοιού στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ μετά το πλύσιμό τους είχαν παρόμοιο C* στις δύο ημερομηνίες συγκομιδής (Πίν. 2.37). Οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνης είχαν παρόμοιο C* είτε πριν είτε μετά το πλύσιμό τους τις δύο ημερομηνίες συγκομιδής. Συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, είτε πριν είτε μετά το πλύσιμό τους οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνης είχαν χαμηλότερο C* από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές.

Παράμετρος απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού του καρπού

Οι καρποί των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια απόχρωση Hue του χρώματος του φλοιού μεταξύ των δύο συγκομιδών πριν και μετά το πλύσιμό τους (Πίν. 2.37). Στην περίπτωση των καρπών που δέχτηκαν καολίνη, το Hue ήταν μειωμένο στη δεύτερη συγκομιδή πριν και μετά το πλύσιμό τους. Συγκρινόμενες οι δύο μεταχειρίσεις, στην πρώτη ημερομηνία συγκομιδής, πριν το πλύσιμό τους οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνης είχαν αυξημένο Hue σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ στη δεύτερη είχαν παρόμοιο Hue με τους καρπούς του

μάρτυρα. Μετά το πλύσιμό τους, στην πρώτη ημερομηνία συγκομιδής οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοιο Hue με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ στη δεύτερη συγκομιδή είχαν μειωμένο Hue συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα.

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Η σκληρότητα σάρκας των καρπών και δύο μεταχειρίσεων ήταν μειωμένη στη δεύτερη ημερομηνία συγκομιδής συγκριτικά με την πρώτη (Πίν. 2.38). Επίσης, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με τους καρπούς του μάρτυρα και τις δύο ημερομηνίες συγκομιδής.

Πίνακας 2.38. Σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά, οξύτητα, pH, περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού και ΠΕΡΝΕ καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (g μηλικού οξέος/100 g)	ΠΕΡΝΕ (%)	Ολ. Φαινολ. (mg γαλλικού οξέος/100 g)
>1,8 m	Μάρτυρας	46,0	12,7	0,442	86,5	30,2
	Καολίνης	46,7	12,6	0,409	86,9	30,0
<1,8 m	Μάρτυρας	36,0	13,3	0,355	85,8	26,1
	Καολίνης	39,5	12,3	0,355	86,4	31,9
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		**	NS	***	NS	NS
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}		7,1	0,9	0,042	1,6	6,1

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)

Οι καρποί των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΔΣΣ και τις δύο ημερομηνίες συγκομιδής (Πίν. 2.38). Επιπλέον στην πρώτη συγκομιδή οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια, ενώ στη δεύτερη μειωμένα ΔΣΣ από τους καρπούς του μάρτυρα.

Οξύτητα του χυμού εκφρασμένη σε g μηλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν μειωμένη οξύτητα στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 2.38). Επιπλέον οι καρποί που

αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια οξύτητα με τους καρπούς του μάρτυρα και τις δύο ημερομηνίες συγκομιδής.

Περιεκτικότητα σε νερό, ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 2.38). Επιπλέον οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοιο ΠΕΡΝΕ με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο ημερομηνίες συγκομιδής.

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 2.38). Επιπλέον οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά με τους καρπούς του μάρτυρα και τις δύο ημερομηνίες συγκομιδής.

2.3.24 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στις πειραματικές περιόδους 2009, 2010 και 2011 μελετήθηκε η επίδραση της εφαρμογής καολίνη στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών ροδακινιάς. Οι επαναληπτικές εφαρμογές καολίνη οδήγησαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με το λευκό επίχρισμα του καολίνη ώστε στη συγκομιδή οι καρποί ήταν χαρακτηριστικά λευκοί. Συγκρίνοντας τα τρία έτη το 2010 ήταν η πιο πρόιμη χρονιά (συγκομιδή τελευταία εβδομάδα Ιουνίου), το 2009 πιο όιμη (συγκομιδή πρώτη εβδομάδα Ιουλίου) και το 2011 ακόμη πιο όιμη χρονιά (συγκομιδή δεύτερη εβδομάδα Ιουλίου). Επιπλέον, από τις αρχές Μαΐου έως τη συγκομιδή των καρπών το 2009 έπεςαν συνολικά 59 mm βροχής και τα 21 mm έπεςαν στις 30/6/2009, το 2010 έπεςαν συνολικά 50,7 mm βροχής, αλλά τον Ιούνιο έπεςαν μόλις 8,7 mm βροχής, το 2011 έπεςαν συνολικά 58,4 mm βροχής, αλλά τον Ιούλιο δεν παρατηρήθηκαν βροχοπτώσεις. Η συγκομιδή των καρπών κάθε χρονιά έγινε σε δύο χέρια. Στην πρώτη συγκομιδή συλλέχθηκαν καρποί από 1,8 m ύπος και πάνω στην κόμη ενώ στη δεύτερη από 1,8 m ύπος και κάτω στην κόμη. Οι δύο συγκομιδές απείχαν μεταξύ τους από τρεις έως πέντε ημέρες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι καρποί που συγκομίστηκαν τα έτη 2009 και 2011 είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπού από αυτούς που συγκομίστηκαν το 2010 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επιπλέον οι καρποί που συγκομίστηκαν το 2011 είχαν μεγαλύτερο ύψος από τους καρπούς των 2010 και 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επίσης οι καρποί που συγκομίστηκαν το 2011 είχαν μεγαλύτερο πλάτος και πλάτος ραφής από τους καρπούς του 2009 και αυτοί από τους καρπούς του 2010 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Σύμφωνα με τα πιο πάνω, το μέγεθος των καρπών ακολουθεί τη σειρά ωρίμανσης των καρπών κατ' έτος. Ειδικά για το 2010, το μικρότερο μέγεθος των καρπών πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι το 2010 ήταν πιο πρόωμη χρονιά από τα άλλα δύο έτη, αλλά μπορεί να σχετίζεται και με το φορτίο των καρπών. Επίσης από τα τρία έτη, το 2010 είναι το μόνο έτος που στη δεύτερη συγκομιδή οι καρποί είχαν μεγαλύτερο μέγεθος από την πρώτη συγκομιδή και για τις δύο μεταχειρίσεις. Σύμφωνα με τον DeJong (2005) η πρόωμιση της παραγωγής συνοδεύτηκε από μικρότερο μέγεθος καρπών.

Όσον αφορά το χρώμα φλοιού των καρπών μετά το πλύσιμό τους, το 2011 οι καρποί είχαν μειωμένη φωτεινότητα L^* , καθαρότητα C^* και απόχρωση Hue από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2009 (το 2010 δεν μετρήθηκε το χρώμα των καρπών) και για τις δύο μεταχειρίσεις. Φαίνεται ότι το 2011 οι καρποί είχαν πιο σκούρο κόκκινο χρώμα από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2009. Το έντονο κόκκινο χρώμα των καρπών της ποικιλίας 'Royal Glory' που μελετήθηκε οφείλεται στις ανθοκυανίνες που υπάρχουν στο φλοιό του καρπού. Το χρώμα του φλοιού του καρπού όμως εξαρτάται από το βαθμό ωρίμανσης των καρπών, από τις καλλιεργητικές τεχνικές αλλά και από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι απαραίτητη για το σχηματισμό του χαρακτηριστικού επιχρώματος των ποικιλιών. Οι Andreotti et al. (2008) αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά μπορεί να κυμαίνεται ανά έτος ακόμη και στην ίδια ποικιλία. Επιπλέον η περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά μειώθηκε με την ωριμότητα των καρπών.

Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών, οι καρποί που συγκομίστηκαν το 2011 είχαν υψηλότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς του 2010 και αυτοί με τη σειρά τους από τους καρπούς του 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επιπλέον οι καρποί που συγκομίστηκαν το 2010 είχαν αυξημένα ΔΣΣ και μειωμένη ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2011 και αυτοί με τη σειρά τους από τους καρπούς του 2009 για την περίπτωση του καολίνη, ενώ για το

μάρτυρα οι καρποί είχαν παρόμοια ΔΣΣ και ΠΕΡΝΕ το 2010 και 2011 και υψηλότερα από το 2009. Επίσης οι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερη οξύτητα το 2010 από το 2011, ενώ χαμηλότερη οξύτητα είχαν το 2009. Τέλος η περιεκτικότητα των καρπών και των δύο μεταχειρίσεων σε ολικά φαινολικά συστατικά ήταν αυξημένη το 2010 σε σχέση με αυτή των καρπών που συγκομίστηκαν το 2009 και το 2011. Όπως προαναφέρθηκε το 2009 παρατηρήθηκαν αρκετές βροχοπτώσεις πριν τη συγκομιδή και αυτό είναι η σημαντικότερη αιτία των πιο φτωχών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των καρπών του 2009 σε σχέση με τα άλλα δύο έτη.

Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν γενικά παρόμοιο βάρος, ύψος, πλάτος, πλάτος στη ραφή, σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ, ΠΕΡΝΕ και περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά. Επίσης οι καρποί που εφαρμόστηκε καολίνη στα δύο από τα τρία έτη είχαν μειωμένη οξύτητα συγκρινόμενοι με τους καρπούς του μάρτυρα. Επιπλέον μόνο το 2010, οι καλυμμένοι με καολίνη καρποί είχαν ελαφρώς αυξημένη σκληρότητα σάρκας, αυξημένα ΔΣΣ και μειωμένη ΠΕΡΝΕ. Η πιο βασική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων αφορά στο χρώμα των καρπών και φαίνεται ότι οι καρποί που εφαρμόστηκε καολίνη είχαν πιο βαθύ κόκκινο χρώμα από τους καρπούς του μάρτυρα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα κατά τις μεσημεριανές ώρες και ο καολίνης βρέθηκε να είναι υψηλά ανακλαστικός στη UV ακτινοβολία σε συμφωνία με τους Glenn et al. (2001) και Jifon και Syvertsen (2003). Η ανάκλαση της UV ακτινοβολίας είναι σε αντίθεση με το βαθύτερο κόκκινο χρώμα των καρπών που δέχθηκαν καολίνη, επομένως η χαμηλότερη θερμοκρασία ίσως είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρέασε τη σύνθεση ανθοκυανινών. Βέβαια δεν βρήκαμε διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων στην περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά φαινολικά αλλά ίσως έπρεπε να εστιάσουμε μόνο στο φλοιό του καρπού για να δούμε διαφορές στα φαινολικά. Από οπτικές παρατηρήσεις το χρώμα των καρπών ήταν ομοιόμορφο και τυπικό της ποικιλίας. Σπάνια, όταν τοπικά στον καρπό τα υπολείμματα του καολίνης ήταν ιδιαίτερα συσσωρευμένα, παρατηρήθηκε κάποιος αποχρωματισμός.

Ολοκληρώνοντας, οι καρποί των δένδρων ροδακινιάς της μεσοπρώιμης ποικιλίας 'Royal Glory' που δέχτηκαν καολίνη ήταν καλυμμένοι με χαρακτηριστικά λευκά υπολείμματα γεγονός που αποτελεί πρόβλημα για τα επιτραπέζια ροδάκινα λόγω του χνουδιού που διαθέτουν, καθώς για την απομάκρυνσή τους απαιτείται

επιπλέον μεταχείριση. Εκτός από αυτό το θέμα, η παρουσία καολίνη στους αναπτυσσόμενους καρπούς ροδάκινου ουσιαστικά δεν επηρέασε αρνητικά την ποιότητα των καρπών αλλά ίσως ήταν λιγότερο όξινοι, δεν καθυστέρησε την ωρίμανση των καρπών και δεν επηρέασε αρνητικά το χρώμα των καρπών, αφού αναπτύχθηκε κανονικά το χαρακτηριστικό επίχρωμα της ποικιλίας.

2.3.25 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα συστατικά έγινε σε καρπούς και των δύο συγκομιδών και στη συνέχεια παρουσιάζεται ο μέσος όρος των τιμών των δύο συγκομιδών για την κάθε μεταχείριση (Πίν. 2.39).

Οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb και αυξημένη περιεκτικότητα σε Na από τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 2.39).

Πίνακας 2.39. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των καρπών των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα.

	Σημαντικότητα			
	Μάρτυρας	Καολίνης	Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
	(%)			
P	0,139	0,145	NS	0,010
K	1,36	1,56	NS	0,36
Ca	0,050	0,040	NS	0,027
Mg	0,066	0,089	NS	0,033
	(mg kg ⁻¹)			
Fe	19,6	19,3	NS	9,0
Mn	2,23	2,63	NS	1,39
Zn	11,5	11,4	NS	2,2
Cu	1,24	1,41	NS	0,63
Na	30,7	39,0	*	9,4
Ni	0,377	0,356	NS	0,54
Cd	0,367	0,383	NS	0,060
Pb	0,338	0,355	NS	0,45
Cr	ND	ND	-	-
Co	ND	ND	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

2.3.26 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα συστατικά έγινε σε καρπούς και των δύο συγκομιδών και στη συνέχεια παρουσιάζεται ο μέσος όρος των τιμών των δύο συγκομιδών για την κάθε μεταχείριση (Πίν. 2.40).

Οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Na, Ni, Cd και μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Mn από τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Pb, Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 2.40).

Πίνακας 2.40. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των καρπών των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη και των δένδρων του μάρτυρα.

	Σημαντικότητα			
	Μάρτυρας	Καολίνης (%)	Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
P	0,142	0,117	NS	0,020
K	1,09	0,90	*	0,11
Ca	0,031	0,025	NS	0,011
Mg	0,060	0,041	NS	0,023
	(mg kg ⁻¹)			
Fe	20,4	18,3	NS	9,4
Mn	1,75	1,21	*	0,64
Zn	6,96	6,10	NS	1,05
Cu	1,72	1,59	NS	0,59
Na	13,3	16,7	NS	7,5
Ni	0,415	0,413	NS	0,50
Cd	0,117	0,106	NS	0,017
Pb	ND	ND	-	-
Cr	ND	ND	-	-
Co	ND	ND	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

2.3.27 Συζήτηση

Η παρουσία καολίνη στην επιφάνεια των νωπών καρπών ροδάκινου δεν φαίνεται να τροποποίησε ουσιαστικά την περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά και δεν επιβάρυνε τους καρπούς με βαρέα μέταλλα. Επιπλέον, και στις δύο μεταχειρίσεις το K ήταν το πιο άφθονο μέταλλο στους καρπούς (σάρκα και φλοιό) όπως είναι χαρακτηριστικό των νωπών καρπών (Tagliavini et al. 2000). Τα υπόλοιπα ανόργανα στοιχεία σε φθίνουσα σειρά ήταν P, Mg, Ca, Fe, Na, Zn, Mn, Cu, Ni, Cd και Pb και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με τη USDA National Nutrient Database για νωπούς καρπούς ροδάκινου, όπου το πιο

άφθονο ανόργανο συστατικό ήταν το K, ακολουθούμενο από τα P, Mg, Ca, Fe, Zn, ενώ το Na δεν ανιχνεύτηκε και τα υπόλοιπα από τα βαρέα μέταλλα που μετρήθηκαν στην έρευνά μας δεν αναφέρονται. Οι Nielson et al. (1991) επίσης αναφέρουν παρόμοια αποτελέσματα ως προς την περιεκτικότητα των νωπών καρπών ροδάκινου σε Zn, Mn και Cu. Σύμφωνα με το European Union Regulations (2006) το μέγιστο επιτρεπόμενο επίπεδο σε καρπούς είναι για το Cd $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ νωπού βάρους και για το Pb $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ νωπού βάρους. Όταν οι τιμές αυτές μετατραπούν σε mg kg^{-1} ξηρού βάρους, φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των ροδάκινων και των δύο μεταχειρίσεων της έρευνάς μας στα βαρέα μέταλλα Cd και Pb είναι χαμηλότερη των μέγιστων αυτών ορίων. Επίσης οι Kabata-Pendias και Pendias (2001) αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα σε Ni διάφορων ειδών καρπών κυμάνθηκε από $0,06-0,48 \text{ mg kg}^{-1}$ ξηρού βάρους και συνεπώς οι καρποί ροδάκινου και των δύο μεταχειρίσεων της έρευνάς μας ήταν εντός του προαναφερόμενου εύρους τιμών. Σημαντικό τέλος είναι και το γεγονός ότι δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς τα βαρέα μέταλλα Cr και Co.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ ΚΟΝΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΣΤΗ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑ

3.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ροδακινιά καλλιεργείται εκτενώς στη χώρα μας και οι καλοκαιρινοί μήνες συμπίπτουν με τη έντονη βλαστική ανάπτυξη των δένδρων, με την ωρίμανση των καρπών, με το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών για την άνθιση της επόμενης χρονιάς, αλλά και μετασυλλεκτικά που διαμορφώνονται περαιτέρω οι ανθοφόροι οφθαλμοί και δημιουργούνται τα αποθέματα για το χειμώνα και επόμενη άνοιξη. Η χώρα μας, λόγω του ξηροθερμικού κλίματος και των ελάχιστων θερινών βροχοπτώσεων επιβαρύνεται σε μεγάλο βαθμό από την εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων που μπορεί να συσσωρευτούν επί της καλλιέργειας και να την πλήξουν αρνητικά σε όλα τα στάδια που προαναφέρθηκαν. Ένα σημαντικό μέρος των αιωρούμενων σωματιδίων αποτελούν και οι κόνεις. Τα σωματίδια των κόνεων έχουν είτε φυσική καταγωγή, όπως αερομεταφερόμενη κόνις από ερήμους, είτε προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές όπως από αγροτικούς μη ασφαλισμένους δρόμους ή μη ασφαλισμένους δρόμους γύρω από βιομηχανικές περιοχές, από την αναμόχλευση του εδάφους και από τα λατομεία, πηγές που μπορεί να αποτελέσουν σημαντικές εστίες παραγωγής κόνεων διαφόρων μεγεθών και χημικής σύστασης. Τα σωματίδια της κόνεως που παράγονται, μπορεί να μετακινηθούν με τον αέρα ή να επανεκπεμφθούν λόγω των αναταράξεων που προκαλούνται στο έδαφος από τα οχήματα και να επικαθίσουν στις επιφάνειες των δένδρων ροδακινιάς, είτε στα φύλλα και τους βλαστούς, είτε στο εδάδιμο τμήμα των δένδρων, τους καρπούς, και μπορεί να έχουν φυσικές και χημικές επιδράσεις σε αυτά (Farmer 1993, Grantz et al. 2003). Επίσης, η κόνις τσιμέντου που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα από τις τσιμεντοβιομηχανίες μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στις καλλιέργειες όπως και στα δένδρα ροδακινιάς στις γύρω αγροτικές περιοχές. Η κόνις τσιμέντου είναι τεχνητό υλικό που αποτελείται από το κλίνκερ και είναι υψηλά αλκαλική και πλούσια σε Ca, Al, Si, Fe, Mg, Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Co, Cr, Cd και άλλα ιχνοστοιχεία αλλά και γύψο.

Οι επιπτώσεις της ρύπανσης από τις κόνεις εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ροδακινιάς μπορεί να ποικίλουν και να έχουν φυσική και χημική επίδραση στα δένδρα αλλά και στο έδαφος του οπωρώνα. Η φυσική επίδραση των σωματιδίων των κόνεων μπορεί να συνδέεται με τη μεταβολή των οπτικών ιδιοτήτων των φύλλων που μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές στη δομή των φύλλων και στις χρωστικές φωτοσύνθεσης ως προσαρμογή στις νέες συνθήκες. Επίσης, η παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων συνδέεται με το μπλοκάρισμα των στοματίων παρεμποδίζοντας την ανταλλαγή αερίων στα φύλλα με τελική επίπτωση τη μειωμένη παραγωγικότητα των φυτών και τη μειωμένη αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού (Farmer 1993, Hirano et al. 1995, Grantz et al. 2003, Nanos and Ilias 2007, Ots et al. 2011, Chaturvedi 2013). Η χημική επίδραση των κόνεων στα φύλλα μπορεί να συνδέεται με την τοξικότητα που μπορεί να προκαλέσουν τα σωματίδια των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων και των καρπών ή αφού εισέλθουν στο εσωτερικό των φύλλων μέσω των στοματίων και ανάλογα με την ποσότητα της κόνεως που επικάθεται στη φυτική επιφάνεια, την οξύτητα ή την αλκαλικότητα που έχει η κόνις, την περιεκτικότητα της σε μέταλλα, την αλατότητα και τις επιφανειοδραστικές της ιδιότητες και τη συχνότητα και την ποσότητα των βροχοπτώσεων. Οι βροχοπτώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στην ξηρή ή στην υγρή εναπόθεση των σωματιδίων των κόνεων στα φύλλα, στη διαλυτοποίηση ή στη συμπύκνωση των σωματιδίων και στην απελευθέρωση χημικών ουσιών ή τη μετατροπή τους στην επιφάνεια των φύλλων σε πιο επικίνδυνες ουσίες ή στην απομάκρυνσή τους και την τελική εναπόθεσή τους στο έδαφος. Ειδικά για το τσιμέντο οι μικρής έντασης βροχοπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν τη δημιουργία κρούστας στην επιφάνεια των φύλλων. Επίσης τα σωματίδια των κόνεων μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς στην επιφάνεια των φύλλων μετατρέποντάς τα σε πιο ευπαθή στις μολύνσεις ή στις προσβολές από έντομα. Ο τραυματισμός της επιφάνειας των φύλλων από τα σωματίδια των κόνεων μπορεί επίσης να διευκολύνει την είσοδο ρυπογόνων ουσιών ή μετάλλων στο εσωτερικό των φύλλων μέσω της επιδερμίδας τους. Επιπλέον η δράση των κόνεων δεν περιορίζεται μόνο στην υπέργεια ρύπανση των δένδρων, αλλά οι κόνεις επικάθονται στο έδαφος και η επίδραση τους μπορεί να λάβει μέρος μέσω των αλλαγών στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και μέσω δράσεων στο ριζικό τους σύστημα.

Αναφερόμενοι στη ροδακινιά, ως οπωροφόρο δένδρο, δεν πρέπει να παραληφθούν οι επιπτώσεις των κόνεων στο εδώδιμο τμήμα τους που είναι οι καρποί.

Οι επιπτώσεις των κόνεων στους καρπούς συνδέονται με τη μείωση της παραγωγής, είτε λόγω μειωμένης γονιμοποίησης των ανθέων (Shukla et al. 1990) και μειωμένης καρπόδεσης, είτε λόγω μείωσης της παραγωγικότητας των δένδρων λόγω της παρεμπόδισης της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης. Επίσης οι κόνεις στην επιφάνεια των καρπών μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών λόγω του μειωμένου διαθέσιμου φωτός στην επιφάνεια των καρπών ή να μειώσουν την ελκυστικότητά τους. Μία άλλη σημαντική επίπτωση των κόνεων στους καρπούς συνδέεται με τη συσσώρευση μετάλλων και με τις ανάλογες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Sahan and Basoglu 2009).

Αν και αρκετές μελέτες έχουν γίνει για την επίδραση των κόνεων σε δασικά ή καλλωπιστικά είδη ή σε ετήσια φυτά, η μελέτη της επίδρασης των κόνεων σε οπωροφόρα δένδρα όπως και στα προϊόντα τους, που αποτελούν το εδώδιμο τμήμα, είναι περιορισμένη και χρήζει περαιτέρω έρευνας.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης των ρυπογόνων κόνεων εδάφους και τσιμέντου στις οπτικές ιδιότητες των φύλλων ώριμων δένδρων ροδακινιάς, καθώς η παρουσία κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων μπορεί να μειώσει το τελικά διαθέσιμο φως στην επιφάνειά τους και στη θερμοκρασία τους. Επίσης, μετρήθηκαν οι φυσιολογικές παράμετροι, τα χαρακτηριστικά των φύλλων, οι χρωστικές φωτοσύνθεσης αλλά και η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων που καταπονήθηκαν από τις κόνεις εδάφους ή τσιμέντου. Επιπλέον έγινε μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε ανόργανα συστατικά πριν και μετά το πλύσιμό τους σε δύο ημερομηνίες για να εκτιμηθεί η πιθανή ανισορροπία θρεπτικών στα φύλλα ή η πιθανή τοξικότητα που μπορεί να προκληθεί από τις κόνεις στα φύλλα. Μετρήθηκαν επίσης, οι παραγωγικές παράμετροι και εκτιμήθηκε η ποιότητα και η διατροφική αξία νωπών καρπών ροδάκινου δένδρων που επιβαρύνθηκαν με τις κόνεις εδάφους ή τσιμέντου. Τέλος μετρήθηκε η περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα στοιχεία για να διαπιστωθεί η πιθανή συσσώρευση βαρέων μετάλλων στο εδώδιμο τμήμα των καρπών.

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2.1 Πείραμα στο Βελεστίνο

Το πείραμα διενεργήθηκε στον ίδιο πειραματικό αγρό και παράλληλα με το πείραμα της επίδρασης του καολίνη στη ροδακινιά, με την ποικιλία επιτραπέζιων ροδάκινων 'Royal Glory' (*Prunus persica*). Τα δένδρα του μάρτυρα αποτελούν τα

ίδια δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση με τα δένδρα που εφαρμόστηκε καολίνη. Το πείραμα διήρκησε τρία έτη, το 2009, 2010 και 2011.

Ορίστηκαν τρεις μεταχειρίσεις: 1) μάρτυρας, 2) περιοδική εφαρμογή κόνεως εδάφους και 3) περιοδική εφαρμογή κόνεως τσιμέντου.

Ο πειραματικός αγρός βρίσκεται σε ασφαλή απόσταση από την τσιμεντοβιομηχανία της περιοχής του Βόλου και δεν συνορεύει με αγροτικούς δρόμους, οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος να επηρεαστούν τα αποτελέσματα του πειράματος από εξωγενείς πηγές εκπομπής κόνεων. Επίσης αν και η χαλυβουργία της περιοχής του Βελεστίου (Β' ΒΙ.ΠΕ. Βόλου) βρίσκεται σε ασφαλή απόσταση από το Αγρόκτημα, υπάρχει περίπτωση να έχει επηρεαστεί η περιοχή γενικά από αυξημένα επίπεδα βαρέων μετάλλων.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με τρεις επαναλήψεις ανά μεταχείριση και τέσσερα δένδρα ανά επανάληψη, με δένδρα ή σειρές για περιθώρια ασφάλειας.

Οι μεταχειρίσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο περιγράφονται στη συνέχεια:

Μάρτυρας: Στο μάρτυρα γινόταν ψεκασμός με νερό ποσότητας 2 kg ανά δένδρο χωρίς απορροή, κάθε φορά που γινόταν εφαρμογή κόνεων στις άλλες μεταχειρίσεις. Αποτελούν τα ίδια δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση με τα δένδρα που εφαρμόστηκε καολίνη.

Εφαρμογή κόνεως εδάφους: Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή κόνεως εδάφους διαμέτρου ≤ 500 μm χρησιμοποιήθηκε έδαφος από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο από ένα χέρσο τμήμα του που δεν καλλιεργήθηκε για δύο τουλάχιστον δεκαετίες και σε βάθος κάτω από 5 cm. Το έδαφος μετά τη συλλογή του, τοποθετήθηκε στο ξηραντήριο στους 100 °C για 48 h μέχρι να ξηραθεί. Ακολούθησε άλεση και πέρασμα από κόσκινο των 500 μm . Για την εφαρμογή της κόνεως εδάφους αρχικά γινόταν ψεκασμός με νερό ποσότητας 2 kg ανά δένδρο χωρίς απορροή με επινώτιο χειροκίνητο ψεκαστήρα και στη συνέχεια ακολουθούσε η εφαρμογή της με θειαφιστήρι. Απαιτήθηκαν 500 g κόνεως εδάφους μεγέθους ≤ 500 μm ανά δένδρο εκτός από το τρίτο έτος μετρήσεων, το 2011, που εφαρμόστηκαν 750 g κόνεως ανά δένδρο. Κατά τη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων του κάθε έτους γίνονταν επαναληπτικές εφαρμογές κόνεως εδάφους προκειμένου τα δένδρα να είναι ικανοποιητικά και συνεχώς καλυμμένα με κόνιν εδάφους.

Εφαρμογή κόνεως τσιμέντου: Για την εφαρμογή κόνεως τσιμέντου στα δένδρα χρησιμοποιήθηκε το τσιμέντο ATHLOS™, σακευμένο τσιμέντο γενικής οικοδομικής χρήσης. Για την εφαρμογή κόνεως τσιμέντου γινόταν ψεκασμός με νερό ποσότητας 2 kg ανά δένδρο χωρίς απορροή με επινώτιο χειροκίνητο ψεκαστήρα και στη συνέχεια ακολουθούσε η εφαρμογή της κόνεως τσιμέντου με θειαφιστήρι. Απαιτήθηκαν 2 kg κόνεως τσιμέντου για το σύνολο των δώδεκα δένδρων εκτός από το τρίτο έτος μετρήσεων, το 2011, που εφαρμόστηκαν 3 kg κόνεως για το σύνολο των δώδεκα δένδρων. Κατά τη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων του κάθε έτους γίνονταν επαναληπτικές εφαρμογές κόνεως τσιμέντου προκειμένου τα δένδρα να είναι ικανοποιητικά και συνεχώς καλυμμένα.

3.2.2 Μετρήσεις στον αγρό

Η πρώτη εφαρμογή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009 έγινε στις 16/5 πριν την έναρξη των μετρήσεων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 30/5, στις 21/6, στις 26/6, στις 2/7, στις 8/7, στις 22/7 και η τελευταία στις 13/8, οκτώ εφαρμογές συνολικά.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 η πρώτη εφαρμογή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου έγινε στις 12/5, μετά την πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 26/5, στις 7/6, στις 23/6, στις 9/7 και η τελευταία στις 3/8, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η πρώτη εφαρμογή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου έγινε στις 8/6, ακολούθησαν εφαρμογές στις 17/6, στις 7/7, στις 25/7, στις 4/8 και η τελευταία στις 7/8, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων και του φθορισμού χλωροφύλλης και στις τρεις πειραματικές περιόδους 2009, 2010 και 2011, και μετρήσεις ΥΔΒ το μεσημέρι κατά τις πειραματικές περιόδους 2009 και 2010. Η διαδικασία που εφαρμόστηκε για τις μετρήσεις περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.2.

3.2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο

Στο εργαστήριο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των υπολειμμάτων των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων, της φυλλικής επιφάνειας και των χαρακτηριστικών των φύλλων κατά τις πειραματικές περιόδους 2009, 2010 και 2011. Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν για τις πιο πάνω μετρήσεις αναλύθηκαν στο

Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.3. Επίσης, έγινε μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας κατά τις πειραματικές περιόδους 2010 και 2011, όπως περιγράφεται κατωτέρω.

Περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά φαινολικά συστατικά και αντιοξειδωτική ικανότητα

Το 2010 και 2011, περιοδικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες φύλλων που συλλέχθηκαν από το μέσο των βλαστών περιμετρικά της κόμης των δένδρων, σε πέντε επαναλήψεις των έξι φύλλων ανά μεταχείριση, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν εδάφους ή τσιμέντου, αλλά και αυτά του μάρτυρα, πλύθηκαν με απιονισμένο νερό και μετά την απομάκρυνση του νερού τοποθετήθηκαν στους -20 °C μέχρι τη μέτρηση τους.

Η προετοιμασία των φύλλων για τη μέτρηση της περιεκτικότητας τους σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο των Hayes et al. (2011). Σε σωλήνα φυγοκέντρησης ζυγίστηκαν 0,5 g νωπού ιστού φύλλου ροδακινιάς και προστέθηκαν 25 mL μεθανόλης. Ακολούθησε ομογενοποίηση για 1 min με τη συσκευή Polytron (Kinematika GmbH) και έπειτα ανακίνηση των δειγμάτων για 20 min στις 1050 rpm στο σκοτάδι. Στη συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντρηση των δειγμάτων για 10 min στις 3000 g και το υπερκείμενο λήφθηκε σε ογκομετρικές φιάλες των 25 mL. Η μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε ολικά φαινολικά συστατικά και η αντιοξειδωτική τους ικανότητα μετρήθηκε στο μεθανολικό εκχύλισμα.

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε ολικά φαινολικά συστατικά έγινε όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.4. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν σε g γαλλικού οξέος ανά 100 g ν.β..

Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο DPPH των Brand-Williams et al. (1995). Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας έγινε στο ανωτέρω μεθανολικό εκχύλισμα με φασματοφωτόμετρο Milton Roy (μοντέλο Spectronic 301, Ivyland, USA) στα 517 nm. Για τη μέτρηση τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 100 μ L από το μεθανολικό εκχύλισμα και 2900 μ L DPPH συγκέντρωσης 100 μ M. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες καλύφθηκαν με parafilm και ακολούθησε ανακίνηση με vortex. Κατόπιν τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι για 30 min ακριβώς και αμέσως μετά μετρήθηκε η απορρόφηση στα 517 nm. Η

πρότυπη καμπύλη αναφοράς έγινε με μέτρηση της απορρόφησης διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης ασκορβικού οξέος που προέκυψαν από αραιώσεις πυκνού διαλύματος ασκορβικού οξέος ($0,1 \text{ mg mL}^{-1}$). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν σε g ασκορβικού οξέος ανά 100 g v.β..

3.2.4 Μετρήσεις ποιότητας

Οι μετρήσεις ποιότητας των καρπών πραγματοποιήθηκαν και τα τρία έτη μετρήσεων 2009, 2010, 2011 κατά την εμπορική ωρίμανση των καρπών. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής: Βάρος καρπού, διαστάσεις καρπού, πυκνότητα καρπού, χρώμα φλοιού, σκληρότητα σάρκας καρπού, περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού (%), pH του χυμού, οξύτητα χυμού, περιεκτικότητα σε νερό (%) και περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού. Η διαδικασία που εφαρμόστηκε για τις ανωτέρω μετρήσεις περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.4.

3.2.5 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς

Η μέτρηση των ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς ροδακινιάς πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.5.

3.2.6 Μέτρηση ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στην κόπιν εδάφους

Η μέτρηση των ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στην κόπιν εδάφους, πραγματοποιήθηκε στο ίδιο Εργαστήριο και με τους ίδιους συνεργάτες όπως στην παράγραφο 3.2.5. Η μέτρηση των ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στην κόπιν εδάφους πραγματοποιήθηκε με την ίδια μέθοδο που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.6.

3.2.7 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη και στο φύλλο

Η μέτρηση της προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στο φύλλο και στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς έγινε όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.7.

3.2.8 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου

Η μέτρηση της διαθέσιμης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας έγινε με τη διαδικασία που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.8. Οι εξισώσεις συσχέτισης που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ σε σχέση με την ποσότητα της κόνεως στην επιφάνεια του φύλλου ήταν $y = 0,0146 x + 0,0289$, $R^2 = 0,95$, για το έδαφος και $y = 0,0149 x + 0,0667$, $R^2 = 0,91$, για το τσιμέντο.

3.2.9 Θερμοκρασία φύλλου και καρπού

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας φύλλου και καρπού εφαρμόστηκε η ίδια διαδικασία που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.9.

3.2.10 Μετεωρολογικός σταθμός Βελεστίνου

Για τα δεδομένα της ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκε ο κατάλληλα εξοπλισμένος μετεωρολογικός σταθμός που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.10.

3.2.11 Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.11.

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά το καλοκαίρι του 2009 στο Βελεστίνο

Οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν το καλοκαίρι του 2009 στο πείραμα στα δένδρα ροδακινιάς στο Βελεστίνο αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2.3.1.

3.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά το καλοκαίρι του 2010 στο Βελεστίνο

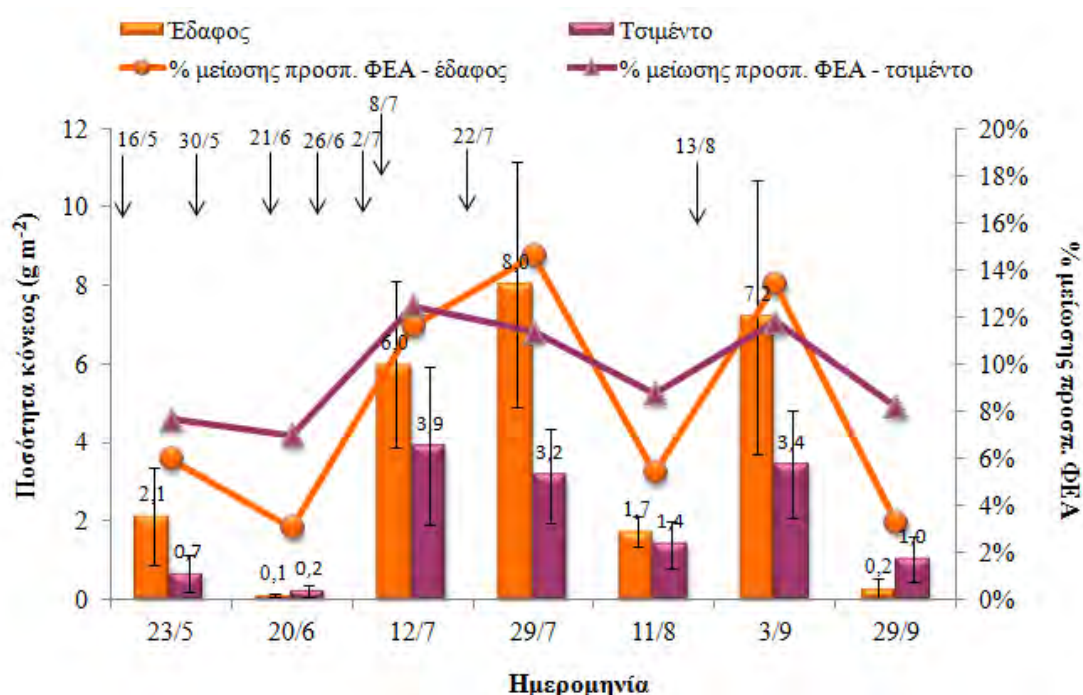
Οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν το καλοκαίρι του 2010 στο πείραμα στα δένδρα ροδακινιάς στο Βελεστίνο αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2.3.2.

3.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά το καλοκαίρι του 2011 στο Βελεστίνο

Οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν το καλοκαίρι του 2011 στο πείραμα στα δένδρα ροδακινιάς στο Βελεστίνο αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2.3.3.

3.3.4 Ποσότητα των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς το καλοκαίρι του 2009

Η ποσότητα των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα έως τα τέλη Ιουνίου λόγω βροχοπτώσεων και των μόλις δύο εφαρμογών (Γρ. 3.1). Στη συνέχεια η ποσότητα των κόνων στην επιφάνεια των φύλλων αυξήθηκε και παρέμεινε αυξημένη έως τα τέλη Ιουλίου λόγω των επαναληπτικών εφαρμογών των κόνων αλλά μειώθηκε και πάλι στα μέσα Αυγούστου λόγω βροχόπτωσης. Στη συνέχεια, αυξήθηκε και πάλι η ποσότητα των κόνων μετά την εφαρμογή τους στα μέσα Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου λόγω αρκετών βροχοπτώσεων τα υπολείμματα της κόνης εδάφους σχεδόν απομακρύνθηκαν, ενώ τα υπολείμματα της κόνης τσιμέντου παρέμειναν μερικώς στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς.

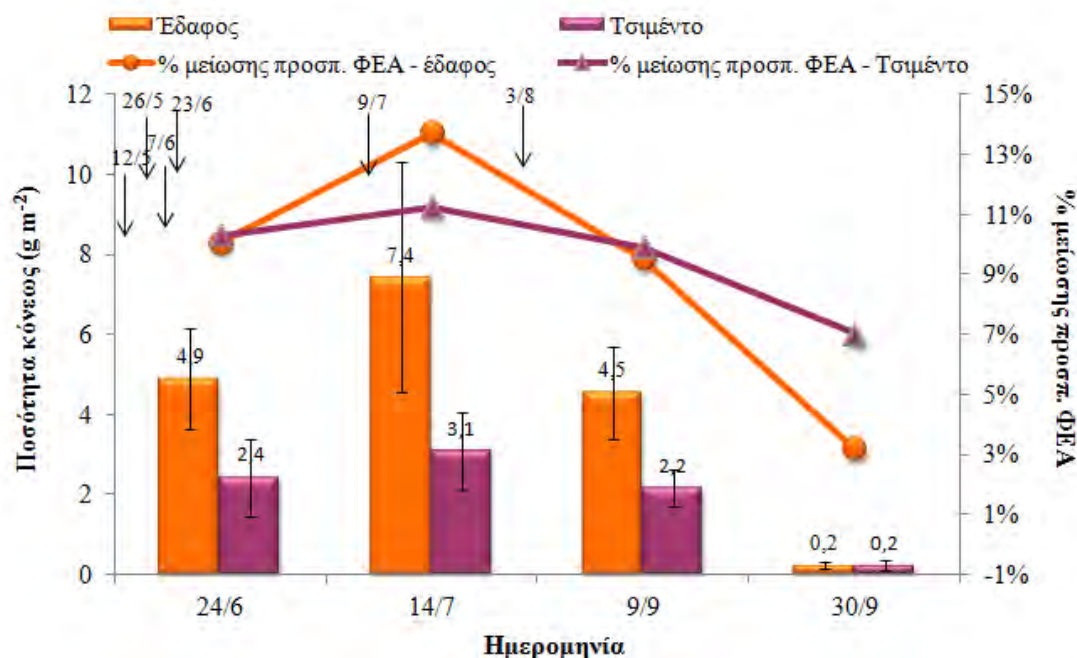


Γράφημα 3.1. Ποσότητα κόνων εδάφους ή τσιμέντου (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνων (Γρ. 3.1).

3.3.5 Ποσότητα των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς το καλοκαίρι του 2010

Η ποσότητα των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα ροδακινιάς αυξήθηκε ως τα μέσα Ιουλίου λόγω των επαναληπτικών εφαρμογών κόνων, ενώ στη συνέχεια

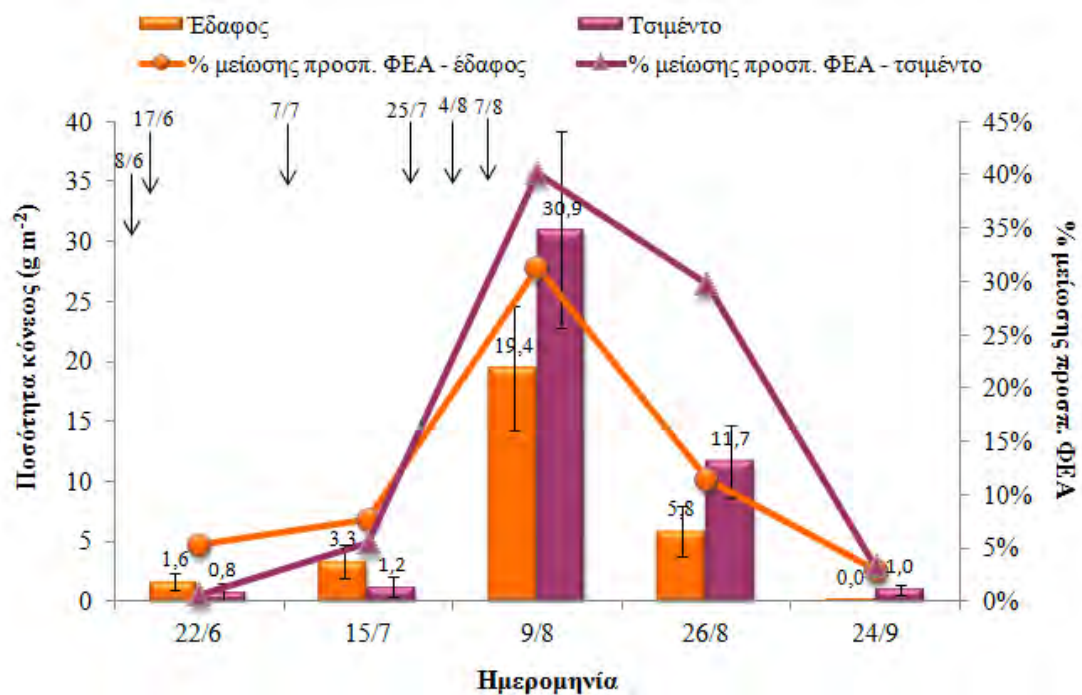
οι βροχοπτώσεις από τα μέσα Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου απομάκρυναν σχεδόν ολοκληρωτικά τα υπολείμματα των κόνων από την επιφάνεια των φύλλων (Γρ. 3.2).



Γράφημα 3.2. Ποσότητα κόνων εδάφους ή τσιμέντου (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνων.

3.3.6 Ποσότητα των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς το καλοκαίρι του 2011

Έως τα τέλη Ιουνίου η ποσότητα των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα λόγω βροχοπτώσεων και των μόλις δύο εφαρμογών (Γρ. 3.3). Στη συνέχεια η ποσότητα των κόνων στην επιφάνεια των φύλλων αυξήθηκε έως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τις μέγιστες τιμές, λόγω των επαναληπτικών εφαρμογών των κόνων έως τότε. Από τις αρχές Αυγούστου έως τα τέλη Αυγούστου η ποσότητα της κόνης εδάφους από τα φύλλα απομακρύνθηκε κατά 70%, ενώ η ποσότητα της κόνης τσιμέντου από τα φύλλα απομακρύνθηκε κατά 62%, λόγω βροχόπτωσης και διακοπής των εφαρμογών (Γρ. 3.3). Το Σεπτέμβριο λόγω αρκετών βροχοπτώσεων η κόνη εδάφους σχεδόν ξεπλύθηκε, ενώ ελάχιστη ποσότητα κόνης τσιμέντου παρέμεινε στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς.



Γράφημα 3.3. Ποσότητα κόνεων εδάφους ή τσιμέντου (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνεων.

Το καλοκαίρι του 2011 τα υπολείμματα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου εμφάνισαν τις μεγαλύτερες εναλλαγές ως προς την ποσότητα, καθώς στις αρχές και στα τέλη Αυγούστου ήταν σημαντικά υψηλότερα από τις άλλες ημερομηνίες του 2011, αλλά και σε σχέση με τα καλοκαίρια 2009 και 2010.

3.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη και στο φύλλο το καλοκαίρι του 2011

Στα μέσα Αυγούστου του 2011 μετρήθηκε η προσπίπτουσα στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς και η ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία από την κόμη και το φύλλο. Την περίοδο που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ακτινοβολίας η ποσότητα κόνεως εδάφους στην επιφάνεια των φύλλων ήταν $19,44 \text{ g m}^{-2}$ και για την κόνιν τσιμέντου $30,95 \text{ g m}^{-2}$.

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα δένδρα ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν παρόμοια με αυτή των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1). Επιπλέον, τα δένδρα που δέχθηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη ανακλώμενη ΦΕΑ κατά 28% και 43%, αντίστοιχα, από τα δένδρα του μάρτυρα. Παρόμοια αποτελέσματα για την ανακλώμενη ΦΕΑ βρέθηκαν και σε επίπεδο

φύλλου, αλλά σε μικρότερο βαθμό, καθώς τα ρυπασμένα φύλλα είχαν υψηλότερη ανακλώμενη ΦΕΑ από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.1).

Η προσπίπτουσα UV ακτινοβολία, που ήταν ιδιαίτερα υψηλή, ήταν παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 3.1). Η ανακλώμενη από τα δένδρα UV ήταν ελάχιστη στο μάρτυρα και αυξήθηκε από την ύπαρξη των κόνεων στην επιφάνεια του δένδρου, αλλά σε επίπεδο φύλλου αυξήθηκε μόνο παρουσία κόνεως τσιμέντου (Πίν. 3.1).

Πίνακας 3.1. Μέση προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία (\pm τυπική απόκλιση) στην κόμη και στο φύλλο δένδρων του μάρτυρα και δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου.

	Μάρτυρας	Έδαφος	Τσιμέντο
ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
Προσπίπτουσα στην κόμη	1632 \pm 64	1637 \pm 71	1657 \pm 69
Ανακλώμενη από την κόμη	67 \pm 8	86 \pm 8	96 \pm 9
Ανακλώμενη από το φύλλο	143 \pm 6	156 \pm 8	178 \pm 15
UV ακτινοβολία ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
Προσπίπτουσα στην κόμη	111 \pm 4	102 \pm 10	103 \pm 8
Ανακλώμενη από την κόμη	2,0 \pm 0,8	3,1 \pm 0,9	4,2 \pm 0,4
Ανακλώμενη από το φύλλο	10,5 \pm 0,6	10,4 \pm 1,5	12,0 \pm 1,1

3.3.8 Θερμοκρασία φύλλου

Η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα δεν τροποποίησε τη μέση θερμοκρασία φύλλου το εικοσιτετράωρο τον Ιούλιο του 2010 σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και με τη θερμοκρασία αέρα (Πίν. 3.2). Κατά τις ώρες φωτός (08:00-20:00) και πάλι οι δύο ανωτέρω κόνεις δεν τροποποίησαν τη θερμοκρασία φύλλου είτε σε σχέση με τη θερμοκρασία φύλλου του μάρτυρα, είτε με τη θερμοκρασία του αέρα. Αντίθετα, τα φύλλα των τριών μεταχειρίσεων είχαν χαμηλότερη θερμοκρασία από τον αέρα κατά τις νυκτερινές ώρες (20:00-08:00) κατά 1,2-1,6 °C (Πίν. 3.2).

Το Σεπτέμβριο του 2011 η μέση θερμοκρασία των φύλλων το εικοσιτετράωρο με κόνιν εδάφους ή τσιμέντου ήταν παρόμοια μεταξύ τους και με αυτή του μάρτυρα (Πίν. 3.2). Η μέση θερμοκρασία φύλλου το εικοσιτετράωρο και των τριών μεταχειρίσεων ήταν σημαντικά χαμηλότερη (κατά 2,4 °C) από αυτή του αέρα προφανώς λόγω της διαπνοής. Κατά τις ώρες φωτός, η μέση θερμοκρασία φύλλου παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου ήταν παρόμοια μεταξύ τους και με τα φύλλα του μάρτυρα και σημαντικά χαμηλότερη (κατά 2,9 έως 4,1 °C) από τη

θερμοκρασία του αέρα (Πίν. 3.2). Τέλος, η μέση θερμοκρασία φύλλου κατά τις νυκτερινές ώρες, ήταν επίσης ελαφρά χαμηλότερη στα φύλλα όλων των μεταχειρίσεων (χωρίς διαφορές μεταξύ τους) σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα.

Πίνακας 3.2. Μέση 24ωρη και τις ώρες 8:00-20:00 και 20:00-8:00 Θφ (\pm τυπική απόκλιση), σε δένδρα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και σε δένδρα του μάρτυρα, και της εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα, τα έτη 2010 και 2011.

	Μάρτυρας	Έδαφος	Τσιμέντο	Εξωτερ.
Ιούλιος 2010				
Μέση 24ωρη Θφ (°C)	29,1 \pm 1,9	28,8 \pm 1,7	29,0 \pm 2,0	29,6 \pm 1,9
Μέγιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	38,7 \pm 2,1	37,2 \pm 1,2	38,2 \pm 2,1	36,7 \pm 1,5
Ελάχιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	19,7 \pm 1,8	19,7 \pm 1,8	19,7 \pm 1,8	21,7 \pm 2,1
Μέση Θφ (°C) από 8:00-20:00	33,8 \pm 1,6	33,3 \pm 1,3	33,7 \pm 1,6	33,1 \pm 1,5
Μέγιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	38,7 \pm 2,1	37,2 \pm 1,2	38,2 \pm 2,1	36,7 \pm 1,5
Ελάχιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	25,7 \pm 2,3	25,4 \pm 2,5	25,4 \pm 2,6	24,2 \pm 3,8
Μέση Θφ (°C) από 20:00-8:00	23,3 \pm 1,3	23,7 \pm 1,2	23,3 \pm 1,3	24,9 \pm 1,3
Μέγιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	30,4 \pm 0,9	30,5 \pm 0,9	30,8 \pm 1,1	32,9 \pm 1,3
Ελάχιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	19,5 \pm 1,2	19,5 \pm 1,2	19,5 \pm 1,2	21,0 \pm 1,2
Σεπτέμβριος 2011				
Μέση 24ωρη Θφ (°C)	23,2 \pm 1,4	23,4 \pm 1,3	23,4 \pm 1,3	25,8 \pm 1,1
Μέγιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	30,3 \pm 3,2	32,3 \pm 3,0	31,9 \pm 2,5	36,3 \pm 2,8
Ελάχιστη Θφ (°C) ανά 24ωρο	15,5 \pm 1,2	15,1 \pm 1,3	15,2 \pm 1,1	17,5 \pm 1,0
Μέση Θφ (°C) από 8:00-20:00	27,2 \pm 2,3	28,4 \pm 2,3	28,4 \pm 2,3	31,3 \pm 2,0
Μέγιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	30,3 \pm 3,2	32,3 \pm 3,0	31,9 \pm 2,5	36,2 \pm 2,8
Ελάχιστη Θφ (°C) από 8:00-20:00	23,1 \pm 0,8	23,8 \pm 1,2	23,8 \pm 1,4	23,2 \pm 1,9
Μέση Θφ (°C) από 20:00-8:00	19,0 \pm 1,7	18,5 \pm 1,7	18,5 \pm 1,7	20,4 \pm 1,3
Μέγιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	23,2 \pm 1,2	22,9 \pm 1,3	22,9 \pm 1,4	24,6 \pm 1,2
Ελάχιστη Θφ (°C) από 20:00-8:00	15,5 \pm 1,2	15,1 \pm 1,3	15,2 \pm 1,1	17,6 \pm 1,1

3.3.9 Θερμοκρασία καρπού

Η μέτρηση της θερμοκρασίας του φύλλου των δένδρων ροδακινιάς συνοδεύτηκε από τη μέτρηση της θερμοκρασίας καρπού. Η μέση εικοσιτετράωρη θερμοκρασία καρπού στην ωρίμανση (αρχές Ιουλίου 2011) δεν επηρεάστηκε από την ύπαρξη των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ δεν τροποποιήθηκε σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα (Πίν. 3.3). Όταν μελετήθηκαν χωριστά οι ώρες φωτός, οι καλυμμένοι με κόνιν εδάφους καρποί είχαν παρόμοια θερμοκρασία με τους καρπούς του μάρτυρα και οι καρποί των δύο μεταχειρίσεων είχαν ελαφρώς υψηλότερη θερμοκρασία καρπού από αυτή του αέρα. Τέλος, τις ώρες φωτός οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν ελαφρώς αυξημένη θερμοκρασία σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ τόσο οι καρποί του μάρτυρα όσο και οι καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου είχαν ελαφρώς πιο χαμηλή

θερμοκρασία από αυτή του αέρα. Μείωση της θερμοκρασίας καρπού βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρα κατά τις νυκτερινές ώρες.

Πίνακας 3.3. Μέση 24ωρη και τις ώρες 8:00-20:00 και 20:00-8:00 Θκ (\pm τυπική απόκλιση) σε δένδρα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και σε δένδρα του μάρτυρα και της εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα το 2011.

	Μάρτυρας	Έδαφος	Εξωτερ.
Μέση 24ωρη Θκ (°C)	29,9 \pm 2,7	29,7 \pm 3,0	29,7 \pm 2,7
Μέγιστη 24ωρη Θκ (°C)	40,5 \pm 0,6	39,7 \pm 0,2	38,7 \pm 0,1
Ελάχιστη 24ωρη Θκ (°C)	17,7 \pm 3,7	17,2 \pm 3,7	19,2 \pm 3,0
Μέση Θκ (°C) από 8:00-20:00	36,1 \pm 0,3	36,1 \pm 0,4	35,2 \pm 0,4
Μέγιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	40,5 \pm 0,6	39,7 \pm 0,1	38,7 \pm 0,1
Ελάχιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	31,3 \pm 0,7	31,1 \pm 0,8	28,4 \pm 2,2
Μέση Θκ (°C) από 20:00-8:00	20,7 \pm 0,2	19,8 \pm 0,8	21,2 \pm 0,5
Μέγιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	27,7 \pm 0,2	27,3 \pm 0,2	28,5 \pm 0,2
Ελάχιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	15,5 \pm 0,4	15,1 \pm 0,4	17,5 \pm 0,4
	Μάρτυρας	Τσιμέντο	Εξωτερ.
Μέση 24ωρη Θκ (°C)	27,9 \pm 2,8	28,9 \pm 2,3	30,5 \pm 2,4
Μέγιστη 24ωρη Θκ (°C)	41,6 \pm 1,9	42,7 \pm 0,8	39,8 \pm 1,0
Ελάχιστη 24ωρη Θκ (°C)	16,9 \pm 1,6	16,5 \pm 1,7	19,9 \pm 1,7
Μέση Θκ (°C) από 8:00-20:00	34,7 \pm 1,0	35,8 \pm 0,3	36,3 \pm 0,7
Μέγιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	41,6 \pm 1,9	42,7 \pm 0,8	39,8 \pm 1,0
Ελάχιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	27,7 \pm 0,4	28,0 \pm 0,3	30,3 \pm 0,9
Μέση Θκ (°C) από 20:00-8:00	20,2 \pm 1,1	19,8 \pm 1,1	22,6 \pm 0,9
Μέγιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	26,5 \pm 1,2	25,3 \pm 0,7	28,6 \pm 0,4
Ελάχιστη Θκ (°C) από 8:00-20:00	16,2 \pm 0,6	15,7 \pm 0,7	19,1 \pm 0,6

3.3.10 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου εντός του θαλάμου του οργάνου της φωτοσύνθεσης, παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα σε όλη την πειραματική περίοδο και δεν διέφερε ουσιαστικά μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 3.4). Στην περίπτωση που συγκρίνουμε τη διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων κάτω από τις κόνεις εδάφους ή τσιμέντου με αυτή των φύλλων του μάρτυρα, τότε φαίνεται ότι τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνεις εδάφους είχαν μειωμένη διαθέσιμη ΦΕΑ συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα από 3% έως 15% και αυτά που εφαρμόστηκε κόνεις τσιμέντου είχαν μειωμένη διαθέσιμη ΦΕΑ συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα από 7% έως 12% (Πίν. 3.4 και Γρ. 3.1). Σε κάθε περίπτωση η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις ξεπερνούσε τα 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$,

γεγονός που δείχνει ότι η παρουσία των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων δεν αποτελεί φωτοπεριοριστικό παράγοντα για τα φύλλα (Πίν. 3.4).

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης ήταν σε υψηλά επίπεδα σε όλη την πειραματική περίοδο και για τις τρεις μεταχειρίσεις και κυμάνθηκε από 30,9 °C έως 35,5 °C με την υψηλότερη τιμή στα τέλη Μαΐου και τη χαμηλότερη στα τέλη Σεπτεμβρίου χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 375 έως 390 μmol mol⁻¹.

Πίνακας 3.4. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα κόνεως, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)	Ποσότητα κόνεως (g m ⁻²)	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)
23/5/2009	Μάρτυρας	1561	-	-	1561
	Έδαφος	1540	2,11	6%	1448
	Τσιμέντο	1508	0,66	8%	1387
20/6/2009	Μάρτυρας	1462	-	-	1462
	Έδαφος	1615	0,11	3%	1566
	Τσιμέντο	1633	0,21	7%	1519
12/7/2009	Μάρτυρας	1538	-	-	1538
	Έδαφος	1540	5,98	12%	1355
	Τσιμέντο	1680	3,90	12%	1479
29/7/2009	Μάρτυρας	1453	-	-	1453
	Έδαφος	1517	8,03	15%	1289
	Τσιμέντο	1566	3,16	11%	1394
11/8/2009	Μάρτυρας	1390	-	-	1390
	Έδαφος	1543	1,73	5%	1466
	Τσιμέντο	1483	1,40	9%	1350
3/9/2009	Μάρτυρας	1365	-	-	1365
	Έδαφος	1535	7,19	13%	1336
	Τσιμέντο	1400	3,44	12%	1232
29/9/2009	Μάρτυρας	1433	-	-	1433
	Έδαφος	1372	0,24	3%	1331
	Τσιμέντο	1439	1,03	8%	1324
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		*			**
EΣΔ _{0,05}		113			107

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η g_s των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.5). Η g_s των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρατηρείται στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων και των πιο ευνοϊκών θερμοκρασιών για την g_s . Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν σταθερά μειωμένη g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, μετά τις πρώτες εφαρμογές κόνεως από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 20% έως 59%, αν και οι διαφορές ήταν σημαντικές μόνο στα μέσα Ιουνίου, στα τέλη Ιουλίου και στις αρχές Σεπτεμβρίου. Όσον αφορά τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, ομοίως στα τέλη Μαΐου είχαν παρόμοια g_s με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ μετά τις πρώτες εφαρμογές της κόνεως, είχαν σταθερά μειωμένη g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 10% έως 60%, αν και οι διαφορές ήταν σημαντικές μόνο στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Ιουλίου. Στα τέλη Μαΐου που είχε γίνει μόλις μία εφαρμογή κόνεως, φαίνεται ότι δεν επηρεάστηκε η g_s των φύλλων λόγω της χαμηλής ποσότητας των κόνεων στα φύλλα. Στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων λόγω των βροχοπτώσεων, τα φύλλα ανέκαμψαν πλήρως και η g_s των φύλλων που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους αυξήθηκε ελαφρώς κατά 23% και αυτών που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου κατά 20% σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα λειτούργησε με παρόμοιο τρόπο μεταξύ τους στη μείωση της g_s των φύλλων.

Η E των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, παρέμεινε σταθερή από τα μέσα Ιουλίου έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ελαφρώς έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.5). Η E των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, στα τέλη Μαΐου, που είχε γίνει μόλις η πρώτη εφαρμογή κόνεως, είχαν παρόμοια E με τα φύλλα του μάρτυρα. Από τα μέσα Ιουνίου, μετά τις πρώτες εφαρμογές, έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, τα φύλλα που

δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν σταθερά μειωμένη E συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 13% έως 33% για την κόνιν εδάφους και από 11% έως 34% για την κόνιν τσιμέντου, αλλά μόνο από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου για το έδαφος και από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Ιουλίου για το τσιμέντο, οι διαφορές ήταν σημαντικές, ενώ στα μέσα Αυγούστου τα ρυπασμένα φύλλα είχαν παρόμοια E με τα φύλλα του μάρτυρα. Στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων, τα καλυμμένα με έδαφος φύλλα είχαν παρόμοια E και αυτά με τσιμέντο αυξημένη κατά 13% σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 3.5. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
23/5/2009	Μάρτυρας	0,322	6,05	15,52	240	0,772
	Έδαφος	0,295	6,10	14,49	243	0,782
	Τσιμέντο	0,317	6,06	14,84	250	0,811
20/6/2009	Μάρτυρας	0,263	3,57	16,04	214	0,818
	Έδαφος	0,108	2,38	8,08	205	0,803
	Τσιμέντο	0,105	2,37	8,61	209	0,827
12/7/2009	Μάρτυρας	0,247	4,68	15,37	211	0,827
	Έδαφος	0,180	3,52	11,43	235	0,834
	Τσιμέντο	0,150	3,37	11,06	210	0,834
29/7/2009	Μάρτυρας	0,402	4,37	16,94	237	0,813
	Έδαφος	0,250	3,70	11,81	251	0,824
	Τσιμέντο	0,216	3,47	10,70	225	0,818
11/8/2009	Μάρτυρας	0,394	3,97	15,29	249	0,830
	Έδαφος	0,270	3,66	12,84	239	0,839
	Τσιμέντο	0,297	3,68	14,10	238	0,824
3/9/2009	Μάρτυρας	0,396	4,50	16,63	247	0,833
	Έδαφος	0,238	3,90	12,57	218	0,831
	Τσιμέντο	0,357	3,99	14,47	250	0,831
29/9/2009	Μάρτυρας	0,534	4,98	16,56	268	0,829
	Έδαφος	0,655	4,62	16,34	275	0,829
	Τσιμέντο	0,641	5,65	15,99	278	0,827
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	***
Μεταχείριση		*	*	***	NS	NS
$E\Delta_{0,05}$		0,140	0,92	2,02	22	0,010

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Συγκρίνοντας την επίδραση των δύο κόνεων στην Ε των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς φαίνεται ότι τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια Ε με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν αυξημένη Ε κατά 22%.

Η Α των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητη κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 3.5). Η Α των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σημαντικά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια Α με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα στα τέλη Μαΐου. Από τα μέσα Ιουνίου, μετά τις πρώτες εφαρμογές κόνεως, έως τις αρχές Σεπτεμβρίου είχαν σταθερά σημαντικά μειωμένη Α σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 11% έως 50% για την κόνιν εδάφους και από 13% έως 46% για την κόνιν τσιμέντου, με εξαίρεση τα μέσα Αυγούστου που είχαν παρόμοια Α με τα φύλλα του μάρτυρα. Στα τέλη Σεπτεμβρίου, μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων, τα φύλλα είχαν παρόμοια Α με τα φύλλα του μάρτυρα. Συγκρίνοντας την επίδραση των δύο κόνεων στην Α των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς, φαίνεται ότι τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια Α με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου το CO₂in μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.5). Στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους το CO₂in μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, αυξήθηκε έως τα τέλη Ιουλίου, μειώθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιες τιμές του CO₂in με τα φύλλα του μάρτυρα, εκτός από τα μέσα Ιουλίου που τα φύλλα με κόνιν εδάφους είχαν αυξημένο CO₂in. Συγκρίνοντας τις κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν μειωμένο CO₂in από τα μέσα Ιουλίου έως τα τέλη Ιουλίου, αυξημένο στις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοιο στις υπόλοιπες ημερομηνίες με τα φύλλα που είχαν κόνιν εδάφους.

Στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων, ο δείκτης φθορισμού γλωροφύλλης Fv/Fm αυξήθηκε ελαφρώς από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα

Ιουνίου και παρέμεινε σταθερός έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.5). Σε κάθε περίπτωση ο λόγος Fv/Fm ήταν υψηλότερος του 0,8 και στις τρεις μεταχειρίσεις εκτός από τα τέλη Μαΐου που ήταν ελαφρώς κάτω από 0,8 για τα φύλλα του μάρτυρα και αυτά που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Επίσης τα φύλλα των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο δείκτη Fv/Fm.

Πίνακας 3.6. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ, Πραγματική ΑΠΦ και ΥΔΒ φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγματική ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	ΥΔΒ (MPa)
23/5/2009	Μάρτυρας	2,73	1,00	1,00	-1,08
	Έδαφος	2,63	0,94	1,00	-1,17
	Τσιμέντο	2,71	0,98	1,07	-1,38
20/6/2009	Μάρτυρας	4,54	1,11	1,11	-1,41
	Έδαφος	3,53	0,50	0,52	-1,42
	Τσιμέντο	3,63	0,53	0,57	-1,41
12/7/2009	Μάρτυρας	3,34	1,02	1,02	-1,41
	Έδαφος	3,27	0,76	0,86	-1,25
	Τσιμέντο	3,30	0,66	0,75	-1,35
29/7/2009	Μάρτυρας	3,93	1,17	1,17	-1,58
	Έδαφος	3,18	0,80	0,94	-1,52
	Τσιμέντο	3,09	0,69	0,78	-1,58
11/8/2009	Μάρτυρας	3,85	1,13	1,13	-1,46
	Έδαφος	3,52	0,84	0,88	-1,17
	Τσιμέντο	3,85	0,96	1,06	-1,08
3/9/2009	Μάρτυρας	3,74	1,26	1,26	-1,56
	Έδαφος	3,33	0,84	0,96	-1,59
	Τσιμέντο	3,72	1,07	1,21	-1,50
29/9/2009	Μάρτυρας	3,41	1,18	1,18	-1,11
	Έδαφος	4,28	1,23	1,27	-1,21
	Τσιμέντο	2,89	1,10	1,21	-1,08
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	***	***	NS
EΣΔ _{0,05}		0,72	0,19	0,20	0,33

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΥΔΒ στα δένδρα και των τριών μεταχειρίσεων έγινε πιο αρνητικό από τα τέλη Μαΐου έως τα τέλη Ιουλίου και παρέμεινε σημαντικά αρνητικό έως τις αρχές Σεπτεμβρίου (με εξαίρεση τα μέσα Αυγούστου που τα καλυμμένα με κόνεις δένδρα είχαν λιγότερο αρνητικό ΥΔΒ), ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου έγινε λιγότερο αρνητικό (Πίν. 3.6). Επιπλέον, το ΥΔΒ των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων ήταν

παρόμοιο σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Αυγούστου που τα δένδρα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο ΥΔΒ μεταξύ τους και λιγότερο αρνητικό ΥΔΒ από τα δένδρα του μάρτυρα.

Η ΑΠΧΝ των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, μειώθηκε στα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές (Πίν. 3.6). Στα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου η ΑΠΧΝ αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε για την κόνιν εδάφους και μειώθηκε για την κόνιν τσιμέντου. Συγκρινόμενες οι μεταχειρίσεις, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΧΝ με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουνίου και τα τέλη Ιουλίου που είχαν μειωμένη και τα τέλη Σεπτεμβρίου που τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους είχαν αυξημένη και τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου ελαφρώς μειωμένη ΑΠΧΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΧΝ μεταξύ τους, αλλά στα τέλη Σεπτεμβρίου τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν σημαντικά μειωμένη ΑΠΧΝ από τα φύλλα με κόνιν εδάφους.

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 3.6). Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σημαντικά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου στα τέλη Μαΐου, μετά τις πρώτες εφαρμογές των κόνεων, είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα. Από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου είχαν σταθερά σημαντικά μειωμένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 20% έως 55% για την κόνιν εδάφους και από 15% έως 52% για την κόνιν τσιμέντου, με εξαίρεση τα μέσα Αυγούστου που τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα. Να αναφερθεί ότι στα μέσα Αυγούστου η ποσότητα των κόνεων ήταν μειωμένη σε σχέση με τις προηγούμενες ημερομηνίες ή από τις αρχές Σεπτεμβρίου. Στα τέλη Σεπτεμβρίου επίσης, μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων, τα ρυπασμένα φύλλα είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα με κόνιν εδάφους, εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου όπου τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη

ΑΠΦ από τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Ομοίως όταν υπολογίστηκε η πραγματική ΑΠΦ των φύλλων που είχαν κόνιν εδάφους με βάση τη διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα, μετριάστηκε ελαφρώς η μείωση της ΑΠΦ αλλά και πάλι τα σκονισμένα φύλλα είχαν μειωμένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα κατά την ίδια χρονική περίοδο (Πίν. 3.6). Στην περίπτωση των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου η πραγματική ΑΠΦ των φύλλων κυμάνθηκε σε ελαφρώς αυξημένα επίπεδα σε σχέση με την αρχική τους ΑΠΦ και επιπλέον μετά τα μέσα Αυγούστου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου ήταν παρόμοια με την ΑΠΦ των φύλλων του μάρτυρα.

Πίνακας 3.7. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s , E, A, CO_2in και της ποσότητας της κόνεως κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

		VPD	Κόνις	g_s	E	A	CO_2in	ΥΔΒ
Μάρτυρας	VPD			NS	$r=-0,851$ $p<0,05$	NS	NS	NS
Έδαφος			NS	$r=-0,817$ $p<0,05$	$r=-0,872$ $p<0,05$	$r=-0,958$ $p<0,05$	$r=-0,783$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο			NS	$r=-0,820$ $p<0,05$	$r=-0,958$ $p<0,05$	$r=-0,853$ $p<0,05$	$r=-0,838$ $p<0,05$	NS
Μάρτυρας	Κόνις							
Έδαφος				NS	NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο				NS	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	g_s				NS	NS	$r=0,948$ $p<0,001$	NS
Έδαφος					NS	$r=0,869$ $p<0,05$	$r=0,864$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο					$r=0,759$ $p<0,05$	$r=0,861$ $p<0,05$	$r=0,969$ $p<0,001$	NS
Μάρτυρας	E					NS	NS	NS
Έδαφος						$r=0,807$ $p<0,05$	NS	NS
Τσιμέντο						$r=0,848$ $p<0,05$	$r=0,834$ $p<0,05$	NS
Μάρτυρας	A						NS	NS
Έδαφος							$r=0,839$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο							$r=0,924$ $p<0,01$	NS
Μάρτυρας	CO_2in							NS
Έδαφος								NS
Τσιμέντο								NS
Μάρτυρας	ΥΔΒ							
Έδαφος								
Τσιμέντο								

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για $p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,001$ και NS: μη σημαντική διαφορά

Η συσχέτιση των φυσιολογικών παραμέτρων με το συντελεστή Pearson έδειξε ότι το VPD συσχετίστηκε αρνητικά μόνο με την E στα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στην περίπτωση των καλυμμένων με κόνεις φύλλα το VPD συσχετίστηκε αρνητικά με τις g_s , E, A και το CO_2in (Πίν. 3.7). Επίσης, η g_s συσχετίστηκε θετικά μόνο με το CO_2in , για το μάρτυρα, με τις E και A στην περίπτωση των καλυμμένων με κόνιν εδάφους φύλλα και με τις E, A και το CO_2in στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου. Επίσης η E συσχετίστηκε θετικά με την A μόνο στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα και η A συσχετίστηκε θετικά με το CO_2in μόνο στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα. Επιπλέον, δεν βρέθηκε συσχέτιση του ΥΔΒ με τις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων. Τέλος, δεν βρέθηκε συσχέτιση της ποσότητας των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων με τις φυσιολογικές παραμέτρους.

3.3.11 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων εντός του θαλάμου του οργάνου της φωτοσύνθεσης παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, μειώθηκε από τα μέσα Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και στη αυξήθηκε ελαφρώς στα τέλη Σεπτεμβρίου και χωρίς διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 3.8). Η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ήταν σημαντικά μειωμένη μετά τις πρώτες εφαρμογές της κόνεως από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου συγκρινόμενη με τα φύλλα του μάρτυρα και παρόμοια στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση της κόνεως (Πίν. 3.8). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου, η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ήταν επίσης μειωμένη μετά τις πρώτες εφαρμογές κόνεως σε σχέση με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα αλλά σημαντικά μόνο στα τέλη Ιουνίου. Σε κάθε περίπτωση η διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα ήταν υψηλότερη του σημείου φωτοκορεσμού για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στη ροδακινιά.

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 29,5 °C έως 34,2 °C χωρίς αξιόλογες διακυμάνσεις και χωρίς διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 377 έως 392 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ χωρίς να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 3.8. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα κόνεως, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα κόνεως (g m^{-2})	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
4/5/2010	Μάρτυρας	1560	-	-	1560
	Έδαφος	1681	-	-	1681
	Τσιμέντο	1705	-	-	1705
24/6/2010	Μάρτυρας	1588	-	-	1588
	Έδαφος	1621	4,90	10%	1459
	Τσιμέντο	1543	2,43	10%	1389
14/7/2010	Μάρτυρας	1428	-	-	1428
	Έδαφος	1500	7,42	14%	1290
	Τσιμέντο	1512	3,08	11%	1346
9/9/2010	Μάρτυρας	1253	-	-	1253
	Έδαφος	1238	4,54	10%	1114
	Τσιμέντο	1302	2,16	10%	1172
30/9/2010	Μάρτυρας	1329	-	-	1329
	Έδαφος	1454	0,21	3%	1410
	Τσιμέντο	1376	0,23	7%	1280
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			NS
EΣΔ _{0,05}		130			126

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η g_s των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και αυξήθηκε ελαφρώς στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.9). Η g_s των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε ελαφρώς μετά την απομάκρυνση των κόνεων. Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, μετά τις πρώτες εφαρμογές κόνεων, είχαν σταθερά μειωμένη g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 26% έως 62% για την κόνιν εδάφους και από 21% έως 65% για την κόνιν τσιμέντου και παρέμεινε μειωμένη ως τα τέλη Σεπτεμβρίου μετά τη σχεδόν

ολοκληρωτική απομάκρυνση των κόνεων. Τέλος η παρουσία της κόνεως εδάφους μείωσε σε παρόμοιο βαθμό τη g_s των φύλλων σε σχέση με την κόνιν τσιμέντου.

Πίνακας 3.9. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	CO ₂ in ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Fv/Fm
4/5/2010	Μάρτυρας	0,350	4,11	16,88	236	0,806
	Έδαφος	0,317	5,65	16,36	242	0,818
	Τσιμέντο	0,263	5,04	15,34	231	0,814
24/6/2010	Μάρτυρας	0,670	5,74	17,99	256	0,828
	Έδαφος	0,252	4,67	13,77	246	0,840
	Τσιμέντο	0,233	4,25	13,05	239	0,835
14/7/2010	Μάρτυρας	0,294	3,80	14,37	245	0,832
	Έδαφος	0,217	3,07	10,02	261	0,835
	Τσιμέντο	0,232	2,98	10,17	254	0,820
9/9/2010	Μάρτυρας	0,179	3,02	10,52	232	0,833
	Έδαφος	0,111	2,48	7,58	230	0,822
	Τσιμέντο	0,100	2,25	6,22	249	0,814
30/9/2010	Μάρτυρας	0,271	3,83	12,45	265	0,827
	Έδαφος	0,171	3,24	9,03	257	0,823
	Τσιμέντο	0,194	3,50	9,71	261	0,812
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	***
Μεταχείριση		***	*	***	NS	NS
EΣΔ _{0,05}		0,09	0,77	1,93	17	0,010

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η E των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε (Πίν. 3.9). Η E των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τις αρχές Μαΐου, μετά τις πρώτες εφαρμογές κόνεων, έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε μετά την απομάκρυνση της περισσότερης κόνεως. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μετά τις πρώτες εφαρμογές των κόνεων, είχαν σταθερά μειωμένη E συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 15% έως 19% για την κόνιν εδάφους και από 9% έως 26% για την κόνιν τσιμέντου με τα μικρά ποσοστά στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων από τα φύλλα. Συγκρίνοντας την επίδραση των δύο κόνεων

εδάφους ή τσιμέντου στην Ε των φύλλων φαίνεται ότι λειτούργησαν με παρόμοιο τρόπο.

Η Α των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Ιουνίου έως τα τέλη Ιουνίου, μειώθηκε από τα μέσα Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι (Πίν. 3.9). Η Α των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σημαντικά από τις αρχές Μαΐου, μετά τις πρώτες εφαρμογές της κόνεως, έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων αυξήθηκε ελαφρώς για την κόνιν εδάφους και σημαντικά για την κόνιν τσιμέντου. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, μετά την πρώτη εφαρμογή των κόνεων, είχαν σταθερά σημαντικά μειωμένη Α σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 23% έως 30% για την κόνιν εδάφους και από 22% έως 41%. Συγκρίνοντας τις επιπτώσεις των δύο κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην Α των φύλλων φαίνεται ότι μείωσαν με παρόμοιο τρόπο την Α των φύλλων.

Το CO₂i_n αυξήθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου για τα φύλλα του μάρτυρα και έως τα μέσα Ιουλίου για τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα, στη συνέχεια μειώθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι (Πίν. 3.9). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου το CO₂i_n αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ως προς το CO₂i_n.

Ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης Fv/Fm, στα φύλλα των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων, ήταν υψηλότερος του 0,8, υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του PSII στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και δεν διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 3.9).

Το ΥΔΒ των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων έγινε πιο αρνητικό από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.10). Επιπλέον το ΥΔΒ των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν διέφερε από το ΥΔΒ του μάρτυρα ούτε και μεταξύ τους, εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους δένδρα είχαν πιο αρνητικό ΥΔΒ από το μάρτυρα και από τα δένδρα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου.

Η ΑΠΧΝ στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Ιουνίου, αυξήθηκε στα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.10). Στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνιν

εδάφους η ΑΠΧΝ παρέμεινε σταθερή σε όλη την πειραματική περίοδο. Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, η ΑΠΧΝ παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου είχαν σταθερά μειωμένη ΑΠΧΝ συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα πριν την εφαρμογή κόνεων αλλά και μετά την εφαρμογή ή και την απομάκρυνση των κόνεων, αλλά οι διαφορές ήταν σημαντικές μόνο στις αρχές Μαΐου και στα τέλη Σεπτεμβρίου για τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα και στις αρχές Μαΐου και από τις αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου. Τέλος, η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου προκάλεσαν παρόμοια μείωση της ΑΠΧΝ των φύλλων, αλλά στις αρχές Σεπτεμβρίου η κόνις τσιμέντου επέφερε πιο σοβαρή μείωση από την κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.10. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ, πραγματικής ΑΠΦ και ΥΔΒ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγματική ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	ΥΔΒ (MPa)
4/5/2010	Μάρτυρας	4,30	1,14	1,14	-0,95
	Έδαφος	3,08	0,98	0,98	-0,86
	Τσιμέντο	3,52	0,90	0,90	-0,84
24/6/2010	Μάρτυρας	3,30	1,14	1,14	-1,11
	Έδαφος	2,94	0,86	0,95	-1,12
	Τσιμέντο	3,11	0,87	0,96	-1,30
14/7/2010	Μάρτυρας	3,81	1,03	1,03	-1,46
	Έδαφος	3,27	0,67	0,78	-1,52
	Τσιμέντο	3,44	0,67	0,75	-1,66
9/9/2010	Μάρτυρας	3,46	0,87	0,87	-1,38
	Έδαφος	3,04	0,62	0,69	-1,86
	Τσιμέντο	2,50	0,49	0,54	-1,49
30/9/2010	Μάρτυρας	3,39	0,95	0,95	-1,49
	Έδαφος	2,78	0,63	0,65	-1,65
	Τσιμέντο	2,74	0,76	0,82	-1,57
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		0,60	0,19	0,20	0,27

Σημαντικότητα: *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΦ των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη

Σεπτεμβρίου για τα φύλλα του μάρτυρα και γι' αυτά που δέχτηκαν κόπιν εδάφους, ενώ για τα καλυμμένα με κόπιν τσιμέντου φύλλα αυξήθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.10). Η εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα μείωσε σημαντικά την ΑΠΦ συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα είχε παρόμοιες επιπτώσεις στην ΑΠΦ των φύλλων, αλλά στις αρχές Σεπτεμβρίου τα φύλλα με κόπιν τσιμέντου είχαν μειωμένη και στα τέλη Σεπτεμβρίου, μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των υπολειμμάτων των κόνεων, αυξημένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα που είχαν κόπιν εδάφους. Ομοίως όταν υπολογίστηκε η πραγματική ΑΠΦ των φύλλων που είχαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου με βάση τη διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα, μετριάστηκε ελαφρώς η μείωση της ΑΠΦ όταν οι κόνεις ήταν σε χαμηλά επίπεδα στα φύλλα, αλλά και πάλι τα σκονισμένα φύλλα είχαν μειωμένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.10).

Η συσχέτιση με το συντελεστή Pearson έδειξε ότι το VPD συσχετίστηκε θετικά μόνο με την ποσότητα των κόνεων στα φύλλα δείχνοντας ότι όταν το VPD ήταν υψηλό, ήταν σε υψηλά επίπεδα και η ποσότητα των κόνεων στα φύλλα (Πίν. 3.11). Επίσης, δεν ήταν σαφή τα συμπεράσματα από τις συσχετίσεις αλλά στα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα η g_s συσχετίστηκε θετικά με την A και την E δείχνοντας ότι η μείωση της g_s , πιθανόν λόγω της παρουσίας των κόνεων στα φύλλα, συνοδεύτηκε από αντίστοιχη μείωση των A και E. Δεν συσχετίστηκε όμως η ποσότητα της κόνεως με την g_s δείχνοντας ότι ανεξάρτητα από την ποσότητα της κόνεως, αυτή ήταν ένας σταθερός παράγοντας καταπόνησης για τα φύλλα. Επίσης, το CO₂in δεν συσχετίστηκε με καμία από τις φυσιολογικές παραμέτρους σε καμία από τις μεταχειρίσεις. Επιπλέον δεν βρέθηκε συσχέτιση του ΥΔΒ με τις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων.

Πίνακας 3.11. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s , E, A, CO_{2in} και της ποσότητας της κόνεως κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

		VPD	Κόνις	g_s	E	A	CO_{2in}	ΥΔΒ
Μάρτυρας	VPD			NS	NS	NS	NS	NS
Έδαφος			$r=0,989$ $p<0,05$	NS	NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο			$r=0,973$ $p<0,05$	NS	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	Κόνις							
Έδαφος				NS	NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο				NS	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	g_s				$r=0,993$ $p<0,001$	NS	NS	NS
Έδαφος					$r=0,936$ $p<0,05$	$r=0,964$ $p<0,01$	NS	NS
Τσιμέντο					NS	$r=0,913$ $p<0,05$	NS	NS
Μάρτυρας	E					NS	NS	NS
Έδαφος						$r=0,990$ $p<0,001$	NS	NS
Τσιμέντο						$r=0,974$ $p<0,01$	NS	NS
Μάρτυρας	A						NS	NS
Έδαφος							NS	NS
Τσιμέντο							NS	NS
Μάρτυρας	CO_{2in}							NS
Έδαφος								NS
Τσιμέντο								NS
Μάρτυρας	ΥΔΒ							
Έδαφος								
Τσιμέντο								

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για $p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,001$ και NS: μη σημαντική διαφορά

3.3.12 Μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Ιουνίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου με εξαίρεση τα τέλη Αυγούστου που ήταν αυξημένη, ενώ δεν βρέθηκαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 3.12). Επιπλέον η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα μείωσε τη διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνειά τους,

αλλά μόνο στις αρχές Αυγούστου, που παρατηρήθηκαν και τα υψηλότερα επίπεδα των κόνεων εδάφους και τσιμέντου, ήταν χαμηλότερη του σημείου φωτοκορεσμού για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στη ροδακινιά (Πίν. 3.12 και Γρ. 3.3).

Πίνακας 3.12. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα κόνεως, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκε κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)	Ποσότητα κόνεως (g m ⁻²)	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)
22/6/2011	Μάρτυρας	1335			1335
	Έδαφος	1306	1,61	5%	1241
	Τσιμέντο	1409	0,77	1%	1395
15/7/2011	Μάρτυρας	1264			1264
	Έδαφος	1260	3,29	8%	1159
	Τσιμέντο	1297	1,21	5%	1232
9/8/2011	Μάρτυρας	1173			1173
	Έδαφος	1009	19,44	31%	696
	Τσιμέντο	1137	30,95	40%	682
26/8/2011	Μάρτυρας	1315			1315
	Έδαφος	1358	5,84	11%	1209
	Τσιμέντο	1458	11,67	30%	1020
24/9/2011	Μάρτυρας	1231			1231
	Έδαφος	1212	0,02	3%	1176
	Τσιμέντο	1267	0,98	3%	1229
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		*			***
ΕΣΔ _{0,05}		122			117

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης ήταν σε υψηλά επίπεδα σε όλη την πειραματική περίοδο και κυμάνθηκε από 31,5 έως 34,0 °C χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 373 έως 403 μmol mol⁻¹, χωρίς να διαφέρει μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Η g_s των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα τέλη Αυγούστου με εξαίρεση μία αύξηση στις αρχές Αυγούστου, και αυξήθηκε και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου και κυρίως στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα, αφού στα τέλη

Σεπτεμβρίου το μεγαλύτερο μέρος των κόνεων απομακρύνθηκε (Πίν. 3.13). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν σταθερά μειωμένη g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου ως τα τέλη Αυγούστου σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 16% έως 29%, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου, που η κόνις εδάφους σχεδόν απομακρύνθηκε, είχαν παρόμοια g_s με τα φύλλα του μάρτυρα. Όσον αφορά τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, ομοίως είχαν σταθερά σημαντικά μειωμένη g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 15% έως 24% σε όλη την πειραματική περίοδο ακόμη και στα τέλη Σεπτεμβρίου, που η κόνις τσιμέντου είχε απομακρυνθεί σε μεγάλο βαθμό. Συγκρίνοντας τις επιπτώσεις των δύο κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στη g_s των φύλλων ροδακινιάς φαίνεται ότι η κόνις τσιμέντου μείωσε σε μεγαλύτερο βαθμό την g_s και κυρίως στα τέλη Σεπτεμβρίου πιθανόν λόγω της πιο εύκολης απομάκρυνσης της κόνεως εδάφους από τα φύλλα σε σχέση με την κόνιν τσιμέντου.

Πίνακας 3.13. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
22/6/2011	Μάρτυρας	0,305	4,94	16,79	225	0,829
	Έδαφος	0,239	3,90	12,85	235	0,831
	Τσιμέντο	0,230	4,32	13,98	223	0,829
15/7/2011	Μάρτυρας	0,182	3,57	12,51	208	0,815
	Έδαφος	0,153	3,27	10,60	210	0,823
	Τσιμέντο	0,135	3,18	10,48	204	0,820
9/8/2011	Μάρτυρας	0,228	3,34	13,07	234	0,822
	Έδαφος	0,198	2,66	9,84	267	0,813
	Τσιμέντο	0,176	2,81	10,05	251	0,790
26/8/2011	Μάρτυρας	0,194	3,53	13,15	211	0,826
	Έδαφος	0,137	2,92	8,44	233	0,820
	Τσιμέντο	0,119	2,74	7,14	241	0,801
24/9/2011	Μάρτυρας	0,259	4,53	14,60	255	0,813
	Έδαφος	0,262	3,92	13,34	264	0,806
	Τσιμέντο	0,221	4,03	11,63	269	0,801
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	NS
Μεταχείριση		***	***	***	***	NS
$E_{SD_{0,05}}$		0,044	0,42	1,81	12	0,030

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η E των φύλλων ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου για το μάρτυρα και για την κόνιν εδάφους, και

ως τα τέλη Αυγούστου για την περίπτωση της κόνεως τσιμέντου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.13). Επιπλέον τα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν σταθερά μειωμένη Ε σε όλη την πειραματική περίοδο σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 8% έως 21% για την κόνιν εδάφους και από 11% έως 22% για την κόνιν τσιμέντου. Συγκρίνοντας την επίδραση των δύο κόνεων εδάφους και τσιμέντου στην Ε των φύλλων ροδακινιάς φαίνεται ότι είχαν παρόμοια επίδραση.

Η Α των φύλλων του μάρτυρα μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου, παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι ελαφρώς (Πίν. 3.13). Η Α των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των κόνεων αυξήθηκε σημαντικά. Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν σταθερά και σημαντικά μειωμένη Α σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 9% έως 36% για την κόνιν εδάφους και 16% ως 46% για την κόνιν τσιμέντου. Κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, αυτές μείωσαν με παρόμοιο τρόπο την Α των φύλλων, αλλά η κόνιν τσιμέντου σε μεγαλύτερο βαθμό.

Το CO₂in των φύλλων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα τέλη Αυγούστου, με εξαίρεση μία αύξηση στις αρχές Αυγούστου, και αυξήθηκε και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.13). Επιπλέον τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα είχαν αυξημένο CO₂in από τις αρχές Αυγούστου ως τα τέλη Αυγούστου για την κόνιν εδάφους και ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου και παρόμοιο στις υπόλοιπες ημερομηνίες με τα φύλλα του μάρτυρα. Κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοιο CO₂in με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Ιουνίου και τις αρχές Αυγούστου που είχαν μειωμένο.

Ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης Fv/Fm των φύλλων των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων δεν μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, εκτός από τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου που το Fv/Fm μειώθηκε στις αρχές Αυγούστου κάτω από την τιμή 0,8 (Πίν. 3.13). Επίσης, τα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο λόγο Fv/Fm με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα καλυμμένα με κόνιν

τσιμέντου φύλλα που είχαν μειωμένο Fv/Fm σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στις αρχές Αυγούστου και ελαφρώς στα τέλη Αυγούστου. Τέλος, τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν παρόμοιο Fv/Fm με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.14. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ και πραγματική ΑΠΦ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγματική ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)
22/6/2011	Μάρτυρας	3,41	1,27	1,27
	Έδαφος	3,29	1,00	1,05
	Τσιμέντο	3,25	1,01	1,02
15/7/2011	Μάρτυρας	3,48	1,03	1,03
	Έδαφος	3,23	0,86	0,94
	Τσιμέντο	3,24	0,83	0,87
9/8/2011	Μάρτυρας	3,92	1,15	1,15
	Έδαφος	3,69	0,97	1,41
	Τσιμέντο	3,58	0,89	1,49
26/8/2011	Μάρτυρας	3,82	1,01	1,01
	Έδαφος	2,89	0,64	0,72
	Τσιμέντο	2,61	0,49	0,70
24/9/2011	Μάρτυρας	3,23	1,21	1,21
	Έδαφος	3,55	1,44	1,18
	Τσιμέντο	2,89	1,03	1,06
Σημαντικότητα				
Ημερομηνία		**	***	***
Μεταχείριση		**	***	NS
EΣΔ _{0,05}		0,48	0,20	0,21

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΧΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου και στη συνέχεια μειώθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 3.14). Στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, η ΑΠΧΝ δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου, μειώθηκε στα τέλη Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε στα φύλλα με κόνιν εδάφους και παρέμεινε σταθερή στα φύλλα με κόνιν τσιμέντου. Επίσης, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν σταθερά ελαφρώς μειωμένη ΑΠΧΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, αλλά μόνο στα τέλη Αυγούστου οι διαφορές ήταν σημαντικές, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, μετά την απομάκρυνση σχεδόν

της κόνεως, είχαν ελαφρώς αυξημένη ΑΠΧΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΧΝ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν μειωμένη.

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σχετικά αμετάβλητη κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 3.14). Η ΑΠΦ στα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου παρέμεινε αμετάβλητη από τα τέλη Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου, μειώθηκε σημαντικά στα τέλη Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε. Επίσης τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν μειωμένη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο με εξαίρεση τα τέλη Σεπτεμβρίου, που τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους. Όσον αφορά την πραγματική ΑΠΦ, ομοίως, τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα είχαν μειωμένη ή παρόμοια ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Αυγούστου που είχαν αυξημένη (Πίν. 3.14).

Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν με το συντελεστή Pearson, το VPD δεν συσχετίστηκε με τις φυσιολογικές παραμέτρους, ούτε και με την ποσότητα της κόνεως ίσως γιατί ήταν σχετικά αυξημένο σχεδόν σε όλη την πειραματική περίοδο. Η g_s συσχετίστηκε θετικά με την A και την E μόνο στα φύλλα του μάρτυρα, μόνο με την A στην περίπτωση των καλυμμένων με κόνιν εδάφους φύλλων, ενώ στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου η g_s δεν συσχετίστηκε με τις A και E. Επίσης, δεν συσχετίστηκε η ποσότητα της κόνεως με την g_s δείχνοντας ότι ανεξάρτητα από την ποσότητα της κόνεως, η ύπαρξη της ήταν ένας σταθερός παράγοντας καταπόνησης για τα φύλλα. Επίσης, το CO_2in δεν συσχετίστηκε με καμία από τις φυσιολογικές παραμέτρους σε καμία από τις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.11).

Πίνακας 3.15. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s , E, A, CO_{2in} και της ποσότητας της κόνεως κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

		VPD	Κόνις	g_s	E	A	CO_{2in}
Μάρτυρας	VPD			NS	NS	NS	NS
Έδαφος			NS	NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο			NS	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	Κόνις						
Έδαφος				NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο				NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	g_s				$r=0,883$ $p<0,05$	$r=0,954$ $p<0,05$	NS
Έδαφος					NS	$r=0,904$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο					NS	NS	NS
Μάρτυρας	E					$r=0,939$ $p<0,05$	NS
Έδαφος						$r=0,914$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο						$r=0,891$ $p<0,05$	NS
Μάρτυρας	A						NS
Έδαφος							NS
Τσιμέντο							NS
Μάρτυρας	CO_{2in}						
Έδαφος							
Τσιμέντο							

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για $p<0,05$ και NS: μη σημαντική διαφορά

3.3.13 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα μειώθηκε σταδιακά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε στα τέλη Ιουλίου, μειώθηκε στα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.16). Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου παρέμεινε σταθερή από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, μειώθηκε έως τα μέσα Ιουλίου για την κόνιν εδάφους και ως τα τέλη Ιουλίου για την κόνιν τσιμέντου, αυξήθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε και πάλι. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουνίου και τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοια.

Ομοίως τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Αυγούστου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοια. Συγκρινόμενες οι δύο κόνεις, τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Ιουλίου που είχαν μειωμένη και από τα μέσα Αυγούστου που είχαν αυξημένη σε σχέση με τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, αυξήθηκε σταδιακά ως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου μειώθηκε και παρέμεινε σταθερό έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.16). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, το ΕΙΔΒΑΡ αυξήθηκε σταδιακά από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Αυγούστου, μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι. Στα φύλλα με κόνιν τσιμέντου το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, παρέμεινε σταθερό έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι. Τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα είχαν σταθερά αυξημένο ΕΙΔΒΑΡ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου μετά τις πρώτες εφαρμογές κόνεων. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν την ίδια επίδραση στο ΕΙΔΒΑΡ σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Αυγούστου, που τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν μειωμένο ΕΙΔΒΑΡ από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε στα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου μειώθηκε και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.16). Η ΠΥΚΝ των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν σταθερή από τα τέλη Μαΐου ως τα μέσα Ιουνίου, αυξήθηκε στα μέσα Ιουλίου, παρέμεινε σταθερή ως τα τέλη Ιουλίου για την κόνιν τσιμέντου και ως τα μέσα Αυγούστου για την κόνιν εδάφους, μειώθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και αυξήθηκε και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν κατά βάση αυξημένη ΠΥΚΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουνίου και τις αρχές Σεπτεμβρίου για την κόνιν εδάφους και από τα μέσα Αυγούστου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου που είχαν παρόμοια ΠΥΚΝ με το μάρτυρα. Συγκρινόμενες οι δύο κόνεις, τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΥΚΝ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν

εδάφους εκτός από τα τέλη Ιουλίου που είχαν αυξημένη και από τα μέσα Αυγούστου που είχαν μειωμένη ΠΥΚΝ σε σχέση με τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους.

Πίνακας 3.16. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg cm ⁻²)
23/5/2009	Μάρτυρας	57,5	66,4	425	9,00
	Έδαφος	55,1	65,6	449	8,08
	Τσιμέντο	54,3	66,1	457	7,85
20/6/2009	Μάρτυρας	56,0	60,3	440	7,74
	Έδαφος	55,9	66,1	441	8,40
	Τσιμέντο	53,7	68,0	463	7,91
12/7/2009	Μάρτυρας	51,6	61,3	484	6,53
	Έδαφος	47,0	76,1	530	6,77
	Τσιμέντο	45,7	79,1	543	6,66
29/7/2009	Μάρτυρας	55,6	65,5	444	8,21
	Έδαφος	48,3	81,9	517	7,66
	Τσιμέντο	44,0	78,5	560	6,18
11/8/2009	Μάρτυρας	50,8	74,1	492	7,62
	Έδαφος	48,5	87,2	515	8,21
	Τσιμέντο	51,7	77,0	483	8,20
3/9/2009	Μάρτυρας	55,5	66,5	445	8,28
	Έδαφος	54,1	78,6	459	9,28
	Τσιμέντο	55,3	77,6	447	9,58
29/9/2009	Μάρτυρας	53,5	68,4	465	7,86
	Έδαφος	50,6	87,7	494	8,96
	Τσιμέντο	50,5	91,6	495	9,35
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}		2,7	6,1	27	0,72

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου ως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε στα τέλη Ιουλίου και παρέμεινε αμετάβλητο ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.16). Το ΧΥΜ των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου παρέμεινε σταθερό από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, μειώθηκε έως τα μέσα Ιουλίου για την κόνιν εδάφους και ως τα τέλη Ιουλίου για την κόνιν τσιμέντου, αυξήθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρέμεινε σταθερό ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου είχαν μειωμένο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Μαΐου και στα τέλη Ιουλίου μόνο για την κόνιν τσιμέντου, αυξημένο ΧΥΜ από τις αρχές

Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου και παρόμοιο στην υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 3.17. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. εκφρασμένες σε mg m^{-2} και λόγος χλωρ. α/χλωρ. β φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β
23/5/2009	Μάρτυρας	283	178	461	1,60
	Έδαφος	409	225	634	1,82
	Τσιμέντο	368	202	570	1,82
20/6/2009	Μάρτυρας	400	228	628	1,75
	Έδαφος	409	214	624	1,91
	Τσιμέντο	424	231	655	1,84
12/7/2009	Μάρτυρας	365	185	549	1,98
	Έδαφος	362	195	557	1,86
	Τσιμέντο	344	182	526	1,92
29/7/2009	Μάρτυρας	286	153	439	1,88
	Έδαφος	314	157	471	2,01
	Τσιμέντο	350	184	535	1,92
11/8/2009	Μάρτυρας	377	228	605	1,66
	Έδαφος	321	198	519	1,63
	Τσιμέντο	281	146	427	1,94
3/9/2009	Μάρτυρας	351	183	534	1,93
	Έδαφος	279	137	416	2,05
	Τσιμέντο	270	142	412	1,91
29/9/2009	Μάρτυρας	302	126	427	2,41
	Έδαφος	300	117	418	2,55
	Τσιμέντο	282	99	380	2,88
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	*	NS	***
ΕΣΔ _{0,05}		42	27	66	0,16

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.17). Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α των φύλλων των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου παρέμεινε σταθερή για την κόνιν εδάφους ή αυξήθηκε για την κόνιν τσιμέντου από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια μειώθηκε έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τις δύο

κόνεις. Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα τέλη Μαΐου και τα τέλη Ιουλίου, που τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη και από τα μέσα Αυγούστου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν μειωμένη χλωρ. α σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στην περιεκτικότητα σε χλωρ. α σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Μαΐου και τα μέσα Αυγούστου, που τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωρ. α σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (Πίν. 3.17). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή. Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε χλωρ. β στα τέλη Μαΐου και στα τέλη Ιουλίου μόνο για την κόνιν τσιμέντου, μειωμένη από τα μέσα Αυγούστου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου ή ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στην περιεκτικότητα σε χλωρ. β σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Ιουλίου που τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν αυξημένη και από τα μέσα Αυγούστου που είχαν μειωμένη χλωρ. β σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, στη συνέχεια μειώθηκε έως τα τέλη Ιουλίου, αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου και, στη συνέχεια, μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 3.17). Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. των φύλλων των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους μειώθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα τέλη Ιουλίου, παρέμεινε σταθερή έως

τα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου μειώθηκε και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Μαΐου και στα τέλη Ιουλίου μόνο για την κόνιν τσιμέντου, μειωμένη από τα μέσα Αυγούστου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου για τις δύο κόνεις και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στην περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Μαΐου και τα μέσα Αυγούστου που τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν μειωμένη και στα τέλη Ιουλίου αυξημένη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα τέλη Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.17). Στα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β παρέμεινε σχετικά αμετάβλητος από τα τέλη Μαΐου έως τις αρχές Αυγούστου για την κόνιν εδάφους και ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή. Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν αυξημένη τιμή του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β στα τέλη Μαΐου, στα μέσα Ιουνίου μόνο για την κόνιν εδάφους, στα μέσα Αυγούστου μόνο για την κόνιν τσιμέντου και στα τέλη Σεπτεμβρίου για τις δύο κόνεις από τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ σε όλη την υπόλοιπη περίοδο είχαν παρόμοιες τιμές με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β σε όλη την πειραματική περίοδο, εκτός από τα μέσα Αυγούστου και τα τέλη Σεπτεμβρίου που τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β σε σχέση με αυτά που είχαν κόνιν εδάφους.

3.3.14 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, εκτός από τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα που η χαμηλότερη τιμή ήταν στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.18). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο, εκτός από τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου στις αρχές Μαΐου, τα μέσα Ιουλίου και τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν αυξημένη και τα φύλλα με κόνιν εδάφους στις αρχές Αυγούστου που είχαν μειωμένη ΠΕΡΝΕ συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν αυξημένη.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων παρέμεινε σταθερό από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και για την κόνιν τσιμέντου και ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για την κόνιν εδάφους φτάνοντας τις μέγιστες τιμές, ενώ για την περίπτωση των καλυμμένων με κόνιν τσιμέντου φύλλων το ΕΙΔΒΑΡ μειώθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου και για το μάρτυρα παρέμεινε σταθερό (Πίν. 3.18). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, αλλά οι διαφορές δεν ήταν πάντα σημαντικές. Επιπλέον, τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου είχαν ελαφρώς υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ φύλλου σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν μειωμένο από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου για το μάρτυρα ή αυξήθηκε για τις μεταχειρίσεις των κόνεων και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τις αρχές Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου και ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και την κόνιν εδάφους φτάνοντας την υψηλότερη τιμή (Πίν. 3.18). Τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν παρόμοια ΠΥΚΝ με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν μειωμένη. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν

αυξημένη ΠΥΚΝ στις αρχές Αυγούστου, μειωμένη στις αρχές Μαΐου, στα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΥΚΝ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν μειωμένη.

Πίνακας 3.18. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
4/5/2010	Μάρτυρας	58,8	59,9	412	8,55
	Έδαφος	60,0	64,2	400	9,61
	Τσιμέντο	61,2	70,0	388	11,04
8/6/2010	Μάρτυρας	60,0	59,0	400	8,83
	Έδαφος	59,0	65,8	410	9,45
	Τσιμέντο	58,6	70,9	414	10,03
24/6/2010	Μάρτυρας	54,4	72,7	456	8,68
	Έδαφος	54,6	76,1	454	9,13
	Τσιμέντο	54,9	77,8	451	9,46
14/7/2010	Μάρτυρας	52,5	70,4	475	7,76
	Έδαφος	54,6	74,8	454	8,97
	Τσιμέντο	55,3	74,2	447	9,20
10/8/2010	Μάρτυρας	53,5	70,6	465	8,12
	Έδαφος	52,2	79,2	478	8,64
	Τσιμέντο	50,7	84,6	493	8,71
31/8/2010	Μάρτυρας	50,9	75,5	491	7,83
	Έδαφος	52,3	79,6	477	8,70
	Τσιμέντο	52,1	85,1	479	9,26
9/9/2010	Μάρτυρας	52,1	79,6	479	8,64
	Έδαφος	51,9	85,0	481	9,16
	Τσιμέντο	50,9	94,0	491	9,76
30/9/2010	Μάρτυρας	49,5	78,4	505	7,65
	Έδαφος	49,0	86,5	510	8,32
	Τσιμέντο	51,9	80,3	481	8,74
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	***	NS	***
EΣΔ _{0,05}		2,2	6,8	22	0,73

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 3.18). Το ΧΥΜ των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τις αρχές Μαΐου ως τις αρχές Αυγούστου, αυξήθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου, και μειώθηκε

πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν σταθερά αυξημένο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα όλη την πειραματική περίοδο, αλλά οι διαφορές δεν ήταν πάντα σημαντικές. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν ελαφρώς αυξημένο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους όλη την πειραματική περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου, εκτός από μία σημαντική αύξηση που παρατηρήθηκε στα τέλη Ιουνίου και ήταν η μέγιστη τιμή (Πίν. 3.19). Τα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α με τα φύλλα του μάρτυρα από τις αρχές Μαΐου, πριν την εφαρμογή των κόνεων, έως τα τέλη Ιουνίου, ενώ στη συνέχεια είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α, ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για την κόνιν εδάφους και ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στην περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκτός από τις αρχές και τα τέλη Σεπτεμβρίου που τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη χλωρ. α από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου ή ως τις αρχές Αυγούστου για την κόνιν εδάφους φτάνοντας τη μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (Πίν. 3.19). Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωρ. β στα τέλη Ιουνίου μόνο για την κόνιν εδάφους, από τα μέσα Ιουλίου ως τις αρχές Αυγούστου, στις αρχές Σεπτεμβρίου μόνο για την κόνιν τσιμέντου και παρόμοια την υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στην περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωρ. β.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 3.19). Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. των φύλλων των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή

εκτός από μία σημαντική αύξηση που βρέθηκε στα τέλη Ιουνίου και ήταν η μέγιστη τιμή.

Πίνακας 3.19. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., εκφρασμένες σε mg m^{-2} , του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β και των ολικών φαινολικών συστατικών εκφρασμένων σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g v.β. και της αντιοξειδωτική ικανότητας, εκφρασμένης σε ισοδύναμα g ασκορβικού οξέος ανά 100 g v.β., φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β	g γαλ. οξέος/ 100 g v.β.	g ασκ. οξέος/ 100 g v.β.
4/5/2010	Μάρτυρας	380	151	531	2,53	0,591	0,456
	Έδαφος	396	153	550	2,60	0,584	0,428
	Τσιμέντο	377	138	515	2,75	0,596	0,451
8/6/2010	Μάρτυρας	375	157	532	2,40	0,747	0,724
	Έδαφος	345	125	470	2,78	0,742	0,900
	Τσιμέντο	375	150	525	2,52	0,751	0,778
24/6/2010	Μάρτυρας	418	171	588	2,46	0,974	0,323
	Έδαφος	431	177	608	2,44	0,806	0,226
	Τσιμέντο	446	185	631	2,43	0,850	0,297
14/7/2010	Μάρτυρας	374	227	601	1,65	-	-
	Έδαφος	300	180	480	1,66	-	-
	Τσιμέντο	321	201	522	1,60	-	-
10/8/2010	Μάρτυρας	356	222	577	1,61	0,901	0,434
	Έδαφος	324	191	515	1,72	0,897	0,390
	Τσιμέντο	305	176	481	1,75	0,925	0,456
31/8/2010	Μάρτυρας	357	144	501	2,48	0,926	0,268
	Έδαφος	327	138	465	2,39	1,064	0,549
	Τσιμέντο	325	134	459	2,45	1,128	0,527
9/9/2010	Μάρτυρας	335	162	497	2,07	-	-
	Έδαφος	286	146	433	1,95	-	-
	Τσιμέντο	232	126	357	1,85	-	-
30/9/2010	Μάρτυρας	286	110	395	2,63	0,937	0,353
	Έδαφος	237	97	333	2,46	0,940	0,497
	Τσιμέντο	204	101	305	2,04	0,874	0,502
Σημαντικότητα							
Ημερομηνία		***	***	***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	NS	NS	**
$E_{\Delta 0,05}$		46	26	69	0,23	0,136	0,129

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. στις αρχές Ιουνίου μόνο για την κόνιν εδάφους, από τα μέσα Ιουλίου ως τις αρχές Αυγούστου και από τις αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τις

δύο κόνεις και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στην περιεκτικότητά τους σε ολ. χλωρ., εκτός από τις αρχές ως τα τέλη Σεπτεμβρίου που τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη ολ. χλωρ. σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα, ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, εκτός από μία μείωση που είχε στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.19). Στα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β μειώθηκε από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και έπειτα αυξήθηκε σταδιακά ως τα τέλη Σεπτεμβρίου εκτός από μία μείωση στις αρχές Σεπτεμβρίου. Η μέγιστη τιμή του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β για την κόνιν εδάφους ήταν στις αρχές Ιουνίου και για την κόνιν τσιμέντου στις αρχές Μαΐου. Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β με τα φύλλα του μάρτυρα, εκτός από τις αρχές Ιουνίου για την κόνιν εδάφους που είχε αυξημένη τιμή και από τις αρχές ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου που είχε μειωμένες τιμές από το μάρτυρα. Επιπλέον τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τις αρχές Ιουνίου που είχαν μειωμένη τιμή σε σχέση με τα φύλλα με κόνιν εδάφους.

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, εκφρασμένα σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g ν.β., των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Μαΐου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα, ενώ μειώθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.19). Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Ιουνίου που είχαν χαμηλότερη και από τα τέλη Αυγούστου που είχαν υψηλότερη από τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στην περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά φαινολικά σε όλη την πειραματική περίοδο.

3.3.15 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.20). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα, εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν παρόμοια. Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και ελαφρώς υψηλότερη την υπόλοιπη περίοδο. Συγκρινόμενες οι δύο κόνεις, στα μέσα Ιουνίου τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους, ενώ σε όλη την υπόλοιπη περίοδο είχαν υψηλότερη.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων του μάρτυρα και των καλυμμένων με κόνιν εδάφους αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου και παρέμεινε σταθερό ως τα τέλη Σεπτεμβρίου, ενώ για τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.20). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο. Κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ με τα φύλλα που είχαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν υψηλότερο.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου και έπειτα μειώθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου ή παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα (Πίν. 3.20). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του μάρτυρα όλη την πειραματική περίοδο, εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν παρόμοια. Τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του μάρτυρα ή παρόμοια με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους στα τέλη Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και ελαφρώς ή σημαντικά χαμηλότερη σε όλη την υπόλοιπη περίοδο από τα φύλλα του μάρτυρα και αυτών που είχαν κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.20. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ποσοστό ξηρού βάρους, ΕΒ φύλλου και ειδική επιφάνεια φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
22/6/2011	Μάρτυρας	61,2	59,7	388	9,38
	Έδαφος	59,3	65,9	407	9,61
	Τσιμέντο	58,9	65,6	411	9,42
15/7/2011	Μάρτυρας	56,1	62,8	439	8,03
	Έδαφος	55,8	70,1	442	8,85
	Τσιμέντο	57,2	72,3	428	9,69
9/8/2011	Μάρτυρας	52,9	73,0	471	8,19
	Έδαφος	50,5	81,2	495	8,28
	Τσιμέντο	53,9	79,9	461	9,35
26/8/2011	Μάρτυρας	51,8	75,5	482	8,06
	Έδαφος	49,9	81,7	501	8,16
	Τσιμέντο	52,7	85,5	473	9,51
24/9/2011	Μάρτυρας	54,1	72,8	459	8,58
	Έδαφος	51,7	82,9	483	8,86
	Τσιμέντο	52,6	91,5	474	10,18
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		1,9	6,3	19,4	0,66

Σημαντικότητα: *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε κυρίως στα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα (Πίν. 3.20). Το ΧΥΜ των φύλλων που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου αυξήθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοιο ΧΥΜ με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν υψηλότερο. Τέλος, τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο ΧΥΜ με τα φύλλα του μάρτυρα και με τα καλυμμένα με έδαφος φύλλα στα τέλη Ιουνίου και σημαντικά υψηλότερο όλη την υπόλοιπη περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m⁻², των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τη μέγιστη τιμή που είχε στα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου για την κόνιν εδάφους και ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και την κόνιν τσιμέντου όταν και είχε τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 3.21). Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου ή ως τις αρχές Αυγούστου για την κόνιν τσιμέντου και στη συνέχεια

χαμηλότερη ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho.$ α με τα φύλλα που είχαν κόνιν εδάφους ως τις αρχές Αυγούστου και χαμηλότερη ως τα τέλη Σεπτεμβρίου.

Πίνακας 3.21. Μεταβολές των $\chi\lambda\omega\rho.$ α, $\chi\lambda\omega\rho.$ β και ολ. $\chi\lambda\omega\rho.$, εκφρασμένες σε mg m^{-2} , του λόγου $\chi\lambda\omega\rho.$ α/ $\chi\lambda\omega\rho.$ β και των ολικών φαινολικών συστατικών, εκφρασμένων σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος/100 g ν.β., φύλλων δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	$\chi\lambda\omega\rho.$ α (mg m^{-2})	$\chi\lambda\omega\rho.$ β (mg m^{-2})	ολ. $\chi\lambda\omega\rho.$ (mg m^{-2})	$\chi\lambda\omega\rho.$ α/ $\chi\lambda\omega\rho.$ β	g γαλλικού οξέος/100 g ν.β.
22/6/2011	Μάρτυρας	457	148	605	3,09	0,90
	Έδαφος	447	141	588	3,18	0,96
	Τσιμέντο	456	161	617	2,85	1,01
15/7/2011	Μάρτυρας	412	145	557	2,86	0,90
	Έδαφος	434	154	589	2,83	1,04
	Τσιμέντο	408	144	553	2,85	1,09
9/8/2011	Μάρτυρας	378	128	506	2,97	1,07
	Έδαφος	325	114	440	2,85	1,12
	Τσιμέντο	356	123	479	2,91	1,12
26/8/2011	Μάρτυρας	387	137	525	2,83	1,13
	Έδαφος	262	88	351	2,96	1,15
	Τσιμέντο	312	106	418	2,95	1,10
24/9/2011	Μάρτυρας	368	125	493	2,97	1,03
	Έδαφος	278	89	367	3,12	1,28
	Τσιμέντο	230	77	307	3,04	1,33
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	*	***
Μεταχείριση		***	**	***	NS	***
EΣΔ _{0,05}		55	24	78	0,23	0,10

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho.$ β, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τα τέλη Ιουνίου, που είχε τη μέγιστη τιμή, έως τα τέλη Σεπτεμβρίου, που παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 3.21). Η περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho.$ β των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους παρέμεινε σταθερή από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, που είχε την υψηλότερη τιμή, μειώθηκε έως τα τέλη Αυγούστου που είχε τη χαμηλότερη τιμή και έπειτα έμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνεις είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho.$ β με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου

και χαμηλότερη στη συνέχεια ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης, οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν την ίδια επίδραση στην περιεκτικότητα των φύλλων σε $\chi\lambda\omega\rho. \beta$ σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε ολ. $\chi\lambda\omega\rho.$, εκφρασμένη σε $mg\ m^{-2}$, των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τη μέγιστη τιμή που είχε στα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου για την κόνιν εδάφους και ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και την κόνιν τσιμέντου όταν και είχε τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 3.21). Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολ. $\chi\lambda\omega\rho.$ με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου ή ως τις αρχές Αυγούστου για την κόνιν τσιμέντου και στη συνέχεια χαμηλότερη ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολ. $\chi\lambda\omega\rho.$ με τα φύλλα που είχαν κόνιν εδάφους σε όλη την πειραματική περίοδο.

Ο λόγος $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 3.21). Στα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις, ο λόγος $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ μειώθηκε από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου για την κόνιν εδάφους ή παρέμεινε σταθερός για την κόνιν τσιμέντου και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Ιουνίου που τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερο λόγο $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ από τα φύλλα του μάρτυρα και αυτών με κόνιν εδάφους.

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, εκφρασμένα σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g ν.β. των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, αυξήθηκε ως τα τέλη Αυγούστου και μειώθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.21). Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου αυξήθηκε σταδιακά από τα τέλη Ιουνίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου, ενώ τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου από τα τέλη Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο και για τις δύο κόνεις.

3.3.16 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.3.16.1 Επίδραση της εποχής

Οι πιο σημαντικές μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ροδακινιάς που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου των τριών ετών σχετίζονται με τη θερμική και υδατική καταπόνηση κατά τους θερμούς μήνες και με την καρποφορία. Όπως προαναφέρθηκε και στην παράγραφο 2.3.16.1, χαρακτηριστικό των τριών καλοκαιριών μέτρησης ήταν οι υψηλές θερμοκρασίες, το σχετικά υψηλό VPD και οι ελάχιστες βροχοπτώσεις. Όμως τα δένδρα ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν να ανταποκριθούν και στον πρόσθετο παράγοντα καταπόνησης που ήταν οι κόνεις.

Οι μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων του μάρτυρα με την εποχή μέτρησης τους συζητήθηκαν στην παράγραφο 2.3.16.1. Οι μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου με την εποχή μέτρησης ήταν παρόμοιες με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα αλλά παρέκλιναν εν μέρει. Πιο συγκεκριμένα, οι φυσιολογικές λειτουργίες των καλυμμένων με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια εξέλιξη με την πάροδο του χρόνου με το μάρτυρα αλλά πάντα μετά τις πρώτες εφαρμογές των κόνεων, υπολείπονταν του μάρτυρα. Όπως προαναφέρθηκε και στην παράγραφο 2.3.16.1, στο μάρτυρα οι κλιματικές συνθήκες και η υδατική κατάσταση των δένδρων κατά τη θερμή περίοδο, μερικώς μείωσαν τις g_s , E και A , ενώ το Σεπτέμβριο που επικράτησαν πιο ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες αυξήθηκαν και πάλι. Στα σκονισμένα φύλλα παρατηρήθηκε παρόμοια τάση, αλλά η μείωση των g_s , E και A ήταν εντονότερη από το μάρτυρα, ενώ το Σεπτέμβριο οι διαφορές των g_s , E και A με το μάρτυρα ελαχιστοποιήθηκαν. Στο μεταξύ το ΥΔΒ ήταν παρόμοιο μεταξύ των μεταχειρίσεων και επομένως η υδατική κατάσταση των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων ήταν παρόμοια. Επιπλέον, σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, μόνο το 2009 και μόνο για τις μεταχειρίσεις των κόνεων το VPD συσχετίστηκε με τις g_s , E και A αλλά όχι με την ποσότητα της κόνεως. Φαίνεται ότι οι κόνεις αποτέλεσαν συνεργιστικό παράγοντα καταπόνησης των δένδρων κάνοντας ακόμη πιο δυσμενείς τις συνθήκες κατά τη θερμή περίοδο για την ομαλή και φυσιολογική λειτουργία των φύλλων. Τα επόμενα έτη δεν βρέθηκαν συσχετίσεις με το VPD ίσως διότι το 2011 ήταν σχετικά αυξημένο το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου ή για το λόγο ότι οι λειτουργίες των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις ήταν σταθερά σε χαμηλά επίπεδα.

Η μεταβολή των χαρακτηριστικών των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, όπως και του μάρτυρα, με την πάροδο του χρόνου έδειξε ότι το ΕΙΔΒΑΡ και η ΠΥΚΝ των φύλλων αυξήθηκαν και τα τρία έτη μετρήσεων από την αρχή του καλοκαιριού ως τα τέλη του φθινοπώρου δείχνοντας την ωρίμανση των φύλλων και την αποθήκευση των υδατανθράκων στα φύλλα, αλλά είναι και δείκτες της υδατικής κατάστασης των φύλλων. Αντίθετα η ΠΕΡΝΕ και το ΧΥΜ των φύλλων μειώθηκαν ή παρέμειναν σταθερά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Όσον αφορά τις χρωστικές της φωτοσύνθεσης, η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωρ. α και ολ. χλωρ. των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου παρουσίασε μία πτωτική τάση από τις αρχές του καλοκαιριού ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Ομοίως η περιεκτικότητα σε χλωρ. β μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου εκτός από το 2010 που αυξήθηκε στα μέσα του καλοκαιριού.

Όπως προαναφέρθηκε στην παράγραφο 2.3.16.1, στα δένδρα του μάρτυρα, μετά τη συγκομιδή των καρπών, μειώθηκαν οι g_s , E και A των φύλλων τα έτη 2010 και 2011. Στα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα, η μείωση των g_s , E και A, άρχισε πριν τη συγκομιδή των καρπών λόγω της παρουσίας των σωματιδίων των κόνεων στα φύλλα και έτσι δεν έγινε τόσο αντιληπτή όσο στα φύλλα του μάρτυρα η μείωση των g_s , E και A λόγω της απομάκρυνσης των 'καταναλωτών' καρπών.

3.3.16.2 Επίδραση του έτους

Στην παράγραφο 2.3.16.2 συζητήθηκε η επίδραση του έτους μέτρησης στις φυσιολογικές παραμέτρους και στα χαρακτηριστικά των φύλλων του μάρτυρα. Όσον αφορά τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, η ποσότητα των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων ήταν υψηλότερη το 2011, αφού εφαρμόστηκε μεγαλύτερη ποσότητα κόνεως σε σχέση με το 2009 και το 2010. Οι κλιματικές συνθήκες ήταν τυπικές του καλοκαιριού που επικρατεί στη χώρα μας με κάποιες διακυμάνσεις κατ' έτος. Κατά την πιο θερμή περίοδο του καλοκαιριού φαίνεται ότι το 2011 είχε υψηλότερο VPD από το 2010 και λίγο πιο χαμηλό είχε το 2009.

Οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων παρουσίασαν κάποιες διαφορές μεταξύ των ετών. Πιο συγκεκριμένα, οι g_s , E και A των φύλλων των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν τις υψηλότερες τιμές το 2009 και τις χαμηλότερες το 2011, πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης θερμικής καταπόνησης των δένδρων το 2011 ή και λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας κόνεως στην επιφάνεια των

φύλλων. Όσον αφορά την ΑΠΧΝ στα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, τα έτη 2009 και 2011 είχαν όμοια ΑΠΧΝ, ενώ το 2010 μειωμένη. Επίσης το ΥΔΒ δεν διέφερε μεταξύ των δύο ετών 2009 και 2010 σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις.

Τα χαρακτηριστικά των φύλλων παρουσίασαν και αυτά κάποιες διακυμάνσεις με το έτος μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν τα υψηλότερα ΕΙΔΒΑΡ και ΠΥΚΝ και τα χαμηλότερα ΠΕΡΝΕ και ΧΥΜ το 2009, ενώ τα άλλα δύο έτη δεν διέφεραν ουσιαστικά με το μάρτυρα. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν την υψηλότερη ΠΥΚΝ και το χαμηλότερο ΕΙΔΒΑΡ, ΠΕΡΝΕ και ΧΥΜ το 2009, ενώ τα άλλα δύο έτη δεν διέφεραν ουσιαστικά. Όσον αφορά τις χρωστικές φωτοσύνθεσης, το 2011 τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα χλωρ. α, χαμηλότερη χλωρ. β και χαμηλότερη ολ. χλωρ. συγκριτικά με τα άλλα δύο έτη. Στα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη το 2011 είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α, και χαμηλότερη σε χλωρ. β και ολ. χλωρ. σε σχέση με τα άλλα δύο έτη. Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β ήταν αυξημένος το 2011 σε σχέση με τα άλλα δύο έτη και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τέλος και για τις δύο μεταχειρίσεις, η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά φαινολικά συστατικά ήταν αυξημένη το 2011 σε σχέση με το 2010.

3.3.16.3 Επίδραση των κόνεων

Τα πιο σημαντικά θέματα συζήτησης που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη της επίδρασης της εναπόθεσης των ρυπογόνων κόνεων εδάφους και τσιμέντου στα φύλλα δένδρων ροδακινιάς είναι:

- 1) Η μεταβολή των οπτικών ιδιοτήτων των φύλλων λόγω των υπολειμμάτων των κόνεων.
- 2) Η πρόκληση σκίασης στα φύλλα παρουσία των κόνεων.
- 3) Η παρεμπόδιση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων λόγω της εναπόθεσης των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων.
- 4) Η μεταβολή της δομής των φύλλων ως άμυνα στην καταπόνηση που προκαλούν οι κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων.
- 5) Η αλλαγή στην περιεκτικότητα των φύλλων σε χρωστικές φωτοσύνθεσης και στην αντιοξειδωτική τους ικανότητα ως αποτέλεσμα της καταπόνησης τους από τις κόνεις στα φύλλα.

- 6) Η μεταβολή των παραγωγικών παραμέτρων και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών ροδάκινου και θα συζητηθεί σε επόμενη παράγραφο.
- 7) Η τοξικότητα που μπορεί να προκληθεί στα φύλλα λόγω των κόνεων και θα συζητηθεί σε επόμενη παράγραφο.

Πριν την εφαρμογή των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στα φύλλα, γινόταν διαβροχή της κόμης με νερό για να γίνει προσκόλληση των σωματιδίων των κόνεων στα φύλλα. Για το τσιμέντο αυτή η προσκόλληση σημαίνει και κάτι επιπλέον. Το τσιμέντο έχει υδραυλικές ιδιότητες και μετά από ανάμιξη με νερό πήζει και σκληρύνεται και γι' αυτό το λόγο ήταν ορατή στην επάνω κυρίως επιφάνεια των φύλλων μία κρούστα. Επίσης ένας κόκκος τσιμέντου έχει μέση διάμετρο 40 μm (Καλκάνης κ.α. 2004) ενώ τα σωματίδια της κόνεως εδάφους που χρησιμοποιήσαμε ήταν αεροδυναμικής διαμέτρου <500 μm . Επιπλέον η κόνις εδάφους είναι ένα φυσικό υλικό, ενώ το τσιμέντο επεξεργασμένο και με κόκκους παρόμοιας διαμέτρου. Μία ακόμη διαφορά των δύο κόνεων είναι η διαφορετική χημική τους σύσταση (περιγράφεται σε επόμενη παράγραφο), η αλκαλικότητα του τσιμέντου ($\text{pH}=11,9$) αν και για την κόνιν εδάφους το pH του μητρικού εδάφους βρίσκεται επίσης σε ελαφρώς αλκαλικά επίπεδα ($\text{pH}=7,9$). Ακόμη και ο χρωματισμός των δύο κόνεων είναι διαφορετικός με το έδαφος να είναι πιο σκουρόχρωμο από το τσιμέντο. Επομένως η φύση των δύο κόνεων που εφαρμόστηκαν στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς ήταν διαφορετική. Ένα κοινό θέμα και των δύο κόνεων είναι η ανομοιομορφία των υπολειμμάτων των κόνεων στην κόμη αλλά και στην επιφάνεια των φύλλων λόγω του τρόπου εφαρμογής των κόνεων με επίταση με θειαφιστήρι. Αυτό σημαίνει ότι παρά την καταπόνηση που μπορεί να προκλήθηκε στα φύλλα, υπήρχαν και μη εκτεθειμένες περιοχές στην επιφάνεια των φύλλων.

Την ημερομηνία μέτρησης της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης ΦΕΑ και UV από την κόμη και τα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς, τα επίπεδα των κόνεων εδάφους και τσιμέντου παρουσίασαν τις μέγιστες τιμές από τα τρία έτη, και δεν μετέβαλαν την προσπίπτουσα ακτινοβολία στα φύλλα αλλά αύξησαν την ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία. Επιπλέον η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, ήταν μειωμένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα αλλά σχεδόν πάντα ήταν υψηλότερη του σημείου φωτοκορεσμού για τη ροδακινιά εκτός από όταν τα υπολείμματα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είχαν τις μέγιστες τιμές των τριών ετών, που ήταν χαμηλότερη. Παρά το γεγονός της μειωμένης διαθέσιμης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στα φύλλα ροδακινιάς παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου,

τα ρυπασμένα φύλλα είχαν παρόμοια θερμοκρασία με τα φύλλα του μάρτυρα. Σε άλλες περιπτώσεις εφαρμογής σκουρόχρωμων αδρανών κόνεων ή κόνεως από αστικό δρόμο σε ετήσια φυτά, αυτές αύξησαν την απορρόφηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που οδήγησε σε αύξηση της θερμοκρασίας φύλλου και η αύξηση ήταν ανάλογη της ποσότητας της κόνεως στην επιφάνεια των φύλλων (Eller 1977, Hirano et al. 1995). Επίσης υπερβολική ποσότητα κόνεως τσιμέντου σε φυτά καλαμποκιού (30 g m^{-2} ανά 2-3 ημέρες) μείωσε το ποσοστό ανακλαστικότητας των φυτών κατά 10% και αύξησε τη θερμοκρασία κατά $1,5\text{-}2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ σε σχέση με το μάρτυρα (Anda 1986). Αλλά και η ρύπανση φυτών μαρουλιού με αιωρούμενα σωματίδια, $<0,065 \text{ mm}$, προερχόμενα κυρίως από την κυκλοφορία οχημάτων σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους, φαίνεται να αύξησε τη θερμοκρασία φύλλου (Pavlík et al. 2012).

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, η εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα δεν μετέβαλε τη θερμοκρασία φύλλου και η διαθέσιμη ΦΕΑ μειώθηκε, χωρίς όμως να τεθεί θέμα σκίασης των φύλλων εκτός από την περίπτωση των μέγιστων ποσοτήτων κόνεων στα φύλλα που βρέθηκαν στις αρχές Αυγούστου του 2011. Φαίνεται όμως ότι η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα εμπλέκεται σοβαρά στην ανταλλαγή αερίων μέσω των στοματίων στα φύλλα γεγονός που αποδεικνύεται από τις σημαντικές μεταβολές που προκάλεσαν οι κόνεις στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων ροδακινιάς. Πιο συγκεκριμένα και στα τρία έτη μετρήσεων, μετά τις πρώτες εφαρμογές κόνεων, τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν σημαντικά χαμηλότερη g_s , E και A από τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα. Ομοίως σε άλλες έρευνες, η κόνις τσιμέντου σε φύλλα δένδρων ελιάς (Nanos and Plias 2007), η κόνις από χωματόδρομο στα φύλλα από δασικά δενδρώδη είδη παρακείμενα του δρόμου (Chaturvedi 2013), τα αιωρούμενα σωματίδια προερχόμενα από αστικούς δρόμους σε φύλλα μαρουλιού (Pavlík et al. 2012), η παρουσία ασβεστολιθικής κόνεως σε φύλλα δρυός (Vardaka et al. 1995), μείωσαν τις g_s , E και A συγκριτικά με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα. Πιθανόν τα σωματίδια των κόνεων να προκαλούν μπλοκάρισμα των στοματίων των φύλλων, παρεμβαίνοντας έτσι στην ανταλλαγή των αερίων (Borka 1980, Singh and Rao 1980, Shukla et al. 1990). Οι Rai et al. (2010) διαπίστωσαν ότι η συσσώρευση κόνεως από αστικούς δρόμους σε ετήσια κηπευτικά και ανθοκομικά φυτά μπλόκαρε τα στομάτια των φύλλων, αλλά και σε περιπτώσεις που τα σωματίδια ήταν μεγάλα τόσο ώστε να μην μπλοκάρουν τα στομάτια, συσσωρεύονταν πάνω από το στοματικό πόρο. Ομοίως σωματίδια κόνεως προερχόμενης από εξόρυξη και σύνθλιψη πέτρας, συσσωρεύτηκαν

και στις δύο επιφάνειες των φύλλων δασικού δενδρώδους είδους, είχαν καθορισμένο σχήμα και αιχμηρές άκρες που προήγαγαν τον τραυματισμό της επιφάνειας των φύλλων. Από αυτά τα σωματίδια, τα πιο μεγάλα μπλόκαραν το στοματικό πόρο, ενώ τα πιο μικρά από το μέγεθος του στοματικού πόρου, εισήλθαν εσωτερικά του στοματίου, ενώ διαπιστώθηκε μειωμένη διαπνοή (Saha and Padhy 2012). Στην έρευνά μας, φαίνεται ξεκάθαρα και στα τρία έτη μετρήσεων, ότι τα σωματίδια των κόνεων παρεμπόδισαν την ομαλή λειτουργία των φύλλων και έτσι μετά τις πρώτες εφαρμογές των κόνεων, σε συνδυασμό και με τις λιγότερο ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες, παρατηρήθηκε μείωση της g_s συνοδευόμενη και από τη μείωση των E και A . Παρά τη μείωση των g_s και A , το CO_2 in δεν διέφερε ουσιαστικά μεταξύ των μεταχειρίσεων εκτός από το 2011 που στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα ήταν υψηλότερο από τα φύλλα του μάρτυρα από τις αρχές Αυγούστου, που τα επίπεδα των κόνεων ήταν τα μέγιστα των τριών ετών, και συνέχισε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου του 2011. Αυτό σημαίνει ότι εκτός από την παρεμπόδιση της λειτουργίας των στοματίων από τα σωματίδια των κόνεων συνέβησαν μεταβολές και στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Αλλά ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης F_v/F_m , στα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, ήταν σταθερός και υψηλότερος του 0,8, υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του PSII στα φύλλα εκτός από το 2011 για τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα που στις αρχές Αυγούστου ήταν χαμηλότερος του 0,8, όταν η κόνιν ήταν στο μέγιστο των τριών ετών.

Στα τέλη Σεπτεμβρίου, μετά τις βροχοπτώσεις, όταν οι κόνεις απομακρύνθηκαν σε μεγάλο βαθμό, μόνο το 2009 από τα τρία έτη μετρήσεων, οι λειτουργίες των φύλλων ανέκαμψαν πλήρως της καταπόνησης. Στα έτη 2010 και κυρίως 2011, στα τέλη Σεπτεμβρίου, οι λειτουργίες των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου παρέμειναν σε χαμηλότερα επίπεδα από το μάρτυρα παρά τη μερική ανάκαμψη. Επίσης η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα λειτούργησε με παρόμοιο τρόπο στη μείωση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων, αλλά η κόνιν τσιμέντου μείωσε σε μεγαλύτερο βαθμό την g_s και κυρίως στα τέλη Σεπτεμβρίου πιθανόν λόγω της πιο δύσκολης απομάκρυνσης της κόνεως τσιμέντου από τα φύλλα σε σχέση με την κόνιν εδάφους.

Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν συνήθως ελαφρώς μειωμένη ΑΠΧΝ και κυρίως τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα. Η μείωση αυτή σχετίζεται με τη σημαντικότερη μείωση της A σε σχέση με

την Ε στα ρυπασμένα φύλλα. Άλλωστε δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο ΥΔΒ μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.

Τα χαρακτηριστικά των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, σύντομα μετά την εφαρμογή των κόνεων, ήταν σημαντικά τροποποιημένα από τα χαρακτηριστικά των φύλλων του μάρτυρα πιθανόν ως άμυνα στην καταπόνηση από την παρουσία των σωματιδίων των κόνεων στην επιφάνειά τους. Πιο συγκεκριμένα τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν πάντα υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ και μειωμένη ειδική επιφάνεια φύλλου (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται) και συνήθως υψηλότερη ΠΥΚΝ, χαμηλότερη ή παρόμοια ΠΕΡΝΕ και παρόμοιο ή υψηλότερο ΧΥΜ. Επίσης τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν συνήθως υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ και ΧΥΜ από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα. Είναι προφανής η μεταβολή των δεικτών σκληροφυλλίας των φύλλων και η υδατική κατάσταση των φύλλων παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα. Ίσως τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα και κυρίως με κόνιν τσιμέντου να συγκρατούν περισσότερο νερό σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Φαίνεται ότι η στιβάδα με τα σωματίδια των κόνεων που σχηματίζεται στην επιφάνεια των φύλλων και κυρίως η κρούστα που προκαλεί το τσιμέντο να μεταβάλλουν την υδατική φάση στην περιοχή των στοματίων και σε όλη την επιφάνεια των φύλλων κάτι που δεν μελετήθηκε στην παρούσα μελέτη. Πάντως όπως προαναφέρθηκε το ΥΔΒ δεν διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ η ΑΠΧΝ ήταν μειωμένη στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα. Το τελευταίο δείχνει ότι η Ε επηρεάστηκε λιγότερο από την Α από τις κόνεις στα φύλλα. Όπως προαναφέρθηκε η μείωση της Α συνδέθηκε με το μπλοκάρισμα των στοματίων των φύλλων και όχι με τη σκίαση των φύλλων. Επίσης, τα χαρακτηριστικά των φύλλων δεν μαρτυρούν συμπτώματα σκίασης.

Τα αποτελέσματα διαφόρων ερευνών για την επίδραση διαφόρων κόνεων στα χαρακτηριστικά των φυτών είναι ποικίλα. Από τις πιο πρόσφατες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, σε βιομηχανικές περιοχές, σε δενδρώδη είδη που αναπτύσσονται δίπλα σε δρόμους, βρέθηκε αυξημένη σχετική περιεκτικότητα σε νερό στα φύλλα. Αυτή η αυξημένη σχετική περιεκτικότητα σε νερό αποδόθηκε στο ότι βοηθά το φυτό να ισορροπήσει τις φυσιολογικές του λειτουργίες σε συνθήκες καταπόνησης όπως έκθεση σε αέρια ρύπανση, όταν η Ε είναι αυξημένη και μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση και δείχνει την ανεκτικότητα του φυτού στην αέρια ρύπανση (Rai et al. 2013). Σύμφωνα με τον Chaturvedi (2013) τα φύλλα δενδρωδών ειδών που δέχτηκαν κόνιν από χωματόδρομο είχαν μειωμένη ειδική επιφάνεια φύλλου και

ΠΕΡΝΕ σε σχέση με τα φύλλα που είχαν μικρή ποσότητα κόνεως. Επίσης, η συσσώρευση κόνεως τσιμέντου σε φύλλα ώριμων δένδρων ελιάς οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία και αύξηση του ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων ανάλογα με την ηλικία του φύλλου και την ποσότητα της κόνεως (Nanos and Pias 2007). Οι Hegazi και El-Kady (2010) μελέτησαν την επίδραση της κόνεως από δρόμο της ερήμου στα χαρακτηριστικά νεαρών φυτών αειφύλλων πολυετών ειδών και βρήκαν ότι η παρουσία κόνεως σε όλα τα είδη μείωσε τη φυλλική επιφάνεια, ενώ το ειδικό βάρος φύλλου δεν επηρεάστηκε σε σχέση με το μάρτυρα. Επιπλέον, η ρύπανση προερχόμενη από κυκλοφορία οχημάτων σε αστικό περιβάλλον μείωσε τη φυλλική επιφάνεια, αλλά δεν παρατηρήθηκαν ανατομικές ανωμαλίες στα φύλλα πλάτανου (Pourkhabbaz et al. 2010).

Στην παρούσα έρευνα, οι χρωστικές φωτοσύνθεσης χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. ήταν συνήθως μειωμένες, αν και η χλωρ. β επηρεάστηκε λιγότερο, στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, όταν εκφράστηκαν ανά μονάδα επιφάνειας, αλλά και ανά μονάδα ξηρού βάρους (τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται). Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β δεν μεταβλήθηκε παρουσία των κόνεων στα φύλλα. Σε όλα τα παραπάνω οι κόνεις είχαν παρόμοια επίδραση στις χρωστικές φωτοσύνθεσης. Επιπλέον τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα είχαν παρόμοια ή υψηλότερη το 2011 (που οι κόνεις ήταν σε μεγαλύτερη ποσότητα) περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά από τα φύλλα του μάρτυρα.

Οι Prajapati και Tripathi (2008), οι Rai et al. (2013) και οι Younis et al. (2013) βρήκαν ότι η παρουσία κόνεως από δρόμους σε διάφορα δενδρώδη συνήθως μείωσαν την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, αλλά οι μεταβολές ήταν διαφορετικές μεταξύ των ειδών, ενώ αυξήθηκε η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ ως μηχανισμός άμυνας στην καταπόνηση από τις κόνεις. Σύμφωνα με τον Chaturvedi (2013) τα φύλλα δενδρωδών ειδών που δέχτηκαν κόνιν από χωματόδρομο είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη εκφρασμένη ανά μονάδα βάρους σε σχέση με τα φύλλα που είχαν μικρή ποσότητα κόνεως. Οι Nanos και Pias (2007), αναφέρουν ότι η παρουσία κόνεως τσιμέντου σε φύλλα ώριμων δένδρων ελιάς μείωσε την περιεκτικότητα σε χλωρ. α και ολική εκφρασμένες σε mg g^{-1} ξηρού βάρους και το λόγο χλωρ. α/ χλωρ. β, ενώ η περιεκτικότητα σε χλωρ. β αυξήθηκε. Ομοίως, η συσσώρευση κόνεως τσιμέντου στα οπωροφόρα μηλιά, αχλαδιά και αμυγδαλιά, που αναπτύσσονταν γύρω από μία τσιμεντοβιομηχανία, μείωσε την περιεκτικότητα σε χλωρ. α, ολική και καροτενοειδή εκφρασμένα σε mg g^{-1} , ενώ η περιεκτικότητα σε

χλωρ. β και ο λόγος χλωρ. α/ χλωρ. β δεν επηρεάστηκαν σε σχέση με το μάρτυρα (Lone et al. 2011). Επίσης σε ρυπασμένα φύλλα από κόνιν προερχόμενη από αυτοκινητόδρομο βρέθηκε μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη στα ρυπασμένα φύλλα (Prusty et al. 2005). Αυτό θεωρήθηκε ότι μπορεί να οφείλεται σε σκίαση, στη μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης ή στις αλκαλικές συνθήκες που μπορεί να δημιουργούνται εντός των κυττάρων μετά από διαλυτοποίηση των σωματιδίων της κόνεως και μπορεί να οδηγήσει σε εκφυλισμό των χρωστικών ή/και στην παρεμπόδιση ενζύμων απαραίτητων για τη βιοσύνθεση των χρωστικών. Επίσης, η ρύπανση προερχόμενη από κυκλοφορία οχημάτων σε αστικό περιβάλλον στα φύλλα πλάτανου αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε φαινολικά συστατικά (Pourkhabbaz et al. 2010).

Η μείωση των χρωστικών φωτοσύνθεσης στις βελόνες κωνοφόρων αποδόθηκε σε σκίαση από τη συσσώρευση της κόνεως τσιμέντου, αλλά και σε ανισορροπία των συγκεντρώσεων των στοιχείων Mg, Mn, Fe και N στις βελόνες ως στοιχεία απαραίτητα για τη βιοσύνθεση χρωστικών της φωτοσύνθεσης, αφού η αλκαλικότητα του εδάφους που προκλήθηκε από το τσιμέντο παρεμπόδισε την αφομοίωσή τους από τα φυτά (Mandre και Tuulmets 1997). Στην έρευνά μας, όπως αναλύεται στη συνέχεια, μείωση στο Mg αλλά και στα περισσότερα ανόργανα συστατικά στα φύλλα παρατηρήθηκε μόνο το 2010 και μόνο στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα. Επίσης πιθανόν η μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολική να συνδέεται με τη μειωμένη A στα φύλλα που συσσωρεύτηκαν οι κόνεις εδάφους ή τσιμέντου σε σχέση με το μάρτυρα λόγω μπλοκαρίσματος των στοματιών.

3.3.17 Περιεκτικότητα της κόνεως εδάφους σε ολικές ποσότητες μετάλλων

Έως τώρα περιγράφηκε αναλυτικά η επίδραση της εφαρμογής των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στις φυσιολογικές λειτουργίες και στα χαρακτηριστικά των φύλλων ροδακινιάς.

Για την κόνιν εδάφους το pH του μητρικού εδάφους ήταν ελαφρώς αλκαλικό (pH=7,9). Στον πίνακα 3.22 φαίνονται τα αποτελέσματα της μέτρησης των ολικών ποσοτήτων των μετάλλων στην κόνιν εδάφους που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της στα δένδρα ροδακινιάς.

Πίνακας 3.22. Περιεκτικότητα ολικών ποσοτήτων μετάλλων της κόνεως εδάφους.

Μέταλλο	Περιεκτικότητα (%)
K	0,72
Ca	1,35
Mg	1,38
	(mg kg ⁻¹)
Fe	40917
Na	287
Mn	931
Zn	115
Cu	52
Ni	154
Cd	1,25
Pb	29,3
Cr	377
Co	28,8

Για την περιεκτικότητα της κόνεως τσιμέντου στα πιο πάνω στοιχεία βασιστήκαμε σε δεδομένα της βιβλιογραφίας.

3.3.18 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009

Έγινε μέτρηση των ανόργανων στοιχείων των φύλλων των δένδρων ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου πριν και μετά το πλύσιμο τους. Τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είναι τα ίδια που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 2.3.18 και χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση με τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη. Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες φύλλων. Η πρώτη δειγματοληψία των φύλλων ροδακινιάς έγινε στα τέλη Ιουλίου (28/7) και η δεύτερη δειγματοληψία στις αρχές Σεπτεμβρίου (9/9) για να διαπιστωθεί αν τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα παρουσιάζουν διαφορετικό μοτίβο εξέλιξης με την εποχή των συγκεντρώσεων των ανόργανων στοιχείων στα φύλλα σε σχέση με το μάρτυρα και αν υπάρχει κάποια συσσώρευση με το χρόνο κάποιων μετάλλων. Η ποσότητα των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων στις πιο κοντινές ημερομηνίες δειγματοληψίας ήταν 8,3 g m⁻² για την κόνιν εδάφους και 3,16 g m⁻² για την κόνιν τσιμέντου στις 29/7, και 7,19 για την κόνιν εδάφους και 3,44 g m⁻² για την κόνιν τσιμέντου στις 3/9.

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mn, Zn, Na, Ni, Cd, Pb με τα πλυμένα τόσο στα τέλη Ιουλίου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25). Επιπλέον, στα τέλη Ιουλίου τα άπλυτα

φύλλα του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Mg, μειωμένη σε Cu και παρόμοια σε Fe, Cr, Co συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε Mg, αυξημένη σε Cr και παρόμοια σε Cu (οι τιμές των Fe και Co για τα άπλυτα φύλλα το Σεπτέμβριο δεν ελήφθησαν).

Στα δένδρα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Zn, Cd, Pb και αυξημένη σε Cu, Ni, Cr από τα πλυμένα τόσο στα τέλη Ιουλίου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25). Επιπλέον στα τέλη Ιουλίου τα άπλυτα φύλλα με κόνιν εδάφους είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Na, Co και μειωμένη σε Mg από τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα άπλυτα φύλλα με κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mg, Mn και Na από τα πλυμένα φύλλα.

Πίνακας 3.23. Περιεκτικότητα στα ανόργανα συστατικά P, K, Ca και Mg των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου, και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
28/7/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,126	2,38	2,96	0,669
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,120	2,33	3,06	0,538
28/7/2009	Έδαφος	Άπλυτα	0,118	1,95	3,18	0,517
	Έδαφος	Πλυμένα	0,134	1,88	3,23	0,613
28/7/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,129	1,73	4,43	0,603
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,122	1,94	3,10	0,523
9/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,143	1,80	3,38	0,562
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,139	2,08	3,39	0,655
9/9/2009	Έδαφος	Άπλυτα	0,154	1,73	3,45	0,581
	Έδαφος	Πλυμένα	0,156	1,86	3,50	0,573
9/9/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,145	1,68	4,12	0,533
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,143	1,74	3,24	0,548
Σημαντικότητα						
Πλύσιμο			NS	NS	*	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,015	0,34	0,62	0,092
Ημερομηνία			**	NS	NS	NS
Μεταχείριση			NS	**	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,003	0,30	0,64	0,112

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Στα δένδρα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Mg, Zn και αυξημένη σε Ca, Na, Ni, Cd, Pb, Cr

από τα πλυμένα τόσο στα τέλη Ιουλίου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25). Επιπλέον, στα τέλη Ιουλίου τα άπλυτα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Co και μειωμένη σε Cu από τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα άπλυτα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mn και Cu με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου.

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Mn, Cd, Pb, Cr και Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Zn, Cu και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Fe, Na και Ni συγκριτικά με τα τέλη Ιουλίου (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25).

Στην περίπτωση της κόνεως εδάφους, στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Na, Cd, Pb, Cr και Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Fe, Cu, Ni και παρόμοια σε P, Mg, Mn και Zn συγκρινόμενα με τα τέλη Ιουλίου (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25).

Στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου, στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Cd, Pb, Cr και Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Na, Cu και παρόμοια σε P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn και Ni συγκρινόμενα με τα τέλη Ιουλίου (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25).

Μετά το πλύσιμο των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, στα τέλη Ιουλίου αυτά είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe και Ni, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Mn, Cu, Na και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Zn, Cd, Pb, Cr και Co συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25). Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Zn, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Mn και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Cu, Na, Ni, Cd, Pb, Cr και Co σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 3.24. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
28/7/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	74,9	106,7	20,0	5,01	60,9
	Μάρτυρας	Πλυμένα	51,6	104,3	20,1	6,19	62,8
28/7/2009	Έδαφος	Άπλυτα	1178,7	102,8	22,4	6,75	77,5
	Έδαφος	Πλυμένα	197,0	70,0	20,2	5,67	54,7
28/7/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	589,8	86,8	16,3	4,86	106,2
	Τσιμέντο	Πλυμένα	74,4	61,0	18,5	5,58	67,3
9/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	-	138,7	11,6	4,35	65,8
	Μάρτυρας	Πλυμένα	54,5	144,5	12,5	4,83	63,7
9/9/2009	Έδαφος	Άπλυτα	-	100,6	17,6	5,78	65,9
	Έδαφος	Πλυμένα	171,6	91,1	20,1	4,88	59,1
9/9/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	-	80,4	15,8	4,67	84,7
	Τσιμέντο	Πλυμένα	67,7	69,8	17,0	4,80	62,8
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	NS	NS	NS	***
ΕΣΔ _{0,05}			126,5	36,3	3,3	0,73	11,3
Ημερομηνία			NS	*	**	***	NS
Μεταχείριση			***	***	**	NS	***
ΕΣΔ _{0,05}			23,8	36,5	3,0	0,61	5,3

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου, στα τέλη Ιουλίου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe και Ni, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Mn και Cu και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Zn, Na, Cd, Pb, Cr, Co συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25). Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe και Zn, μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Mg, Mn και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Cu, Na, Ni, Cd, Pb, Cr και Co σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Συγκρίνοντας την επίδραση των δύο κόνεων, τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου στα τέλη Ιουλίου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Na, μειωμένη περιεκτικότητα σε Fe, Zn και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους (Πίν. 3.23, 3.24, 3.25). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε Cr, αυξημένη

περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Cu, Na, Ni, Cd, Pb, Co σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.25. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Co και Cr των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg^{-1} ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg^{-1})	Cd (mg kg^{-1})	Pb (mg kg^{-1})	Cr (mg kg^{-1})	Co (mg kg^{-1})
28/7/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	2,33	0,538	5,93	ND	1,72
	Μάρτυρας	Πλυμένα	1,97	0,529	5,72	ND	1,60
28/7/2009	Έδαφος	Άπλυτα	6,77	0,546	6,66	9,52	2,46
	Έδαφος	Πλυμένα	2,85	0,542	5,96	ND	1,89
28/7/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	5,77	0,613	7,45	4,03	2,40
	Τσιμέντο	Πλυμένα	2,50	0,517	5,62	ND	1,67
9/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	2,26	0,538	6,71	1,79	-
	Μάρτυρας	Πλυμένα	2,35	0,550	6,73	0,45	1,99
9/9/2009	Έδαφος	Άπλυτα	4,36	0,554	7,31	6,67	-
	Έδαφος	Πλυμένα	2,26	0,579	7,20	0,75	2,26
9/9/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	4,34	0,608	7,98	4,21	-
	Τσιμέντο	Πλυμένα	2,22	0,546	6,73	0,51	2,17
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	*	**	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,76	0,053	1,01	1,31	0,26
Ημερομηνία			NS	NS	***	***	***
Μεταχείριση			NS	NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,63	0,056	0,95	0,39	0,32

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

3.3.19 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010

Το 2010 η πρώτη δειγματοληψία των φύλλων ροδακινιάς έγινε στις αρχές Αυγούστου (5/8) και η δεύτερη δειγματοληψία στις αρχές Σεπτεμβρίου (10/9). Μεταξύ των δύο δειγματοληψιών δεν παρουσιάστηκαν βροχοπτώσεις και δεν έγινε κάποια εφαρμογή κόνεων. Η ποσότητα των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων στις πιο κοντινές ημερομηνίες δειγματοληψίας ήταν $7,1 \text{ g m}^{-2}$ για την κόνιν εδάφους και $6,0 \text{ g m}^{-2}$ για την κόνιν τσιμέντου στις 10/8 και $4,5 \text{ g m}^{-2}$ για την κόνιν εδάφους και $2,1 \text{ g m}^{-2}$ για την κόνιν τσιμέντου στις 9/9.

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe και Pb και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mn, Zn, Cu, Na, Cd και Cr με τα

πλυμένα τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28). Επιπλέον, στις αρχές Αυγούστου τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Co, μειωμένη σε K, Ni και παρόμοια σε Mg συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε Mg, Co και παρόμοια σε K, Ni με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Zn, Cd, και αυξημένη περιεκτικότητα σε P, Fe, Mn, Cu, Na, Ni, Pb, Cr από τα πλυμένα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28). Επιπλέον, στις αρχές Αυγούστου τα άπλυτα φύλλα με κόνιν εδάφους είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Co και μειωμένη σε K από τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα άπλυτα φύλλα με κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Co από τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Zn και αυξημένη σε Ca, Mn, Cu, Na, Ni, Cd, Pb, Cr από τα πλυμένα τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28). Επιπλέον, στα τέλη Ιουλίου τα άπλυτα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Co και μειωμένη σε K από τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα άπλυτα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Fe, Co με τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα.

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cd, Pb, Cr, Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε K και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Fe, Mn, Zn, Cu, Na και Ni συγκριτικά με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Na, Ni, Cd, Pb, Cr, Co μειωμένη περιεκτικότητα σε K και παρόμοια σε P, Mg, Fe, Mn, Zn και Cu συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Na, Ni, Cd, Pb, Cr, Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε

K και παρόμοια σε P, Mg, Fe, Mn, Zn και Cu συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28).

Πίνακας 3.26. Περιεκτικότητα στα ανόργανα συστατικά P, K, Ca και Mg των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,123	1,56	3,30	0,567
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,123	1,94	3,07	0,782
5/8/2010	Έδαφος	Άπλυτα	0,138	1,70	3,03	0,601
	Έδαφος	Πλυμένα	0,111	2,00	2,67	0,822
5/8/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,126	1,56	4,09	0,543
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,113	1,98	2,57	0,709
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,137	1,62	3,85	0,660
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,135	1,66	3,88	1,317
10/9/2010	Έδαφος	Άπλυτα	0,121	1,59	3,60	0,638
	Έδαφος	Πλυμένα	0,109	1,58	3,63	0,619
10/9/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,112	1,47	4,41	0,633
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,102	1,31	3,30	0,590
Σημαντικότητα						
Πλύσιμο			**	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,014	0,22	0,47	0,256
Ημερομηνία			NS	***	***	NS
Μεταχείριση			**	NS	**	*
ΕΣΔ _{0,05}			0,017	0,22	0,39	0,376

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Μετά το πλύσιμο των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, στις αρχές Αυγούστου αυτά είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, Zn, μειωμένη περιεκτικότητα σε Ca, Mn, Cu, Na, Ni, Cd και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Mg, Pb, Cr, Co συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe, μειωμένη περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Mn, Cu και παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Zn, Na, Ni, Cd, Pb, Cr, Co σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 3.27. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
5/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	110,0	106,0	21,5	4,59	67,0
	Μάρτυρας	Πλυμένα	49,8	101,1	13,0	4,64	73,0
5/8/2010	Έδαφος	Άπλυτα	1712,5	98,6	21,9	6,38	95,7
	Έδαφος	Πλυμένα	107,9	56,9	24,1	3,70	61,7
5/8/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	837,2	76,9	14,9	4,90	147,9
	Τσιμέντο	Πλυμένα	55,4	58,6	15,9	3,29	71,3
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	155,2	111,1	16,8	5,28	84,7
	Μάρτυρας	Πλυμένα	56,1	116,2	13,6	5,08	75,8
10/9/2010	Έδαφος	Άπλυτα	1484,0	104,2	24,4	6,92	110,0
	Έδαφος	Πλυμένα	121,3	75,0	19,2	4,15	74,0
10/9/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	64,3	79,5	28,4	5,23	146,0
	Τσιμέντο	Πλυμένα	48,4	58,9	23,5	3,68	86,6
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	***	NS	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			312,5	22,1	10,31	1,18	32,4
Ημερομηνία			NS	NS	NS	NS	***
Μεταχείριση			***	***	NS	**	**
ΕΣΔ _{0,05}			23,6	24,4	10,82	1,07	8,20

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου, στις αρχές Αυγούστου είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε Ca, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Mg, Fe, Zn, Na, Cr, Co συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28). Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Zn, Na, μειωμένη περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co και παρόμοια σε Fe σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Συγκρίνοντας την επίδραση των δύο κόνεων, τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου, στις αρχές Αυγούστου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Na, ελαφρώς μειωμένη περιεκτικότητα σε Fe, Zn, Cu, Ni και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Mn, Cd, Pb, Cr, Co συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους (Πίν. 3.26, 3.27, 3.28). Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Ca, Fe, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co, αυξημένη περιεκτικότητα

σε Na και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Zn σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.28. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Co και Cr των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)	Co (mg kg ⁻¹)
5/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,98	0,292	5,40	ND	1,27
	Μάρτυρας	Πλυμένα	2,45	0,333	4,48	0,08	ND
5/8/2010	Έδαφος	Άπλυτα	6,36	0,304	6,71	9,84	2,25
	Έδαφος	Πλυμένα	1,97	0,271	4,16	0,07	ND
5/8/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	4,23	0,375	6,73	5,21	1,90
	Τσιμέντο	Πλυμένα	1,41	0,263	4,00	ND	ND
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	2,83	0,475	5,59	0,70	1,40
	Μάρτυρας	Πλυμένα	2,63	0,488	4,94	1,34	1,83
10/9/2010	Έδαφος	Άπλυτα	6,93	0,471	6,41	10,52	1,82
	Έδαφος	Πλυμένα	2,60	0,488	4,66	1,43	1,76
10/9/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	4,41	0,533	6,20	4,12	1,34
	Τσιμέντο	Πλυμένα	2,16	0,438	4,33	0,45	1,43
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	**	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			1,18	0,053	0,65	1,68	0,29
Ημερομηνία			**	***	**	***	***
Μεταχείριση			**	*	*	***	**
ΕΣΔ _{0,05}			0,63	0,056	0,47	0,30	0,15

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

3.3.20 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.3.20.1 Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων

Οι σημαντικότερες διαφορές στην περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά μεταξύ άπλυτων και πλυμένων φύλλων παρατηρήθηκαν στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα. Από τις πιο χαρακτηριστικές διαφορές μεταξύ των άπλυτων και πλυμένων φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο ημερομηνίες μέτρησης και στα δύο έτη μέτρησης, ήταν η αυξημένη περιεκτικότητα των άπλυτων φύλλων σε Fe, Mn, Ni, Cu, Cr σε σχέση με τα πλυμένα, αφού τα μέταλλα αυτά ήταν τα επικρατούντα στην κόνιν εδάφους που εφαρμόστηκε στα φύλλα. Πιο συγκεκριμένα, η ολική ποσότητα της κόνεως εδάφους σε Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Zn ήταν υψηλότερη από το μέσο όρο, σε Ni υψηλότερη από τη μέγιστη τιμή και σε Pb περίπου στη μέση τιμή για μη

ρυπασμένα εδάφη ιλυώδους και πηλώδους υφής και σε Fe σχετικά υψηλή, αφού η ολική ποσότητα σε Fe στα εδάφη κυμαίνεται από 1-5%, όπως έχουν αναφερθεί από τους Kabata-Pendias και Pendias (2001).

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, τα άπλυτα φύλλα είχαν συνήθως αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Na, Ni, Cd, Pb, Cr. Άλλωστε το Ca αποτελεί βασικό συστατικό του τσιμέντου για την παρασκευή του οποίου το κύριο συστατικό είναι ασβεστόλιθος και αργιλοπυριτικά υλικά (Καλκάνης κ.α. 2004). Επιπλέον φαίνεται και η αυξημένη περιεκτικότητα των άπλυτων φύλλων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου και σε κάποια βαρέα μέταλλα.

Συμπερασματικά τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα στοιχεία σε σχέση με τα πλυμένα και η σύσταση της κόνεως ήταν καθοριστική στη σύσταση σε ανόργανα στοιχεία των άπλυτων φύλλων. Αυτό σημαίνει ότι η συσσώρευση των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ροδακινιάς οδηγεί στη μακράς διάρκειας έκθεση των φύλλων σε μέταλλα είτε θρεπτικά είτε και κάποια βαρέα μέταλλα.

3.3.20.2 Επίδραση της εποχής

Για την επίδραση της εποχής δειγματοληψίας στην περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία στα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα έγινε συζήτηση στην παράγραφο 2.3.20.2.

Για την κόνιν εδάφους και στα δύο έτη μέτρησης τα πλυμένα φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε K, αυξημένη περιεκτικότητα σε Ca, Na, Cd, Pb, Cr και Co και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Mn, Zn στις αρχές Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα τέλη Ιουλίου το 2009 ή τις αρχές Αυγούστου το 2010. Επιπλέον, η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ήταν μειωμένη σε Fe, Cu, Ni το 2009, αλλά αυξημένη σε Ni ή παρόμοια σε Fe, Cu το 2010, στις αρχές Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα τέλη Ιουλίου ή τις αρχές Αυγούστου.

Στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου, στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε Cd, Pb, Cr και Co, μειωμένη περιεκτικότητα σε K και παρόμοια σε P, Mg, Fe, Mn, Zn συγκρινόμενα με τα τέλη Ιουλίου το 2009 ή τις αρχές Αυγούστου το 2010. Επίσης, η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου ήταν παρόμοια σε Ca, Ni και μειωμένη σε Na, Cu το 2009, αλλά αυξημένη σε Ca, Na, Ni ή παρόμοια

σε Cu το 2010, στις αρχές Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα τέλη Ιουλίου ή τις αρχές Αυγούστου.

Οι μεταβολές που συνέβησαν στην περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά με την εποχή ήταν παρόμοιες με αυτές που συνέβησαν στα φύλλα του μάρτυρα και συζητήθηκαν στην παράγραφο 2.3.20.2.. Εξαιρέση αποτελεί η περιεκτικότητα των καλυμμένων με κόνιν εδάφους φύλλων σε Mg και των καλυμμένων με κόνιν τσιμέντου φύλλων σε Ca και Mg, που δεν αυξήθηκαν στα τέλη Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα τέλη Ιουλίου του 2009 ή τις αρχές Αυγούστου του 2010, όπως συνέβη στο μάρτυρα και όπως έχει προταθεί από τους Abrisqueta et al. (2011).

3.3.20.3 Επίδραση των κόνεων

Όπως προαναφέρθηκε, τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς που επιβαρύνθηκαν με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα. Μετά το πλύσιμο των φύλλων βρέθηκε η πραγματική περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα συστατικά και στη συνέχεια η σύγκριση μεταξύ των μεταχειρίσεων αφορά μόνο τα πλυμένα φύλλα.

Ακόμη και μετά το πλύσιμό τους τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν από δύο έως και τέσσερις φορές αυξημένη περιεκτικότητα σε Fe και στις δύο ημερομηνίες δειγματοληψίας και στα δύο έτη μέτρησης σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Πιθανότατα η υψηλή συγκέντρωση της κόνεως εδάφους σε Fe να οδήγησε σε πρόσληψη του Fe από την επιφάνεια των φύλλων. Να αναφερθεί βέβαια ότι η περιεκτικότητα αυτή του Fe στα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα ήταν σε φυσιολογικά επίπεδα ενώ, αντίθετα στα φύλλα του μάρτυρα ο Fe ήταν οριακά σε επάρκεια, αφού άλλωστε το έδαφος του πειραματικού αγρού είχε pH=7,9. Επίσης είναι χαρακτηριστική η μειωμένη περιεκτικότητα σε Mn των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους σε σχέση με το μάρτυρα πιθανόν λόγω της ανταγωνιστικής σχέσης του Fe με το Mn. Αντίθετα στα φύλλα του μάρτυρα η περιεκτικότητα σε Mn είναι αυξημένη και σε Fe μειωμένη. Σύμφωνα με τους Kabata-Pendias και Pendias (2001) ο λόγος Fe:Mn πρέπει να είναι 1,5:2,5 για την ισορροπημένη θρέψη του φυτού, κάτι που βρέθηκε στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και όχι στα φύλλα του μάρτυρα. Σε κάθε περίπτωση το Mn ήταν σε φυσιολογικά επίπεδα και στις δύο μεταχειρίσεις. Επιπλέον τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν συνήθως αυξημένη περιεκτικότητα σε Zn σε σχέση με το μάρτυρα, αλλά πάντα ο Zn ήταν σε

έλλειψη λόγω της ελαφρώς αλκαλικής φύσης του εδάφους (Θεριός 2005, Johnson 2008). Γενικά, τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν συνήθως μειωμένη περιεκτικότητα σε K, Na, Cu και παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Ni, Cd, Pb, Cr και Co με το μάρτυρα. Η μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων έδειξε ότι τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν μειωμένη E σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα προφανώς λόγω του μπλοκαρίσματος των στοματίων που προκάλεσαν τα σωματίδια των κόνεων στα φύλλα. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως να σχετίζεται με τη μείωση του K και του Na στα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα.

Στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου, το 2009 φαίνεται η περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα να παρουσίασε παρόμοιες τάσεις με την κόνιν εδάφους ως προς το μάρτυρα, αλλά το 2010 και ειδικά στις αρχές Σεπτεμβρίου τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Ειδικά η περιεκτικότητα των καλυμμένων με κόνιν τσιμέντου φύλλων σε K ήταν σε έλλειψη (Θεριός 2005, Johnson 2008). Η παρουσία της κόνεως τσιμέντου στα φύλλα είχε πιο αρνητικές επιπτώσεις από την κόνιν εδάφους στις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων. Το πιο πιθανό είναι το μπλοκάρισμα των στοματίων και επομένως η μείωση της E των φύλλων να οδήγησε σε αυτή την ανισορροπία των ανόργανων στοιχείων στα φύλλα. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι το pH του τσιμέντου μετρήθηκε να είναι πολύ υψηλό, στο 11,6. Σε περιοχές χρόνια εκτεθειμένες σε κόνιν τσιμέντου, το έδαφος μπορεί να γίνει υψηλά αλκαλικό και τότε να μειωθεί η διαθεσιμότητα ιχνοστοιχείων στα φυτά (McCrea 1984). Συνήθως οι έρευνες που έχουν γίνει για την επίδραση της κόνεως τσιμέντου στα θρεπτικά στοιχεία στα φύλλα είχαν σχέση και με την αύξηση του pH του εδάφους λόγω της απόθεσης της κόνεως στο έδαφος. Επιπλέον οι Mandre και Ots (1999) διαπίστωσαν, ότι η αλκαλικότητα της κόνεως του τσιμέντου προκάλεσε ανισορροπία στην περιεκτικότητα των ιστών κωνοφόρων δένδρων σε ανόργανα και στην κατανομή τους. Πιο συγκεκριμένα βρέθηκε αύξηση της περιεκτικότητας των δένδρων σε Ca, K και Mg, τα οποία αποτελούσαν και τα κύρια συστατικά της κόνεως, αλλά και σε P και Fe και μείωση των N και Mn σε όλα τα όργανα. Η αύξηση των ανόργανων στις βελόνες αποδόθηκε στην πρόσληψή τους από την επιδερμίδα τους (Mandre and Ots 1999). Στην έρευνά μας το πειραματικό μας τεμάχιο δεν ήταν εκτεθειμένο σε κάποια σταθερή εστία εκπομπής κόνεως τσιμέντου και επομένως το έδαφος δεν ήταν εκτεθειμένο στην κόνιν τσιμέντου. Η μόνη πηγή

κόνεως τσιμέντου για το έδαφος ήταν τα ίδια τα δένδρα αφού κατά τη διαδοχή των ετών μέτρησης, την εφαρμογή της κόνεως, με την έκπλυση της κόνεως τσιμέντου κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες και με την πτώση των φύλλων από τα δένδρα, η εφαρμοζόμενη κόνις τσιμέντου κατέληγε στο έδαφος. Επειδή το έδαφος στον πειραματικό μας αγρό ήταν ελαφρώς αλκαλικό δεν έγινε αντιληπτή κάποια μεταβολή στα ανόργανα των φύλλων με κόνιν τσιμέντου λόγω του υψηλού pH του τσιμέντου και μάλλον οι αλλαγές στα ανόργανα σχετίζονται με τις μεταβολές στην ανταλλαγή των αερίων των φύλλων μέσω των στοματίων.

Η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων σε P, Ca και Mg ήταν σε επάρκεια, ενώ η περιεκτικότητα σε K ήταν σε επάρκεια στα φύλλα του μάρτυρα και αυτών με κόνιν εδάφους, ενώ για την κόνιν τσιμέντου έφτασε κάποιες φορές σε έλλειψη. Η περιεκτικότητα των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων σε Cu ήταν οριακά σε επάρκεια και στις τρεις μεταχειρίσεις (Θεριός 2005, Johnson 2008).

Η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων στα βαρέα μέταλλα Ni, Pb, Cd, Cr και Co ήταν σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με την περιεκτικότητα των φύλλων ροδακινιάς που βρέθηκαν σε δένδρα μεσαίας ηλικίας των ποικιλιών ροδακινιάς Redhaven, Glohaven and J.H. Hale που αντιπροσωπεύουν πρώιμες, μεσοπρώιμες και όψιμες ποικιλίες (Başar 2006). Παρόλα αυτά η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων του μάρτυρα και των πλυμένων φύλλων που δέχτηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου σε Ni και Pb ήταν σε κανονικά επίπεδα, ενώ η περιεκτικότητά τους σε Cd, Cr και Co ήταν οριακά υψηλότερη των κανονικών επιπέδων χωρίς όμως να φτάνουν σε επίπεδο τοξικότητας όπως έχουν οριστεί από τους Kabata-Pendias και Pendias (2001) για ώριμους ιστούς φύλλων διαφόρων ειδών.

Συμπερασματικά η παρουσία των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στα φύλλα δεν προκάλεσε κάποια τοξικότητα στα φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, αφού οι συγκεντρώσεις όλων των μετρούμενων ανόργανων στοιχείων ήταν σε φυσιολογικά επίπεδα. Επιπλέον η παρουσία της κόνεως εδάφους στα φύλλα φαίνεται ότι αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε Fe και βελτίωσε τη σχέση Fe-Mn, ενώ η παρουσία και των δύο κόνεων προκάλεσε κάποια ανισορροπία κυρίως στην περιεκτικότητα των φύλλων σε K λόγω της επίδρασης των σωματιδίων των κόνεων στην ανταλλαγή των αερίων μέσω των στοματίων, μειώνοντας την κίνηση του K στο ξύλωμα. Το πρόβλημα της ανισορροπίας στα ανόργανα συστατικά των φύλλων

παρατηρήθηκε κυρίως στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα δείχνοντας για ακόμη μια φορά τις πιο αρνητικές συνέπειες της κόνεως τσιμέντου σε σχέση με την κόνιν εδάφους.

3.3.21 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009

Την πειραματική περίοδο του 2009 η πρώτη εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στα μέσα Μαΐου, μετά το αραίωμα των καρπών. Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες-συγκομιδές καρπών, η πρώτη έγινε στις 3/7/2009 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος πάνω από 1,8 m στην κόμη. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 7/7/2009 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος κάτω από 1,8 m στην κόμη. Μέχρι τη συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκαν τέσσερις εφαρμογές κόνεων οι οποίες οδήγησαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με τα σωματίδια των κόνεων. Στον πιο κάτω πίνακα 3.29 παρουσιάζονται οι ποσότητες των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των καρπών κατά τη συγκομιδή τους.

Πίνακας 3.29. Ποσότητα κόνεως (g m^{-2}) στην επιφάνεια των καρπών ροδακινιάς.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Ποσότητα κόνεως (g m^{-2})
>1,8 m	Έδαφος	2,90
<1,8 m	Τσιμέντο	2,36

Μετά τη συγκομιδή των καρπών, αυτοί μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας όπου έγινε η μέτρηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί ροδακινιάς της δεύτερης συγκομιδής είχαν παρόμοιο νωπό βάρος με αυτούς της πρώτης και στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.30). Επίσης, οι καρποί των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο νωπό βάρος με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν μειωμένο νωπό βάρος από τους καρπούς που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, αλλά μόνο στη δεύτερη ημερομηνία συγκομιδής.

Πίνακας 3.30. Βάρος και διαστάσεις καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Νωπό βάρος καρπού (g)	Ύψος (cm)	Πλάτος (cm)	Πλάτος στη ραφή (cm)
>1,8 m	Μάρτυρας	199	6,27	7,23	6,66
	Έδαφος	205	6,36	7,12	6,82
	Τσιμέντο	196	6,34	6,91	6,73
<1,8 m	Μάρτυρας	205	6,25	7,23	7,02
	Έδαφος	223	6,45	7,46	7,22
	Τσιμέντο	190	6,12	6,99	6,79
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		NS	NS	NS	**
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}		31	0,23	0,43	0,33

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Οι καρποί ροδακινιάς του μάρτυρα και αυτοί που είχαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος και αυξημένο πλάτος στη ραφή στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 3.30). Επιπλέον, οι καρποί ροδακινιάς που είχαν κόνιν τσιμέντου είχαν ελαφρώς αυξημένο ύψος και παρόμοιο πλάτος και πλάτος στη ραφή στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη. Συγκρινόμενες οι μεταχειρίσεις, οι σκονισμένοι καρποί είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Επίσης, στην πρώτη συγκομιδή οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ενώ στη δεύτερη συγκομιδή είχαν μειωμένο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετρος φωτεινότητας L του φλοιού του καρπού*

Η παράμετρος φωτεινότητας L* του φλοιού του καρπών ροδακινιάς ήταν ελαφρώς μειωμένη για τους καρπούς του μάρτυρα και μειωμένος για τους καρπούς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου στη δεύτερη συγκομιδή συγκριτικά με την πρώτη, και όσον αφορά τους σκονισμένους καρπούς πριν και μετά το πλύσιμό τους (Πίν. 3.31). Επίσης οι άπλυτοι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν μειωμένο L* σε σχέση με τους πλυμένους και στις δύο ημερομηνίες εξαιτίας των υπολειμμάτων των κόνεων στην επιφάνεια των καρπών. Συγκρίνοντας τις

μεταχειρίσεις, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, πριν το πλύσιμό τους, είχαν παρόμοιο L*, ενώ μετά το πλύσιμό τους χαμηλότερο L* από τους καρπούς του μάρτυρα. Επιπλέον, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, πριν το πλύσιμό τους είχαν υψηλότερο L*, ενώ μετά το πλύσιμό τους παρόμοιο L* συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα. Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, πριν το πλύσιμό τους είχαν υψηλότερο L*, σημαντικά μόνο στη δεύτερη συγκομιδή, ενώ μετά το πλύσιμό τους παρόμοιο δείκτη L* με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.31. Παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Πλύσιμο	L*	C*	Hue
>1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	35,5	31,3	34,4
	Έδαφος	Άπλυτοι	37,1	29,4	37,0
	Έδαφος	Πλυμένοι	34,9	31,1	32,7
	Τσιμέντο	Άπλυτοι	38,6	26,7	36,4
	Τσιμέντο	Πλυμένοι	35,3	30,6	34,3
<1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	34,1	29,8	31,5
	Έδαφος	Άπλυτοι	34,2	27,0	33,0
	Έδαφος	Πλυμένοι	31,8	29,0	28,9
	Τσιμέντο	Άπλυτοι	36,6	26,8	33,6
	Τσιμέντο	Πλυμένοι	33,4	31,7	30,6
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία			***	NS	***
Μεταχείριση			***	**	*
Πλύσιμο			***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			1,9	2,9	2,8

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Παράμετρος καθαρότητας C του χρώματος του φλοιού του καρπού*

Η παράμετρος καθαρότητας C* του χρώματος του φλοιού των καρπών ροδακινιάς ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο συγκομιδών και για τις τρεις μεταχειρίσεις είτε πριν είτε μετά το πλύσιμο των σκονισμένων καρπών (Πίν. 3.31). Επιπλέον, οι άπλυτοι καρποί που είχαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοιο C* με τους πλυμένους, ενώ οι άπλυτοι καρποί που είχαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερο C* από τους πλυμένους και στις δύο ημερομηνίες. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως εδάφους είχαν ελαφρώς χαμηλότερο C* πριν το

πλύσιμο και παρόμοιο μετά το πλύσιμο με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Επιπλέον, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερο C* πριν το πλύσιμο και παρόμοιο C* μετά το πλύσιμο με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Όσον αφορά τις δύο κόνεις, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο C* των καρπών είτε πριν είτε μετά το πλύσιμό τους.

Παράμετρος απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού του καρπού

Η παράμετρος απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού των καρπών ροδακινιάς ήταν μειωμένη στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη και για τις τρεις μεταχειρίσεις και πριν και μετά το πλύσιμο των σκονισμένων καρπών (Πίν. 3.31). Επιπλέον, οι άπλυτοι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερο Hue από τους πλυμένους, αν και για το τσιμέντο η αύξηση ήταν σημαντική μόνο στη δεύτερη συγκομιδή. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως εδάφους, πριν το πλύσιμό τους είχαν ελαφρώς υψηλότερο Hue από τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ μετά το πλύσιμό τους χαμηλότερο Hue, σημαντικά μόνο στην πρώτη συγκομιδή, από τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο Hue με τους καρπούς του μάρτυρα, πριν και μετά το πλύσιμό τους και στις δύο συγκομιδές. Τέλος, κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο Hue με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, πριν και μετά το πλύσιμό τους και στις δύο συγκομιδές.

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων του μάρτυρα και αυτοί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη σκληρότητα σάρκας στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας και στις δύο ημερομηνίες συγκομιδής (Πίν. 3.32). Οι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Τέλος, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη, σημαντικά μόνο στην πρώτη συγκομιδή, σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς με κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

Πίνακας 3.32. Σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά, οξύτητα, pH, περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού και ΠΕΡΝΕ καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (g μηλικού οξέος /100 g)	ΠΕΡΝΕ (%)	Ολ. Φαινολικά (mg γαλλικού οξέος/100 g)
>1,8 m	Μάρτυρας	28,5	10,5	0,338	88,0	36,2
	Έδαφος	33,8	11,2	0,281	87,2	41,3
	Τσιμέντο	28,1	11,6	0,275	86,5	44,9
<1,8 m	Μάρτυρας	34,9	9,7	0,325	89,0	28,1
	Έδαφος	37,3	10,4	0,265	88,1	34,9
	Τσιμέντο	34,5	10,6	0,258	88,1	33,1
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		**	***	NS	***	***
Μεταχείριση		NS	**	**	**	***
ΕΣΔ _{0,05}		5,6	0,8	0,058	1,0	4,9

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 3.32). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν ελαφρώς υψηλότερη και οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου υψηλότερη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Επιπλέον, οι καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου καρποί είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ΔΣΣ με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

Οξύτητα του χυμού εκφρασμένη σε g μηλικού οξέος /100 g χυμού

Η οξύτητα του χυμού των καρπών ροδακινιάς ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο συγκομιδών και για τις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.32). Επιπλέον, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, ενώ οι σκονισμένοι με τσιμέντο καρποί είχαν παρόμοια οξύτητα με τους σκονισμένους με έδαφος καρπούς.

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με

την πρώτη (Πίν. 3.32). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Επιπλέον, οι καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου καρποί είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

Περιεκτικότητα σε νερό, ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν αυξημένη ΠΕΡΝΕ στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 3.32). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν ελαφρώς χαμηλότερη και οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου χαμηλότερη, σημαντικά μόνο στην πρώτη συγκομιδή, ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Επιπλέον οι καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου καρποί είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

3.3.22 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010

Την πειραματική περίοδο του 2010 η πρώτη εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στα μέσα Μαΐου, μετά το αραίωμα των καρπών και όταν είχαν διάμετρο περίπου 3-4 cm. Πραγματοποιήθηκαν δύο συγκομιδές καρπών, η πρώτη έγινε στις 25/6/2010 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος πάνω από 1,8 m στην κόμη. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 30/6/2010 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος κάτω από 1,8 m στην κόμη. Μέχρι τη συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκαν τέσσερις εφαρμογές καολίνη οι οποίες οδήγησαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με τα σωματίδια των κόνεων. Στον πιο κάτω πίνακα 3.33 παρουσιάζονται οι ποσότητες των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των καρπών κατά τη συγκομιδή τους.

Πίνακας 3.33. Ποσότητα κόνεως (g m^{-2}) στην επιφάνεια των καρπών ροδακινιάς, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Ποσότητα κόνεως (g m^{-2})
>1,8 m	Έδαφος	6,64
	Τσιμέντο	3,95
<1,8 m	Έδαφος	3,92
	Τσιμέντο	4,52

Μετά τη συγκομιδή των καρπών, αυτοί μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας όπου έγινε η μέτρηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερο νωπό βάρος στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 3.34). Επίσης, οι καρποί των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοιο νωπό βάρος με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Οι καρποί που ήταν καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερο νωπό βάρος στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοιο στη δεύτερη με τους καρπούς του μάρτυρα. Κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερο νωπό βάρος από τους καρπούς που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους, αλλά μόνο στην πρώτη ημερομηνία συγκομιδής η διαφορά ήταν σημαντική.

Οι καρποί ροδακινιάς του μάρτυρα είχαν παρόμοιο ύψος και πλάτος στη ραφή και μεγαλύτερο πλάτος στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 3.34). Επιπλέον, οι καρποί ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη. Συγκρινόμενες οι μεταχειρίσεις, οι καλυμμένοι με κόνιν εδάφους καρποί είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος στην πρώτη συγκομιδή και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές και μεγαλύτερο πλάτος μόνο στη δεύτερη συγκομιδή. Οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοιο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή στη δεύτερη συγκομιδή με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ η πυκνότητα δεν διέφερε σε καμία από τις δύο συγκομιδές. Επίσης, στην πρώτη συγκομιδή οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν μεγαλύτερο ύψος και πλάτος στη ραφή και παρόμοιο πλάτος με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, ενώ στη δεύτερη συγκομιδή είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν μικρότερη σκληρότητα σάρκας στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, αλλά

μόνο για την κόνιν τσιμέντου οι διαφορές ήταν σημαντικές (Πίν. 3.35). Επίσης οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως εδάφους είχαν μικρότερη σκληρότητα σάρκας σε σχέση με αυτούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, αλλά η διαφορά ήταν σημαντική μόνο στην πρώτη συγκομιδή. Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν ελαφρώς μικρότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Τέλος, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν ελαφρώς μεγαλύτερη στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοια στη δεύτερη σκληρότητα σάρκας με τους καρπούς με κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.34. Βάρος και διαστάσεις καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Νωπό βάρος καρπού (g)	Ύψος (cm)	Πλάτος (cm)	Πλάτος στη ραφή (cm)
>1,8 m	Μάρτυρας	168	6,46	6,92	6,76
	Έδαφος	175	6,34	7,20	6,66
	Τσιμέντο	196	6,80	7,28	7,05
<1,8 m	Μάρτυρας	207	6,58	7,22	6,96
	Έδαφος	197	6,55	7,22	6,73
	Τσιμέντο	210	6,62	7,25	6,95
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	NS	NS	NS
Μεταχείριση		**	*	*	**
ΕΣΔ _{0,05}		14	0,26	0,21	0,26

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΔΣΣ και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 3.35). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια ΔΣΣ στην πρώτη και υψηλότερα στη δεύτερη συγκομιδή από τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερα ΔΣΣ από τους καρπούς του μάρτυρα και από αυτούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

Οξύτητα του χυμού εκφρασμένη σε g μηλικού οξέος /100 g χυμού

Η οξύτητα του χυμού των καρπών ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων ήταν χαμηλότερη στη δεύτερη σε σχέση με την πρώτη συγκομιδή (Πίν. 3.35). Επιπλέον, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είχαν

χαμηλότερη οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Τέλος, οι καλυμμένοι με τσιμέντο καρποί είχαν παρόμοια οξύτητα με τους σκονισμένους με έδαφος καρπούς.

Πίνακας 3.35. Σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά, οξύτητα, pH, περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού και ΠΕΡΝΕ καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (g μηλικού οξέος /100 g)	ΠΕΡΝΕ (%)	Ολ. Φαινολικά (mg γαλλικού οξέος/100 g)
>1,8 m	Μάρτυρας	39,6	12,8	0,482	86,2	34,3
	Έδαφος	30,5	12,6	0,402	86,0	46,0
	Τσιμέντο	36,2	14,1	0,409	84,7	49,9
<1,8 m	Μάρτυρας	33,9	12,3	0,415	86,1	33,6
	Έδαφος	27,5	13,1	0,348	86,3	42,0
	Τσιμέντο	28,7	14,2	0,328	84,7	49,4
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		*	NS	***	NS	NS
Μεταχείριση		*	***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		7,1	0,6	0,041	1,1	10,5

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 3.35). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Επιπλέον, οι καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου καρποί είχαν ελαφρώς υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά από τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

Περιεκτικότητα σε νερό, ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ στις δύο συγκομιδές (Πίν. 3.35). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ από

τους καρπούς του μάρτυρα και από αυτούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

3.3.23 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2011

Την πειραματική περίοδο του 2011 η πρώτη εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ροδακινιάς έγινε στις αρχές Ιουνίου. Πραγματοποιήθηκαν δύο συγκομιδές καρπών, η πρώτη έγινε στις 8/7/2011 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος πάνω από 1,8 m στην κόμη. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 11/7/2011 και συγκομίστηκαν καρποί που ήταν σε ύψος κάτω από 1,8 m στην κόμη. Μέχρι τη συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκαν τρεις εφαρμογές κόνεων εδάφους ή τσιμέντου οι οποίες οδήγησαν σε αρκετή κάλυψη των καρπών με τα σωματίδια των κόνεων. Στον πιο κάτω πίνακα 3.36 παρουσιάζονται οι ποσότητες των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των καρπών κατά τη συγκομιδή τους.

Πίνακας 3.36. Ποσότητα κόνεως (g m^{-2}) στην επιφάνεια των καρπών ροδακινιάς, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Ποσότητα κόνεως (g m^{-2})
>1,8 m	Έδαφος	3,89
	Τσιμέντο	4,07
<1,8 m	Έδαφος	3,72
	Τσιμέντο	2,85

Μετά τη συγκομιδή των καρπών, αυτοί μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας, όπου έγινε η μέτρηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων του μάρτυρα είχαν υψηλότερο νωπό βάρος στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ οι καρποί των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο νωπό βάρος καρπούς και στις δύο ημερομηνίες (Πίν. 3.37). Επίσης, οι καρποί των δένδρων που ήταν καλυμμένοι με κόνιν εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερο νωπό βάρος από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, οι καρποί που

εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν παρόμοιο νωπό βάρος με τους καρπούς που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους.

Πίνακας 3.37. Βάρος και διαστάσεις καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Νωπό βάρος καρπού (g)	Ύψος (cm)	Πλάτος (cm)	Πλάτος στη ραφή (cm)
>1,8 m	Μάρτυρας	197	6,78	7,26	7,17
	Έδαφος	179	6,47	7,04	6,81
	Τσιμέντο	182	6,64	7,07	7,00
<1,8 m	Μάρτυρας	217	6,89	7,57	7,37
	Έδαφος	180	6,52	7,12	6,91
	Τσιμέντο	174	6,54	7,00	6,96
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		NS	NS	NS	NS
Μεταχείριση		***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		13	0,23	0,22	0,18

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Οι καρποί ροδακινιάς του μάρτυρα είχαν παρόμοιο ύψος και πυκνότητα και μεγαλύτερο πλάτος και πλάτος στη ραφή στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη (Πίν. 3.37). Επιπλέον, οι καρποί ροδακινιάς που δέχτηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος, πλάτος στη ραφή και στις δύο συγκομιδές. Συγκρινόμενες οι μεταχειρίσεις, οι καλυμμένοι καρποί με κόνιες εδάφους ή τσιμέντου είχαν μικρότερο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, αλλά για τη μεταχείριση του τσιμέντου μόνο στη δεύτερη συγκομιδή οι διαφορές ήταν σημαντικές. Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και στις δύο συγκομιδές.

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετρος φωτεινότητας L του φλοιού του καρπού*

Η παράμετρος φωτεινότητας L* του φλοιού του καρπών ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο ημερομηνιών, πριν και μετά το πλύσιμό τους (Πίν. 3.38). Επίσης, οι άπλυτοι καρποί που δέχτηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερο L* σε σχέση με τους πλυμένους και στις δύο ημερομηνίες εξαιτίας των υπολειμμάτων των κόνεων στην επιφάνεια των καρπών, ενώ οι καρποί του μάρτυρα είχαν παρόμοιο L* πριν και μετά το πλύσιμό τους. Συγκρίνοντας τις

μεταχειρίσεις, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, πριν το πλύσιμό τους είχαν παρόμοιο L^* ενώ μετά το πλύσιμό τους χαμηλότερο L^* από τους καρπούς του μάρτυρα. Επιπλέον, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, πριν το πλύσιμό τους είχαν υψηλότερο L^* στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοιο στη δεύτερη σε σχέση με τους άπλυτους καρπούς του μάρτυρα, ενώ μετά το πλύσιμο είχαν χαμηλότερο L^* από τους καρπούς του μάρτυρα, αλλά σημαντικά μόνο στη δεύτερη συγκομιδή. Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, πριν το πλύσιμό τους είχαν υψηλότερο L^* , σημαντικά μόνο στην πρώτη συγκομιδή, ενώ μετά το πλύσιμό τους παρόμοιο L^* με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Παράμετρος καθαρότητας C^ του χρώματος του φλοιού του καρπού*

Η παράμετρος καθαρότητας C^* του χρώματος του φλοιού των καρπών ροδακινιάς ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο συγκομιδών και για τις τρεις μεταχειρίσεις είτε πριν είτε μετά το πλύσιμο των καρπών (Πίν. 3.38). Εξαίρεση αποτελούν οι άπλυτοι καρποί του μάρτυρα που είχαν υψηλότερο C^* στη δεύτερη σε σχέση με την πρώτη συγκομιδή. Επιπλέον, οι άπλυτοι καρποί του μάρτυρα και αυτοί που είχαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοιο C^* με τους πλυμένους, ενώ οι άπλυτοι καρποί που είχαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερο C^* σε σχέση με τους πλυμένους και στις δύο ημερομηνίες. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως εδάφους είχαν χαμηλότερο C^* πριν και μετά το πλύσιμο από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, αλλά μόνο στη δεύτερη συγκομιδή οι διαφορές ήταν σημαντικές. Επιπλέον, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερο C^* , πριν και μετά το πλύσιμο, από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές, αλλά για τους πλυμένους καρπούς η διαφορά ήταν σημαντική μόνο στη δεύτερη συγκομιδή. Όσον αφορά τις δύο κόνεις, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο C^* των καρπών είτε πριν είτε μετά το πλύσιμό τους.

Παράμετρος απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού του καρπού

Η παράμετρος απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού των καρπών ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο ημερομηνιών συγκομιδής πριν και μετά το πλύσιμό τους (Πίν. 3.38). Επιπλέον, οι άπλυτοι καρποί και των τριών μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερο Hue σε σχέση με τους πλυμένους, αν και για το μάρτυρα η αύξηση ήταν σημαντική μόνο στην πρώτη συγκομιδή. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία

κόνεως εδάφους, πριν το πλύσιμό τους είχαν παρόμοιο Hue με τους άπλυτους καρπούς του μάρτυρα, ενώ μετά το πλύσιμό τους χαμηλότερο Hue σε σχέση με τους πλυμένους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, πριν το πλύσιμό τους είχαν παρόμοιο Hue με τους άπλυτους καρπούς του μάρτυρα, ενώ μετά το πλύσιμό τους είχαν παρόμοιο Hue στην πρώτη και χαμηλότερο στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με τους πλυμένους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, κατά τη σύγκριση των δύο κόνεων, οι καρποί είχαν παρόμοιο Hue με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, πριν και μετά το πλύσιμό τους και στις δύο συγκομιδές.

Πίνακας 3.38. Παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Πλύσιμο	L*	C*	Hue
>1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	30,5	21,6	24,6
	Μάρτυρας	Πλυμένοι	29,7	22,7	22,0
	Έδαφος	Άπλυτοι	30,0	19,3	24,9
	Έδαφος	Πλυμένοι	27,7	20,7	20,0
	Τσιμέντο	Άπλυτοι	32,3	17,8	26,1
	Τσιμέντο	Πλυμένοι	28,2	21,1	21,2
<1,8 m	Μάρτυρας	Άπλυτοι	31,5	24,5	23,8
	Μάρτυρας	Πλυμένοι	30,0	24,1	22,5
	Έδαφος	Άπλυτοι	30,6	20,3	25,6
	Έδαφος	Πλυμένοι	27,4	21,0	19,9
	Τσιμέντο	Άπλυτοι	30,5	18,8	24,8
	Τσιμέντο	Πλυμένοι	27,3	21,1	20,4
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία			NS	*	NS
Μεταχείριση			**	***	NS
Πλύσιμο			***	**	***
ΕΣΔ _{0,05}			1,8	2,5	2,1

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας και στις δύο ημερομηνίες (Πίν. 3.39). Επίσης, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως εδάφους είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοια στη δεύτερη σε σχέση με αυτούς του μάρτυρα.

Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν ελαφρώς χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοια στη δεύτερη με τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοια στη δεύτερη σκληρότητα σάρκας με τους καρπούς με κόνιν εδάφους.

Πίνακας 3.39. Σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά, οξύτητα, pH, περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά του χυμού και ΠΕΡΝΕ καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, στις δύο δειγματοληψίες.

Ύψος δειγματοληψίας	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (g μηλικού οξέος /100 g)	ΠΕΡΝΕ (%)	Ολ. Φαινολικά (mg γαλλικού οξέος/100 g)
>1,8 m	Μάρτυρας	46,0	12,7	0,442	86,5	30,2
	Έδαφος	37,9	13,1	0,362	86,1	28,7
	Τσιμέντο	43,6	13,5	0,342	85,5	22,7
<1,8 m	Μάρτυρας	36,0	13,3	0,355	85,8	24,2
	Έδαφος	35,3	10,9	0,315	86,1	25,5
	Τσιμέντο	37,1	13,7	0,315	85,2	24,0
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	NS	***	NS	NS
Μεταχείριση		NS	NS	***	NS	NS
EΣΔ _{0,05}		5,6	2,9	0,041	1,2	5,4

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ(%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΔΣΣ και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 3.39). Επίσης, οι καρποί και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΔΣΣ και στις δύο συγκομιδές.

Οξύτητα του χυμού εκφρασμένη σε g μηλικού οξέος/100 g χυμού

Η οξύτητα του χυμού των καρπών ροδακινιάς και των τριών μεταχειρίσεων ήταν χαμηλότερη στη δεύτερη σε σχέση με την πρώτη συγκομιδή, αν και για τη μεταχείριση του τσιμέντου η διαφορά δεν ήταν σημαντική (Πίν. 3.39). Επιπλέον, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Τέλος, οι καλυμμένοι με τσιμέντο καρποί είχαν παρόμοια οξύτητα με τους σκονισμένους με έδαφος καρπούς.

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g χυμού

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων του μάρτυρα είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά στη δεύτερη σε σχέση με την πρώτη συγκομιδή, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 3.39). Επίσης, οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο συγκομιδές. Επιπλέον, οι καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου καρποί είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά στην πρώτη και παρόμοια στη δεύτερη συγκομιδή με τους καρπούς του μάρτυρα και αυτούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Περιεκτικότητα σε νερό ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί ροδακινιάς των δένδρων και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ και στις δύο συγκομιδές (Πίν. 3.39). Επίσης, οι καρποί και των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ και στις δύο συγκομιδές.

3.3.24 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το μέγεθος των καλυμμένων με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου καρπών δεν μεταβλήθηκε μεταξύ των ετών όπως αυτοί του μάρτυρα, δηλαδή το 2010 που ήταν η πιο πρώιμη χρονιά οι καρποί δεν είχαν το μικρότερο μέγεθος. Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και συγκομίστηκαν το 2009 είχαν μεγαλύτερο νωπό βάρος και παρόμοιο πλάτος, πλάτος στη ραφή, και ύψος συγκριτικά με αυτούς που συγκομίστηκαν τα έτη 2010 και 2011. Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου και συγκομίστηκαν το 2010 είχαν μεγαλύτερο νωπό βάρος, ύψος πλάτος και πλάτος στη ραφή από του καρπούς που συγκομίστηκαν το 2010 και 2011, ενώ οι καρποί που συλλέχθηκαν το 2011 είχαν το μικρότερο νωπό βάρος. Το 2011 οι καρποί στη συγκομιδή τους είχαν μειωμένη φωτεινότητα L*, καθαρότητα C* και απόχρωση Hue από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις κόνεων. Φαίνεται ότι το 2011 οι καρποί είχαν πιο σκούρο κόκκινο χρώμα από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2009 όπως ισχύει και για το μάρτυρα.

Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών, οι καρποί που συγκομίστηκαν το 2011 είχαν υψηλότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2010 και το 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επιπλέον οι καρποί

που συγκομίστηκαν τα έτη 2011 και 2010 είχαν υψηλότερα ΔΣΣ και οξύτητα και χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τέλος η περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά ήταν υψηλότερη το 2010 σε σχέση με το 2009 και αυτών από τους καρπούς που συγκομίστηκαν το 2011 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επομένως το 2009 που ήταν οι χρονιά με τις περισσότερες βροχοπτώσεις πριν τη συγκομιδή, οι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν πιο φτωχά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά από τα άλλα δύο έτη, όπως βρέθηκε και για τους καρπούς του μάρτυρα.

Η σύγκριση μεταξύ των δύο συγκομιδών, έδειξε ότι το 2010 οι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων κόνεων είχαν υψηλότερο νωπό βάρος στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη, ενώ στα άλλα δύο έτη δεν διέφερε. Επίσης μόνο το 2009 οι καρποί της δεύτερης συγκομιδής είχαν χαμηλότερο L* και Hue, παρόμοιο C*, χαμηλότερα ΔΣΣ, υψηλότερη ΠΕΡΝΕ, παρόμοια οξύτητα και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά σε σχέση με την πρώτη και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επιπλέον οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν συνήθως παρόμοια σκληρότητα μεταξύ των συγκομιδών, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, το 2010 και 2011 είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη. Το 2010 και 2011 η οξύτητα ήταν χαμηλότερη στη δεύτερη συγκομιδή σε σχέση με την πρώτη και για τις δύο μεταχειρίσεις.

Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοιο βάρος, ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς του μάρτυρα το 2009 και το 2010 και χαμηλότερα το 2011. Επιπλέον οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους μετά το πλύσιμό τους είχαν χαμηλότερο L*, παρόμοιο το 2009 ή χαμηλότερο το 2010 C* και χαμηλότερο Hue σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα το 2009 και το 2011. Επιπλέον οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια ή χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας, υψηλότερα ΔΣΣ και χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ το 2009 και παρόμοια ΔΣΣ και ΠΕΡΝΕ το 2010 και 2011, χαμηλότερη οξύτητα και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά το 2009 και 2010 και παρόμοια το 2011 συγκρινόμενοι με τους καρπούς του μάρτυρα.

Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο βάρος, ύψος, πλάτος και πλάτος στη ραφή με τους καρπούς του μάρτυρα το 2009, υψηλότερα στην πρώτη συγκομιδή και παρόμοια στη δεύτερη σε σχέση με το μάρτυρα το 2010 και παρόμοια με το μάρτυρα το 2011. Επιπλέον οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου, μετά

το πλύσιμό τους, είχαν παρόμοιο L*, C* και Hue με τους καρπούς του μάρτυρα το 2009 και χαμηλότερο L*, C* και Hue το 2011 σε σχέση με το μάρτυρα. Επιπλέον οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας, υψηλότερα ΔΣΣ και χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ το 2009 και 2010 και παρόμοια το 2011, χαμηλότερη οξύτητα και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά συγκρινόμενοι με τους καρπούς του μάρτυρα το 2009 και 2010 και παρόμοια το 2011.

Συμπερασματικά, οι έντονες βροχοπτώσεις πριν τη συγκομιδή μείωσαν την οργανοληπτική αξία των καρπών του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου. Στην πιο πρώιμη χρονιά οι καρποί της δεύτερης συγκομιδής ήταν μεγαλύτεροι από τους καρπούς της πρώτης συγκομιδής. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών επηρεάστηκαν μεταξύ των ετών και μεταξύ των συγκομιδών από πολλούς εξωτερικούς παράγοντες χωρίς κάποια συγκεκριμένη τάση. Επιπλέον, η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στους καρπούς ροδακινιάς εκτός από τη μειωμένη ελκυστικότητά τους παρουσία των κόνεων, μετά το πλύσιμό τους δεν είχαν σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά σε σχέση με το μάρτυρα, αλλά είχαν χαμηλότερη οξύτητα και συνήθως υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και το χρώμα των καρπών κυρίως αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ήταν πιο σκούρο κόκκινο από του μάρτυρα.

3.3.25 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα συστατικά έγινε σε καρπούς και των δύο συγκομιδών και στη συνέχεια παρουσιάζεται ο μέσος όρος των τιμών των δύο συγκομιδών για την κάθε μεταχείριση (Πίν. 3.40).

Οι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni, Cd, Pb με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 3.40).

Πίνακας 3.40. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των καρπών των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα.

	Σημαντικότητα				
	Μάρτυρας	Έδαφος	Τσιμέντο	Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
	(%)				
P	0,139	0,123	0,111	NS	0,031
K	1,35	1,37	1,49	NS	0,51
Ca	0,050	0,066	0,070	NS	0,030
Mg	0,066	0,069	0,083	NS	0,035
	(mg kg ⁻¹)				
Fe	19,6	20,5	19,6	NS	9,05
Mn	2,23	2,08	2,35	NS	1,45
Zn	11,5	12,3	13,1	NS	7,1
Cu	1,24	1,46	1,69	NS	0,45
Na	30,7	35,1	37,7	NS	21,4
Ni	0,377	0,393	0,432	NS	0,070
Cd	0,367	0,361	0,394	NS	0,065
Pb	0,338	0,429	0,410	NS	0,071
Cr	ND	ND	ND	ND	ND
Co	ND	ND	ND	ND	ND

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

3.3.26 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά καρπών δένδρων ροδακινιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα συστατικά έγινε σε καρπούς και των δύο συγκομιδών και στη συνέχεια παρουσιάζεται ο μέσος όρος των τιμών των δύο συγκομιδών για την κάθε μεταχείριση (Πίν. 3.41).

Οι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni, Cd, Pb με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Pb, Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 3.41).

Πίνακας 3.41. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των καρπών των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα.

	Σημαντικότητα				
	Μάρτυρας	Έδαφος	Τσιμέντο	Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
	(%)				
P (%)	0,142	0,129	0,131	NS	0,023
K (%)	1,09	0,99	1,00	NS	0,179
Ca (%)	0,031	0,029	0,033	NS	0,009
Mg (%)	0,060	0,049	0,058	NS	0,023
	(mg kg ⁻¹)				
Fe	20,4	33,9	34,7	NS	27,0
Mn	1,75	1,54	1,74	NS	0,73
Zn	6,96	7,09	7,63	NS	2,90
Cu	1,72	1,62	1,69	NS	0,64
Na	13,3	15,2	16,9	NS	10,2
Ni	0,415	0,420	0,437	NS	0,081
Cd	0,117	0,102	0,104	NS	0,010
Pb	ND	ND	ND	-	-
Cr	ND	ND	ND	-	-
Co	ND	ND	ND	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

3.3.27 Συζήτηση

Η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των νωπών καρπών ροδάκινου δεν φαίνεται να τροποποίησε ουσιαστικά την περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά και δεν επιβάρυνε τους καρπούς με βαρέα μέταλλα. Η συζήτηση για την περιεκτικότητα των καρπών ροδάκινου σε ανόργανα συστατικά έγινε στην παράγραφο 2.3.27.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΟΛΙΝΗ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ

4.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ελιά καλλιεργείται εκτενώς στη λεκάνη της Μεσογείου, όπου τα καλοκαίρια χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες, υψηλό VPD, υψηλής έντασης ηλιακή ακτινοβολία και ελάχιστες βροχοπτώσεις. Το κλείσιμο των στοματίων των φύλλων είναι από τις πρώτες γραμμές άμυνας του ελαιόδεντρου στις μη ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες που προαναφέρθηκαν, προκειμένου να μειώσουν την απώλεια νερού. Όμως, όταν τα στομάτια κλείσουν μπορεί να μειωθεί σημαντικά η αφομοίωση του CO₂ σε επίπεδο φύλλου και φυτού, σε διάφορα είδη φυτών, μεταξύ των οποίων και στην ελιά (Chaves 1991, Nogués and Baker 2000).

Η ελιά θεωρείται είδος σκληρόφυλλο και ανθεκτικό στην ξηρασία με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης να είναι αρκετά ανθεκτική σε μέτρια υδατική καταπόνηση, ενώ τα στομάτια αποτελούν τον κύριο περιοριστικό παράγοντα στην αφομοίωση του CO₂. Τα φύλλα της ελιάς έχουν δομικά χαρακτηριστικά αλλά διαθέτουν και ενεργούς μηχανισμούς που τα επιτρέπουν να ελέγχουν ως ένα βαθμό την απώλεια νερού (Angelopoulos et al. 1996, Bacelar et al. 2004, Fernández et al. 1997). Αλλά, όταν η διαθεσιμότητα του νερού είναι χαμηλή και τα επίπεδα θερμοκρασίας και ακτινοβολίας υψηλά, η ελιά μπορεί να υποστεί σοβαρή καταπόνηση που μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητά της (Angelopoulos et al. 1996).

Τα τελευταία χρόνια η χρήση του καολίνη με τη μορφή του σωματιδιακού φιλμ χρησιμοποιείται για τη μείωση της θερμικής καταπόνησης σε πολλές καλλιέργειες. Ο καολίνης δημιουργεί ένα λευκό κάλυμμα στις φυτικές επιφάνειες που ανακλά μεγάλο μέρος της προσπίπτουσας ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας, μειώνει τη θερμοκρασία και δροσίζει με αυτόν τον τρόπο τη φυτική επιφάνεια. Η ανακλώμενη ακτινοβολία είναι ανάλογη των υπολειμμάτων του καολίνη στη φυτική επιφάνεια και η τελικά διαθέσιμη ακτινοβολία στη φυτική επιφάνεια θα μειωθεί και θα προκαλέσει ένα βαθμό σκίασης. Παράλληλα, η ανακλώμενη ακτινοβολία από τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα μπορεί να αναδιανεμηθεί εκ νέου στο εσωτερικό της κόμης των δένδρων (Lombardini et al. 2005, Rosati et al. 2006, Rosati et al. 2007). Μέσω της

προαναφερθείσας διαδικασίας, η εφαρμογή καολίνη έχει βρεθεί σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως στην καλλιέργεια της μηλιάς, να αυξάνει το ρυθμό φωτοσύνθεσης και τη στοματική αγωγιμότητα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από υψηλή θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία και υψηλό VPD (Glenn 2009).

Η εφαρμογή καολίνη σε διάφορες καλλιέργειες έχει χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των εντόμων, όπως και στην ελιά για τον έλεγχο του δάκου (*Bactrocera oleae*) (Saour and Makee 2004, Pascual et al. 2010). Η περίοδος καταπολέμησης του δάκου στην ελιά συμπίπτει με την καλοκαιρινή περίοδο, όταν δηλαδή η θερμική καταπόνηση είναι σημαντική. Επιπλέον, καθώς ο καολίνης είναι εγκεκριμένος στη βιολογική γεωργία (EEC 2092/91), είναι σημαντικό, εφόσον είναι χρήσιμος για την καταπολέμηση του δάκου, να εκτιμηθεί η επίδραση της εφαρμογής καολίνη σε δένδρα ελιάς ως παράγοντας ανακούφισης των δένδρων από τη θερμική καταπόνηση.

Η μόνη μελέτη για την επίδραση της εφαρμογής καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες στο φυτό της ελιάς έγινε σε δύο ετών δένδρα αναπτυσσόμενα σε περιέκτες δύο κύριων ποικιλιών ελιάς (Roussos et al. 2010, Denaxa et al. 2012). Στην περίπτωση των δένδρων της ποικιλίας 'Κορωνέικη', η εφαρμογή καολίνη δεν είχε σημαντική επίδραση στην ανταλλαγή αερίων και στη μείωση της θερμικής καταπόνησης, αλλά μείωσε την παραγωγή είτε σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης είτε με επαρκή άρδευση (Roussos et al. 2010). Στα δένδρα της ποικιλίας 'Χονδρολιά Χαλκιδικής', η εφαρμογή καολίνη βελτίωσε τις λειτουργίες των φύλλων, όταν τα δένδρα ήταν σε υδατική καταπόνηση (Denaxa et al. 2012). Σύμφωνα με τα παραπάνω, φαίνεται ότι οι επιδράσεις του καολίνης στην ελιά σχετίζονται με την ποικιλία. Σε κάθε περίπτωση στις μελέτες των Denaxa et al. (2012) και Roussos et al. (2010) η εφαρμογή καολίνη στα φυτά ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης λειτούργησε ως ανακουφιστικός παράγοντας στη θερμική και υδατική καταπόνηση καθώς τα φύλλα είχαν αυξημένη ΠΕΡΝΕ και ΧΥΜ και μειωμένη ΠΥΚΝ. Αυτό ίσως να συνδέεται με το γεγονός ότι ο καολίνης μειώνει τη θερμοκρασία των εκτεθειμένων φυτικών ιστών σε θερμική καταπόνηση και μειώνει το VPD μεταξύ φυτικού ιστού και εξωτερικού αέρα, μειώνοντας τη διαπνοή και ίσως έτσι να συγκρατούν περισσότερο νερό (Glenn and Puterka 2005).

Σκοπός του πειράματος ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της εφαρμογής καολίνης στη μεταβολή της διαθέσιμης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας σε επίπεδο κόμης και φύλλου παρουσία καολίνης. Μελετήθηκε επίσης η επίδραση της εφαρμογής

καολίνη στις φυσιολογικές παραμέτρους, στα χαρακτηριστικά, στις χρωστικές φωτοσύνθεσης, στην περιεκτικότητά τους σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων ώριμων δένδρων ελιάς. Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση του καολίνης στην περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα συστατικά πριν και μετά το πλύσιμό τους σε δύο ημερομηνίες για να διερευνηθεί αν οι μεταβολές που μπορεί να προκληθούν στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων παρουσία καολίνης ή η παρουσία των υπολειμμάτων καολίνης, θα μπορούσαν να τροποποιήσουν την περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα στοιχεία. Μετρήθηκαν επίσης, οι παραγωγικές παράμετροι και εκτιμήθηκε η ποιότητα, η διατροφική αξία και η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και επεξεργασμένων πράσινων καρπών ελιάς, η περιεκτικότητα των μαύρων καρπών ελιάς σε λάδι και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου.

4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.2.1 Πείραμα στο Διμήνι

Ο πειραματικός αγρός έχει έκταση 8 στρέμματα και περιλαμβάνει την ποικιλία ελιάς 'Κονσερβολιά' (*Olea europaea*) με διάσπαρτους επικονιαστές από άλλες ποικιλίες, εμβολιασμένη σε άγρια ελιά. Τα δένδρα ήταν 40 ετών και οι αποστάσεις φύτευσης των δένδρων 6 x 6 m. Η άρδευση είναι στάγδην με σταλάκτες 80 L h⁻¹, ελλειμματική, που καλύπτει το 50% της εξατμισοδιαπνοής. Το πείραμα διήρκησε τρία έτη, το 2009, 2010 και 2011.

Ορίστηκαν δύο μεταχειρίσεις: 1) μάρτυρας και 2) εφαρμογή καολίνης.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με δύο μεταχειρίσεις, τρεις επαναλήψεις ανά μεταχείριση και τέσσερα δένδρα ανά επανάληψη, με δένδρα ή σειρές για περιθώρια ασφάλειας.

Οι μεταχειρίσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο περιγράφονται στη συνέχεια:

Μάρτυρας: Στο μάρτυρα γινόταν ψεκασμός με νερό ποσότητας 2 kg ανά δένδρο χωρίς απορροή.

Εφαρμογή καολίνης: Για την εφαρμογή καολίνης χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα SURROUND WP, kaolin 95% w/w (διατίθεται από τη ΧΕΛΛΑΦΑΡΜ Α.Ε.). Ο ψεκασμός των δένδρων έγινε με συγκέντρωση 5% w/v καολίνης, όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.1. Κατά τη διάρκεια του κάθε έτους μετρήσεων

γίνονταν επαναληπτικές εφαρμογές καολίνη προκειμένου τα δένδρα να είναι πλήρως καλυμμένα με καολίνη και να έχουν το χαρακτηριστικό ομοιόμορφο λευκό χρώμα.

Τα έτη 2009 και 2011, τα δένδρα ελιάς του πειράματος είχαν υψηλή παραγωγή, ενώ το 2010 τα δένδρα ελιάς στον κύκλο της παρεννιαυτοφορίας ήταν σε χρονιά ακαρπίας.

4.2.2 Μετρήσεις στον αγρό

Η πρώτη εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009 έγινε στις 6/6 πριν την έναρξη των μετρήσεων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 3/7, στις 8/7, στις 22/7 και η τελευταία στις 14/8, πέντε εφαρμογές συνολικά. Αντίστοιχα έγινε ψεκασμός των δένδρων του μάρτυρα με νερό.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 η πρώτη εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ελιάς έγινε στις 7/6 μετά την πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 30/6, στις 16/7 και η τελευταία στις 17/8, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν τέσσερις εφαρμογές καολίνη.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η πρώτη εφαρμογή καολίνη έγινε στις 8/6 πριν την έναρξη των μετρήσεων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 17/6, στις 8/7, στις 25/7, στις 4/8 και η τελευταία στις 7/8, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές καολίνη.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων και φθορισμού της χλωροφύλλης κατά τα έτη 2009, 2010 και 2011 και του ΥΔΒ κατά τα έτη 2009 και 2010 και η διαδικασία των μετρήσεων περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.2.

4.2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο

Μετρήθηκαν η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων, τα χαρακτηριστικά των φύλλων, η φυλλική επιφάνεια κατά τα τρία έτη 2009, 2010 και 2011, και η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά φαινολικά συστατικά και η αντιοξειδωτική τους ικανότητα τα έτη 2010 και 2011, όπως περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 3, παράγραφος 3.2.3.

4.2.4 Μετρήσεις ποιότητας

Οι μετρήσεις ποιότητας στην πράσινη ελιά πραγματοποιήθηκαν τα δύο έτη μετρήσεων 2009 και 2010.

Το 2009 η συγκομιδή των καρπών έγινε στις 1/10/2009 και το 2010 στις 29/9/2010, όταν οι καρποί της ελιάς ήταν πράσινοι για εμπορική συγκομιδή. Για τη μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκαν πέντε επαναλήψεις των έξι καρπών για κάθε μεταχείριση.

Οι μετρήσεις ποιότητας που πραγματοποιήθηκαν είναι βάρος καρπού, διαστάσεις καρπού, χρώμα του φλοιού του καρπού, σκληρότητα σάρκας, περιεκτικότητα σε νερό, βάρος πυρήνα και ολικά φαινολικά συστατικά. Οι μετρήσεις ποιότητας πραγματοποιήθηκαν όπως περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 2 παράγραφος 2.2.4.

Βάρος καρπού και λόγος σάρκας/πυρήνα

Το βάρος των καρπών προσδιορίστηκε με ζύγιση του κάθε καρπού. Μετά τη ζύγιση του κάθε καρπού, αφαιρέθηκε ο πυρήνας με ειδικό εργαλείο και ζυγίστηκε και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο λόγος σάρκας/πυρήνα.

Διαστάσεις καρπού

Μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος του καρπού. Η μέτρηση έγινε με παχύμετρο.

Χρώμα φλοιού

Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού των καρπών έγινε μετά το πλύσιμο των καρπών για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων καολίνης. Για τη μέτρηση του χρώματος οι καρποί της κάθε επανάληψης τοποθετούνταν σε ένα τριβλείο, 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. Ακολούθησε υπολογισμός των παραμέτρων καθαρότητας C^* και απόχρωσης Hue.

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Η μέτρηση της σκληρότητας σάρκας στους καρπούς ελιάς έγινε με έμβολο διαμέτρου 3 mm μετά από προσεκτική αφαίρεση του φλοιού.

Περιεκτικότητα σε νερό, ΠΕΡΝΕ (%)

Για τη μέτρηση της ΠΕΡΝΕ, ζυγίστηκε το νωπό βάρος έξι τεμαχίων καρπών από τους έξι καρπούς της κάθε επανάληψης. Έπειτα τοποθετήθηκαν στο φούρνο

στους 80 °C και, αφού αποξηράνθηκαν, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η περιεκτικότητα του καρπού σε νερό (%).

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά

Για την εκχύλιση των ολικών διαλυτών φαινολικών συστατικών στην περίπτωση της ελιάς η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε ήταν διαφορετική από εκείνη των ροδάκινων και περιγράφεται παρακάτω. Χρησιμοποιήθηκαν 2 g πολτοποιημένου δείγματος φλοιού και σάρκας καρπού ελιάς που ομογενοποιήθηκαν με 20 mL μεθανόλης σε συσκευή Polytron (Kinematika GmbH, Luzern, CH). Στη συνέχεια προστέθηκαν επιπλέον 20 mL μεθανόλης και το δείγμα παρέμεινε στο σκοτάδι για περίπου 3 ώρες με συνεχή ανάδευση. Το δείγμα στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκε στις 7000 g για 5 λεπτά. Το υπερκείμενο υγρό πλύθηκε με 20 mL εξάνιο και στη συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία μέτρησης των ολικών διαλυτών φαινολικών όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2 στη παράγραφο 2.2.3. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν ως mg γαλλικού οξέος/100 g νωπού βάρους.

4.2.5 Παρασκευή κονσέρβας πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου

Η διαδικασία παρασκευής κονσέρβας πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου που εφαρμόστηκε είναι αυτή που περιγράφεται από το Θεριό (2006). Συγκομίστηκαν καρποί πράσινου χρώματος από κάθε μεταχείριση στις 12/10/2009 και στις 4/10/2010, πλύθηκαν και στη συνέχεια ακέραιοι τοποθετήθηκαν σε δοχεία με διάλυμα NaOH 1,5% με προσοχή ώστε να είναι σκεπασμένοι πλήρως. Η διαδικασία αυτή έγινε για το ξεπίκρισμα των καρπών ελιάς. Πρέπει το διάλυμα να εισχωρήσει στα 3/4 σε βάθος. Αυτό ελέγχθηκε με κόψιμο του καρπού ως τον πυρήνα και παρακολούθηση της αποχρωματισμένης περιοχής (καφέτιαζε η σάρκα). Όταν ολοκληρώθηκε η διαδικασία, οι ελιές ξεπλύθηκαν και την πρώτη ημέρα έγινε αλλαγή νερού κάθε 4-5 ώρες. Στη συνέχεια οι ελιές τοποθετήθηκαν σε άλμη 8% για περίπου πέντε ημέρες και έπειτα τοποθετήθηκαν σε γυάλινα βάζα με φρέσκια άλμη 8%. Συνολικά παρασκευάστηκαν δύο βάζα-επαναλήψεις ανά μεταχείριση και τα βάζα αποθηκεύτηκαν σε σκοτεινό και δροσερό χώρο για τρεις μήνες και στη συνέχεια εκτιμήθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κονσερβοποιημένων καρπών.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που εκτιμήθηκαν στους κονσερβοποιημένους καρπούς ήταν το χρώμα του φλοιού, η σκληρότητα της σάρκας και η περιεκτικότητα

σε νερό, όπως περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 2 παράγραφος 2.2.4, ενώ μετρήθηκε και η αλατότητα της άλμης σε βαθμούς Baumé.

4.2.6 Περιεκτικότητα των καρπών σε λάδι

Στα μέσα Νοεμβρίου του 2009 και 2010, όταν οι καρποί ήταν μαύροι με δείκτη ωρίμανσης περίπου 5 (IOC 2011) έγινε μέτρηση της % περιεκτικότητας των ελαιοκάρπων (της σάρκας) σε λάδι. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε είναι των Avidant et al. (1997). Η μέτρηση έγινε σε τέσσερις επαναλήψεις των δέκα καρπών ανά μεταχείριση. Αρχικά αφαιρέθηκαν οι πυρήνες των καρπών και ακολούθησε ομογενοποίηση στο blender ανά επανάληψη. Στη συνέχεια έγινε λήψη 5 g πολτού ανά επανάληψη σε τριβλεία και τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 80 °C για 24 h και έπειτα έγινε καταγραφή του ξηρού βάρους. Στη συνέχεια το ξηρό δείγμα τοποθετήθηκε σε γυάλινους σωλήνες, προστέθηκαν 15 mL πετρελαϊκού αιθέρα βαθμού 40-60° και ακολούθησε ομογενοποίηση για 30 sec - 1 min σε συσκευή Polytron. Στη συνέχεια οι σωλήνες σφραγίστηκαν με parafilm και ανακινήθηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ακολούθησε φιλτράρισμα των δειγμάτων με φίλτρα Whatman 60 mm Ø, με τη χρήση της συσκευής Buchner apparatus. Στην κωνική φιάλη της συσκευής τοποθετήθηκαν νέοι προζυγισμένοι σωλήνες όπου συλλέχθηκαν τα εκχυλίσματα και προστέθηκαν επιπλέον 5mL πετρελαϊκού αιθέρα. Το καθαρό διάλυμα που είναι μίγμα πετρελαϊκού αιθέρα και λαδιού, εξατμίστηκε στους 40 °C, ζυγίστηκε και το λάδι υπολογίστηκε ως (%) περιεκτικότητα σε λάδι του νωπού βάρους του μεσοκαρπίου.

4.2.7 Ποιότητα λαδιού

Για τη μέτρηση της ποιότητας του λαδιού έγινε εξαγωγή λαδιού στο Εργαστήριο Δενδροκομίας από την κάθε μεταχείριση το 2009 και 2010. Η ποιοτική ανάλυση του λαδιού έγινε στο Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας, στο Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου Γεωργικών Προϊόντων.

Η διαδικασία εξαγωγής του λαδιού που εφαρμόστηκε αποτελεί μία προσέγγιση αυτής που περιγράφεται από το Θεριό (2006). Στα μέσα Νοεμβρίου των δύο ετών, συγκομίστηκε περίπου 1 kg μαύρων καρπών ελιάς, με δείκτη ωρίμανσης περίπου 5 (IOC 2011), από κάθε μεταχείριση και μεταφέρθηκε στο Εργαστήριο Δενδροκομίας. Έγινε πλύσιμο των καρπών και αφαιρέθηκαν οι πυρήνες από τους καρπούς. Στη

συνέχεια οι καρποί πολτοποιήθηκαν με ένα blender και ακολούθησε η μάλαξη της ελαιοζύμης σε ένα mίxer για περίπου 30 min, ενώ σταδιακά προς το τέλος προστέθηκε λίγο νερό (θερμοκρασίας ≈ 25 °C). Στη συνέχεια με τη βοήθεια ενός τυρόπανου διαχωρίστηκαν τα στερεά από τα υγρά της ελαιοζύμης. Το υγρό μέρος της ελαιοζύμης συλλέχθηκε και φυγοκεντρήθηκε στις 8000 g για 5 min. Το υπερκείμενο, δηλαδή το λάδι, διαχωρίστηκε και συλλέχθηκε σε γυάλινα μπουκαλάκια και αποθηκεύτηκε σε σκοτεινό και δροσερό χώρο για 3 μήνες και στη συνέχεια εκτιμήθηκαν οι ποιοτικές παράμετροι. Οι ποιοτικές παράμετροι που εκτιμήθηκαν ήταν η οξύτητα εκφρασμένη σε (%) ελαιϊκού οξέος, ο δείκτης υπεροξειδίου και οι δείκτες K232, K270 και ΔΚ.

4.2.8 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς

Η μέτρηση των ανόργανων συστατικών έγινε στα φύλλα, στους νωπούς πράσινους καρπούς και στους μεταποιημένους καρπούς ελιάς όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.5.

Για τη μέτρηση των ανόργανων συστατικών στα φύλλα ελιάς το 2009 πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες, η πρώτη στις 3/8/2009 και η δεύτερη στις 2/9/2009 σε φύλλα τρέχοντος έτος. Στους νωπούς και μεταποιημένους καρπούς ελιάς, οι μετρήσεις των ανόργανων συστατικών πραγματοποιήθηκαν σε τρεις επαναλήψεις ανά μεταχείριση.

4.2.9 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη

Η μέτρηση της προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη των δένδρων ελιάς έγινε μόνο το καλοκαίρι του 2011, στις 11 Αυγούστου κατά το χρονικό διάστημα 10:00 με 12:00, όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.7.

4.2.10 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη

Για τον υπολογισμό της διαθέσιμης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στα φύλλα ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση συσχέτισης που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.3.8.

4.2.11 Μετεωρολογικός σταθμός

Τα δεδομένα της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και βροχόπτωσης λήφθηκαν από ένα μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται σε απόσταση 5 km από τον πειραματικό αγρό. Από τα στοιχεία θερμοκρασίας και υγρασίας υπολογίστηκε το VPD σε kPa.

4.2.12 Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.11.

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2009 στο Διμήνι

Κατά την πειραματική περίοδο του 2009 συνέβησαν αρκετές βροχοπτώσεις και πιο συγκεκριμένα τον Ιούνιο έπεσαν συνολικά 34,5 mm βροχής, τον Ιούλιο 16,1 mm, τον Αύγουστο 11,5 mm και το Σεπτέμβριο 102,1 mm.

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται η θερμοκρασία αέρα, η σχετική υγρασία του αέρα και το VPD κατά τις ώρες 9:00-13:00 που γίνονταν οι μετρήσεις των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Πίνακας 4.1. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα και VPD κατά τις ώρες 9:00-13:00 την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Θερμοκρ. αέρα (°C)	Σχ. υγρασία (%)	VPD (kPa)
13/6/2009	24,3	36,5	1,94
11/7/2009	27,5	51,2	1,83
31/7/2009	27,5	46,2	2,03
20/8/2009	28,1	46,0	2,08
4/9/2009	27,1	54,8	1,69
30/9/2009	20,3	64,7	0,91

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου του 2009 η θερμοκρασία αέρα αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και σε όλη τη διάρκεια της θερμής περιόδου ήταν αυξημένη, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου, με το πέρας του καλοκαιριού, μειώθηκε. Επιπλέον η σχετική υγρασία παρουσίασε κάποιες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού εμφανίζοντας τη χαμηλότερη τιμή

στα μέσα Ιουνίου και την υψηλότερη στα τέλη Σεπτεμβρίου ως την έναρξη του φθινοπώρου. Ο συνδυασμός της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας αέρα έδειξαν ένα σταθερά αυξημένο VPD κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με μέγιστες τιμές από τα τέλη Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου, ενώ το Σεπτέμβριο μειώθηκε φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου.

4.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2010 στο Διμήνι

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 συνέβησαν λίγες βροχοπτώσεις και πιο συγκεκριμένα το Μάιο έπεσαν συνολικά 42 mm βροχής, τον Ιούνιο 8,7 mm, τον Ιούλιο 6,7 mm, τον Αύγουστο δεν παρατηρήθηκαν καθόλου βροχοπτώσεις και το Σεπτέμβριο 42 mm βροχής.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.3, κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η μέγιστη θερμοκρασία αέρα και το μέγιστο VPD παρατηρήθηκαν στα μέσα Ιουνίου και οι χαμηλότερες τιμές στις αρχές Σεπτεμβρίου.

Πίνακας 4.2. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα και VPD κατά τις ώρες 9:00-13:00 την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Θερμοκρ. αέρα (°C)	Σχ. υγρασία (%)	VPD (kPa)
Δένδρα χωρίς καρπούς			
11/5/2010	23,1	50,2	1,47
12/6/2010	28,9	42,1	2,36
3/7/2010	25,8	61,5	1,32
7/9/2010	23,1	68,0	0,96
24/10/2010	22,5	66,0	0,74

4.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2011 στο Διμήνι

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 οι βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν ήταν: τον Ιούνιο 32,2 mm βροχής, τον Ιούλιο δεν παρατηρήθηκαν καθόλου βροχοπτώσεις, τον Αύγουστο 44,8 mm και το Σεπτέμβριο 20,9 mm.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.3, κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η θερμοκρασία αέρα ήταν σταθερά αυξημένη από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Αυγούστου με μέγιστη τιμή στα μέσα Ιουλίου, ενώ το Σεπτέμβριο μειώθηκε φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου. Η σχετική υγρασία αέρα δεν

παρουσίασε ιδιαίτερες διακυμάνσεις ως τα μέσα Σεπτεμβρίου, αλλά στις αρχές Αυγούστου ήταν αυξημένη λόγω των βροχοπτώσεων εκείνων των ημερών. Στα τέλη Σεπτεμβρίου, με το πέρας της θερμής περιόδου και με τις πρώτες βροχοπτώσεις του Σεπτεμβρίου να συμβαίνουν μετά τις 15/9/2011, η σχετική υγρασία αέρα αυξήθηκε σημαντικά. Επιπλέον η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία αέρα που επικράτησαν κατά την πειραματική περίοδο του 2011, είχαν ως αποτέλεσμα το αυξημένο VPD το οποίο παρατάθηκε σημαντικά ως τα μέσα Σεπτεμβρίου, με εξαίρεση τις αρχές Αυγούστου που ήταν μειωμένο συγκριτικά με την υπόλοιπη θερμή περίοδο λόγω βροχοπτώσεων. Το μέγιστο VPD βρέθηκε στα μέσα Ιουλίου και το ελάχιστο στα τέλη Σεπτεμβρίου.

Πίνακας 4.3. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα και VPD κατά τις ώρες 9:00-13:00 την πειραματική περίοδο του 2011.

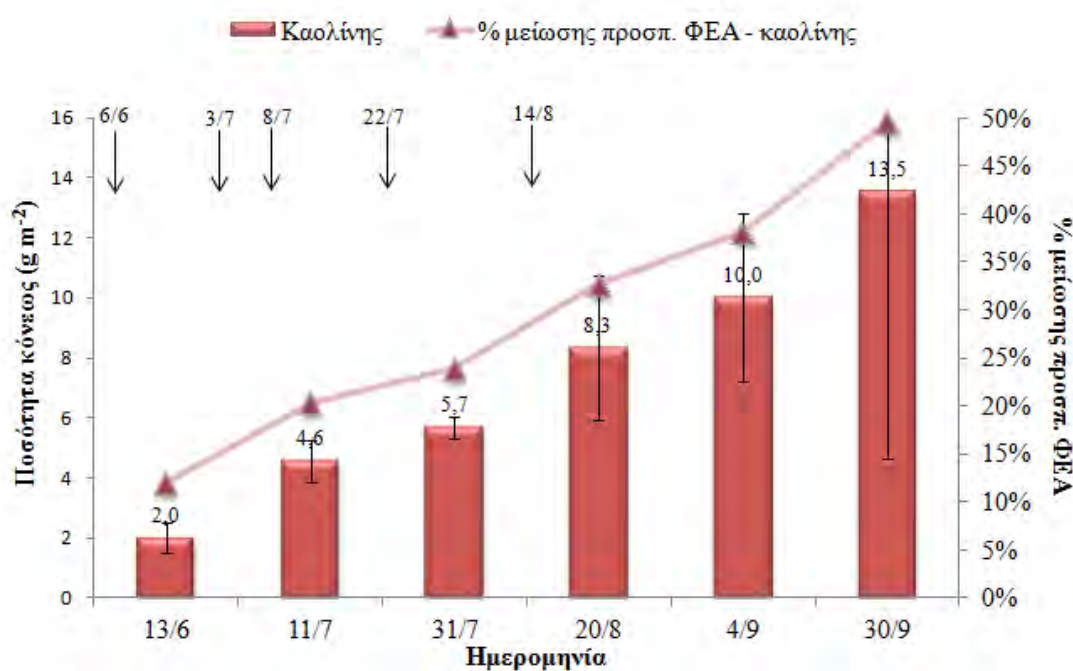
Ημερομηνία	Θερμοκρ. αέρα (°C)	Σχ. υγρασία (%)	VPD (kPa)
20/6/2011	29,7	45	2,31
14/7/2011	31,0	41	2,72
8/8/2011	27,3	59	1,58
25/8/2011	27,6	48	2,00
15/9/2011	25,9	43	1,95
25/9/2011	21,0	71	0,78

4.3.4 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η εφαρμογή καολίνη στην κόμη των δένδρων ελιάς έγινε κατ' επανάληψη προκειμένου τα δένδρα να αποκτήσουν ομοιόμορφη κάλυψη με καολίνη, η κόμη να αποκτήσει το χαρακτηριστικά λευκό χρώμα και να αναπληρωθεί οποιαδήποτε απώλεια καολίνη λόγω των βροχοπτώσεων που συνέβησαν περιοδικά. Σε όλη την πειραματική περίοδο πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες φύλλων, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.2.3, για να ποσοτικοποιηθεί η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων. Στα μέσα Αυγούστου έγινε η τελευταία εφαρμογή καολίνη για να διαπιστωθεί η πιθανή απώλεια καολίνη από τα φύλλα λόγω των βροχοπτώσεων του φθινοπώρου και να εκτιμηθούν οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων μετά την πιθανή απομάκρυνση του καολίνη.

Στη διάρκεια της πειραματικής περιόδου του 2009, οι επαναληπτικές εφαρμογές καολίνη αύξησαν την ποσότητα των υπολειμμάτων καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς και η ποσότητα του καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων κυμάνθηκε

από 2,0 g m⁻² έως 13,5 g m⁻² (Γρ. 4.1). Έως τα μέσα Αυγούστου είναι δικαιολογημένη η αύξηση της ποσότητας καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων όπως και στις αρχές Σεπτεμβρίου, καθώς δεν παρατηρήθηκαν βροχοπτώσεις έως τότε για την απομάκρυνσή του. Από τα μέσα Σεπτεμβρίου και μετά οι βροχοπτώσεις ήταν σημαντικές και αναμενόμενη ήταν η απομάκρυνση εν μέρει του καολίνη από τα φύλλα, κάτι το οποίο δεν συνέβη.



Γράφημα 4.1. Ποσότητα καολίνη (g m⁻²) στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνεων.

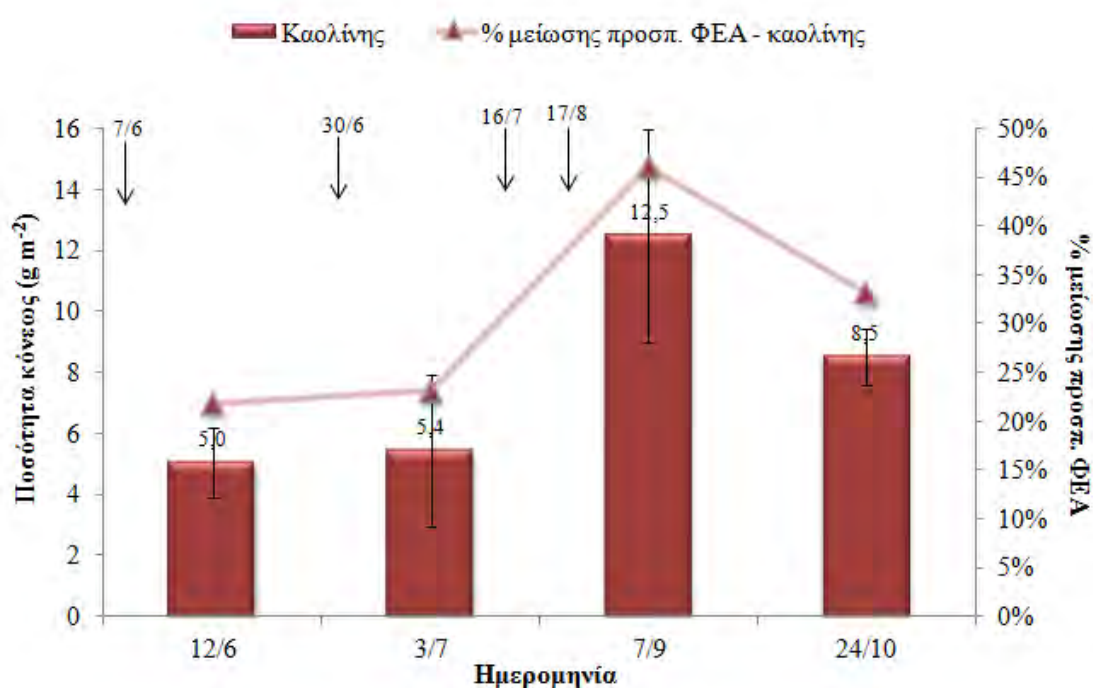
Το γεγονός ότι έως τα τέλη Σεπτεμβρίου δεν μειώθηκε η ποσότητα του καολίνη στα φύλλα μπορεί να συνδέεται με τη δειγματοληψία των φύλλων. Τα δένδρα ελιάς είχαν χαρακτηριστικά πλούσια κόμη και δεδομένου του μικρού μεγέθους των φύλλων ελιάς, είναι πιθανόν τα φύλλα στο εσωτερικό της κόμης να μην ξεπλύθηκαν από τη βροχή στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης, ενδεχομένως η ποσότητα του καολίνη πριν την έναρξη των βροχοπτώσεων να ήταν τέτοια ώστε να μην μπόρεσε να απομακρυνθεί σημαντικά με τη βροχή. Άλλωστε μακροσκοπικά τα δένδρα στα τέλη Σεπτεμβρίου εξακολουθούσαν να έχουν λευκή απόχρωση. Επιπλέον μπορεί η κάλυψη της κόμης με καολίνη να μην ήταν ομοιόμορφη και η ποσότητα του καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων να παρουσίαζε μεγάλη διακύμανση. Συνεπώς ένα παράγοντας η δειγματοληψία των φύλλων και ένας η παραμένουσα ποσότητα καολίνη στα φύλλα

πιθανόν να δικαιολογούν την αυξημένη ποσότητα καολίνη στα φύλλα στα τέλη Σεπτεμβρίου.

4.3.5 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων δένδρων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων των δένδρων ελιάς συσσωρεύτηκε σταδιακά κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου του 2010, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου απομακρύνθηκε μερικώς λόγω των βροχοπτώσεων (Γρ. 4.2). Φαίνεται και πάλι ότι οι βροχοπτώσεις του φθινοπώρου είναι δύσκολο να απομακρύνουν ολοκληρωτικά τον καολίνη από την επιφάνεια των φύλλων ελιάς.

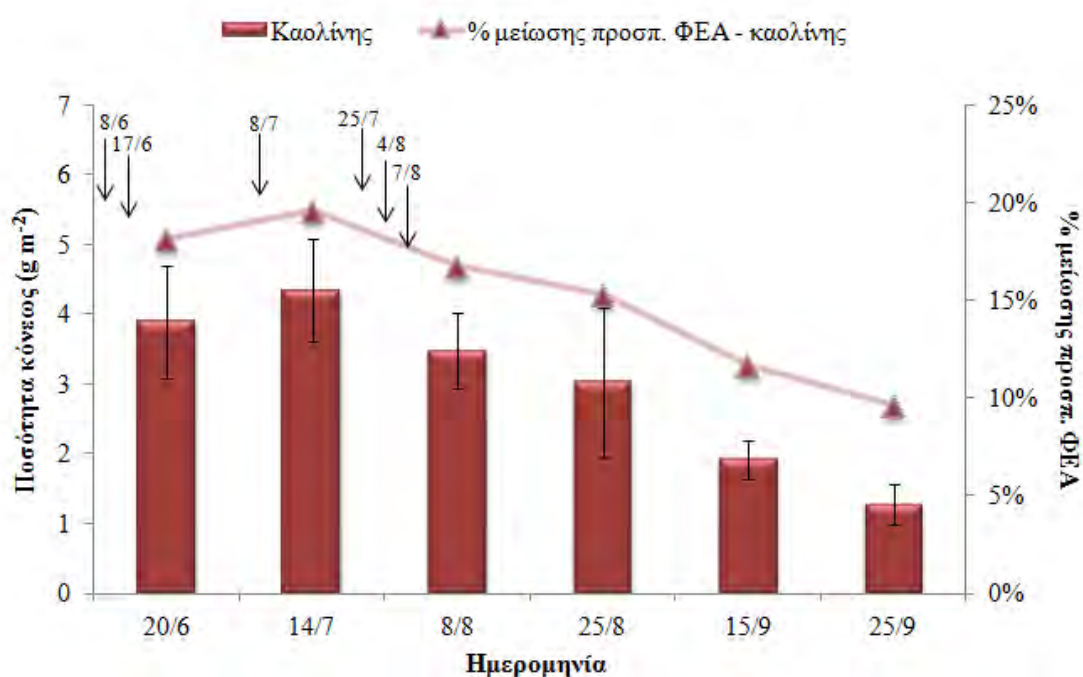
Κατά το καλοκαίρι του 2010 η ποσότητα του καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων κυμάνθηκε από $5,0 \text{ g m}^{-2}$ έως $12,5 \text{ g m}^{-2}$ (Γρ. 4.2).



Γράφημα 4.2. Ποσότητα καολίνη (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνεων.

4.3.6 Ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η ποσότητα του καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων κυμάνθηκε από $1,3 \text{ g m}^{-2}$ έως $4,3 \text{ g m}^{-2}$ (Γρ. 4.3) και η τελευταία εφαρμογή καολίνη έγινε στις αρχές Αυγούστου. Η διαφορά της πειραματικής περιόδου του 2011 με τα άλλα έτη είναι ότι ο Αύγουστος ήταν βροχερός και η ποσότητα καολίνη στα φύλλα δεν έφτασε ποτέ στα επίπεδα των άλλων δύο ετών 2009 και 2010. Η χαμηλότερη ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων φαίνεται ότι ήταν πιο εύκολο να απομακρυνθεί με τις βροχές του Σεπτεμβρίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου του 2011 παρατηρήθηκε η χαμηλότερη ποσότητα καολίνη στα φύλλα και στα τρία έτη των μετρήσεων.



Γράφημα 4.3. Ποσότητα καολίνη (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνεων.

4.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Στα μέσα Αυγούστου του 2011 μετρήθηκαν η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης

και αυτών του μάρτυρα. Κατά τη μέτρηση της ακτινοβολίας η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ήταν $3,5 \text{ g m}^{-2}$.

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στην κόμη των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν παρόμοια με αυτή στην κόμη των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 4.4). Η ανακλώμενη ΦΕΑ από την κόμη των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν σχεδόν διπλάσια από αυτή των δένδρων του μάρτυρα.

Πίνακας 4.4. Μέση προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία (\pm τυπική απόκλιση) στην κόμη των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα.

	Μάρτυρας	Καολίνης
Φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία (ΦΕΑ) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)		
Προσπίπτουσα στην κόμη	1568 ± 46	1521 ± 91
Ανακλώμενη από την κόμη	104 ± 8	194 ± 23
Υπεριώδης ακτινοβολία (UV) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)		
Προσπίπτουσα στην κόμη	85 ± 6	84 ± 12
Ανακλώμενη από την κόμη	$3,0 \pm 0,6$	$7,6 \pm 1,0$

Ομοίως, η προσπίπτουσα UV ακτινοβολία στην κόμη των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη ήταν παρόμοια με αυτή στην κόμη των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 4.4). Η ανακλώμενη UV ακτινοβολία από την κόμη των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν τουλάχιστον διπλάσια από την ανακλώμενη UV ακτινοβολία από την κόμη των δένδρων του μάρτυρα.

4.3.8 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Το λευκό επίχρισμα στην επιφάνεια των φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης, εκτός από την αύξηση της ανακλώμενης ΦΕΑ που προαναφέρθηκε, μπορεί να μειώσει τη διερχόμενη ΦΕΑ και τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων για τις φυσιολογικές τους λειτουργίες. Όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.8, η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων συσχετίστηκε σημαντικά ($R^2=0,98$) με το ποσοστό μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ κάτω από τη στιβάδα των υπολειμμάτων καολίνης στα φύλλα. Με το όργανο της φωτοσύνθεσης μετρήθηκε η προσπίπτουσα ΦΕΑ στο θάλαμο που εσωκλείεται το προς μέτρηση φύλλο κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου του 2009. Στη συνέχεια με την εξίσωση συσχέτισης υπολογίστηκε το

ποσοστό μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και η τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα (Πίν. 4.5).

Πίνακας 4.5. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα καολίνη, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα καολίνη (g m^{-2})	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
13/6/2009	Μάρτυρας	1521	-	-	1521
	Καολίνης	1571	2,0	12	1382
11/7/2009	Μάρτυρας	1550	-	-	1550
	Καολίνης	1562	4,6	20	1250
31/7/2009	Μάρτυρας	1218	-	-	1218
	Καολίνης	1218	5,7	24	926
20/8/2009	Μάρτυρας	1506	-	-	1506
	Καολίνης	1407	8,3	33	943
4/9/2009	Μάρτυρας	1499	-	-	1499
	Καολίνης	1468	10,0	38	910
30/9/2009	Μάρτυρας	1233	-	-	1233
	Καολίνης	1178	13,5	50	589
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
EΣΔ _{0,05}		121			104

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων εντός του θαλάμου του οργάνου της φωτοσύνθεσης παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, με μία μείωση στα τέλη Ιουλίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου, με το πέρασμα στο φθινόπωρο, μειώθηκε φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή (Πίν. 4.5). Η εφαρμογή καολίνης στα φύλλα δεν μετέβαλε την προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα από τα φύλλα του μάρτυρα. Αλλά η διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη ήταν σημαντικά μειωμένη από αυτή των φύλλων του μάρτυρα, σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 12% έως 50% (Πίν. 4.5). Όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.5 η διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα ήταν κατά βάση υψηλότερη των $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, αλλά στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε στα $589 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ γεγονός που καθιστά την παρουσία του καολίνης στα φύλλα ως φωτοπεριοριστικό παράγοντα.

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 30,9 °C έως 34,9 °C, παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές στα μέσα Ιουλίου και τις χαμηλότερες στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων παρά μόνο στα μέσα Αυγούστου που στην περίπτωση του καολίνη η θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη από το μάρτυρα κατά 1,6 °C.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 377 έως 409 $\mu\text{mol mol}^{-1}$.

Πίνακας 4.6. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	CO _{2in} ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Fv/Fm
13/6/2009	Μάρτυρας	0,072	1,64	8,43	148	0,803
	Καολίνης	0,083	2,18	9,97	154	0,793
11/7/2009	Μάρτυρας	0,058	1,76	6,58	169	0,820
	Καολίνης	0,081	2,41	8,70	186	0,822
31/7/2009	Μάρτυρας	0,055	1,38	6,06	170	0,804
	Καολίνης	0,066	1,58	6,95	174	0,811
20/8/2009	Μάρτυρας	0,044	1,33	4,84	166	0,790
	Καολίνης	0,056	1,44	5,72	174	0,816
4/9/2009	Μάρτυρας	0,092	1,95	7,70	199	0,814
	Καολίνης	0,094	2,14	7,79	196	0,828
30/9/2009	Μάρτυρας	0,102	2,35	8,56	209	0,818
	Καολίνης	0,137	2,62	10,20	221	0,823
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	NS
Μεταχείριση		***	***	***	NS	NS
EΣΔ _{0,05}		0,026	0,41	1,40	19	0,040

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η g_s των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν μεταβλήθηκε σημαντικά από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου, αλλά στα μέσα Αυγούστου έφτασε τη χαμηλότερη τιμή ως αποτέλεσμα της παρατεταμένης ζέστης και του υψηλού VPD (Πίν. 4.6). Στη συνέχεια, το Σεπτέμβριο, η g_s των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε φτάνοντας την υψηλότερη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου ως αποτέλεσμα των ευνοϊκότερων συνθηκών για τη λειτουργία των στοματίων ήτοι χαμηλότερων θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων του φθινοπώρου. Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη g_s από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη

την πειραματική περίοδο, αλλά σημαντικά μόνο στα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου είχαν παρόμοια.

Όμοια με την g_s , η E των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σημαντικά στα τέλη Ιουλίου έως τα μέσα Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου αυξήθηκε φτάνοντας την υψηλότερη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.6). Επιπλέον, η E των φύλλων των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν καολίνη ήταν υψηλότερη συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο, αλλά σημαντικά από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου.

Η A των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.6). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη A από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο, αλλά σημαντικά από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης, τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο CO_2 in εκτός από τα μέσα Ιουνίου και τα τέλη Σεπτεμβρίου, που τα καλυμμένα φύλλα με καολίνη είχαν ελαφρώς υψηλότερο από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 4.6).

Σύμφωνα με τα πιο πάνω αποτελέσματα, την πιο θερμή περίοδο, από τα τέλη Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου, που το VPD παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές, αλλά και στις αρχές Σεπτεμβρίου αμέσως μετά από τη θερμική καταπόνηση του καλοκαιριού, τα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων συμπεριφέρθηκαν με παρόμοιο τρόπο. Η παρουσία καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων βελτίωσε τις φυσιολογικές τους λειτουργίες αλλά στην περίοδο της έντονης θερμικής καταπόνησης ή στις αρχές Σεπτεμβρίου (αμέσως μετά) δεν διέφερε ουσιαστικά από το μάρτυρα δείχνοντας ότι δεν κατάφερε να ανακουφίσει τα φύλλα από την έντονη θερμική καταπόνηση.

Παρά το γεγονός ότι από τα μέσα Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου φαίνεται η θερμική καταπόνηση των φύλλων να περιορίσει σημαντικά τη λειτουργία των στοματίων και τις A και E , ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης F_v/F_m παρέμεινε σταθερός σε όλη την πειραματική περίοδο και ίσος ή υψηλότερος του 0,8 υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του PSII στα φύλλα των δένδρων ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων και ότι ο φωτοσυνθετικός μηχανισμός στην ελιά αντέχει στη θερμική καταπόνηση (Πίν. 4.6). Επιπλέον, συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις τα

φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου Fv/Fm.

Εκτός από τις περιοριστικές κλιματικές συνθήκες για την ομαλή λειτουργία των φύλλων, περιοριστικός παράγοντας ήταν και η άρδευση των δένδρων που ήταν ελλειμματική. Άλλωστε το ΥΔΒ των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων ήταν σημαντικά αρνητικό σε όλη την πειραματική περίοδο, αν και τα δένδρα που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν λιγότερο αρνητικό ΥΔΒ από τα μέσα Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου από το μάρτυρα (Πίν. 4.7). Επίσης, στα δένδρα και των δύο μεταχειρίσεων το ΥΔΒ το μεσημέρι έγινε πιο αρνητικό κατά τη θερμή περίοδο με τη χαμηλότερη τιμή στα τέλη Ιουλίου, ενώ στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου το ΥΔΒ ήταν λιγότερο αρνητικό από τη θερμή περίοδο και είχε παρόμοιες τιμές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 4.7. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ, πραγματική ΑΠΦ και του ΥΔΒ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγμ. ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	ΥΔΒ (MPa)
13/6/2009	Μάρτυρας	5,31	0,552	0,552	-2,75
	Καολίνης	4,64	0,634	0,721	-2,71
11/7/2009	Μάρτυρας	3,84	0,426	0,426	-3,07
	Καολίνης	3,75	0,557	0,697	-2,47
31/7/2009	Μάρτυρας	4,47	0,518	0,518	-3,52
	Καολίνης	4,48	0,569	0,748	-3,05
20/8/2009	Μάρτυρας	3,70	0,325	0,325	-3,09
	Καολίνης	4,07	0,410	0,612	-2,83
4/9/2009	Μάρτυρας	4,00	0,517	0,517	-3,15
	Καολίνης	3,80	0,536	0,864	-2,84
30/9/2009	Μάρτυρας	3,64	0,708	0,708	-2,98
	Καολίνης	3,90	0,898	1,797	-2,74
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		0,54	0,123	0,173	0,303

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΧΝ των φύλλων των δένδρων ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σημαντικά από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου με μία αύξηση στα τέλη Ιουλίου (Πίν. 4.7). Η χαμηλότερη ΑΠΧΝ στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων με το πέρας της θερμής περιόδου σχετίζεται με το άνοιγμα των στοματίων και τη

βελτίωση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων με κόστος όμως την κατανάλωση νερού το οποίο ήταν πλέον πιο διαθέσιμο. Συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με καολίνη είχαν χαμηλότερη ΑΠΧΝ συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου, ενώ σε όλη την υπόλοιπη πειραματική περίοδο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Στα μέσα Ιουνίου η μειωμένη ΑΠΧΝ των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη οφείλεται στην υψηλή Ε από την Α, η οποία ήταν επίσης αυξημένη από τα φύλλα του μάρτυρα και συνδέεται με την αυξημένη στοματική αγωγιμότητα.

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων δεν μεταβλήθηκε ιδιαίτερα από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Ιουλίου, αλλά μειώθηκε στα μέσα Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σημαντικά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.8). Στα μέσα Αυγούστου η μείωση της ΑΠΦ στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων συνδέεται με τη χαμηλότερη Α. Το φθινόπωρο, αν και η προσπίπτουσα ΦΕΑ είχε μειωθεί μερικώς, ήταν υψηλότερη από το σημείο φωτοκορεσμού για την ελιά και δεδομένων των ευνοϊκότερων συνθηκών για τη φωτοσύνθεση αυξήθηκε και η ΑΠΦ στα φύλλα. Κατά τη σύγκριση των δύο μεταχειρίσεων βρέθηκε ότι τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν υψηλότερη ΑΠΦ στα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου. Ειδικά στα τέλη Σεπτεμβρίου που η ΦΕΑ ήταν χαμηλότερη από το σημείο φωτοκορεσμού, τα φύλλα με καολίνη είχαν υψηλότερη Α και υψηλότερη ΑΠΦ από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν σημαντικά υψηλότερη πραγματική ΑΠΦ (ΦΕΑ που διαπερνά το στρώμα καολίνη και φτάνει την επιφάνεια του φύλλου) από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο και, παρά το μειωμένο φως, η Α ήταν παρόμοια ή υψηλότερη από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 4.7).

Εκτός από τα παραπάνω σημαντικά αποτελέσματα της επίδρασης του καολίνη στις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων ελιάς, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συσχετίσεις κάποιων φυσιολογικών παραμέτρων, καθώς και η συσχέτισή τους με το VPD (Πίν. 4.8). Από τις συσχετίσεις φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική αρνητική συσχέτιση του VPD με τα g_s και CO_2in και στις δύο μεταχειρίσεις, με την Ε μόνο στην περίπτωση του μάρτυρα, ενώ η Α και των δύο μεταχειρίσεων δεν ήταν τόσο ευαίσθητη ($r=NS$) στο υψηλό VPD. Η αρνητική αυτή συσχέτιση δείχνει ότι το VPD είναι καθοριστικός παράγοντας στη λειτουργία των στοματίων και η μείωση των g_s ,

CO₂in και E (μόνο στο μάρτυρα) σχετίζονται με το κλείσιμο των στοματίων κατά τη θερμή περίοδο του καλοκαιριού, από τα τέλη Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου, που το VPD είχε τις υψηλότερες τιμές. Το γεγονός ότι στην περίπτωση του καολίνης η E δεν συσχετίστηκε με το VPD δείχνει ότι ενδεχομένως τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη μπορούσαν να διαχειριστούν καλύτερα την υδατική τους κατάσταση. Συγχρόνως να αναφερθεί ότι κατά τη θερμή περίοδο τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν λιγότερο αρνητικό ΥΔΒ από τα φύλλα του μάρτυρα. Βέβαια το ΥΔΒ δεν συσχετίστηκε με τις φυσιολογικές παραμέτρους δείχνοντας ότι το VPD είναι πιο καθοριστικός παράγοντας στο κλείσιμο των στοματίων. Επιπλέον βρέθηκε σημαντική

Πίνακας 4.8. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s, E, A, CO₂in και της ποσότητας καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

		VPD	Καολίνης	g _s	E	A	CO ₂ in	ΥΔΒ
Μάρτυρας	VPD			r=-0,849 p<0,05	r=-0,944 p<0,01	NS	r=-0,812 p<0,05	NS
Καολίνης			NS	r=-0,977 p<0,01	NS	NS	r=-0,871 p<0,05	NS
Μάρτυρας	Καολίνης							
Καολίνης				NS	NS	NS	r=0,898 p<0,05	NS
Μάρτυρας	g _s				r=0,925 p<0,01	r=0,863 p<0,01	r=0,762 p<0,05	NS
Καολίνης					r=0,848 p<0,05	r=0,810 p<0,05	r=0,788 p<0,05	NS
Μάρτυρας	E					r=0,782 p<0,05	NS	NS
Καολίνης						r=0,938 p<0,01	NS	NS
Μάρτυρας	A						NS	NS
Καολίνης							NS	NS
Μάρτυρας	CO ₂ in							NS
Καολίνης								NS
Μάρτυρας	ΥΔΒ							
Καολίνης								

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για p<0,05, p<0,01, NS: μη σημαντική διαφορά

θετική συσχέτιση της g_s με τις A και E και στις δύο μεταχειρίσεις δείχνοντας ότι το κλείσιμο των στοματίων κατά τη θερμή περίοδο ήταν καθοριστικός παράγοντας στη φυσιολογική λειτουργία των φύλλων (Πίν. 4.8). Επιπλέον όμως ήταν σημαντικό να εκτιμηθούν και άλλοι παράγοντες, εκτός από το κλείσιμο των στοματίων, για τις μειωμένες E και A κατά τη θερμή περίοδο. Έτσι η συσχέτιση της g_s με το CO₂in

έδειξε θετική συσχέτιση, ενώ η A δεν συσχετίστηκε με τη συγκέντρωση του CO₂in (Πίν. 4.8). Αυτό μπορεί να σχετίζεται με το γεγονός ότι στα μέσα Ιουνίου με μία μέτρια g_s, η A ήταν υψηλότερη και για τις δύο μεταχειρίσεις οπότε υπήρχε κατανάλωση του εσωτερικού CO₂in για την παραγωγή υδατανθράκων και έτσι δικαιολογείται η χαμηλότερη συγκέντρωση του CO₂in. Αργότερα στα μέσα Ιουλίου και ως τα μέσα Αυγούστου μειώθηκε η g_s και παράλληλα μειώθηκε και η A με αποτέλεσμα τη μερική αύξηση του CO₂in. Το Σεπτέμβριο που οι κλιματικές συνθήκες ήταν και πάλι ευνοϊκές για τη λειτουργία των στοματίων το CO₂in αυξήθηκε σημαντικά αλλά αυξήθηκε σημαντικά και η A.

4.3.9 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνη κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 τα δένδρα ελιάς λόγω παρενιαυτοφορίας ήταν σε χρονιά ακαρπίας. Επίσης, η πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς έγινε πριν την εφαρμογή καολίνης και νωρίτερα από τα έτη 2009 και 2011 και οι μετρήσεις παρατάθηκαν ως τα τέλη Οκτωβρίου.

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα, στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης, ήταν σε υψηλά επίπεδα από τα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Ιουλίου και μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου παραμένοντας σταθερή έως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 4.9). Επιπλέον, η εφαρμογή καολίνης στα φύλλα δεν μετέβαλε την προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα, στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης, από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν σημαντικά χαμηλότερη διαθέσιμη ΦΕΑ (κάτω από το στρώμα του καολίνης) μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα, σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 22% έως 46% (Πίν. 3.9). Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.9, μέχρι τα μέσα Ιουλίου παρά τη μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ παρουσία καολίνης, η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ξεπερνούσε τα 1000 μmol m⁻² s⁻¹. Στις αρχές Σεπτεμβρίου η χαμηλότερη προσπίπτουσα ΦΕΑ, λόγω της εποχής, και η υψηλότερη ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων εξαιτίας των μηδαμινών βροχοπτώσεων, μείωσαν τη διαθέσιμη ΦΕΑ στα 641 μmol m⁻² s⁻¹ φτάνοντας τις χαμηλότερες τιμές και αποτελώντας θέμα έλλειψης επαρκούς φωτός στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα. Στα

τέλη Οκτωβρίου η μείωση της ποσότητας καολίνη στα φύλλα λόγω των βροχοπτώσεων αύξησε τη διαθέσιμη ΦΕΑ αλλά ως τα 867 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Πίνακας 4.9. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα καολίνη, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα καολίνη (g m^{-2})	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
11/5/2010	Μάρτυρας	1425	-	-	1425
	Καολίνης	1375	-	-	1375
12/6/2010	Μάρτυρας	1449	-	-	1449
	Καολίνης	1460	5,0	22	1139
3/7/2010	Μάρτυρας	1385	-	-	1385
	Καολίνης	1365	5,4	23	1051
7/9/2010	Μάρτυρας	1226	-	-	1226
	Καολίνης	1186	12,5	46	641
24/10/2010	Μάρτυρας	1307	-	-	1307
	Καολίνης	1294	8,5	33	867
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
$E\Delta_{0,05}$		134			124

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η θερμοκρασία στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 26,7 °C έως 32,9 °C, παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές στα μέσα Ιουνίου και στις αρχές Σεπτεμβρίου και τις χαμηλότερες στα τέλη Οκτωβρίου. Επιπλέον δεν παρατηρήθηκαν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 376 έως 401 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ χωρίς διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Η g_s των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης δεν μεταβλήθηκε από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουλίου, αλλά μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου μετά από τη θερμή περίοδο του Ιουλίου και του Αυγούστου με τις ελάχιστες βροχοπτώσεις, φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ αυξήθηκε και πάλι σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου που οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές (Πίν. 4.10). Επίσης τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια g_s με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Πίνακας 4.10. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνη και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
11/5/2010	Μάρτυρας	0,146	3,15	11,52	216	0,814
	Καολίνης	0,128	2,84	11,16	209	0,814
12/6/2010	Μάρτυρας	0,145	2,83	11,23	209	0,823
	Καολίνης	0,151	3,09	10,84	220	0,819
3/7/2010	Μάρτυρας	0,156	2,41	11,26	216	0,819
	Καολίνης	0,159	2,54	10,89	228	0,817
7/9/2010	Μάρτυρας	0,106	2,05	7,63	222	0,821
	Καολίνης	0,094	2,08	7,29	213	0,826
24/10/2010	Μάρτυρας	0,158	2,13	10,65	238	0,792
	Καολίνης	0,157	2,73	10,67	236	0,810
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	**	NS
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS	NS
EΣΔ _{0,05}		0,036	0,47	1,49	14	0,028

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η E των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και στη συνέχεια, στα τέλη Οκτωβρίου για τα φύλλα του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή, ενώ για τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα αυξήθηκε σημαντικά (Πίν. 4.10). Επίσης, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια E με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο, εκτός από τα τέλη Οκτωβρίου που είχαν υψηλότερη.

Η A των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων παρέμεινε αμετάβλητη από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουλίου, μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 3.10). Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια A με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Το CO_{2in} στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά από τα μέσα Μαΐου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, αλλά αυξήθηκε στα τέλη Οκτωβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.10). Η παρουσία καολίνης στα φύλλα δεν μετέβαλε το CO_{2in} από τα φύλλα του μάρτυρα.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι η g_s , η E και η A μειώθηκαν σημαντικά μόνο στις αρχές Σεπτεμβρίου μετά από μία θερμή και ξηρή

περίοδο παρόλο που στις αρχές Σεπτεμβρίου οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές, ενώ στην υπόλοιπη περίοδο παρέμειναν σε υψηλά επίπεδα. Επιπλέον, η παρουσία καολίνη στα φύλλα δεν μετέβαλε την g_s και τις E και A , παρά μόνο αύξησε την E στα τέλη Οκτωβρίου από τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα.

Ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης F_v/F_m στα φύλλα των δένδρων όλων των μεταχειρίσεων παρέμεινε αμετάβλητος κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και ίσος ή υψηλότερος του 0,8 (Πίν. 4.10). Η παρουσία καολίνη στα φύλλα δεν μετέβαλε το δείκτη φθορισμού χλωροφύλλης F_v/F_m από τα φύλλα του μάρτυρα.

Το Y_{DB} των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές από το Μάιο ως τις αρχές Ιουλίου, έγινε σημαντικά πιο αρνητικό στις αρχές Σεπτεμβρίου μετά τη θερμή και ξηρή περίοδο του Ιουλίου-Αυγούστου και της ελλειμματικής άρδευσης, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου έγινε σημαντικά λιγότερο αρνητικό δείχνοντας την καλή υδατική κατάσταση των δένδρων (Πίν. 4.11). Επίσης, τα δένδρα που έγινε εφαρμογή καολίνη είχαν παρόμοιο Y_{DB} με τα δένδρα του μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

Πίνακας 4.11. Μεταβολές των παραμέτρων AXN , $ΑΠΦ$, πραγματική $ΑΠΦ$ και Y_{DB} φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	$ΑΠΧΝ$ ($mmol\ mol^{-1}$)	$ΑΠΦ$ ($mol\ 100mol^{-1}$)	Πραγμ. $ΑΠΦ$ ($mol\ 100mol^{-1}$)	Y_{DB} (MPa)
11/5/2010	Μάρτυρας	3,75	0,908	0,908	-2,35
	Καολίνης	3,97	0,826	0,826	-2,60
12/6/2010	Μάρτυρας	3,93	0,796	0,796	-2,78
	Καολίνης	3,53	0,745	0,956	-2,67
3/7/2010	Μάρτυρας	4,77	0,826	0,826	-2,27
	Καολίνης	4,31	0,808	1,050	-2,20
7/9/2010	Μάρτυρας	3,96	0,639	0,639	-3,36
	Καολίνης	3,51	0,629	1,164	-3,21
24/10/2010	Μάρτυρας	5,97	0,823	0,823	-1,56
	Καολίνης	4,00	0,835	1,246	-1,53

Σημαντικότητα

Ημερομηνία	**	***	NS	***
Μεταχείριση	**	NS	***	NS
$E\Sigma_{0,05}$	0,85	0,156	0,187	0,30

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η $ΑΠΧΝ$ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων ήταν υψηλότερη στις αρχές Ιουλίου δεδομένης της χαμηλότερης E χωρίς την αντίστοιχη

μείωση της A, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου μειώθηκε σημαντικά για τον αντίθετο λόγο, για να αυξηθεί και πάλι σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου στην περίπτωση του μάρτυρα ή να παραμείνει αμετάβλητη για τον καολίνη (Πίν. 4.11). Επίσης, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν ελαφρώς χαμηλότερη ΑΠΧΝ συγκριτικά με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και σημαντικά χαμηλότερη στα τέλη Οκτωβρίου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν ελάχιστα χαμηλότερη A και ελάχιστα υψηλότερη E από τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου σημαντικά υψηλότερη E.

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν μεταβλήθηκε σημαντικά ως τις αρχές Ιουλίου, αλλά μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου και αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 4.11). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο. Αν συγκρίνουμε την πραγματική ΑΠΦ, όπως υπολογίστηκε από τη διαθέσιμη ΦΕΑ, των καλυμμένων με καολίνη φύλλων με τα αντίστοιχα του μάρτυρα, τότε φαίνεται ότι αυτά είχαν σημαντικά υψηλότερη πραγματική ΑΠΦ από τα φύλλα του μάρτυρα αμέσως μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνη (Πίν. 4.11).

Από τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των φυσιολογικών παραμέτρων με το VPD φαίνεται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους. Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 με εξαίρεση τα μέσα Ιουνίου που το VPD ήταν υψηλότερο, την υπόλοιπη περίοδο ήταν σχετικά χαμηλό και δεν επηρέασε τη λειτουργία των φύλλων. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, αν και το VPD ήταν σχετικά χαμηλό, η λειτουργία των φύλλων ήταν μειωμένη σε όλες τις μεταχειρίσεις ενδεχομένως λόγω της θερμής περιόδου που προηγήθηκε τον Αύγουστο (δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις). Επίσης βρέθηκε σημαντική θετική συσχέτιση της g_s με την A και στις δύο μεταχειρίσεις ($r=0,967$, $p<0,05$ για το μάρτυρα και $r=0,86$, $p<0,05$ για τον καολίνη) δείχνοντας την άμεση σχέση της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης με τη λειτουργία των στοματίων. Η g_s δεν συσχετίστηκε με την E και το CO_2in αλλά ούτε και η A με την E και το CO_2in σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις. Τέλος το $Y\Delta B$ δεν συσχετίστηκε με τις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων.

Οι σχετικά ήπιες κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν κατά τη θερμή περίοδο του 2010 αποτυπώνονται και στις συσχετίσεις μεταξύ των φυσιολογικών

παραμέτρων. Φαίνεται ότι με εξαίρεση τις αρχές Σεπτεμβρίου, οι φυσιολογικές παράμετροι των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων εμφάνισαν μία σταθερότητα κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου παρά το σημαντικά αρνητικό ΥΔΒ και των δύο μεταχειρίσεων.

4.3.10 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου του 2011, η προσπίπτουσα ΦΕΑ στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης δεν παρουσίασε ιδιαίτερες διακυμάνσεις και γενικά βρισκόταν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, κυρίως στα μέσα Ιουλίου, αλλά στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε επιπλέον φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και για τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 4.12). Η εφαρμογή καολίνη στα φύλλα δεν μετέβαλε την προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν σταθερά χαμηλότερη διαθέσιμη ΦΕΑ (κάτω από το στρώμα του καολίνης) συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 10% έως 20% αλλά ήταν πάντα $>900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Πίνακας 4.12. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα καολίνης, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα καολίνης (g m^{-2})	% μείωση προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
20/6/2011	Μάρτυρας	1366	-	-	1366
	Καολίνης	1311	3,9	18	1075
14/7/2011	Μάρτυρας	1156	-	-	1156
	Καολίνης	1209	4,3	20	967
8/8/2011	Μάρτυρας	1365	-	-	1365
	Καολίνης	1355	3,5	17	1124
25/8/2011	Μάρτυρας	1145	-	-	1145
	Καολίνης	1252	3,0	15	1064
15/9/2011	Μάρτυρας	1209	-	-	1209
	Καολίνης	1284	1,9	12	1130
25/9/2011	Μάρτυρας	1104	-	-	1104
	Καολίνης	1048	1,3	10	943
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
EΣΔ _{0,05}		123			113

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η θερμοκρασία στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 32,5 °C έως 34,1 °C και παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές στα μέσα Σεπτεμβρίου και τις χαμηλότερες στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 369 έως 394 μmol mol⁻¹.

Η g_s των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε στις αρχές Αυγούστου λόγω των βροχοπτώσεων που συνέβησαν τις προηγούμενες ημέρες και του χαμηλότερου VPD για να ακολουθήσει μία θερμή περίοδος με σημαντικά υψηλότερο VPD που μείωσε την g_s των φύλλων από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου φτάνοντας τις ελάχιστες τιμές (Πίν. 4.13). Στα τέλη Σεπτεμβρίου, η g_s των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή λόγω των ευνοϊκότερων κλιματικών συνθηκών. Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη g_s από τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου.

Παρόμοια τάση με την g_s ήταν η τάση και για την E των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, καθώς αυξήθηκε ελαφρώς στις αρχές Αυγούστου, ενώ από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου παρουσίασε τις χαμηλότερες τιμές για να αυξηθεί και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.13). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη E από τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο.

Η A των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου, εμφάνισε τις χαμηλότερες τιμές από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε σημαντικά φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.13). Επίσης, συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, η παρουσία καολίνη στα φύλλα δεν μετέβαλε την A συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα παρά μόνο την αύξησε ελαφρώς στα μέσα Ιουνίου.

Το CO₂in παρουσίασε την ίδια τάση με την g_s και την A εμφανίζοντας τις χαμηλότερες τιμές από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου και την υψηλότερη στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.13). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοιο CO₂in με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν υψηλότερο.

Πίνακας 4.13. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
20/6/2011	Μάρτυρας	0,077	2,29	7,68	185	0,818
	Καολίνης	0,091	2,61	8,51	193	0,835
14/7/2011	Μάρτυρας	0,091	2,22	8,56	192	0,804
	Καολίνης	0,092	2,18	8,11	199	0,809
8/8/2011	Μάρτυρας	0,106	2,45	8,36	205	0,796
	Καολίνης	0,096	2,36	7,99	195	0,798
25/8/2011	Μάρτυρας	0,078	2,19	7,84	182	0,807
	Καολίνης	0,067	2,10	7,28	172	0,812
15/9/2011	Μάρτυρας	0,070	2,20	7,33	179	0,806
	Καολίνης	0,067	2,20	7,07	176	0,808
25/9/2011	Μάρτυρας	0,106	2,54	9,64	203	0,815
	Καολίνης	0,117	2,77	9,54	218	0,814
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	**
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS	NS
$E\Delta_{0,05}$		0,01	0,28	1,16	12	0,026

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Σύμφωνα με τα πιο πάνω αποτελέσματα, από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου η g_s των φύλλων και οι E και A δεν παρουσίασαν ουσιαστικές μεταβολές παρά το υψηλότερο VPD από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου που ήταν και το μέγιστο. Ενδεχομένως τα δένδρα ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων μετά από μία ήπια περίοδο μεταβολής από την άνοιξη στο καλοκαίρι, μπόρεσαν να διατηρήσουν μία σταθερότητα στις φυσιολογικές τους λειτουργίες ως τα μέσα Ιουλίου που παρατάθηκε ως τις αρχές Αυγούστου, που οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ήπιες με χαμηλότερο VPD λόγω κάποιων βροχοπτώσεων. Αργότερα στα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου φαίνεται ότι η έλλειψη βροχοπτώσεων, οι παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες και το υψηλότερο VPD μείωσαν την g_s και τις E και A στο ελάχιστο. Στα τέλη Σεπτεμβρίου, που οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές, οι g_s , E και A εμφάνισαν τις μέγιστες τιμές.

Στα φύλλα των δένδρων ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων, ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης Fv/Fm παρέμεινε αμετάβλητος κατά την πειραματική περίοδο και ίσος ή υψηλότερες του 0,8 υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του PSII στα φύλλα των δένδρων ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 4.13). Επίσης, συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, τα φύλλα των δένδρων και των δύο

μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιες τιμές του λόγου Fv/Fm σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η παρουσία καολίνη στα φύλλα δεν βελτίωσε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων παρά μόνο στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου. Δηλαδή, όταν οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές, ο καολίνης αύξησε τις g_s και E και ελαφρώς την A.

Η ΑΠΧΝ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 4.14). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια ΑΠΧΝ με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν χαμηλότερη λόγω της υψηλότερης E χωρίς όμως την ανάλογη αύξηση της A.

Πίνακας 4.14. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ και πραγματική ΑΠΦ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγμ. ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)
20/6/2011	Μάρτυρας	3,37	0,567	0,567
	Καολίνης	3,24	0,651	0,794
14/7/2011	Μάρτυρας	3,85	0,778	0,778
	Καολίνης	3,68	0,692	0,865
8/8/2011	Μάρτυρας	3,41	0,613	0,613
	Καολίνης	3,37	0,596	0,718
25/8/2011	Μάρτυρας	3,60	0,693	0,693
	Καολίνης	3,47	0,594	0,698
15/9/2011	Μάρτυρας	3,32	0,611	0,611
	Καολίνης	3,21	0,561	0,638
25/9/2011	Μάρτυρας	3,80	0,884	0,884
	Καολίνης	3,44	0,944	1,049
Σημαντικότητα				
Ημερομηνία		***	***	***
Μεταχείριση		**	NS	***
EΣΔ _{0,05}		0,25	0,133	0,147

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές από τις αρχές Ιουνίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.14). Αυτό συνέβη αφού η A αυξήθηκε σημαντικότερα ενώ η ΦΕΑ μειώθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν

παρόμοιες τιμές ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα. Αν όμως υπολογιστεί η ΑΠΦ από τη διαθέσιμη ΦΕΑ, τότε η πραγματική ΑΠΦ των καλυμμένων με καολίνη φύλλων ήταν υψηλότερη στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και παρόμοια την υπόλοιπη περίοδο από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 4.14). Φαίνεται ότι το ποσοστό μείωσης της ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα ήταν τέτοιο που δεν μείωσε την Α. Άλλωστε η διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα ξεπερνούσε πάντα τα $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Πίνακας 4.15. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s , E, A, CO_2in και της ποσότητας καολίνη κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

		VPD	Καολίνης	g_s	E	A	CO_2in
Μάρτυρας	VPD			NS	$r=-0,831$ $p<0,01$	NS	NS
Καολίνης			$r=0,812$ $p<0,05$	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	Καολίνης						
Καολίνης				NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	g_s				$r=0,854$ $p<0,05$	$r=0,855$ $p<0,05$	$r=0,995$ $p<0,001$
Καολίνης					$r=0,817$ $p<0,05$	$r=0,952$ $p<0,01$	$r=0,984$ $p<0,001$
Μάρτυρας	E					NS	NS
Καολίνης						$r=0,902$ $p<0,05$	NS
Μάρτυρας	A						$r=0,829$ $p<0,05$
Καολίνης							$r=0,946$ $p<0,01$
Μάρτυρας	CO_2in						
Καολίνης							

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για $p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,001$, NS: μη σημαντική διαφορά

Εκτός από τα παραπάνω σημαντικά αποτελέσματα της επίδρασης του καολίνη στις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων ελιάς, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συσχετίσεις κάποιων σημαντικών παραμέτρων καθώς και η συσχέτισή τους με το VPD (Πίν. 4.15). Από τις συσχετίσεις φαίνεται ότι οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων δεν ήταν τόσο ευαίσθητες στο υψηλότερο VPD, παρά μόνο η E στην περίπτωση του μάρτυρα. Φαίνεται ότι τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν τη δυνατότητα της καλύτερης διαχείρισης της υδατικής τους κατάστασης από τα φύλλα του μάρτυρα. Η συσχέτιση της g_s με τα E, A και CO_2in έδειξε ότι υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση και για τις δύο μεταχειρίσεις που σημαίνει ότι η

μείωση ή η αύξηση των E, A και CO₂in είναι αλληλένδετα με την ομαλή λειτουργία των στοματίων.

4.3.11 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης, μειώθηκε σημαντικά από τα μέσα Ιουνίου που ήταν η μέγιστη τιμή έως τα μέσα Ιουλίου (Πίν. 4.16). Στη συνέχεια για τα φύλλα του μάρτυρα η ΠΕΡΝΕ μειώθηκε περαιτέρω στα μέσα Αυγούστου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή, ενώ αυξήθηκε και πάλι ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Στην περίπτωση του καολίνη η ΠΕΡΝΕ των φύλλων παρέμεινε σχετικά αμετάβλητη από τα τέλη Ιουλίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα μέσα Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου από τα φύλλα του μάρτυρα και παρόμοια στα μέσα Ιουνίου, στα τέλη Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου.

Πίνακας 4.16. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλου δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
13/6/2009	Μάρτυρας	54,0	218	490	22,7
	Καολίνης	52,0	226	510	21,7
11/7/2009	Μάρτυρας	42,5	230	605	15,3
	Καολίνης	46,0	197	570	15,0
31/7/2009	Μάρτυρας	46,0	216	580	15,5
	Καολίνης	47,4	203	556	16,2
20/8/2009	Μάρτυρας	42,1	247	629	14,6
	Καολίνης	45,9	200	571	15,1
4/9/2009	Μάρτυρας	43,7	224	593	15,4
	Καολίνης	48,0	213	550	17,3
30/9/2009	Μάρτυρας	43,6	240	594	16,4
	Καολίνης	44,5	230	585	16,4
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	NS	***	***
Μεταχείριση		**	***	**	NS
ΕΣΔ _{0,05}		2,8	25	28	1,7

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων του μάρτυρα παρουσίασε κάποιες διακυμάνσεις μικρής σημασίας κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και έφτασε το μέγιστο στα μέσα Αυγούστου (Πίν. 4.16). Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και παρέμεινε χαμηλό κατά τη θερμή περίοδο, ενώ το Σεπτέμβριο αυξήθηκε φτάνοντας τις αρχικές τιμές. Επιπλέον, τα φύλλα που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν χαμηλότερο ΕΙΔΒΑΡ από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουλίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου, αλλά οι διαφορές ήταν σημαντικές μόνο στα μέσα Ιουλίου και στα μέσα Αυγούστου.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές, ενώ μόνο στην περίπτωση του μάρτυρα παρουσίασε το μέγιστο στα μέσα Αυγούστου (Πίν. 4.16). Επίσης τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν χαμηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου.

Το ΧΥΜ των φύλλων, εκφρασμένο σε mg H₂O ανά cm², και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.16). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν ελαφρώς υψηλότερο ΧΥΜ από τα τέλη Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου και σημαντικά υψηλότερο στις αρχές Σεπτεμβρίου συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα.

Στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m⁻², μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου για το μάρτυρα και ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για τον καολίνη φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και στη συνέχεια αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.17). Επιπλέον, τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α από τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοια.

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m⁻², έφτασε στη μέγιστη τιμή στα μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (Πίν. 4.17). Η περιεκτικότητα σε χλωρ. β των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου που ήταν το μέγιστο έως τα μέσα Ιουλίου που ήταν το ελάχιστο και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου παρουσιάζοντας μία αύξηση στα μέσα Αυγούστου. Επιπλέον, τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη

περιεκτικότητα σε χλωρ. β από τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν παρόμοια.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου που ήταν η μέγιστη τιμή ως τις αρχές Σεπτεμβρίου που ήταν η ελάχιστη τιμή και αυξήθηκε ελαφρώς στα τέλη Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και σημαντικά για τον καολίνη (Πίν. 4.17). Επιπλέον, τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. από τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν παρόμοια.

Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.17). Επιπλέον, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με καολίνη είχαν υψηλότερο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β στα μέσα Ιουλίου και χαμηλότερο στα τέλη Ιουλίου και από τις αρχές ως τα τέλη Σεπτεμβρίου από τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 4.17. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. εκφρασμένες σε mg m^{-2} και του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β
13/6/2009	Μάρτυρας	446	271	717	1,65
	Καολίνης	479	308	787	1,56
11/7/2009	Μάρτυρας	415	280	695	1,47
	Καολίνης	446	266	712	1,68
31/7/2009	Μάρτυρας	423	242	665	1,76
	Καολίνης	437	268	705	1,63
20/8/2009	Μάρτυρας	396	263	659	1,51
	Καολίνης	420	294	714	1,43
4/9/2009	Μάρτυρας	419	236	655	1,80
	Καολίνης	420	272	692	1,55
30/9/2009	Μάρτυρας	463	220	683	2,11
	Καολίνης	536	270	806	1,99
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	**	*	***
Μεταχείριση		*	***	**	*
ΕΣΔ _{0,05}		35	27	45	0,15

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

4.3.12 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η ΠΙΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης είχε τις υψηλότερες τιμές στις αρχές Ιουλίου και στα τέλη Οκτωβρίου, ενώ τις χαμηλότερες στις αρχές Αυγούστου (Πίν. 4.18). Επιπλέον, μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης στα φύλλα, αυτά είχαν υψηλότερη ΠΙΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης μειώθηκε από τη μέγιστη τιμή που είχε στα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Ιουνίου για τον καολίνη και ως τις αρχές Αυγούστου για το μάρτυρα, ενώ στη συνέχεια δεν παρουσίασε κάποιες ουσιαστικές μεταβολές ως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 4.18). Επιπλέον, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα, μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης είχαν χαμηλότερο ΕΙΔΒΑΡ από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου και παρόμοιο ως τα τέλη Οκτωβρίου.

Πίνακας 4.18. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΙΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΙΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
11/5/2010	Μάρτυρας	43,1	254	569	19,2
	Καολίνης	42,6	262	574	19,4
12/6/2010	Μάρτυρας	43,0	219	570	16,5
	Καολίνης	45,2	190	548	15,7
3/7/2010	Μάρτυρας	46,5	229	535	19,9
	Καολίνης	48,9	198	511	18,9
3/8/2010	Μάρτυρας	39,1	205	609	13,1
	Καολίνης	42,7	198	573	14,7
7/9/2010	Μάρτυρας	42,9	225	571	16,9
	Καολίνης	44,3	226	557	18,0
24/10/2010	Μάρτυρας	44,6	227	554	18,3
	Καολίνης	46,0	215	540	18,3
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	*	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}		2,5	22	26	1,4

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, μειώθηκε από το Μάιο ως τις αρχές Ιουλίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, αυξήθηκε στις αρχές

Αυγούστου και μειώθηκε και πάλι ως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 4.18). Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα, μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνης, είχαν χαμηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του μάρτυρα.

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε κάποια συγκεκριμένη τάση αλλά είχε τις υψηλότερες τιμές στα μέσα Μαΐου, στις αρχές Ιουλίου και στα τέλη Οκτωβρίου, ενώ τις χαμηλότερες τιμές στις αρχές Αυγούστου (Πίν. 4.18). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερο ΧΥΜ από τα φύλλα του μάρτυρα στις αρχές Αυγούστου και παρόμοιο στην υπόλοιπη περίοδο.

Πίνακας 4.19. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., εκφρασμένες σε mg m^{-2} , του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β, των ολικών φαινολικών συστατικών, εκφρασμένων σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g v.β., και της αντιοξειδωτικής ικανότητας, εκφρασμένης σε ισοδύναμα g ασκορβικού οξέος ανά 100 g v.β., φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β	g γαλλ. οξέος/100 g v.β.	g ασκορβ. οξέος/100 g v.β.
11/5/2010	Μάρτυρας	471	222	693	2,13	2,30	1,74
	Καολίνης	533	262	795	2,03	2,07	1,67
12/6/2010	Μάρτυρας	502	237	739	2,13	1,61	1,36
	Καολίνης	563	252	816	2,24	1,43	1,33
3/7/2010	Μάρτυρας	487	297	785	1,64	1,75	1,63
	Καολίνης	546	347	893	1,57	1,50	1,38
3/8/2010	Μάρτυρας	410	254	665	1,62	2,49	3,07
	Καολίνης	465	279	744	1,68	2,62	3,14
7/9/2010	Μάρτυρας	440	202	642	2,19	-	-
	Καολίνης	502	242	744	2,07	-	-
6/10/2010	Μάρτυρας	-	-	-	-	2,23	2,01
	Καολίνης	-	-	-	-	2,36	1,98
24/10/2010	Μάρτυρας	549	241	790	2,28	-	-
	Καολίνης	586	258	844	2,27	-	-
Σημαντικότητα							
Ημερομηνία		***	***	***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}		36	23	51	0,14	0,26	0,58

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και σε αυτά που εφαρμόστηκε καολίνης, η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , μειώθηκε στις αρχές

Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ αυξήθηκε ως τα τέλη Οκτωβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.19). Επίσης, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν σταθερά υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α από το μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , αυξήθηκε έως τις αρχές Ιουλίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, μειώθηκε έως τις αρχές Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου αυξήθηκε αλλά όχι σημαντικά για τον καολίνη (Πίν. 4.19). Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. β από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , αυξήθηκε έως τις αρχές Ιουλίου, όταν τα φύλλα με καολίνη είχαν τη μέγιστη τιμή, μειώθηκε στις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ αυξήθηκε στα τέλη Οκτωβρίου που για το μάρτυρα ήταν η μέγιστη τιμή (Πίν. 4.19). Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Στα φύλλα των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων, ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β μειώθηκε στις αρχές Ιουλίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή και παραμένοντας χαμηλός ως τις αρχές Αυγούστου και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Οκτωβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.19). Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοιο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν χαμηλότερο.

Εκτός από τα ανωτέρω χαρακτηριστικά των φύλλων, μετρήθηκαν η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά, εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος g^{-1} ν.β., και η αντιοξειδωτική ικανότητα, εκφρασμένη σε mg ασκορβικού οξέος g^{-1} ν.β.. Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν καολίνη μειώθηκαν στα μέσα Ιουνίου φτάνοντας τις ελάχιστες τιμές, αυξήθηκαν τον Αύγουστο φτάνοντας τις μέγιστες τιμές, ενώ στις αρχές Οκτωβρίου μειώθηκαν, κυρίως η αντιοξειδωτική ικανότητα, χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους οι δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 4.19).

4.3.13 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου που είχε τη μέγιστη τιμή ως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ελαφρώς και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.20). Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ στα μέσα Ιουνίου και υψηλότερη από τα μέσα Ιουλίου έως και τα τέλη Σεπτεμβρίου από τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 4.20. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
20/6/2011	Μάρτυρας	52,7	201	473	22,3
	Καολίνης	51,5	213	485	22,6
14/7/2011	Μάρτυρας	44,1	223	559	17,6
	Καολίνης	45,9	220	541	18,6
8/8/2011	Μάρτυρας	40,0	247	600	16,5
	Καολίνης	42,6	222	574	16,3
25/8/2011	Μάρτυρας	42,8	238	572	17,8
	Καολίνης	45,1	215	549	17,7
15/9/2011	Μάρτυρας	42,8	224	572	16,7
	Καολίνης	45,1	211	549	17,4
25/9/2011	Μάρτυρας	41,3	231	587	16,3
	Καολίνης	44,7	217	553	17,5
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	NS	***	*
EΣΔ _{0,05}		2,3	24	23	1,0

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου, που ήταν η ελάχιστη τιμή, ως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.20). Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν σταθερό σε όλη την πειραματική περίοδο. Τα φύλλα που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου και χαμηλότερο στη συνέχεια ως τα τέλη Σεπτεμβρίου από τα φύλλα του μάρτυρα.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου που είχε την ελάχιστη τιμή ως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε ελαφρώς και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.20). Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν παρόμοια ΠΥΚΝ στα μέσα Ιουνίου και χαμηλότερη από τα μέσα Ιουλίου έως και τα τέλη Σεπτεμβρίου από τα φύλλα του μάρτυρα.

Το ΧΥΜ των φύλλων, εκφρασμένο σε mg H₂O ανά cm², και των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου που είχε τη μέγιστη τιμή ως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ελαφρώς και παρέμεινε σταθερό έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.20). Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερο ΧΥΜ στα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα και παρόμοιο την υπόλοιπη πειραματική περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m⁻², των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την υψηλότερη τιμή (Πίν. 4.21). Τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοια.

Στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m⁻², αυξήθηκε ως τις αρχές Αυγούστου, στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα μέσα Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ αυξήθηκε και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.21). Τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. β στα μέσα Ιουνίου και παρόμοια στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m⁻², των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων αυξήθηκε ως τις αρχές Αυγούστου και παρέμεινε σταθερή ως τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε φτάνοντας την υψηλότερη τιμή (Πίν. 4.21). Τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοια.

Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα μέσα Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε και πάλι (Πίν. 4.21). Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν χαμηλότερο λόγο χλωρ.

α/χλωρ. β στα μέσα Ιουνίου και παρόμοιο την υπόλοιπη περίοδο συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 4.21. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. εκφρασμένες σε mg m^{-2} , του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β, των ολικών φαινολικών συστατικών, εκφρασμένων σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g v.β., και της αντιοξειδωτικής ικανότητας, εκφρασμένης σε ισοδύναμα mg ασκορβικού οξέος ανά 100 g v.β., φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β	g γαλ. οξέος/ 100 g v.β.	g ασκορβ. οξέος/ 100 g v.β.
20/6/2011	Μάρτυρας	471	167	638	2,82	1,80	2,02
	Καολίνης	509	189	698	2,70	1,99	2,32
14/7/2011	Μάρτυρας	447	172	619	2,61	2,08	2,33
	Καολίνης	497	185	682	2,68	1,63	1,92
8/8/2011	Μάρτυρας	482	199	682	2,42	2,15	2,85
	Καολίνης	523	211	735	2,48	2,15	3,17
25/8/2001	Μάρτυρας	497	190	687	2,62	2,19	2,88
	Καολίνης	530	197	727	2,69	2,21	2,63
15/9/2011	Μάρτυρας	512	164	677	3,12	2,14	2,32
	Καολίνης	523	170	693	3,08	2,27	2,60
25/9/2011	Μάρτυρας	537	211	748	2,55	2,26	2,40
	Καολίνης	561	223	785	2,51	2,08	2,77
Σημαντικότητα							
Ημερομηνία		***	***	***	***	***	***
Μεταχείριση		***	**	***	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}		47	20	65	0,12	0,15	0,37

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου, που ήταν η ελάχιστη τιμή, έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 4.21). Επιπλέον στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, με μία μείωση στα μέσα Ιουλίου που ήταν και η χαμηλότερη τιμή, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε και πάλι. Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά στα μέσα Ιουνίου, χαμηλότερη στα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο από τα φύλλα του μάρτυρα.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου, που ήταν η ελάχιστη τιμή, έως τα τέλη Αυγούστου φτάνοντας το μέγιστο, ενώ στη συνέχεια μειώθηκε και παρέμεινε σταθερή ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.21). Στην περίπτωση των καλυμμένων με καολίνη φύλλων, η αντιοξειδωτική τους ικανότητα μειώθηκε στα μέσα Ιουλίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή, ενώ στις αρχές Αυγούστου αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώθηκε και παρέμεινε σταθερή ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα στα μέσα Ιουλίου και υψηλότερη στα τέλη Σεπτεμβρίου από τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ σε όλη την υπόλοιπη περίοδο είχαν παρόμοια.

4.3.14 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.3.14.1 Επίδραση της εποχής

Στα τρία χρόνια μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων των ώριμων δένδρων ελιάς πολλές και σημαντικές μεταβολές συνέβησαν με τη μετάβαση από την άνοιξη στο καλοκαίρι και έπειτα στο φθινόπωρο. Η ελιά θεωρείται σκληρόφυλλο είδος, ανθεκτικό στην ξηρασία, με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης ανθεκτική σε μέτρια έλλειψη νερού και με το κλείσιμο των στοματίων να είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας μείωσης του ρυθμού φωτοσύνθεσης (Angelopoulos et al. 1996, Fernández et al. 1997). Όμως όταν η διαθεσιμότητα νερού είναι χαμηλή και η θερμοκρασία και η ακτινοβολία σε υψηλά επίπεδα, τα ελαιόδενδρα μπορεί να υποστούν σοβαρή καταπόνηση με αποτέλεσμα τη χαμηλότερη παραγωγικότητα των δένδρων (Angelopoulos et al. 1996).

Χαρακτηριστικό των τριών καλοκαιριών μέτρησης ήταν οι υψηλές θερμοκρασίες, τα υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας, το σχετικά υψηλό VPD και οι ελάχιστες βροχοπτώσεις. Οι συνθήκες αυτές σε συνδυασμό με την ελλειμματική άρδευση των ελαιόδενδρων (κάλυψη του 50% της εξατμισοδιαπνοής) και το υδατικό δυναμικό βλαστού που ήταν $<-2,5$ MPa, προκάλεσαν σημαντικές μεταβολές στις φυσιολογικές λειτουργίες και στα χαρακτηριστικά των φύλλων. Οι μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων με την εποχή μέτρησης ήταν κατά βάση παρόμοιες για τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης και θα εξεταστούν συνολικά και για τα τρία έτη μετρήσεων.

Οι χαμηλότερες τιμές της g_s , των A και E και του CO_{2in} , βρέθηκαν από τα τέλη Ιουλίου, τον Αύγουστο ή ως και τα μέσα Σεπτεμβρίου ανάλογα με το έτος μέτρησης

και με τη διάρκεια της θερμής και ξηρής περιόδου. Οι υψηλότερες τιμές της g_s , των A και E και του CO_{2in} , παρατηρήθηκαν από το Μάιο ως τα μέσα Ιουλίου και από τα τέλη Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Οκτωβρίου ανάλογα με το έτος μέτρησης. Ομοίως οι Proietti and Famiani (2002) σε ώριμα μη αρδευόμενα δένδρα ελιάς βρήκαν τις υψηλότερες τιμές της A τον Οκτώβριο και τις χαμηλότερες τον Αύγουστο, αλλά και η E με την υψηλότερη τιμή τον Ιούλιο, μειώθηκε τον Αύγουστο και αυξήθηκε τον Οκτώβριο. Επίσης, οι Hagidimitriou και Pontikis (2005) σε νεαρά φυτά ελιάς ελληνικών ποικιλιών επαρκώς αρδευόμενων αναπτυσσόμενων σε περιέκτες, βρήκαν τις υψηλότερες τιμές της A την άνοιξη και το φθινόπωρο και τις χαμηλότερες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, με την g_s να έχει παρόμοια μεταβολή με την εποχή με την A . Οι υψηλές θερμοκρασίες και το υψηλό VPD κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μείωσαν την A σε όλες τις ποικιλίες ελιάς που μελετήθηκαν.

Οι περίοδοι που παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές της g_s , των A και E και του CO_{2in} χαρακτηρίζονταν από πιο ευνοϊκές θερμοκρασίες και χαμηλότερο VPD ή ακόμη και αν κάποιες φορές δεν ήταν πιο ευνοϊκές όπως τον Ιούνιο ή στα μέσα Ιουλίου, η καταπόνηση των δένδρων ήταν μικρή πιθανόν λόγω της μικρής της διάρκειας και του λιγότερο αρνητικού ΥΔΒ δεδομένου ότι τα φύλλα των δένδρων λειτουργούσαν φυσιολογικά. Το φθινόπωρο οι υψηλές τιμές της g_s , των A και E και του CO_{2in} οφείλονται στην ακόμη ευνοϊκή θερμοκρασία σε συνδυασμό με την επάρκεια νερού. Η επάρκεια νερού ήταν ιδιαίτερα εμφανής στα τέλη Οκτωβρίου του 2010 με το ΥΔΒ να παρουσιάζει τις λιγότερο αρνητικές τιμές από όλα τα έτη. Η αύξηση της A από την αρχή φθινοπώρου ως τα μέσα φθινοπώρου είναι ιδιαίτερα σημαντική ειδικά σε παραγωγικές χρονιές, καθώς το ελαιόδεντρο μπορεί να αποκαταστήσει τα αποθέματα σακχάρων που χάθηκαν για τη βλαστική ανάπτυξη, αλλά και να συμβάλει στην τελική ανάπτυξη των καρπών και στη συσσώρευση του ελαιολάδου (Proietti 2003).

Οι χαμηλότερες τιμές των g_s , A , E και CO_{2in} κατά τη θερμή και ξηρή περίοδο και των τριών πειραματικών περιόδων ήταν αποτέλεσμα του κλεισίματος των στοματίων των φύλλων ως άμυνα στη θερμική και υδατική καταπόνηση για την προστασία των φυτών από την αυξημένη απώλεια νερού (Chaves 1991). Αυτό φαίνεται από τη σημαντική θετική συσχέτιση της g_s με τις A , E και το CO_{2in} . Όταν κλείνουν τα στομάτια, λόγω της χαμηλότερης διάχυσης CO_2 στους μεσοκυττάριους χώρους του μεσόφυλλου, μειώνεται η A . Η υδατική καταπόνηση σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες ήταν ιδιαίτερα εμφανής από τα μέσα Ιουλίου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου

του 2009 με το ΥΔΒ να κυμαίνεται από -3,0 έως -3,5 MPa στα φύλλα του μάρτυρα. Το VPD δεν συσχετίστηκε πάντα σημαντικά με τις g_s , A, E και το CO₂in, καθώς σημαντικό ρόλο παίζει και η υδατική κατάσταση των δένδρων (Moriani et al. 2002).

Το CO₂in δεν συσχετίστηκε με την A ή συσχετίστηκε θετικά το 2011 και συσχετίστηκε θετικά με την g_s σε αντίθεση με άλλες έρευνες που έχουν βρει αρνητικές συσχετίσεις (Denaxa et al. 2012, Proietti and Famiani 2002). Δηλαδή στην έρευνά μας το CO₂in ήταν χαμηλότερο όταν ήταν χαμηλότερη η g_s , ενώ η A ήταν πιο σταθερή για κάποιο εύρος του CO₂in. Έχει βρεθεί ότι, όταν κλείνουν τα στομάτια, το CO₂in αρχικά μειώνεται γιατί καταναλώνεται κατά τη φωτοσύνθεση, ενώ, καθώς η υδατική καταπόνηση γίνεται πιο σοβαρή, αυξάνεται το CO₂in γιατί παρεμποδίζεται η φωτοσύνθεση (Flexas and Medrano 2002) ή ένα μέρος του προέρχεται από την αναπνοή. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρόκειται για δυσλειτουργία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού των χλωροπλαστών. Δηλ. όταν παρεμποδίζεται η φωτοσύνθεση σε σοβαρή υδατική καταπόνηση, τότε εμπλέκονται και άλλοι εσωτερικοί παράγοντες εκτός από το κλείσιμο των στοματιών, όπως ο σχηματισμός ενεργών μορφών οξυγόνου, η χαμηλότερη σύνθεση ATP, η χαμηλότερη σύνθεση της 1,5-διφωσφορικής ριβουλόζης ή βλάβη του φωτοσυστήματος (Lawlor and Tezara 2009). Στην έρευνά μας ο λόγος Fv/Fm δεν μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και ήταν υψηλότερος του 0,8 και στα τρία έτη υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του φωτοσυστήματος PSII και επομένως η καταπόνηση των ελαιόδεντρων δεν ήταν τόσο σοβαρή και δεν προκάλεσε δυσλειτουργία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού (Maxwell and Johnson 2000).

Η ΑΠΧΝ δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου τα τρία έτη λόγω της παρόμοιας μεταβολής των E και A εκτός από κάποιες περιπτώσεις που ήταν σημαντικά υψηλότερη. Οι περιπτώσεις αυτές ήταν είτε περιπτώσεις υδατικής και θερμικής καταπόνησης, όπου η E μειώθηκε περισσότερο από την A, ή περιπτώσεις επάρκειας νερού με ευνοϊκές θερμοκρασίες, όπου η A αυξήθηκε περισσότερο από την αντίστοιχη αύξηση της E (Chaves et al. 2004).

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων ελιάς ακολούθησε την ίδια τάση με την A, ενώ στο τέλος της πειραματικής περιόδου και των τριών ετών έφτασε τη μέγιστη τιμή ή αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου του 2010. Αυτό συνέβη γιατί η προσπίπτουσα ΦΕΑ στο τέλος της πειραματικής περιόδου είχε τις χαμηλότερες τιμές, υψηλότερες όμως του σημείου φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση στην ελιά, ενώ

παράλληλα οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης.

Όσον αφορά την υδατική κατάσταση των φύλλων, η ΠΕΡΝΕ των φύλλων μειώθηκε κατά τη θερμή περίοδο και ακολούθως παρέμεινε αμετάβλητη ως τα τέλη Σεπτεμβρίου ή αυξήθηκε στα τέλη Οκτωβρίου το 2010. Παρόμοια οι Proietti και Famiani (2002) σε δένδρα ελιάς βρήκαν ότι η ΠΕΡΝΕ αυξήθηκε από τον Απρίλιο ως τον Ιούνιο και παρέμεινε υψηλή ως τα μέσα Ιουλίου, ενώ μειώθηκε σημαντικά τον Αύγουστο και παρέμεινε σταθερή ως το Δεκέμβριο. Στη μελέτη μας, το ΧΥΜ των φύλλων μειώθηκε με την έναρξη της θερμής περιόδου και παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα ή αυξήθηκε ελαφρώς ως τα τέλη Σεπτεμβρίου ή σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου του 2010. Το ΧΥΜ των φύλλων συνδέεται επίσης με το πάχος του φύλλου και με τη δυνατότητα αποθήκευσης νερού από το φύλλο, καθώς το παχύτερο φύλλο περιέχει μεγαλύτερο όγκο νερού ανά μονάδα επιφάνειας (Bacelar et al. 2004).

Από τους δείκτες σκληροφυλλίας των φύλλων (Denaxa et al. 2012), το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα τα έτη 2009 και 2011 εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές τον Αύγουστο, ενώ στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν σχετικά αμετάβλητο. Το 2010 που οι μετρήσεις άρχισαν το Μάιο, το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν καολίνη μειώθηκε από το μέγιστο του Μαΐου και στη συνέχεια παρέμεινε αμετάβλητο. Επίσης, η ΠΥΚΝ των φύλλων αυξήθηκε κατά τη θερμή περίοδο αλλά στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές ή μειώθηκε στα τέλη Οκτωβρίου 2010.

Οι Proietti και Famiani (2002) σε δένδρα ελιάς βρήκαν ότι το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου μειώθηκε από τον Απρίλιο ως τον Ιούνιο και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως το Δεκέμβριο. Πάντως η υδατική καταπόνηση είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καταλήγει σε υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ στα φύλλα. Έχει βρεθεί ότι φύλλα που αναπτύσσονται υπό συνθήκες μακράς διάρκειας ξηρασίας έχουν υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ φύλλου σε σχέση με φύλλα επαρκώς αρδευόμενα. Το υψηλό ΕΙΔΒΑΡ είναι αποτέλεσμα της υψηλότερης πυκνότητας ή πάχους του ιστού του φύλλου με κόστος την κατανάλωση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης (Centritto 2002). Επιπλέον οι Denaxa et al. (2012) αναφέρουν ότι υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης και υψηλής θερμοκρασίας αέρα, μειώθηκε η ΠΕΡΝΕ και το ΧΥΜ και αυξήθηκε η ΠΥΚΝ των φύλλων ελιάς. Η υψηλότερη ΠΥΚΝ συμβαίνει λόγω της μείωσης της πίεσης σπαργής και της χαμηλότερης έκτασης των κυττάρων με αποτέλεσμα το ίδιο ξηρό βάρος σε μικρότερη επιφάνεια φύλλου (Bacelar et al. 2006). Οι Chartzoulakis et al. (2000)

αναφέρουν ότι η υψηλότερη ΠΥΚΝ του ιστού του φύλλου ελιάς οδηγεί σε μείωση του όγκου των μεσοκυττάρων χώρων μειώνοντας τη διάχυση του CO₂in, αλλά στην έρευνά μας δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών παραμέτρων.

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολ. χλωρ. δεν φαίνεται να επηρεάστηκε σημαντικά από την εποχή ειδικά στα φύλλα του μάρτυρα, αλλά κατά τα έτη 2009 και 2010 μειώθηκε τον Αύγουστο. Οι Hagidimitriou και Pontikis (2005) σε ενός έτους φύλλα ελιάς ποικ. 'Κονσερβολιά' βρήκαν ότι η περιεκτικότητα σε ολική χλωροφύλλη δεν μεταβλήθηκε ιδιαίτερα από την άνοιξη ως το φθινόπωρο. Οι Bacelar et al. (2006) αναφέρουν ότι φύλλα που αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες χαμηλότερης διαθεσιμότητας νερού παρουσιάζουν ενδείξεις οξειδωτικής καταπόνησης όπως η σημαντική μείωση της περιεκτικότητας σε ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή είτε ανά μονάδα βάρους είτε ανά μονάδα επιφάνειας. Η μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη μπορεί να είναι αποτέλεσμα εκφυλισμού της χλωροφύλλης ή χαμηλότερης σύνθεσης συγχρόνως με μεταβολές στη δομή των μεμβρανών των θυλακοειδών. Όμως τα φύλλα υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης μπορούν να αναπτύξουν μηχανισμούς άμυνας όπως αύξηση της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά ανά μονάδα βάρους ή επιφάνειας ως αντιοξειδωτικά, για την εξουδετέρωση των ελευθέρων ριζών.

4.3.14.2 Επίδραση του έτους μέτρησης

Συγκρίνοντας τα τρία έτη μετρήσεων, το 2009 τα δένδρα ελιάς καταπονήθηκαν περισσότερο από τα άλλα δύο έτη κατά τη θερμή περίοδο εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και VPD και του πιο αρνητικού ΥΔΒ και παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές των g_s , E και A. Το 2011 αν και ήταν εξίσου θερμό με το 2009, τα δένδρα καταπονήθηκαν λιγότερο κατά τη θερμή περίοδο ίσως λόγω της καλύτερης υδατικής τους κατάστασης. Κατά το 2010 οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές από τα άλλα δύο έτη, και σαν συνέπεια ήταν και καλύτερη η υδατική κατάσταση των δένδρων. Το φθινόπωρο, οι διαφορές των τριών ετών ελαχιστοποιούνταν, καθώς οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές και το νερό σε επάρκεια.

Το 2010 τα παρενιαυτοφορούντα δένδρα ελιάς ήταν σε χρονιά ακαρπίας. Παρά το γεγονός ότι δεν υπήρχαν καρποί στα δένδρα, που είναι ισχυροί καταναλωτές των προϊόντων της φωτοσύνθεσης, τα δένδρα είχαν αυξημένες g_s , E και A συγκριτικά με τα άλλα δύο έτη ή παρόμοια μετά από έντονη θερμική και υδατική καταπόνηση. Μάλλον οι φυσιολογικές λειτουργίες των δένδρων συνδέονταν περισσότερο με τις

κλιματικές συνθήκες και την άρδευση και, φυσικά, με τη ζήτηση υδατανθράκων για τη βλαστική ανάπτυξη και λιγότερο με την παρουσία ‘καταναλωτών’ καρπών.

Ο Proietti (2000) σε ώριμα μη αρδευόμενα δένδρα ελιάς και οι Hagidimitriou and Pontikis (2005) σε νεαρά φυτά επαρκώς αρδευόμενα σε περιέκτες δεν βρήκαν διαφορές στις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων των δένδρων ή των βλαστών χωρίς ή με καρπούς. Επίσης σύμφωνα με τον Proietti (2000) η ΠΕΡΝΕ, το ποσοστό ξηρού βάρους, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και σάκχαρα των φύλλων ελιάς δεν επηρεάστηκαν από την παρουσία ή απουσία καρπών στο δένδρο. Οι Hagidimitriou and Pontikis (2005) επίσης βρήκαν ότι οι βλαστοί με καρποφορία είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ φύλλου με αυτούς χωρίς καρποφορία. Αντίθετα, στη μεταπτυχιακή διατριβή της Παπαγιάννη Ε. που πραγματοποιήθηκε στο Εργ. Δενδροκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τα δένδρα με καρποφορία είχαν παρόμοιο ποσοστό ξηρού βάρους και ΕΙΔΒΑΡ φύλλου, αλλά υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη. Η συγκεκριμένη αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης θα μπορούσε να είναι μια αντίδραση του φυτού στις αυξημένες ανάγκες του σε φωτοσυνθετικά προϊόντα. Πράγματι στην παραπάνω διατριβή βρέθηκε ότι με παρόμοιο ΥΔΒ στα καρποφορούντα ή μη δένδρα, οι g_s , Ε και Α ήταν αυξημένες σαν αποτέλεσμα της παρουσίας καρπών στο δέντρο.

Σύμφωνα με την έρευνα του Proietti (2000) η παρουσία των ‘ισχυρών καταναλωτών’ που είναι οι καρποί στα δένδρα ελιάς, δεν βελτίωσαν τη φωτοσυνθετική ικανότητα των δένδρων. Επίσης η καρποφορία δεν επηρέασε την περιεκτικότητα των φύλλων σε σάκχαρα τα οποία συνδέουν την Α με την παρουσία ‘καταναλωτών’, όπως συμβαίνει σε άλλα είδη. Επιπλέον ακόμη και απουσία καρπών, τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης μεταφέρονται αποτελεσματικά από τα φύλλα σε άλλα όργανα των δένδρων ελιάς. Κατά συνέπεια δεν υπάρχει πλεονάζων σχηματισμός αμύλου στα φύλλα που θα μπορούσε να αποθηκευτεί προσωρινά στους χλωροπλάστες, όπως συμβαίνει σε άλλα είδη, που μειώνει την περαιτέρω αφομοίωση άνθρακα λόγω ‘feedback inhibition’.

Τα δένδρα που εφαρμόστηκε καολίνη παρουσίασαν παρόμοιες τάσεις ως προς τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων με τα δένδρα του μάρτυρα στα τρία έτη μετρήσεων. Η διαφορά ήταν ότι το 2009 που τα δένδρα καταπονήθηκαν περισσότερο από τα άλλα δύο έτη, τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν πιο αυξημένες τιμές g_s , Ε και Α από τα φύλλα του μάρτυρα. Κατά συνέπεια τα φύλλα των δένδρων με καολίνη λειτουργούσαν παρόμοια τα έτη 2009 και 2011. Το 2010 τα

φύλλα των δένδρων με καολίνη είχαν αυξημένες τιμές g_s , E και A σε σχέση με τα αντίστοιχα το 2009 και 2011.

Η ποσότητα των υπολειμμάτων καολίνη ήταν παρόμοια στα φύλλα και τα τρία έτη ως τα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια κατά τα έτη 2009 και 2010 τα φύλλα είχαν παρόμοια ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων και το 2011 είχαν σημαντικά χαμηλότερη. Η υψηλότερη ποσότητα του καολίνη στα φύλλα πιθανότατα 'βοήθησε' τα δένδρα το 2009 δεδομένου ότι βελτίωσε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα άλλα δύο έτη, 2010 και 2011, η διαφορετική ποσότητα καολίνη στα φύλλα δεν φαίνεται να έπαιξε ουσιαστικό ρόλο, αφού δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στις φυσιολογικές λειτουργίες μεταξύ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε καολίνης αλλά ίσως για διαφορετικούς λόγους. Το 2010 οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές και η υδατική καταπόνηση των δένδρων ελάχιστη. Έτσι φαίνεται ότι τα φύλλα του μάρτυρα μπορούσαν να λειτουργούν εξίσου καλά με τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα. Το 2011 φαίνεται ότι οι κλιματικές συνθήκες ήταν όμοιες με το 2009, ενώ τα ελαιόδεντρα ήταν σε καλύτερη υδατική κατάσταση και λόγω εντονότερου κλαδέματος. Από την άλλη η ποσότητα καολίνη το 2011 ήταν μικρότερη από το 2009 ειδικά από τις αρχές Αυγούστου και μετά και ίσως δεν ήταν αρκετή για να τροποποιήσει το μικροκλίμα στην επιφάνεια των φύλλων βελτιώνοντας τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων.

4.3.14.3 Επίδραση του καολίνης

Δύο σημαντικά θέματα πηγάζουν από την εφαρμογή καολίνης στα δένδρα ελιάς. Το ένα αφορά τη μείωση της καταπόνησης των δένδρων ελιάς από τις υψηλές θερμοκρασίες, την υψηλή ένταση ακτινοβολίας και το υψηλό VPD. Το άλλο θέμα αφορά τη σκίαση των ελαιόδεντρων από την υψηλή ποσότητα καολίνης στην επιφάνεια των φύλλων.

Η μέτρηση της ΦΕΑ και της UV ακτινοβολίας στην κόμη των ελαιόδεντρων έδειξε ότι τα δένδρα που ψεκάστηκαν με καολίνη ανακλούν σε διπλάσιο βαθμό τη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία σε σχέση με τα δένδρα του μάρτυρα με μία μέτρια ποσότητα καολίνης στα φύλλα, $3,5 \text{ g m}^{-2}$. Ομοίως σε δένδρα γκρέιπφρουτ το λευκό επίχρισμα καολίνης στα φύλλα, τουλάχιστον διπλασίασε την ανακλώμενη ακτινοβολία συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα (Jifon and Sylvertsen 2003). Σε δένδρα μηλιάς

επίσης η παρουσία καολίνη αύξησε σημαντικά την ανάκλαση της UV ακτινοβολίας μειώνοντας το ηλιοκαυμα σε φύλλα και καρπούς (Glenn et al. 2002).

Η έντονη ανάκλαση της ΦΕΑ εξαιτίας του καολίνη μείωσε σημαντικά τη διαπερνούσα ΦΕΑ, δηλαδή την πραγματική ΦΕΑ που ήταν διαθέσιμη στην επιφάνεια των φύλλων που εφαρμόστηκε καολίνης συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα. Η μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα ήταν ανάλογη της ποσότητας του καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων. Η πραγματική ΦΕΑ ξεπερνούσε και τα τρία έτη μετρήσεων τα $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου του 2009 και το Σεπτέμβριο και Οκτώβριο του 2010 που ήταν χαμηλότερη. Το σημείο φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση στην ελιά είναι $800\text{-}1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Higgins et al. 1992). Αυτό σημαίνει ότι η παρουσία καολίνη στα φύλλα θα μπορούσε να προκαλέσει σκίαση στα φύλλα λόγω της χαμηλότερης διαθέσιμης ΦΕΑ στα φύλλα. Γεγονός είναι ότι στην παρούσα μελέτη, τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α, χλωρ. β και προφανώς και ολ. χλώρ. εκφρασμένες σε mg m^{-2} αλλά και σε mg g^{-1} ξ,β (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται) και χαμηλότερο ΕΙΔΒΑΡ, χαρακτηριστικά τα οποία συνδέονται με τη σκίαση (Gregoriou et al. 2007), αλλά ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β δεν επηρεάστηκε λόγω της παρόμοιας μεταβολής των χλωρ. α και β. Μόνο το 2009 ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β μειώθηκε ελαφρώς σχεδόν σε όλη την περίοδο μετρήσεων. Το 2010 που η ποσότητα καολίνη στην επιφάνεια των φύλλων ήταν παρόμοια με το 2009 ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β δεν επηρεάστηκε. Επιπλέον οι Gregoriou et al. (2007) αναφέρουν ότι ο χαμηλότερος λόγος χλωρ. α/χλωρ. β στα σκιαζόμενα φύλλα ελιάς συνδέεται με υψηλότερη περιεκτικότητα της χλωρ. β για να αυξηθεί η ικανότητα απορρόφησης και χρήσης φωτονίων για τη φωτοσύνθεση. Επίσης η μελέτη των Gregoriou et al. (2007) αναφέρει ότι τα σκιαζόμενα φύλλα ελιάς είχαν χαμηλότερη A και λόγω αυτού χαμηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα και χαμηλότερη g_s . Στη μελέτη μας, παρουσία καολίνη, οι A και g_s δεν μειώθηκαν αλλά αντίθετα, μερικές φορές, αυξήθηκαν.

Η σκίαση που προαναφέρθηκε λόγω καολίνη μπορεί να μετριαστεί ή να μην αποτελεί πραγματικό πρόβλημα. Η ανάκλαση από την παρουσία καολίνη στα φύλλα μπορεί να προσφέρει κάποια οφέλη αφού μπορεί να αυξήσει μερικώς την τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα γειτονικά φύλλα, αλλά και στην κάτω επιφάνεια των σκιαζόμενων φύλλων. Σε δένδρα αμυγδαλιάς και καρυδιάς η εφαρμογή καολίνη αύξησε την προσπίπτουσα ΦΕΑ εντός της κόμης, οπότε κάποια φύλλα λάμβαναν

περισσότερη ΦΕΑ απ' ότι αν δεν είχαν καολίνη (Rosati et al. 2007). Η υψηλή ανάκλαση της ΦΕΑ αναδιανέμει την ανακλώμενη ΦΕΑ και εντός της κόμης αυξάνοντας συνολικά την αφομοίωση του άνθρακα από ολόκληρο το φυτό (Lombardini et al. 2005). Για την πραγματικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ειδικά στα φύλλα που βρίσκονται στο εσωτερικό της κόμης μπορεί η κάλυψή τους με καολίνη να μην είναι ομοιόμορφη, οπότε η μείωση της ΦΕΑ να είναι τελικά μικρότερη (Rosati et al. 2007). Στη μελέτη μας η ανομοιόμορφη κάλυψη των φύλλων ελιάς με καολίνη ήταν εμφανής λόγω του πυκνού φυλλώματος των δένδρων.

Μία άλλη ενδιαφέρουσα έρευνα των Proietti και Palliotti (1997) θα μπορούσε να συμπληρώσει τις πιο πάνω αναφορές. Στα φύλλα ελιάς βρέθηκε ότι ο φωτισμός και των δύο πλευρών των φύλλων αύξησε την Α και την ΑΠΦ και μείωσε το σημείο φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση συγκριτικά με το φωτισμό της μίας μόνο πλευράς κυρίως όταν η ΦΕΑ ήταν χαμηλότερη από 1000-1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Συνεπώς το γεγονός ότι η παρουσία καολίνη αυξάνει την ανάκλαση και αναδιανέμει το φως εντός της κόμης μπορεί να συμβάλει στο φωτισμό της κάτω επιφάνειας των φύλλων ελιάς. Επιπλέον όπως προαναφέρθηκε η διαπερνούσα και τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα ήταν χαμηλότερη και πολλές φορές χαμηλότερη από 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Όλα αυτά συνηγορούν στο ότι η μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα μπορεί να μην είναι ανασταλτικός παράγοντας στη φυσιολογική λειτουργία των φύλλων. Επιπλέον τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη πραγματική ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Από τα τρία έτη μετρήσεων της επίδρασης του καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων ελιάς, το 2009 τα φύλλα των δένδρων που ψεκάστηκαν με καολίνη είχαν αυξημένες τιμές g_s , Ε και Α κατά 22,4%, 18,1% και 16% αντίστοιχα συγκριτικά με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα. Το 2010 η παρουσία καολίνη δεν μετέβαλε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων, ενώ το 2011 βελτίωσε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων μόνο αμέσως μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνη, ενώ στη συνέχεια τα φύλλα είχαν παρόμοιες g_s , Ε και Α με τα φύλλα του μάρτυρα. Φαίνεται ότι μόνο το 2009 η παρουσία καολίνη στα φύλλα κατάφερε να μειώσει τη θερμική καταπόνηση και να βελτιώσει τις φυσιολογικές τους λειτουργίες. Το 2010 αν και η ποσότητα καολίνη στα φύλλα ήταν όμοια με το 2009 οι κλιματικές συνθήκες και η υδατική κατάσταση των δένδρων ήταν πιο ευνοϊκές, οπότε και τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα μπορούσαν να λειτουργούν ισάξια με τα καλυμμένα

με καολίνη φύλλα. Το 2011 παρά τη θερμική καταπόνηση μόνο μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνη στα μέσα Ιουνίου, τα φύλλα με καολίνη είχαν βελτιωμένες φυσιολογικές λειτουργίες από τα φύλλα του μάρτυρα. Ενδεχομένως η ποσότητα καολίνη στα φύλλα δεν ήταν επαρκής ειδικά από τις αρχές Αυγούστου και μετά ώστε να μεταβάλει το μικροκλίμα στην επιφάνεια των φύλλων και να βελτιώσει τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Στα μέσα Ιουνίου του 2011 που τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν αυξημένες g_s , E και A ίσως να ήταν μία πρώτη αντίδραση του φυτού στην παρουσία του καολίνη στα φύλλα του.

Η ΑΠΧΝ των καλυμμένων με καολίνη φύλλων ήταν κατά βάση παρόμοια με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα. Αυτό σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης που ήταν το πείραμά μας είναι σημαντικό γιατί σημαίνει ότι η εφαρμογή καολίνη δεν αύξησε την κατανάλωση νερού συγκριτικά με το μάρτυρα.

Οι μόνες μελέτες που έχουν γίνει για την επίδραση του καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες και στα χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς είναι των Denaxa et al. (2012) και των Roussos et al. (2010) σε φυτά ελιάς δύο ετών αναπτυσσόμενα σε περιέκτες ποικιλιών 'Κορωνέικη' και 'Χονδρολιά'. Η εφαρμογή καολίνη στα φυτά της ποικ. 'Κορωνέικη' δεν βελτίωσε τις παραμέτρους ανταλλαγής αερίων, αλλά τις βελτίωσε στα φυτά της ποικ. 'Χονδρολιά', όταν αυτά ήταν υπό συνθήκες σοβαρής υδατικής καταπόνησης, που σημαίνει ότι η παρουσία καολίνη στα φύλλα λειτουργεί διαφορετικά ανάλογα με την ποικιλία. Οι Denaxa et al. (2012) προτείνουν ότι τα φύλλα της 'Χονδρολιάς' είναι μεγαλύτερα από τα φύλλα της 'Κορωνέικης' και ότι ο καολίνης μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικός σε ποικιλίες με μεγαλύτερης επιφάνειας φύλλο βελτιώνοντας την A, όταν η θερμοκρασία και η ακτινοβολία είναι υψηλές. Στη μελέτη μας η ποικιλία 'Κονσερβολιά' έχει μεγάλη επιφάνεια φύλλου, μέση τιμή στην εργασία μας 890 mm^2 , διπλάσια από τα φύλλα της 'Χονδρολιάς' όπως περιγράφεται από τους Denaxa et al. (2012). Το μεγαλύτερο φύλλο λαμβάνει υψηλότερα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας και μπορεί να είναι πιο ευαίσθητο στην αύξηση της θερμοκρασίας. Γι' αυτό η εφαρμογή καολίνη μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική σε ποικιλίες με πιο φαρδύ φύλλο μειώνοντας τη θερμοκρασία και βελτιώνοντας τη φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων, όταν οι συνθήκες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας δεν είναι ευνοϊκές.

Σε άλλα οπωροφόρα έχουν βρεθεί ποικίλα αποτελέσματα στην επίδραση του καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων. Σε αρδευόμενα δένδρα μηλιάς

‘Empire’ η εφαρμογή καολίνη διατήρησε σε υψηλά επίπεδα την A κατά τις μεσημεριανές ώρες (Glenn 2009). Επίσης ο Glenn (2009) προτείνει ότι η θετική επίδραση του καολίνη συμβαίνει σε αγροοικοσυστήματα που χαρακτηρίζονται από υψηλό VPD και υψηλές θερμοκρασίες και ότι η άρδευση μπορεί να αυξήσει επιπλέον τα οφέλη από την εφαρμογή καολίνη σε υψηλά επίπεδα ΦΕΑ. Από την άλλη οι Gindaba and Wand (2007) έδειξαν ότι η εφαρμογή καολίνη δεν είχε επίδραση στην A το μεσημέρι σε μήλα ‘Cripps’ Pink’ σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και ακτινοβολίας σε σχέση με το μάρτυρα, δεν μείωσε σημαντικά τη θερμοκρασία του φύλλου και δεν αύξησε τις g_s και E αλλά βελτίωσε την AΠΧΝ σε σχέση με το μάρτυρα. Οι Rosati et al. (2006) βρήκαν ότι η εφαρμογή καολίνη μείωσε την A σε δένδρα αμυγδαλιάς και καρυδιάς, δεν επηρέασε την g_s και την E, μείωσε τη θερμοκρασία του φύλλου και το VPD, αλλά η μείωση αυτή δεν βελτίωσε την A και η μείωση της A οφείλεται στη σκίαση που προκάλεσε ο καολίνης στα φύλλα. Επίσης η εφαρμογή καολίνη σε ώριμα επαρκώς αρδευόμενα δένδρα πεκάν δεν επηρέασε τις g_s , E και A δείχνοντας ότι ο καολίνης δεν είχε κάποια ευεργετική επίδραση στη φυσιολογία και παραγωγικότητα των δένδρων (Lombardini et al. 2005).

Ένα επίσης σημαντικό συμπέρασμα είναι το γεγονός ότι η παρουσία καολίνη στα φύλλα δεν είχε καμία αρνητική επίδραση στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων δείχνοντας ότι δεν προκαλεί μπλοκάρισμα των στοματίων ή τοξικότητα στα φύλλα όπως συχνά προκαλούν άλλες αδρανείς ή μη κόνεις ή τα αιωρούμενα σωματίδια (Farmer 1993).

Στα τρία έτη μετρήσεων η εφαρμογή καολίνη επηρέασε με παρόμοιο τρόπο τα χαρακτηριστικά των φύλλων ελιάς. Τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν κατά βάση υψηλότερη ή παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τα φύλλα του μάρτυρα και χαμηλότερο ή παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα όπως επίσης αναφέρουν και οι Denaxa et al. (2012) και οι Roussos et al. (2010) στην ελιά. Επιπλέον τα καλυμμένα με καολίνη φύλλα είχαν υψηλότερη ή παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα όπως αναφέρουν και οι Lombardini et al. (2005) για το πεκάν. Όπως προαναφέρθηκε τα ανωτέρω χαρακτηριστικά συνδέονται με τη σκίαση (Gregoriou et al. 2007), αλλά στην εργασία μας ο λόγος $\chi_{\text{λωρ.}}/\chi_{\text{λωρ.}} \beta$ δεν επηρεάστηκε και η A δεν μειώθηκε από την παρουσία καολίνη στα φύλλα.

Η υψηλότερη ΠΕΡΝΕ στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα δείχνει ότι ο καολίνης μπορεί να είναι ένας ανακουφιστικός παράγοντας των δένδρων ελιάς από τη θερμική

καταπόνηση και πιο αποτελεσματικός στη μείωση της απώλειας νερού από τα φύλλα (Roussos et al. 2010, Denaxa et al. 2012).

Συμπερασματικά η εφαρμογή καολίνη σε ώριμα δένδρα ελιάς με υψηλή καρποφορία ή σε παρενιαυτοφορία και ελλειμματικά αρδευόμενα, βελτίωσε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων όταν η καταπόνηση των δένδρων ήταν υψηλή, ενώ σε χαμηλότερη καταπόνηση δεν βελτίωσε αλλά και δεν ανέστειλε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων. Επιπλέον και τα τρία έτη μετρήσεων τροποποίησε τα χαρακτηριστικά των φύλλων αυξάνοντας την ΠΕΡΝΕ και μειώνοντας το ΕΙΔΒΑΡ και την ΠΥΚΝ των φύλλων υποδεικνύοντας τη χαμηλότερη καταπόνηση των φύλλων και την καλύτερη υδατική τους κατάσταση σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

4.3.15 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2009

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ελιάς του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Na, Cu, Cd και Pb και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ni, Cr από τα πλυμένα στις αρχές Αυγούστου και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.22, 4.23, 4.24). Επιπλέον, τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, K, Co από τα πλυμένα του μάρτυρα στις αρχές Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοια συγκέντρωση P, K και Co με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης, τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mn, Zn και Cu, υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Fe, Na, Ni, Pb, Cr και Co και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K και Ca από τα πλυμένα στις αρχές Αυγούστου και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 4.22, 4.23, 4.24). Επίσης, τα άπλυτα φύλλα με καολίνη στις αρχές Αυγούστου είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg και παρόμοια σε Cd με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mg και υψηλότερη σε Cd συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη.

Πίνακας 4.22. Περιεκτικότητα σε P, K, Ca και Mg των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
3/8/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,083	0,744	1,64	0,179
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,049	0,536	1,68	0,171
3/8/2009	Καολίνης	Άπλυτα	0,087	0,748	0,15	0,125
	Καολίνης	Πλυμένα	0,065	0,912	1,25	0,156
2/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,075	0,573	1,33	0,125
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,079	0,552	1,43	0,132
2/9/2009	Καολίνης	Άπλυτα	0,091	0,573	0,61	0,112
	Καολίνης	Πλυμένα	0,077	0,675	0,96	0,111
Σημαντικότητα						
Πλύσιμο			***	NS	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,011	0,122	0,295	0,017
Ημερομηνία			***	**	*	***
Μεταχείριση			NS	***	**	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,014	0,008	0,347	0,010

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στη συνέχεια η σύγκριση της περιεκτικότητας των φύλλων σε ανόργανα συστατικά μεταξύ των δύο ημερομηνιών δειγματοληψίας και των δύο μεταχειρίσεων αφορά μόνο τα πλυμένα φύλλα.

Συγκρίνοντας τις δύο ημερομηνίες, στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Fe, Na, Mn, Zn, Cu και Pb, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cd και υψηλότερη σε P, Ni, Cr και Co σε σχέση με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 4.22, 4.23, 4.24).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn Pb και Co, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K, Ca, Mg, Na, Cu, Cd και υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Ni και Cr συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 4.22, 4.23, 4.24).

Μετά το πλύσιμο των φύλλων η περιεκτικότητα των πλυμένων φύλλων κυρίως του καολίνης μεταβλήθηκε σημαντικά (Πίν. 4.22, 4.23, 4.24). Στις αρχές Αυγούστου τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Ni, Co και Cr, υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, K και Na και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cu, Cd και Pb συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Fe, Mn, Zn, Na, Co και Pb,

χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cu και Cd και υψηλότερη περιεκτικότητα σε K, Ni και Cr σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 4.23. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na φύλλων δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
3/8/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	48,55	25,58	10,19	16,43	76,32
	Μάρτυρας	Πλυμένα	49,73	26,14	8,58	19,87	64,50
3/8/2009	Καολίνης	Άπλυτα	225,75	25,78	9,33	6,59	158,56
	Καολίνης	Πλυμένα	42,46	29,63	9,91	10,08	80,28
2/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	41,75	24,49	7,35	20,59	72,55
	Μάρτυρας	Πλυμένα	36,80	24,38	8,30	17,79	59,50
2/9/2009	Καολίνης	Άπλυτα	227,75	27,95	8,73	5,48	117,36
	Καολίνης	Πλυμένα	44,02	27,58	8,21	3,90	65,33
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	NS	NS	NS	***
ΕΣΔ _{0,05}			17,75	5,80	2,16	5,34	15,61
Ημερομηνία			NS	NS	NS	*	*
Μεταχείριση			NS	NS	NS	***	**
ΕΣΔ _{0,05}			15,39	5,46	2,43	5,44	10,29

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Πίνακας 4.24. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Cr και Co φύλλων δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)	Co (mg kg ⁻¹)
3/8/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	1,01	0,413	3,80	0,450	1,238
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,55	0,425	4,23	ND	0,113
3/8/2009	Καολίνης	Άπλυτα	1,15	0,404	6,24	4,758	1,154
	Καολίνης	Πλυμένα	0,29	0,400	3,18	ND	0,242
2/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	1,31	0,379	3,33	0,858	0,696
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,76	0,400	3,39	0,275	0,508
2/9/2009	Καολίνης	Άπλυτα	2,15	0,433	6,75	5,896	1,083
	Καολίνης	Πλυμένα	1,06	0,379	3,07	0,675	0,313
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	NS	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,305	0,025	0,707	0,383	0,245
Ημερομηνία			***	*	*	**	***
Μεταχείριση			NS	*	**	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,231	0,010	0,542	0,332	0,231

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

4.3.16 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων δένδρων ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη το 2010

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ελιάς του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Na, Ni και Pb και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Fe, Cd, Co και Cr από τα πλυμένα στις αρχές Αυγούστου και στις αρχές Σεπτεμβρίου. Επιπλέον τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Cu στις αρχές Αυγούστου, αλλά παρόμοια στις αρχές Σεπτεμβρίου, συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 4.25, 4.26, 4.27).

Πίνακας 4.25. Περιεκτικότητα σε P, K, Ca και Mg των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
3/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,077	0,695	1,72	0,138
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,081	0,838	1,54	0,138
3/8/2010	Καολίνης	Άπλυτα	0,083	0,880	0,27	0,087
	Καολίνης	Πλυμένα	0,093	1,088	1,14	0,114
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,073	0,719	1,53	0,140
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,073	0,660	1,54	0,133
10/9/2010	Καολίνης	Άπλυτα	0,076	0,753	0,38	0,122
	Καολίνης	Πλυμένα	0,078	0,773	1,16	0,114
Σημαντικότητα						
Πλύσιμο			NS	NS	*	NS
EΣΔ _{0,05}			0,055	0,245	0,60	0,055
Ημερομηνία			NS	*	NS	NS
Μεταχείριση			NS	NS	NS	NS
EΣΔ _{0,05}			0,010	0,309	0,77	0,060

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης, τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Mg, Mn, Zn και Ni με τα πλυμένα στις αρχές Αυγούστου και στις αρχές Σεπτεμβρίου. Επιπλέον τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα Ca και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Fe, Na, Cd, Pb, Co και Cr από τα πλυμένα και στις δύο ημερομηνίες. Τέλος, τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Cu στις αρχές Αυγούστου και παρόμοια στις αρχές Σεπτεμβρίου με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη (Πίν. 4.25, 4.26, 4.27).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Mn και Zn, χαμηλότερη περιεκτικότητα

σε K, Cu, Ni και Cd και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na, Pb, Co και Cr συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, ενώ το Co δεν ανιχνεύτηκε σε καμία από τις δύο ημερομηνίες δειγματοληψίας (Πίν. 4.25, 4.26, 4.27).

Πίνακας 4.26. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na φύλλων δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
3/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	43,9	23,9	8,43	1,179	49,5
	Μάρτυρας	Πλυμένα	53,7	23,0	9,91	0,779	38,3
3/8/2010	Καολίνης	Άπλυτα	155,3	22,4	8,57	0,869	62,8
	Καολίνης	Πλυμένα	37,9	25,8	9,17	1,238	55,4
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	60,0	22,8	8,74	0,692	70,6
	Μάρτυρας	Πλυμένα	36,5	21,7	8,11	0,619	62,6
10/9/2010	Καολίνης	Άπλυτα	211,6	25,9	8,76	0,588	141,2
	Καολίνης	Πλυμένα	30,2	25,0	7,70	0,404	71,1
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	NS	NS	NS	***
ΕΣΔ _{0,05}			20,6	9,4	2,18	0,295	14,4
Ημερομηνία			NS	NS	NS	**	*
Μεταχείριση			NS	NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			22,1	11,6	2,65	0,352	19,8

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις, στις αρχές Αυγούστου τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Fe, Mn, Zn, Ni, Cd, Pb, Cr και Co, υψηλότερη περιεκτικότητα σε K, Cu και Na και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 4.25, 4.26, 4.27). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Ni, Cd, Pb και Co, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca και υψηλότερη περιεκτικότητα σε K και Cr σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 4.27. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Cr και Co φύλλων δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)	Co (mg kg ⁻¹)
3/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	1,60	0,338	3,30	0,84	1,45
	Μάρτυρας	Πλυμένα	1,11	0,279	2,83	ND	ND
3/8/2010	Καολίνης	Άπλυτα	1,53	0,304	4,66	3,11	1,55
	Καολίνης	Πλυμένα	0,84	0,246	2,23	ND	ND
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	1,04	0,321	3,05	0,96	1,43
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,58	0,192	3,43	ND	ND
10/9/2010	Καολίνης	Άπλυτα	3,78	0,329	5,42	2,61	1,72
	Καολίνης	Πλυμένα	0,91	0,175	3,21	0,84	ND
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			NS	***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			2,99	0,055	0,84	0,24	0,19
Ημερομηνία			**	**	*	***	NS
Μεταχείριση			NS	NS	NS	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,49	0,060	1,06	0,19	0,25

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

4.3.17 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.3.17.1 Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ελιάς του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα στα περισσότερα ανόργανα συστατικά και στις δύο ημερομηνίες δειγματοληψίας και στα δύο έτη μέτρησης. Το 2009 παρατηρήθηκε μία υψηλότερη περιεκτικότητα στα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα σε Ni, Cr, Co και στις δύο δειγματοληψίες και το 2010 σε Fe, Cd, Co και στις δύο δειγματοληψίες σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Η μόνη εξήγηση σε αυτήν την αύξηση σχετίζεται με εξωτερικές πηγές ρύπανσης των φύλλων από το πείραμά μας.

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης τα άπλυτα φύλλα είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K, Ca και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Fe, Na, Pb, Ni, Cr, Co σε σχέση με τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα. Αυτό οφείλεται στην φτωχή σύσταση του καολίνης σε K, Ca και στην υψηλότερη περιεκτικότητα σε Fe, Na, Pb, Cr, όπως αυτά μετρήθηκαν και παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 2.3.17. Βέβαια όπως και στην περίπτωση των φύλλων του μάρτυρα, εξωτερικές πηγές ρύπανσης από το πείραμά μας, μπορεί να είναι υπεύθυνες για τη συσσώρευση κάποιων βαρέων μετάλλων στα φύλλα. Όπως φαίνεται τα άπλυτα φύλλα με καολίνη είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τα αντίστοιχα πλυμένα

και μετά το πλύσιμό τους βρέθηκε η πραγματική περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα στοιχεία.

Στη συνέχεια οι συγκρίσεις που γίνονται αφορούν μόνο τα πλυμένα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων.

4.3.17.2 Επίδραση της εποχής

Η πρώτη δειγματοληψία των φύλλων έγινε στις αρχές Αυγούστου και η δεύτερη στις αρχές Σεπτεμβρίου και στα δύο έτη μέτρησης. Το 2009 τα παρενιαυτοφορούντα δένδρα ελιάς ήταν σε χρονιά υψηλής καρποφορίας. Τα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων είχαν στις αρχές Σεπτεμβρίου παρόμοια περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Pb, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cd, και υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Ni, Co και Cr σε σχέση με τις αρχές Αυγούστου. Η περιεκτικότητα σε K, Na και Cu των φύλλων του μάρτυρα δεν διέφερε μεταξύ των δύο ημερομηνιών, ενώ για τα καλυμμένα με καολίνη ήταν χαμηλότερη η περιεκτικότητα τους στις αρχές Σεπτεμβρίου συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, αλλά ειδικά το K στα φύλλα με καολίνη ήταν υψηλότερο σε σχέση με το μάρτυρα.

Το 2010 τα δένδρα ελιάς βρίσκονταν σε χρονιά ακαρπίας. Τα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn και Co, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ni και Cd και υψηλότερη σε Na, Pb και Cr (μόνο στον καολίνη) και στις δύο ημερομηνίες δειγματοληψίας. Η περιεκτικότητα σε K, Cu των φύλλων του μάρτυρα δεν διέφερε μεταξύ των δύο ημερομηνιών, ενώ για τα καλυμμένα με καολίνη ήταν χαμηλότερη η περιεκτικότητα τους στις αρχές Σεπτεμβρίου συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου.

Σύμφωνα με τους Fernandez-Escobar et al. (1999) για την περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου η περιεκτικότητα των φύλλων ελιάς τρέχοντος έτους σε P μειώθηκε τη χρονιά ακαρπίας, ενώ τη χρονιά με καρποφορία αυξήθηκε. Επίσης στην έρευνά τους, η περιεκτικότητα των φύλλων τρέχοντος έτους σε K, Mn, Mg, Fe, Zn, Cu δεν μεταβλήθηκε, ενώ το Ca αυξήθηκε για την περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου είτε σε δένδρα σε χρονιά ακαρπίας είτε σε χρονιά με καρποφορία.

Στην έρευνά μας, για τα βαρέα μέταλλα Ni, Cd, Pb, Co, Cr δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση αλλαγών ανάμεσα στα δύο έτη σε φύλλα τρέχοντος έτους. Φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των φύλλων στα ανωτέρω βαρέα μέταλλα, όπως παρατηρήθηκε και στη ροδακινιά, εξαρτώνται και από άλλες μορφές ρύπανσης αέριας ή μη που εκτέθηκαν τα φύλλα ανεξάρτητα από τη μελέτη μας.

4.3.17.3 Επίδραση του έτους

Το πιο σημαντικό θέμα της σύγκρισης των δύο ετών 2009 και 2010 για την ελιά είναι το διαφορετικό φορτίο καρπών, καθώς το 2010 τα ελαιόδεντρα ήταν σε χρονιά ακαρπίας.

Στη συνέχεια αναλύονται οι διαφορές της περιεκτικότητας στα ανόργανα στοιχεία P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu των πλυμένων φύλλων του τρέχοντος έτους μεταξύ των δύο ετών και για τις δύο μεταχειρίσεις για την περίοδο αρχές Αυγούστου ως αρχές Σεπτεμβρίου.

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε P ήταν υψηλότερη το 2010 σε σχέση με το 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επίσης το 2009 η περιεκτικότητα σε P ήταν οριακά ελλειμματική, ενώ το 2010 ήταν σχετικά ελλειμματική και για τις δύο μεταχειρίσεις (Θεριός 2006). Ομοίως σύμφωνα με τους Fernandez-Escobar et al. (1999) η περιεκτικότητα των φύλλων σε P ήταν χαμηλότερη στα δένδρα υψηλής καρποφορίας λόγω μεγάλης κατανάλωσης από τους καρπούς και είχε τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις την περίοδο Αυγούστου-Σεπτεμβρίου.

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε K ήταν υψηλότερη το 2010 σε σχέση με το 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις. Επίσης το 2009 η περιεκτικότητα των φύλλων σε K ήταν σχετικά ελλειμματική, ενώ το 2010 ήταν σε επιθυμητή κατάσταση και για τις δύο μεταχειρίσεις (Θεριός 2006). Οι καρποί είναι ισχυροί καταναλωτές K, κατά την περίοδο αυτή του καλοκαιριού-φθινοπώρου τα φύλλα έχουν χαμηλή συγκέντρωση σε K (Fernandez-Escobar et al. 1999).

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε Ca, Mg, Fe, Mn και Zn ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο ετών και για τις δύο μεταχειρίσεις. Ομοίως οι Fernandez-Escobar et al. (1999) δεν βρήκαν μεταβολή με την καρποφορία στην περιεκτικότητα των φύλλων ελιάς σε Ca, Mn, Zn, αλλά παρουσία καρπών το Mg ήταν χαμηλότερο και ο Cu υψηλότερος.

Στην έρευνά μας, η περιεκτικότητα των φύλλων σε Ca, Mg ήταν πάντα σε επάρκεια και σε Fe, Mn, Zn σε σχετική έλλειψη και για τις δύο μεταχειρίσεις. Η περιεκτικότητα των φύλλων σε Cu το 2010 ήταν σε σχετική έλλειψη και χαμηλότερη σε σχέση με το 2009, όταν η περιεκτικότητα των φύλλων σε Cu ήταν σε επιθυμητό επίπεδο (Θεριός 2006). Ο Cu διέφερε σε πολύ μεγάλο βαθμό μεταξύ των δύο ετών και για τις δύο μεταχειρίσεις ίσως για το λόγο ότι ο Cu εφαρμόζεται και ως μυκητοκτόνο και οι διαφορετικές εφαρμογές στα δύο έτη να εξηγούν τις μεγάλες διαφορές.

Στη μελέτη μας, με εξαίρεση το Ca και το Mg, τα μακροστοιχεία P και K επηρεάστηκαν σημαντικά από το διαφορετικό φορτίο καρπών στα δένδρα, ενώ η παρόμοια περιεκτικότητα των φύλλων στα μικροστοιχεία Fe, Mn και Zn μεταξύ των δύο ετών με διαφορετικό φορτίο καρπών δείχνει τις μικρότερες απαιτήσεις των φύλλων ελιάς σε αυτά τα στοιχεία (Fernandez-Escobar et al. 1999).

Τέλος η σύγκριση της περιεκτικότητας των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων στα βαρέα μέταλλα Ni, Cd, Pb, Cr, Co δεν ήταν ξεκάθαρη, αφού σημαντικότερη ήταν η επίδραση της εποχής δειγματοληψίας και στα δύο έτη μέτρησης. Φαίνεται πάντως ότι η περιεκτικότητα των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων σε Cd και Pb ήταν χαμηλότερη το 2009 σε σχέση με το 2010.

4.3.17.4 Επίδραση του καολίνη

Τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε K και Na, χαμηλότερη σε Ca, Mg και συνήθως παρόμοια σε P σε σχέση με το μάρτυρα και στις δύο δειγματοληψίες και τα δύο έτη μέτρησης. Πιθανόν η μεταβολή της σχέσης K, Ca, Mg στα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη να οφείλεται στην αύξηση του K που ανταγωνίζεται τα Ca και Mg. Η αύξηση του K στα φύλλα με καολίνη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα μπορεί να συνδέεται με την υψηλότερη συνήθως E των φύλλων με καολίνη σε σχέση με το μάρτυρα. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση στα υπόλοιπα ανόργανα στοιχεία μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων και ο καολίνης δεν προκάλεσε κάποια αύξηση των συγκεντρώσεων τοξικών μετάλλων στα φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Οι συγκεντρώσεις των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων σε Ni, Pb ήταν σε κανονικά επίπεδα, σε Cd σε οριακά υψηλότερα και σε Co, Cr κάποιες φορές σε οριακά υψηλότερα επίπεδα των κανονικών χωρίς όμως να φτάνουν σε επίπεδο τοξικότητας, όπως έχουν οριστεί από τους Kabata-Pendias και Pendias (2001) για ώριμους ιστούς φύλλων διαφόρων ειδών.

4.3.18 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών δένδρων ελιάς με υψηλή καρποφορία που εφαρμόστηκε καολίνη το 2009

4.3.18.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών καρπών

Νωπό βάρος, λόγος σάρκας/πυρήνα και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνη είχαν παρόμοιο βάρος, λόγο σάρκας/πυρήνα, μήκος και πλάτος καρπού με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 4.28).

Πίνακας 4.28. Βάρος, λόγος σάρκας/πυρήνα, διαστάσεις και παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Λόγος σάρκα/πυρήνας	Μήκος (cm)	Πλάτος (cm)	L*	C*	Hue
Μάρτυρας	6,30	5,39	2,42	1,89	42,7	31,1	107,2
Καολίνης	6,63	5,14	2,43	1,95	43,8	32,5	107,5
Σημαντικότητα							
Μεταχείριση	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}	0,44	0,37	0,07	0,09	1,21	1,72	0,40

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετροι φωτεινότητας L, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού του καρπού*

Οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη, μετά το πλύσιμό τους, είχαν παρόμοια L*, C* και Hue με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.28).

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.29).

Περιεκτικότητα σε νερό ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.29).

Πίνακας 4.29. Σκληρότητα σάρκας, ΠΕΡΝΕ και mg γαλλικού οξέος/100 g v.β. καρπών δένδρων ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	mg γαλλικού οξέος/100 g v.β.
Μάρτυρας	6,99	71,2	81,1
Καολίνης	7,12	71,4	62,0
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση	NS	NS	**
ΕΣΔ _{0,05}	1,33	0,94	10,1

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινορικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g v.β.

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνης είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινορικά συστατικά από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.29).

Περιεκτικότητα σε λάδι

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε λάδι με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.30).

Ποιοτικά χαρακτηριστικά λαδιού

Το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα έχει χαρακτηριστικά εξαιρετικά παρθένου ελαιολάδου (Πίν. 4.30).

Πίνακας 4.30. Περιεκτικότητα σε λάδι και ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου προερχόμενο από καρπούς δένδρων ελιάς που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Μεταχείριση	Περιεκτικότητα σε λάδι (%)	Οξύτητα (Ελαϊκό οξύ %)	mEq O ₂ /kg	K232	K270	ΔK
Μάρτυρας	14,7	0,755	12,99	2,38	0,235	0,0079
Καολίνης	16,1	0,430	9,72	2,01	0,138	0,0039
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	NS	-	-	-	-	-
ΕΣΔ _{0,05}	7,4	-	-	-	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

Σύμφωνα με τον κανονισμό EEC 2568/91 για τα χαρακτηριστικά του ελαιολάδου, το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο έχει οξύτητα $\leq 0,8\%$, δείκτη υπεροξειδίου mEq O₂/kg ≤ 20 , K232 $\leq 2,50$, K270 $\leq 0,22$ και ΔK $\leq 0,01$.

4.3.18.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών ελιάς Ισπανικού τύπου

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια φωτεινότητα L*, καθαρότητας χρώματος C* και απόχρωση Hue με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.31).

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί ελιάς των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας και παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.31).

Η άλμη από τις κονσέρβες ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων είχε παρόμοια αλατότητα εκφρασμένη σε °Baumé (Πίν. 4.31).

Πίνακας 4.31. Σκληρότητα σάρκας, ΠΕΡΝΕ (%) και παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue κονσερβοποιημένων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα και °Baumé αλατότητας κονσέρβας, κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Μεταχείριση	L*	C*	Hue	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	Αλατότητα (°Baumé)
Μάρτυρας	36,5	26,4	87,2	2,98	71,4	6,70
Καολίνης	35,6	26,0	86,8	3,35	71,9	6,55
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	1,2	2,1	1,0	0,51	1,6	0,24
ΕΣΔ _{0,05}	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

4.3.19 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που εφαρμόστηκε καολίνης το 2010

4.3.19.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών καρπών

Νωπό βάρος, βάρος πυρήνα και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί που συγκομίστηκαν από τα δένδρα που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν μεγαλύτερο βάρος, μήκος, πλάτος και ελαφρώς υψηλότερο λόγο σάρκας/πυρήνα σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.32).

Πίνακας 4.32. Βάρος, λόγος σάρκας/πυρήνα, διαστάσεις και παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Λόγος σάρκας/πυρήνα	Μήκος (cm)	Πλάτος (cm)	L*	C*	Hue
Μάρτυρας	7,52	5,79	2,67	2,20	40,9	28,6	108,0
Καολίνης	8,73	5,95	2,91	2,31	42,3	25,4	110,7
Σημαντικότητα							
Μεταχείριση	*	NS	*	*	*	**	***
ΕΣΔ _{0,05}	1,13	0,51	0,20	0,10	1,8	1,8	1,2

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετροι φωτεινότητας L, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του φλοιού του καρπού:*

Οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη, είχαν υψηλότερο L*, χαμηλότερο C* και υψηλότερη απόχρωση Hue μετά το πλύσιμό τους συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.32).

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που αναπτύχθηκαν παρουσία καολίνη είχαν ελαφρώς υψηλότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.33).

Πίνακας 4.33. Σκληρότητα σάρκας, ΠΕΡΝΕ, και mg γαλλικού οξέος/100 g ν.β. καρπών δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	mg γαλλικού οξέος (%)
Μάρτυρας	5,78	58,5	112,4
Καολίνης	6,52	66,5	102,9
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση	NS	**	NS
ΕΣΔ _{0,05}	1,46	4,9	28,5

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Περιεκτικότητα σε νερό, ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.33).

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g v.β.

Οι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.33).

Περιεκτικότητα σε λάδι

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν καολίνη είχαν ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.34).

Ποιοτικά χαρακτηριστικά λαδιού

Το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης έχει χαρακτηριστικά εξαιρετικά παρθένου ελαιολάδου, ενώ το ελαιόλαδο των καρπών του μάρτυρα δεν χαρακτηρίζεται ως παρθένο ελαιόλαδο λόγω των υψηλών δεικτών K232 και K270 (Πίν. 4.34). Το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς του μάρτυρα είχε υψηλότερη οξύτητα και υψηλότερους δείκτες K232 και K270 σε σχέση με το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς που δέχτηκαν καολίνη. Οι αυξημένες τιμές των δεικτών K232 και K270 του ελαιολάδου των καρπών του μάρτυρα ίσως να οφείλονται σε κάποια εσφαλμένη μεταχείριση του δείγματος.

Πίνακας 4.34. Περιεκτικότητα σε λάδι και ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου προερχόμενο από καρπούς δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που ψεκάστηκαν με καολίνη και του μάρτυρα.

Μεταχείριση	Περιεκτικότητα σε λάδι (%)	Οξύτητα (Ελαιϊκό οξύ %)	mEq O ₂ /kg	K232	K270	ΔΚ
Μάρτυρας	19,2	0,24	7,32	2,887	0,395	0,0023
Καολίνης	15,4	0,19	7,35	0,428	0,058	0,0005
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	NS	-	-	-	-	-
ΕΣΔ _{0,05}	5,7	-	-	-	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

4.3.19.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών ελιάς Ισπανικού τύπου

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια φωτεινότητα L*, χαμηλότερη καθαρότητα C* και παρόμοια απόχρωση Hue με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.35).

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί ελιάς των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας και υψηλότερη ΠΕΡΝΕ σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 4.35).

Η άλμη από τις κονσέρβες ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων είχε παρόμοια αλατότητα εκφρασμένη σε °Baumé (Πίν. 4.35).

Πίνακας 4.35. Σκληρότητα σάρκας, ΠΕΡΝΕ και παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού κονσερβοποιημένων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα και °Baumé αλατότητας κονσέρβας, κατά την πειραματική περίοδο το 2009.

Μεταχείριση	L*	C*	Hue	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	Αλατότητα (°Baumé)
Μάρτυρας	33,9	21,2	84,6	4,39	69,5	6,7
Καολίνης	32,1	14,1	84,4	1,83	72,9	6,7
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	NS	**	NS	***	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}	1,9	4,1	1,2	0,94	1,3	0,1

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

4.3.20 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι νωποί πράσινοι καρποί των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης και του μάρτυρα που συγκομίστηκαν το 2010 είχαν υψηλότερο νωπό βάρος, λόγω σάρκας/πυρήνα και ήταν μεγαλύτερων διαστάσεων από το 2009. Επίσης οι πράσινοι καρποί ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων που συγκομίστηκαν το 2010 είχαν πιο σκούρο πράσινο χρώμα, χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας, χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ, υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και οι μαύροι καρποί ελιάς υψηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι στην περίπτωση του μάρτυρα και παρόμοιο στην περίπτωση του καολίνης σε σχέση με το 2009. Σύμφωνα με τα παραπάνω φαίνεται ότι οι πράσινοι καρποί που συγκομίστηκαν το 2010 ήταν πιο ώριμοι από τους αντίστοιχους του 2009 και για τις δύο μεταχειρίσεις.

Όπως αναφέρθηκε, το 2010 τα δένδρα ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων ήταν σε χρονιά ακαρπίας στον κύκλο της παρενιαυτοφορίας. Η χαμηλότερη καρποφορία του 2010 είναι η βασική αιτία των διαφορών που βρέθηκαν μεταξύ των δύο ετών. Και προηγούμενα έχει βρεθεί ότι δένδρα ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία παρήγαγαν καρπούς μεγαλύτερου νωπού βάρους, λόγω σάρκας/πυρήνα, ποσοστού ξηρού βάρους και περιεκτικότητας σε λάδι, ήταν σημαντικά πιο πρώιμοι και η παραγωγή των δένδρων σε καρπούς και λάδι ήταν χαμηλότερη σε σχέση με δένδρα σε πλήρη καρποφορία (Barone et al. 1994, Trentacoste et al. 2010).

Οι καρποί ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων το 2010 είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά σε σχέση με το 2009. Έχει βρεθεί ότι η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά μειώνεται με την ωρίμανση των καρπών ελιάς (Alagna et al. 2012), επομένως η υψηλότερη περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά το 2010, που οι καρποί ήταν πιο ώριμοι από το 2009, σχετίζεται με άλλους παράγοντες πλην της ωρίμανσης. Αν και στα δύο έτη η άρδευση των δένδρων κάλυπτε το 50% της εξατμισοδιαπνοής, οι βροχοπτώσεις το Σεπτέμβριο του 2010 ήταν σημαντικά μειωμένες σε σχέση με το 2009 και επιπρόσθετα η πρώιμη ωρίμανση των καρπών του 2010 σε σχέση με το 2009 συνέπεσε με πιο ξηρή περίοδο από το 2009. Ίσως γι' αυτό οι καρποί το 2010 είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά, αφού η περιορισμένη άρδευση στα ελαιόδενδρα οδηγεί σε αύξηση της περιεκτικότητας των καρπών σε φαινολικά συστατικά (Sofa et al. 2012).

Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, το 2009 οι νωποί πράσινοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν παρόμοιων διαστάσεων, είχαν παρόμοιο λόγο σάρκας/πυρήνα, χρώμα, σκληρότητα σάρκας, ΠΕΡΝΕ, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και οι μαύροι καρποί παρόμοια περιεκτικότητα σε λάδι συγκρινόμενοι με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα. Το 2010 οι νωποί πράσινοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν υψηλότερο βάρος, διαστάσεις καρπού και λόγο σάρκας/πυρήνα, είχαν πιο φωτεινό και λιγότερο καθαρό πράσινο χρώμα, ελαφρώς υψηλότερη σκληρότητα σάρκας, υψηλότερη ΠΕΡΝΕ, ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και οι μαύροι καρποί χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι σε σχέση με το μάρτυρα. Σύμφωνα με τα ανωτέρω, οι νωποί πράσινοι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων ήταν παρόμοιας ωρίμανσης το 2009, ενώ το 2010 οι καλυμμένοι με καολίνη καρποί φαίνεται να ήταν ελαφρώς πιο άωροι από τους καρπούς του μάρτυρα. Ίσως το 2010 που τα δένδρα

ήταν σε χρονιά χαμηλότερης καρποφορίας να ήταν πιο εμφανής η επίδραση του καολίνη στους καρπούς. Σε άλλα είδη οπωροφόρων έχει αναφερθεί χαμηλότερη ωρίμανση των καρπών σε σχέση με το μάρτυρα λόγω της δράσης του καολίνη όπως έχει συζητηθεί εκτενώς σε προηγούμενα κεφάλαια. Επίσης το 2010 οι καλυμμένοι με καολίνη καρποί είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Ενδεχομένως το 2010 που ο Σεπτέμβριος ήταν λιγότερο βροχερός από το 2009 να επέτρεψε στον καολίνη να λειτουργήσει ως ανακουφιστικός παράγοντας της καταπόνησης από έλλειψη νερού και υψηλές θερμοκρασίες αυξάνοντας την ΠΕΡΝΕ των καρπών σε σχέση με το μάρτυρα οπότε κατά συνέπεια αυξήθηκε το τελικό τους βάρος, ενώ στους μαύρους καρπούς η περιεκτικότητα των καρπών σε λάδι δεν αυξήθηκε. Επίσης η χαμηλότερη περιεκτικότητα των καρπών των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη σε ολικά φαινολικά συστατικά σε σχέση με το μάρτυρα ενδεχομένως να συνηγορεί με τη δράση του καολίνη ως ανακουφιστικού παράγοντα, αλλά να συνδέεται και με τη χαμηλότερη διαθέσιμη UV ακτινοβολία στους καλυμμένους με καολίνη καρπούς.

Οι Saour και Makee (2003) αναφέρουν ότι σε ξηρικά δένδρα ελιάς και σε συνθήκες ξηροθερμικού περιβάλλοντος, οι μαύροι καρποί των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν αυξημένες παραγωγικές παραμέτρους, υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους και υψηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Αντίθετα, σε νεαρά φυτά ελιάς που δέχτηκαν καολίνη, οι Roussos et al. (2010) δεν βρήκαν κάποια αύξηση στις παραγωγικές παραμέτρους των καρπών και στην περιεκτικότητά τους σε λάδι σε σχέση με το μάρτυρα τόσο σε συνθήκες ξηρασίας όσο και σε συνθήκες επαρκούς άρδευσης.

Επιπλέον σύμφωνα με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου, το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς που δέχτηκαν καολίνη είχε χαμηλότερη οξύτητα, χαμηλότερο δείκτη υπεροξειδίου το 2009 ή παρόμοιο το 2010 και χαμηλότερους δείκτες K232, K270 και ΔΚ σε σχέση με το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς του μάρτυρα, όταν εξετάστηκε τρεις μήνες μετά την εξαγωγή του. Φαίνεται ότι το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν ανώτερης ποιότητας από το ελαιόλαδο των καρπών των δένδρων του μάρτυρα και παρουσίασε καλύτερη συντηρησιμότητα. Ομοίως οι Saour και Makee (2003) αναφέρουν ότι σε ξηρικά δένδρα ελιάς, το ελαιόλαδο που λήφθηκε από τους καρπούς των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχε χαμηλότερο δείκτη υπεροξειδίου και χαμηλότερους δείκτες K232 και K270, όταν εξετάστηκε εβδομήντα

ημέρες μετά την εξαγωγή του, δείχνοντας καλύτερη προστασία στην οξειδωση, ενώ η οξύτητα του δεν διέφερε σε σχέση με το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς του μάρτυρα.

Στην παρούσα μελέτη η επεξεργασία των πράσινων καρπών ελιάς έγινε με τη μέθοδο του Ισπανικού τύπου και έτσι ακέραιοι πράσινοι καρποί ελιάς τοποθετήθηκαν σε διάλυμα NaOH 1,5% για το ξεπίκρισμά τους και στη συνέχεια μετά από πολλές πλύσεις συντηρήθηκαν σε άλμη 8%. Το αλκαλικό διάλυμα επιτελεί το ξεπίκρισμα των καρπών υδρολύοντας το βασικό συστατικό υπεύθυνο της πικρής γεύσης των καρπών της ελιάς, την ελευρωπαΐνη (Lanza 2012).

Η παραπάνω μέθοδος επεξεργασίας των καρπών επέφερε αλλαγές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των πράσινων καρπών ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων και στα δύο έτη μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα οι επεξεργασμένοι καρποί είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε νερό το 2010 ή παρόμοια το 2009, χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας και πιο σκούρο πράσινο χρώμα από τους νωπούς πράσινους καρπούς. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από τους Ünal και Nergiz (2003). Η προσθήκη διαλύματος NaOH στους καρπούς προκαλεί πολλές χημικές και φυσικές αλλαγές στους καρπούς όπως απώλεια των διαλυτών τους συστατικών και των θρεπτικών όπως σάκχαρα, οργανικά οξέα, αμινοξέα κ.α. που είναι υπεύθυνα για τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των επιτραπέζιων ελιών υψηλής ποιότητας και παρατηρείται μαλάκωμα των καρπών που μειώνει την ποιότητά τους. Το NaOH διαχέεται μέσω της επιδερμίδας των καρπών στο εσωτερικό τους μεταβάλλοντας τη φύση των πηκτινών των κυτταρικών τοιχωμάτων και κατά συνέπεια και τη συνεκτικότητα των κυττάρων ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης των καρπών και τη συγκέντρωση του αλκαλικού διαλύματος (Marsilio et al. 1996). Το πιο σκούρο χρώμα των καρπών συνδέεται με την οξειδωση των φαινολικών ουσιών ο-διφαινολών μετά από υδρόλυση της ολεουρωπαΐνης σε αλκαλικό περιβάλλον (Bernes et al. 1995).

Επίσης οι επεξεργασμένοι πράσινοι καρποί ελιάς των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη ήταν παρόμοιας ποιότητας με τους επεξεργασμένους καρπούς του μάρτυρα το 2009, ενώ το 2010 οι επεξεργασμένοι καρποί που δέχτηκαν καολίνη είχαν πιο σκούρο και λιγότερο καθαρό πράσινο χρώμα από τους καρπούς του μάρτυρα και ήταν χαμηλότερης σκληρότητας από τους επεξεργασμένους καρπούς του μάρτυρα αντίθετα από τους νωπούς πράσινους καρπούς. Επιπλέον η αλατότητα της άλμης από τις κονσέρβες ήταν όμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων και τα δύο έτη μετρήσεων.

Η επεξεργασία των καρπών ελιάς περιλαμβάνει σχεδόν πάντα την προσθήκη θαλασσινού άλατος για την απομάκρυνση της πικράδας και τη συντήρηση του επεξεργασμένου καρπού. Αυτή η διαδικασία μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην περιεκτικότητα των επεξεργασμένων καρπών σε ανόργανα στοιχεία (López et al. 2008).

4.3.21 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης το 2009

Οι νωποί πράσινοι καρποί ελιάς των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Pb και υψηλότερη σε Na σε σχέση με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Ni, Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 4.36).

Οι επεξεργασμένοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni, Cd, Pb, αλλά υψηλότερη περιεκτικότητα σε K και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Co σε σχέση με τους επεξεργασμένους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ το Cr δεν ανιχνεύτηκε στους επεξεργασμένους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 4.37).

Πίνακας 4.36. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των νωπών πράσινων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

	Μάρτυρας	Καολίνης (%)	Σημαντικότητα	
			Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
P	0,036	0,034	NS	0,005
K	0,900	0,956	NS	0,129
Ca	0,070	0,072	NS	0,005
Mg	0,013	0,014	NS	0,003
	(mg kg ⁻¹)			
Fe	5,72	4,91	NS	1,74
Zn	1,20	1,21	NS	0,58
Mn	0,446	0,506	NS	0,234
Cu	0,488	0,421	NS	0,215
Na	53,6	75,1	*	20,4
Ni	ND	ND	-	-
Cd	0,231	0,238	NS	0,010
Pb	1,02	1,16	NS	0,37
Cr	ND	ND	-	-
Co	ND	ND	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Οι επεξεργασμένοι καρποί ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τους νωπούς καρπούς (Πίν. 4.36, 4.37). Η προσθήκη του θαλασσινού άλατος στους επεξεργασμένους καρπούς αύξησε κατά αρκετές χιλιάδες την περιεκτικότητα των καρπών σε Na. Με την επεξεργασία των καρπών και των δύο μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητά τους σε P και K μειώθηκε σε σχέση με τους νωπούς καρπούς. Επίσης οι επεξεργασμένοι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb και Co σε σχέση με τους αντίστοιχους νωπούς καρπούς (Πίν. 4.38, 4.39).

Πίνακας 4.37. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των επεξεργασμένων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

	Μάρτυρας	Καολίνης	Σημαντικότητα	
			Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
	(%)			
P	0,024	0,024	NS	0,006
K	0,058	0,075	*	0,011
Ca	0,116	0,131	NS	0,077
Mg	0,019	0,019	NS	0,002
	(mg kg ⁻¹)			
Fe	7,45	6,55	NS	1,89
Zn	7,30	5,69	NS	5,33
Mn	0,863	0,947	NS	0,467
Cu	2,93	3,02	NS	0,99
Na	81629	84120	NS	15874
Ni	1,27	1,19	NS	0,26
Cd	0,391	0,409	NS	0,055
Pb	2,91	3,10	*	0,17
Cr	ND	ND	-	-
Co	0,700	0,463	*	0,170

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

4.3.22 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκε καολίνης το 2010

Οι νωποί πράσινοι καρποί ελιάς των δένδρων που δέχτηκαν καολίνη είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Co και υψηλότερη σε Na σε σχέση με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ το Cr δεν ανιχνεύτηκε στους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 4.38).

Οι επεξεργασμένοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni, Cd, Pb, αλλά υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na και Ni σε σχέση με τους επεξεργασμένους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ το Cr δεν ανιχνεύτηκε στους επεξεργασμένους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 4.39).

Πίνακας 4.38. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των νωπών πράσινων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

	Μάρτυρας	Καολίνης	Σημαντικότητα	
			Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
	(%)			
P	0,050	0,068	NS	0,010
K	1,11	1,25	NS	0,135
Ca	0,084	0,095	NS	0,010
Mg	0,015	0,018	NS	0,005
	(mg kg ⁻¹)			
Fe	2,56	2,58	NS	1,38
Zn	1,64	2,59	NS	0,99
Mn	0,496	1,133	NS	0,881
Cu	1,86	2,07	NS	1,49
Na	29,5	72,8	**	26,5
Ni	0,738	0,579	NS	0,268
Cd	0,200	0,258	NS	0,101
Pb	0,344	0,356	NS	0,101
Cr	ND	ND	-	-
Co	0,050	0,029	NS	0,021

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Οι επεξεργασμένοι καρποί ελιάς είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τους νωπούς καρπούς (Πίν. 4.38, 4.39). Η προσθήκη του θαλασσινού άλατος στους επεξεργασμένους καρπούς αύξησε κατά αρκετές χιλιάδες την περιεκτικότητα των καρπών σε Na. Με την επεξεργασία των καρπών και των δύο μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητά τους σε P και K μειώθηκε σε σχέση με τους νωπούς καρπούς. Επίσης οι επεξεργασμένοι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Fe, Zn, Mn, Cu, Ni (μόνο για τον καολίνη), Pb και Co και παρόμοια σε Mg, Cd σε σχέση με τους αντίστοιχους νωπούς καρπούς.

Πίνακας 4.39. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των επεξεργασμένων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκε κόνεις καολίνης και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

	Σημαντικότητα			
	Μάρτυρας	Καολίνης	Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
	(%)			
P	0,023	0,022	NS	0,007
K (%)	0,089	0,097	NS	0,010
Ca (%)	0,153	0,177	NS	0,032
Mg (%)	0,011	0,015	NS	0,005
	(mg kg ⁻¹)			
Fe	5,89	5,66	NS	2,21
Zn	2,98	3,58	NS	1,35
Mn	0,663	0,783	NS	0,365
Cu	3,50	4,59	NS	1,42
Na	57390	71759	*	11907
Ni	0,346	0,913	*	0,351
Cd	0,221	0,233	NS	0,020
Pb	1,40	1,68	NS	0,304
Cr	ND	ND	-	-
Co	0,396	0,400	NS	0,124

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

4.3.23 Συζήτηση

Η εφαρμογή καολίνη στα δένδρα δεν φαίνεται να επηρέασε την περιεκτικότητα των νωπών πράσινων καρπών σε ανόργανα συστατικά εκτός από την περιεκτικότητα τους σε Na που ήταν υψηλότερη σε σχέση με τους νωπούς πράσινους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα και στα δύο έτη μέτρησης. Έχει ήδη αναφερθεί η υψηλότερη περιεκτικότητα του καολίνη σε Na και ενδεχομένως να είναι η βασική αιτία που οι καλυμμένοι με καολίνη καρποί είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η παρουσία καολίνη στους νωπούς καρπούς δεν τους επιβάρυνε με βαρέα μέταλλα σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα.

Όπως αναφέρθηκε το 2010 τα δένδρα ελιάς βρίσκονταν σε χρονιά ακαρπίας. Φαίνεται ότι οι νωποί πράσινοι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων το 2010 είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Mn (μόνο ο καολίνης), Zn, Cu, χαμηλότερη σε Fe, χαμηλότερη σε Na ο μάρτυρας και παρόμοια ο καολίνης σε σχέση με το 2009. Η υψηλότερη περιεκτικότητα των περισσότερων ανόργανων στοιχείων στους νωπούς καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων το 2010 σε σχέση με το 2009 οφείλεται πιθανόν στο μικρότερο ανταγωνισμό των καρπών για ανόργανα λόγω του μικρότερου φορτίου καρπών. Επίσης και στα δύο έτη, στους νωπούς πράσινους καρπούς ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων, το στοιχείο που ήταν σε μεγαλύτερη

αφθονία ήταν το K, ακολουθούμενο κατά φθίνουσα σειρά από Ca, P, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu και Cd. Για τα υπόλοιπα βαρέα μέταλλα Ni, Pb και Co δεν παρατηρήθηκε συγκεκριμένη τάση, αφού η περιεκτικότητα των καρπών σε Pb και των δύο μεταχειρίσεων το 2009 ήταν σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με το 2010 και τα Ni και Co ήταν μετρήσιμα μόνο το 2010. Ομοίως οι Nergiz και Engez (2000) αναφέρουν ότι στους νωπούς πράσινους καρπούς ελιάς το K ήταν σε μεγαλύτερη αφθονία αλλά, ανάλογα την ποικιλία, το K ακολουθήθηκε κατά φθίνουσα σειρά από το Ca και Mg ή αντίστροφα και έπειτα από τα Na, Fe, Zn, Cu, Mn και Cr, ενώ δεν μέτρησαν τα P, Cd, Pb, Ni, Co.

Στην έρευνά μας, οι Ισπανικού τύπου επεξεργασμένοι πράσινοι καρποί ελιάς και των δύο μεταχειρίσεων είχαν σημαντικά τροποποιημένη περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τους νωπούς καρπούς και στα δύο έτη μέτρησης. Η προσθήκη του θαλασσινού αλάτος στους επεξεργασμένους καρπούς αύξησε κατά αρκετές χιλιάδες την περιεκτικότητα των καρπών σε Na. Με την επεξεργασία των καρπών, η περιεκτικότητά τους σε K και P μειώθηκε σε σχέση με τους νωπούς καρπούς όπως έχει αναφερθεί και από τους López et al. (2008). Η μείωση του K που υπάρχει κυρίως ως ιόν στα χυμοτόπια των κυττάρων πιθανόν χάθηκε σταδιακά στην άλμη και αντικαταστάθηκε από το Na. Επιπλέον οι διαδοχικές πλύσεις με νερό των καρπών κατά το ξεπίκρισμα τους πιθανόν να απομάκρυναν μερικώς το K (López et al. 2008). Επίσης η μείωση της περιεκτικότητας των επεξεργασμένων καρπών και των δύο μεταχειρίσεων σε P σε σχέση με τους νωπούς καρπούς συνδέεται με τη διαδικασία της επεξεργασίας των καρπών (López et al. 2008).

Η περιεκτικότητα των επεξεργασμένων καρπών και των δύο μεταχειρίσεων ήταν υψηλότερη σε Ca σε σχέση με τους νωπούς καρπούς. Σύμφωνα με τους López et al. (2008) ακόμη και όταν δεν έχει προστεθεί Ca κατά την επεξεργασία των καρπών, οι καρποί έχουν την τάση να απορροφούν και να συγκρατούν το Ca παρά τις πλύσεις των καρπών κατά τη διαδικασία του ξεπικρίσματος. Ενδεχομένως όμως και να προστέθηκε Ca κατά την επεξεργασία των καρπών με το θαλασσινό αλάτι ή με το νερό βρύσης που χρησιμοποιήθηκε κατά τις πλύσεις των καρπών. Η συγκεκριμένη αύξηση της περιεκτικότητας των επεξεργασμένων καρπών σε Ca είναι σημαντική καθώς προλαμβάνει το μαλάκωμα των καρπών κατά την επεξεργασία και συντήρηση τους ως μεταποιημένοι (López et al. 2008). Ομοίως οι επεξεργασμένοι καρποί και των δύο μεταχειρίσεων το 2009 είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα Mg από τους νωπούς καρπούς σε συμφωνία με τους López et al. (2008).

Η περιεκτικότητα των επεξεργασμένων καρπών και των δύο μεταχειρίσεων σε Fe ήταν ελαφρώς υψηλότερη σε σχέση με τους νωπούς καρπούς αλλά σε επίπεδα επιθυμητά όπως έχουν αναφερθεί από τους López et al. (2008). Η περιεκτικότητα των επεξεργασμένων πράσινων καρπών ελιάς σε Fe είναι επιθυμητό να είναι σε χαμηλά επίπεδα, γιατί διαφορετικά μπορεί να προκαλέσει καφέτιασμα των καρπών εξαιτίας του σχηματισμού συμπλόκων του Fe με τις πολυφαινόλες των καρπών (López et al. 2008). Επίσης η περιεκτικότητα των επεξεργασμένων καρπών και των δύο μεταχειρίσεων σε Mn, Cu, Zn, Cd, Pb και Co ήταν υψηλότερη από τους νωπούς καρπούς. Η περιεκτικότητα των νωπών και επεξεργασμένων καρπών σε Cu διέφερε μεταξύ των δύο ετών και αυτό ίσως να σχετίζεται με τη χρήση του Cu ως μυκητοκτόνο και έτσι η διαφορετική χρήση του Cu μεταξύ των ετών να συνδέεται με τη διακύμανση της περιεκτικότητάς του στους καρπούς.

Στην έρευνά μας, η περιεκτικότητα των πράσινων καρπών Ισπανικού τύπου, που είναι και το τελικό βρώσιμο προϊόν και των δύο μεταχειρίσεων στα βαρέα μέταλλα Ni, Cd, Pb, Co ήταν υψηλότερη σε σχέση με αυτή που έχει αναφερθεί από τους López et al. (2008). Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius Commission (2011) το μέγιστο επιτρεπόμενο ανώτατο όριο (MLs) για το Pb στις επιτραπέζιες ελιές είναι 1 mg kg⁻¹ νωπού βάρους, ενώ για το Cd ένα αποδεκτό εύρος της περιεκτικότητάς του σε διάφορα τρόφιμα φυτικής προέλευσης είναι 0,05-0,2 mg kg⁻¹ νωπού βάρους. Για το Co αναφέρεται από τους López et al. (2008) ένα ασφαλές όριο της τάξης των 1,4 mg ανά ημέρα για ενήλικα βάρους 60 kg, ενώ η κατανάλωση επιτραπέζιων ελιών μπορεί να οδηγήσει σε κατανάλωση 0,0006 mg Co ανά ημέρα. Επίσης για το Ni αναφέρεται από τους López et al. (2008) ένα ασφαλές όριο της τάξης των 0,26 mg ανά ημέρα για ενήλικα βάρους 60 kg, ενώ η κατανάλωση επιτραπέζιων ελιών μπορεί να οδηγήσει σε κατανάλωση 0,0007 mg Ni ανά ημέρα. Σύμφωνα με τα όρια που προαναφέρθηκαν, φαίνεται ότι στην έρευνά μας η περιεκτικότητα των πράσινων καρπών Ισπανικού τύπου σε Ni, Cd, Pb και Cr (όταν αυτά υπολογιστούν σε νωπό βάρος καρπού) είναι σε υψηλά επίπεδα χωρίς όμως να ξεπερνούν τα μέγιστα όρια. Η αύξηση των βαρέων μετάλλων Ni, Cd, Pb και Co με την επεξεργασία των πράσινων καρπών ελιάς μπορεί να συνδέεται και με τη χρήση NaOH *per se* ή την προσθήκη θαλασσινού άλατος για το ξεπίκρισμα των καρπών (López et al. 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ ΚΟΝΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ

5.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ελιά καλλιεργείται εκτενώς στη λεκάνη της Μεσογείου, όπου οι βροχοπτώσεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι σπάνιες. Αυτή η έλλειψη υγρασίας στο έδαφος σε συνδυασμό με την αναμόχλευση του εδάφους και με την απουσία ζιζανίων συντελεί στην εκτεταμένη υποβάθμιση και κονιορτοποίηση του εδάφους. Επιπλέον ένα μεγάλο δίκτυο μη ασφαλτοστρωμένων δρόμων σε αγροτικές και βιομηχανικές περιοχές μπορεί να αποτελέσουν σημαντικές εστίες παραγωγής κόνεων διαφόρων μεγεθών και χημικής σύστασης. Τα σωματίδια της κόνεως που παράγονται μπορεί να μετακινηθούν με τον αέρα ή και λόγω των αναταράξεων που προκαλούνται στο έδαφος από τα οχήματα και να επικαθίσουν στις επιφάνειες των ελαιόδεντρων, είτε στα φύλλα και τους βλαστούς είτε στο εδάσιμο τμήμα των δένδρων, τους καρπούς. Επίσης η κόνις τσιμέντου που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα από τις τσιμεντοβιομηχανίες μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στις καλλιέργειες όπως και στα ελαιόδεντρα στις γύρω αγροτικές περιοχές από τις τσιμεντοβιομηχανίες. Η κόνις τσιμέντου αποτελείται από το κλίνκερ και είναι υψηλά αλκαλική και πλούσια σε Ca, Al, Si, Fe, Mg, Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Co, Cr, Cd και άλλα ιχνοστοιχεία αλλά και γύψο. Εκτός από τα προαναφερθέντα η ελιά ως αείφυλλο και αιωνόβιο δένδρο είναι μόνιμα εκτεθειμένο στις εκπεμπόμενες κόνεις αλλά κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες το πρόβλημα μπορεί να μετριαστεί λόγω των βροχοπτώσεων οι οποίες σε πολλές περιοχές καλλιέργειας της ελιάς είναι μειωμένες.

Οι επιπτώσεις της ρύπανσης από τις κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μπορεί να ποικίλουν και να έχουν φυσική και χημική επίδραση στα ελαιόδενδρα αλλά και στο έδαφος που είναι εγκατεστημένα. Η φυσική επίδραση των σωματιδίων των κόνεων μπορεί να συνδέεται με τη μεταβολή των οπτικών και υγροσκοπικών ιδιοτήτων των φύλλων προκαλώντας αλλαγές στη δομή των φύλλων και στις χρωστικές φωτοσύνθεσης ως προσαρμογή στις νέες συνθήκες. Το γεγονός ότι τα φύλλα της ελιάς διαθέτουν κηρούς και τρίχες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων τα καθιστά πιο ευάλωτα στις επιπτώσεις των κόνεων λόγω της μεγαλύτερης συγκράτησης των

σωματιδίων των κόνεων (Rai et al. 2010). Επίσης η παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων συνδέεται με το μπλοκάρισμα των στοματίων παρεμποδίζοντας την ανταλλαγή αερίων στα φύλλα με τελική επίπτωση τη χαμηλότερη παραγωγικότητα των φυτών και τη χαμηλότερη αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού (Farmer 1993, Grantz et al. 2003, Ots et al. 2011). Η χημική επίδραση μπορεί να συνδέεται με την τοξικότητα που μπορεί να προκαλέσουν τα σωματίδια των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων και των καρπών ή αφού εισέλθουν στο εσωτερικό των φύλλων μέσω των στοματίων ανάλογα με την ποσότητα της κόνεως που επικάθεται στη φυτική επιφάνεια, την οξύτητα ή την αλκαλικότητα που έχει η κόνις, την περιεκτικότητα σε μέταλλα, την αλατότητα και τις επιφανειοδραστικές της ιδιότητες, και τη συχνότητα και την ποσότητα των βροχοπτώσεων. Οι βροχοπτώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στην ξηρή ή στην υγρή εναπόθεση των σωματιδίων των κόνεων στα φύλλα, στη διαλυτοποίηση ή στη συμπύκνωση των σωματιδίων και στην απελευθέρωση χημικών ουσιών ή τη μετατροπή τους στην επιφάνεια των φύλλων σε πιο επικίνδυνες ουσίες ή στην απομάκρυνσή τους και την τελική εναπόθεσή τους στο έδαφος. Ειδικά για το τσιμέντο οι μικρής έντασης βροχοπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν τη δημιουργία κρούστας στην επιφάνεια των φύλλων. Επίσης τα σωματίδια των κόνεων μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς στην επιφάνεια των φύλλων αυξάνοντας την ευαισθησία τους στις μολύνσεις ή στις προσβολές από έντομα. Ο τραυματισμός της επιφάνειας των φύλλων μπορεί επίσης να διευκολύνει την είσοδο ρυπογόνων ουσιών ή μετάλλων στο εσωτερικό των φύλλων μέσω της επιδερμίδας τους. Επιπλέον η δράση των κόνεων δεν περιορίζεται μόνο στην υπέργεια ρύπανση των ελαιόδενδρων αλλά μετά από βροχοπτώσεις οι κόνεις επικάθονται στο έδαφος και η επίδραση τους μπορεί να λάβει μέρος μέσω του ριζικού συστήματος των φυτών.

Ένα άλλο σημαντικό θέμα είναι η υδατική καταπόνηση που μπορεί να υποστούν τα ελαιόδενδρα κατά τους θερινούς μήνες δεδομένου ότι ειδικά στη χώρα μας ένα μεγάλο ποσοστό καλλιεργήσιμων εκτάσεων με ελιές είναι χωρίς ή με περιορισμένη άρδευση. Το θέμα αυτό είναι αναπόσπαστο κομμάτι της παρούσας έρευνας καθώς η εναπόθεση των κόνεων στα ήδη καταπονημένα ελαιόδενδρα μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό επιπλέον φορτίο καταπόνησης και να μειώσει επιπλέον την παραγωγικότητα των ελαιόδενδρων.

Αναφερόμενοι στην ελιά, ως οπωροφόρο δένδρο, δεν πρέπει να παραληφθούν οι επιπτώσεις των κόνεων στο εδώδιμο τμήμα της, που είναι οι καρποί. Οι

επιτραπέζιες ελιές είναι υψηλής θρεπτικής αξίας και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της Μεσογειακής διατροφής. Παγκοσμίως η κατανάλωση του ελαιοκάρπου αυξάνεται λόγω της ευεργετικής του δράσης στην ανθρώπινη υγεία (Peres et al. 2011). Στη παρούσα μελέτη η ποικιλία που μελετήθηκε είναι η ‘Κονσερβολιά’. Πρόκειται για μεγαλόκαρπη ποικιλία που είναι διπλής χρήσης: επιτραπέζια αλλά και για την παραγωγή ελαιολάδου.

Οι επιπτώσεις των κόνεων στους καρπούς συνδέονται με τη μείωση των παραγωγής είτε λόγω μειωμένης γονιμοποίησης των ανθέων και χαμηλότερης καρπόδεσης είτε λόγω μείωσης της παραγωγικότητας των δένδρων λόγω της παρεμπόδισης της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης. Επίσης οι κόνεις στην επιφάνεια των καρπών μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά ή τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου λόγω του χαμηλότερου διαθέσιμου φωτός στην επιφάνεια των καρπών ή της οξειδωτικής καταπόνησης που μπορεί να προκαλέσουν. Μία άλλη σημαντική επίπτωση των κόνεων στους καρπούς συνδέεται με τη συσσώρευση μετάλλων και με τις πιθανές ανάλογες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Sahan and Basoglu 2009).

Αν και αρκετές μελέτες έχουν γίνει για την επίδραση των κόνεων σε δασικά ή καλλωπιστικά είδη ή σε ετήσια φυτά, η μελέτη της επίδρασης των κόνεων σε οπωροφόρα δένδρα όπως και στα εδώδιμα προϊόντα τους είναι περιορισμένη και χρήζει περαιτέρω έρευνας.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης των ρυπογόνων κόνεων εδάφους και τσιμέντου στη μεταβολή της διαθέσιμης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας σε επίπεδο κόμης και φύλλου παρουσία των κόνεων. Μελετήθηκε επίσης η επίδραση των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στις φυσιολογικές παραμέτρους, στα χαρακτηριστικά, στις χρωστικές φωτοσύνθεσης, στην περιεκτικότητά τους σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων ώριμων δένδρων ελιάς. Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα συστατικά πριν και μετά το πλύσιμό τους σε δύο ημερομηνίες για να διερευνηθεί η πιθανή τάση συσσώρευσης κάποιων ανόργανων συστατικών με το χρόνο ή η πιθανή ανισορροπία θρεπτικών στα φύλλα και η τοξικότητα που μπορεί να προκληθεί παρουσία των κόνεων στα φύλλα. Μετρήθηκαν επίσης, οι παραγωγικές παράμετροι και εκτιμήθηκε η ποιότητα, η διατροφική αξία και η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και επεξεργασμένων πράσινων καρπών ελιάς, η περιεκτικότητα

των μαύρων καρπών ελιάς σε λάδι και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Η μέτρηση της περιεκτικότητας των νωπών και επεξεργασμένων πράσινων καρπών ελιάς σε ανόργανα στοιχεία αποσκοπούσε και στη διαπίστωση της πιθανής συσσώρευσης τοξικών μετάλλων στο εδάδιμο τμήμα των καρπών.

5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.2.1 Πείραμα στο Διμήνι

Το πείραμα διενεργήθηκε στον ίδιο πειραματικό αγρό και παράλληλα με το πείραμα της επίδρασης του καολίνης στην ελιά, ποικιλία 'Κονσερβολιά' (*Olea europaea*). Τα δένδρα του μάρτυρα αποτελούν τα ίδια δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση με τα δένδρα που εφαρμόστηκε καολίνης. Το πείραμα διήρκησε τρία έτη, το 2009, 2010 και 2011.

Ο πειραματικός αγρός βρίσκεται σε ασφαλή απόσταση από την τσιμεντοβιομηχανία της περιοχής του Βόλου και δεν συνορεύει με αγροτικούς δρόμους, οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος να επηρεαστούν τα αποτελέσματα του πειράματος από εξωγενείς πηγές εκπομπής κόνεων.

Ορίστηκαν τρεις μεταχειρίσεις: 1) μάρτυρας, 2) εφαρμογή κόνεως εδάφους και 3) εφαρμογή κόνεως τσιμέντου.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με τρεις επαναλήψεις ανά μεταχείριση και τέσσερα δένδρα ανά επανάληψη, με δένδρα ή σειρές για περιθώρια ασφάλειας.

Οι μεταχειρίσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πειραματικό τεμάχιο περιγράφονται στη συνέχεια:

Μάρτυρας: Στο μάρτυρα γινόταν ψεκασμός με νερό ποσότητας 2 kg ανά δένδρο χωρίς απορροή κάθε φορά που γινόταν εφαρμογή κόνεων στις άλλες μεταχειρίσεις.

Εφαρμογή εδάφους: Η διαδικασία παρασκευής της κόνεως εδάφους περιγράφηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3, παράγραφος 3.2.1. Για την εφαρμογή της κόνεως εδάφους αρχικά γινόταν ψεκασμός με νερό ποσότητας 2 kg ανά δένδρο χωρίς απορροή και άμεσα μετά ακολουθούσε η εφαρμογή της. Απαιτήθηκαν 500 g κόνεως εδάφους μεγέθους ≤ 500 μm ανά δένδρο εκτός από το τρίτο έτος μετρήσεων, το 2011, που εφαρμόστηκαν 750 g κόνεως ανά δένδρο. Ο ψεκασμός του νερού διενεργήθηκε με επινώτιο χειροκίνητο ψεκαστήρα και η εφαρμογή της κόνεως εδάφους στα δένδρα γινόταν με θειαφιστήρι. Κατά τη διάρκεια του κάθε έτους μετρήσεων γίνονταν

επαναληπτικές εφαρμογές κόνεως εδάφους προκειμένου τα δένδρα να είναι ικανοποιητικά και συνεχώς καλυμμένα με κόνιν εδάφους.

Εφαρμογή τσιμέντου: Για την εφαρμογή κόνεως τσιμέντου στα δένδρα χρησιμοποιήθηκε το τσιμέντο ATHLOS™, σακευμένο τσιμέντο γενικής οικοδομικής χρήσης. Για την εφαρμογή κόνεως τσιμέντου γινόταν ψεκασμός με νερό ποσότητας 2 kg ανά δένδρο χωρίς απορροή και στη συνέχεια ακολουθούσε η εφαρμογή της κόνεως τσιμέντου. Οι ψεκασμοί διενεργήθηκαν με επινώτιο χειροκίνητο ψεκαστήρα και η εφαρμογή της κόνεως τσιμέντου στα δένδρα γινόταν με θειαφιστήρι. Απαιτήθηκαν 2,8 kg κόνεως τσιμέντου για το σύνολο των δώδεκα δένδρων εκτός από το τρίτο έτος μετρήσεων, το 2011, που εφαρμόστηκαν 3,6 kg κόνεως. Κατά τη διάρκεια του κάθε έτους μετρήσεων γίνονταν επαναληπτικές εφαρμογές κόνεως τσιμέντου προκειμένου τα δένδρα να είναι ικανοποιητικά και συνεχώς καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου.

3.2.2 Μετρήσεις στον αγρό

Η πρώτη εφαρμογή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ελιάς το 2009 έγινε στις 6/6 πριν την έναρξη των μετρήσεων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 3/7, στις 8/7, στις 22/7 και η τελευταία στις 14/8, συνολικά πέντε εφαρμογές κόνεων. Αντίστοιχα έγινε ψεκασμός των δένδρων του μάρτυρα με νερό.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 η πρώτη εφαρμογή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου έγινε στις 7/6, μετά την πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 30/6, στις 16/7 και η τελευταία στις 17/8, συνολικά τέσσερις εφαρμογές κόνεων. Αντίστοιχα έγινε ψεκασμός των δένδρων του μάρτυρα με νερό.

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 η πρώτη εφαρμογή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ελιάς έγινε στις 8/6 πριν την έναρξη των μετρήσεων, ακολούθησαν εφαρμογές στις 17/6, στις 8/7, στις 25/7, στις 4/8 και η τελευταία στις 7/8, συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι εφαρμογές κόνεων. Αντίστοιχα έγινε ψεκασμός των δένδρων του μάρτυρα με νερό.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων, φθορισμού της χλωροφύλλης κατά τα έτη 2009, 2010 και 2011 και υδατικού δυναμικού βλαστού κατά τα έτη 2009 και 2010, και η διαδικασία περιγράφεται στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.2.

5.2.3 Μετρήσεις στο εργαστήριο

Μετρήθηκαν η ποσότητα των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων, τα χαρακτηριστικά των φύλλων, η φυλλική επιφάνεια και τα τρία έτη 2009, 2010 και 2011 και η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά φαινολικά και η αντιοξειδωτική τους ικανότητα τα έτη 2010 και 2011, όπως περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3, παράγραφος 3.2.3.

5.2.4 Μετρήσεις ποιότητας

Οι μετρήσεις ποιότητας στην ελιά πραγματοποιήθηκαν τα δύο έτη μετρήσεων 2009 και 2010. Το 2009 η συγκομιδή των καρπών έγινε στις 1/10/2009 και το 2010 στις 29/9/2010, όταν οι καρποί της ελιάς ήταν πράσινοι. Οι μετρήσεις ποιότητας πραγματοποιήθηκαν όπως περιγράφονται στο Κεφάλαιο 4 παράγραφος 4.2.4.

5.2.5 Παρασκευή κονσέρβας πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου

Η διαδικασία παρασκευής κονσέρβας πράσινης ελιάς ισπανικού τύπου που εφαρμόστηκε περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4 παράγραφος 4.2.5.

5.2.6 Ποιότητα λαδιού

Για τη μέτρηση της ποιότητας του λαδιού έγινε εξαγωγή λαδιού στο Εργαστήριο Δενδροκομίας από την κάθε μεταχείριση το 2009 και 2010. Η διαδικασία που εφαρμόστηκε περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4 παράγραφος 4.2.6.

5.2.7 Περιεκτικότητα των καρπών σε λάδι

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε λάδι έγινε κατά τα έτη 2009 και 2010 όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4 παράγραφος 4.2.7.

5.2.8 Μέτρηση ανόργανων συστατικών στα φύλλα και στους καρπούς

Η μέτρηση των ανόργανων συστατικών έγινε στα φύλλα, στους νωπούς καρπούς ελιάς και στους μεταποιημένους καρπούς ελιάς όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.5 και η δειγματοληψία των φύλλων έγινε όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4 παράγραφος 4.2.8.

5.2.9 Μέτρηση προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη

Η μέτρηση της προσπίπτουσας και ανακλώμενης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στην κόμη των δένδρων ελιάς έγινε μόνο το καλοκαίρι του 2011, στις 11 Αυγούστου κατά το χρονικό διάστημα 10:00 με 12:00, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.7.

5.2.10 Διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου

Για τον υπολογισμό της διαθέσιμης ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας στα φύλλα ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις συσχέτισης που περιγράφονται στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.3.8.

5.2.11 Μετεωρολογικός σταθμός

Πρόκειται για το μετεωρολογικό σταθμό που αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 4, παράγραφος 4.2.11.

5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.3.1 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2009 στο Διμήνι

Οι κλιματικές συνθήκες για την πειραματική περίοδο του 2009 παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4, παράγραφος 4.3.1.

5.3.2 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2010 στο Διμήνι

Οι κλιματικές συνθήκες για την πειραματική περίοδο του 2009 παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4, παράγραφος 4.3.2.

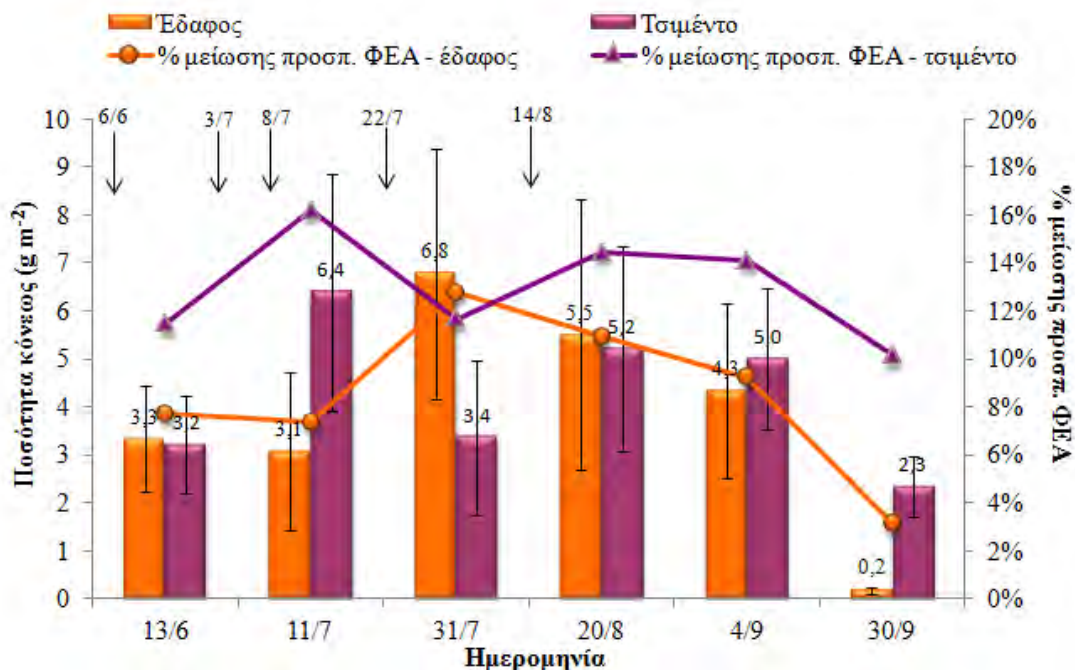
5.3.3 Κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο του 2011 στο Διμήνι

Οι κλιματικές συνθήκες για την πειραματική περίοδο του 2009 παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4, παράγραφος 4.3.3.

5.3.4 Ποσότητα των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η εφαρμογή των κόνων εδάφους ή τσιμέντου στην κόμη των δένδρων ελιάς έγινε επαναληπτικά για να προσομοιωθεί η φυσική εναπόθεση των σωματιδίων των κόνων στη φυτική επιφάνεια κοντά σε εστίες εκπομπής κόνων όπως δίπλα σε χωματόδρομους ή σε περιοχές γύρω από τσιμεντοβιομηχανίες. Σε όλη την πειραματική περίοδο πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες φύλλων για να εκτιμηθεί η ποσότητα των κόνων στην επιφάνεια των φύλλων. Στα μέσα Αυγούστου έγινε η τελευταία εφαρμογή των κόνων εδάφους και τσιμέντου για να εξεταστεί ο τρόπος απομάκρυνσης των σωματιδίων των κόνων από τα φύλλα ελιάς λόγω των βροχοπτώσεων του φθινοπώρου ή λόγω του ανέμου και να εκτιμηθούν οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων μετά την πιθανή απομάκρυνση του παράγοντα καταπόνησης, που είναι οι κόνοι.

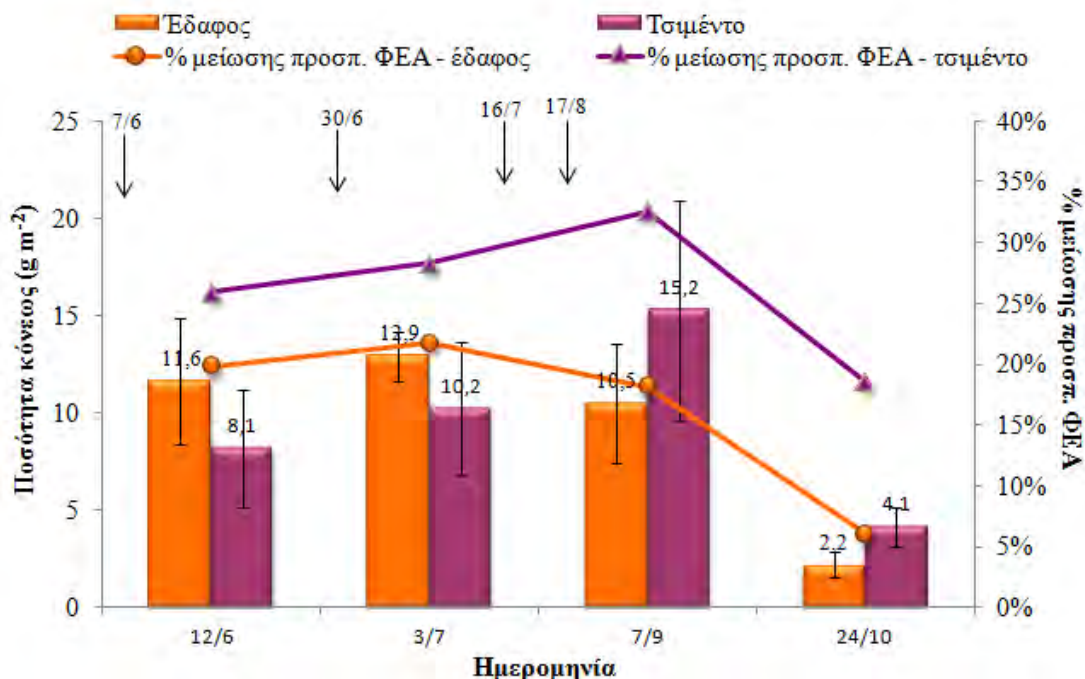
Οι κόνοι παρέμειναν σε σταθερή ποσότητα στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς έως τις αρχές Σεπτεμβρίου παρά το γεγονός ότι η τελευταία εφαρμογή των κόνων έγινε στα μέσα Αυγούστου, γιατί δεν καταγράφηκαν καθόλου βροχοπτώσεις σε αυτό το διάστημα (Γρ. 5.1). Παρόλα αυτά ένα μέρος της κόνης εδάφους απομακρύνθηκε ενδεχομένως λόγω του αέρα. Αργότερα στα τέλη Σεπτεμβρίου, μετά από αρκετές βροχοπτώσεις, ελάχιστη ποσότητα κόνης εδάφους παρέμεινε στην επιφάνεια των φύλλων, ενώ το 47% των υπολειμμάτων της κόνης τσιμέντου παρέμειναν σε σχέση με την ποσότητα που υπήρχε στις αρχές Σεπτεμβρίου στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς. Γεγονός είναι η διαφορετική φύση των δύο κόνων δεδομένου ότι το τσιμάντο σε συνδυασμό με υγρασία δημιουργεί μία κρούστα στην επιφάνεια των φύλλων που δύσκολα απομακρύνεται.



Γράφημα 5.1. Ποσότητα κόνεων εδάφους ή τσιμέντου (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2009. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνεων.

5.3.5 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010

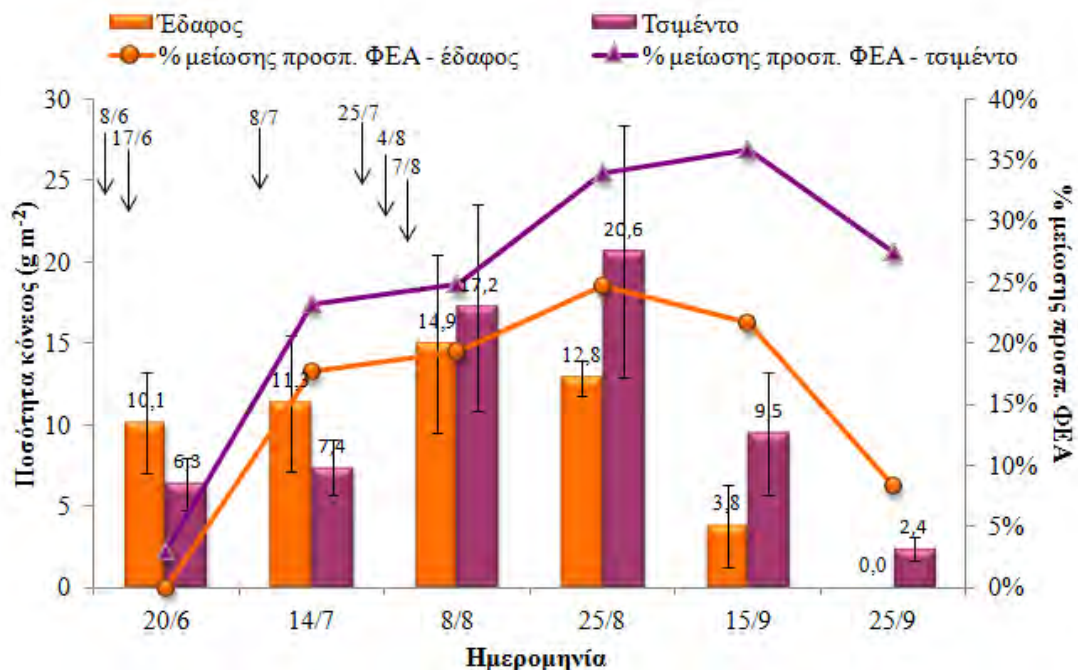
Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 οι κόνεις ήταν σταθερά σε υψηλά επίπεδα στην επιφάνεια των φύλλων των δένδρων ελιάς λόγω των επαναληπτικών εφαρμογών, αλλά λόγω και των μειωμένων βροχοπτώσεων έως αργά το φθινόπωρο (Γρ. 5.2). Στα τέλη Οκτωβρίου για την κόνιν εδάφους παρέμεινε το 21% και για την κόνιν τσιμέντου το 27% της ποσότητας που υπήρχε στις αρχές Σεπτεμβρίου. Φαίνεται και πάλι ότι η κόνιν τσιμέντου απομακρύνεται πιο δύσκολα από την επιφάνεια των φύλλων λόγω της κρούστας που δημιουργεί.



Γράφημα 5.2. Ποσότητα κόνεως εδάφους ή τσιμέντου (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων δένδρων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2010. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνεων.

5.3.6 Ποσότητα των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Κατά την πειραματική περίοδο του 2011 οι κόνειες ήταν σταθερά σε υψηλά επίπεδα στην επιφάνεια των φύλλων των δένδρων ελιάς έως τα τέλη Αυγούστου λόγω των επαναληπτικών εφαρμογών, ενώ στη συνέχεια μειώθηκαν σημαντικά ως τα τέλη Σεπτεμβρίου λόγω των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων (Γρ. 5.3). Συγκρίνοντας τις δύο κόνειες, στα τέλη Σεπτεμβρίου τα υπολείμματα της κόνεως εδάφους απομακρύνθηκαν πλήρως, ενώ το 11% των υπολειμμάτων της κόνεως τσιμέντου παρέμειναν στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς σε σχέση με την ποσότητα που υπήρχε στα μέσα Σεπτεμβρίου.



Γράφημα 5.3. Ποσότητα κόνεων εδάφους ή τσιμέντου (g m^{-2}) στην επιφάνεια των φύλλων ελιάς κατά την πειραματική περίοδο του 2011. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κόνεων.

Η διαφορά της πειραματικής περιόδου του 2011 από τις άλλες του 2009 και 2010 είναι ότι συνέβησαν πιο διάσπαρτες βροχοπτώσεις από τις αρχές Αυγούστου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου επιτρέποντας την πιο σταδιακή μείωση των υπολειμμάτων των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων.

5.3.7 Προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη και στο φύλλο το καλοκαίρι του 2011

Στα μέσα Αυγούστου του 2011 (11/8/11) μετρήθηκε η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία στην κόμη των δένδρων ελιάς. Η ποσότητα της κόνεως εδάφους στην επιφάνεια των φύλλων ήταν $14,9 \text{ g m}^{-2}$ και της κόνεως τσιμέντου $17,2 \text{ g m}^{-2}$.

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα δένδρα ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν παρόμοια με αυτή των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 5.1). Επιπλέον, τα δένδρα που δέχθηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη ανακλώμενη ΦΕΑ κατά 18% και 16%, αντίστοιχα, από τα δένδρα του μάρτυρα.

Η προσπίπτουσα UV ακτινοβολία μειώθηκε ελαφρώς στα καλυμμένα με κόνεις δέντρα (Πίν. 5.1). Η ανακλώμενη UV ήταν πολύ χαμηλή, αλλά στα δένδρα που

εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν υψηλότερη από τα δένδρα του μάρτυρα κατά 60% και 67%, αντίστοιχα.

Πίνακας 5.1. Μέση προσπίπτουσα και ανακλώμενη ΦΕΑ και UV ακτινοβολία (\pm τυπική απόκλιση) στην κόμη δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και δένδρων του μάρτυρα.

	Μάρτυρας	Έδαφος	Τσιμέντο
Φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία (ΦΕΑ) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
Προσπίπτουσα στην κόμη	1568 \pm 46	1564 \pm 29	1521 \pm 85
Ανακλώμενη από την κόμη	104 \pm 8	123 \pm 8	121 \pm 7
Υπεριώδης ακτινοβολία (UV) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
Προσπίπτουσα στην κόμη	85 \pm 6	79 \pm 7	78 \pm 10
Ανακλώμενη από την κόμη	3,0 \pm 0,6	4,8 \pm 1,0	5,0 \pm 1,0

5.3.8 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η συσσώρευση των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων των δένδρων ελιάς, εκτός από την αύξηση της ανακλώμενης ΦΕΑ που προαναφέρθηκε, μπορεί να μειώσει τη διερχόμενη ΦΕΑ και τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων για τις φυσιολογικές τους λειτουργίες. Όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, παράγραφος 2.2.8, η ποσότητα των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων συσχετίστηκε σημαντικά ($R^2=0,95$ για την κόνιν εδάφους και $R^2=0,94$ για την κόνιν τσιμέντου) με το ποσοστό μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ κάτω από τη στιβάδα των σωματιδίων των κόνεων στα φύλλα. Με το όργανο της φωτοσύνθεσης μετρήθηκε η προσπίπτουσα ΦΕΑ στο θάλαμο που εσωκλείεται το προς μέτρηση φύλλο κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου του 2009. Στη συνέχεια με την εξίσωση συσχέτισης υπολογίστηκε το ποσοστό μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και η τελικά διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα (Γρ. 5.1, Πίν. 5.2).

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ελιάς εντός του θαλάμου του οργάνου της φωτοσύνθεσης και των τριών μεταχειρίσεων παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, με μία μείωση στα τέλη Ιουλίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου, με το πέρασμα στο φθινόπωρο, μειώθηκε φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή χωρίς διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 5.2). Αν συγκρίνουμε τη διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων κάτω από τη

συσσωρευμένη κόνιν με αυτή των φύλλων του μάρτυρα, φαίνεται ότι τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν σημαντικά χαμηλότερη διαθέσιμη ΦΕΑ από τα μέσα Αυγούστου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα η διαθέσιμη ΦΕΑ ήταν σημαντικά χαμηλότερη από τα μέσα Ιουλίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.2).

Πίνακας 5.2. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα κόνεως, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα κόνεως (g m^{-2})	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
13/6/2009	Μάρτυρας	1521	-	-	1521
	Έδαφος	1571	3,32	8%	1445
	Τσιμέντο	1620	3,22	11%	1441
11/7/2009	Μάρτυρας	1550	-	-	1550
	Έδαφος	1606	3,07	7%	1494
	Τσιμέντο	1569	6,39	16%	1318
31/7/2009	Μάρτυρας	1218	-	-	1218
	Έδαφος	1309	6,76	13%	1139
	Τσιμέντο	1222	3,36	12%	1075
20/8/2009	Μάρτυρας	1506	-	-	1506
	Έδαφος	1552	5,50	11%	1381
	Τσιμέντο	1540	5,21	14%	1324
4/9/2009	Μάρτυρας	1499	-	-	1499
	Έδαφος	1446	4,34	9%	1316
	Τσιμέντο	1567	4,99	14%	1348
30/9/2009	Μάρτυρας	1233	-	-	1233
	Έδαφος	1203	0,18	3%	1167
	Τσιμέντο	1159	2,33	10%	1043
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
ΕΣΔ _{0,05}		111			105

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Σε κάθε περίπτωση η διαθέσιμη ΦΕΑ στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα ήταν πάντα υψηλότερη του σημείου φωτοκορεσμού για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στην ελιά. Ένα άλλο συμπέρασμα είναι ότι η κόνις τσιμέντου παρέμεινε σε μεγαλύτερο ποσοστό στην επιφάνεια των φύλλων στα τέλη Σεπτεμβρίου σε σχέση με την κόνιν εδάφους προκαλώντας σημαντικά μεγαλύτερη μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ στα φύλλα σε σχέση με την κόνιν εδάφους.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 377 έως 399 μmol mol⁻¹.

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 31,1 °C έως 34,9 °C. Η χαμηλότερη θερμοκρασία βρέθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου και η υψηλότερη στα μέσα Ιουλίου χωρίς διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.

Η g_s των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την υψηλότερη τιμή ως αποτέλεσμα των ευνοϊκότερων κλιματικών συνθηκών για τη λειτουργία των στοματίων λόγω των βροχοπτώσεων του φθινοπώρου και των χαμηλότερων θερμοκρασιών (Πίν. 5.3). Η g_s των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, που ήταν ήδη σε χαμηλά επίπεδα από τα μέσα Ιουνίου, παρουσίασε την ελάχιστη τιμή στα τέλη Ιουλίου, δηλαδή πιο γρήγορα από τα φύλλα του μάρτυρα, και τη μέγιστη τιμή στα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα στις αρχές Σεπτεμβρίου και στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα στα τέλη Σεπτεμβρίου, ενώ την υπόλοιπη περίοδο είχε παρόμοιες τιμές. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια g_s με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου είχαν χαμηλότερη g_s από το μάρτυρα γιατί στα σκονισμένα φύλλα η g_s συνέχισε να παραμένει σε χαμηλά επίπεδα πιθανόν λόγω των σωματιδίων των κόνεων στην επιφάνειά τους, ενώ στα φύλλα του μάρτυρα άρχισε να αυξάνεται. Στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά τη σημαντική απομάκρυνση της κόνεως εδάφους από τα φύλλα, η g_s αυξήθηκε σημαντικά (κατά 70%) σε σχέση με το μάρτυρα. Όσον αφορά τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου, αυτά είχαν χαμηλότερη g_s κατά 12% στις αρχές Σεπτεμβρίου και κατά 26% στα τέλη Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα δεδομένου ότι η κόνιν τσιμέντου παρέμεινε στα φύλλα κατά 53% της ποσότητας που είχε στις αρχές Σεπτεμβρίου και έτσι, παρά τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες, η g_s των φύλλων δεν μπόρεσε να ανακάμψει ικανοποιητικά όπως του μάρτυρα. Τέλος η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα λειτούργησε με παρόμοιο τρόπο στη μείωση της g_s των φύλλων εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη g_s από τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, προφανώς λόγω της απομάκρυνσης της κόνεως εδάφους από τα φύλλα σε αντίθεση με την κόνιν τσιμέντου που παρέμεινε σε μεγάλο βαθμό.

Πίνακας 5.3. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
13/6/2009	Μάρτυρας	0,072	1,64	8,43	148	0,803
	Έδαφος	0,063	1,74	7,63	156	0,788
	Τσιμέντο	0,062	1,82	7,34	152	0,796
11/7/2009	Μάρτυρας	0,058	1,76	6,58	169	0,820
	Έδαφος	0,063	1,76	6,55	183	0,811
	Τσιμέντο	0,065	1,80	6,92	180	0,814
31/7/2009	Μάρτυρας	0,055	1,38	6,06	170	0,804
	Έδαφος	0,046	1,22	5,25	164	0,830
	Τσιμέντο	0,045	1,21	5,09	155	0,825
20/8/2009	Μάρτυρας	0,044	1,33	4,84	166	0,790
	Έδαφος	0,056	1,59	4,80	204	0,787
	Τσιμέντο	0,052	1,67	5,31	175	0,771
4/9/2009	Μάρτυρας	0,092	1,95	7,70	199	0,814
	Έδαφος	0,067	1,32	5,67	210	0,811
	Τσιμέντο	0,081	1,59	5,90	204	0,806
30/9/2009	Μάρτυρας	0,102	2,35	8,56	209	0,818
	Έδαφος	0,174	3,13	10,90	239	0,824
	Τσιμέντο	0,075	1,47	6,36	208	0,828
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	***	**
Μεταχείριση		**	*	**	**	NS
$E_{\Sigma\Delta_{0,05}}$		0,026	0,36	1,25	25	0,040

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η E των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε σταθερή από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε έως τα μέσα Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σημαντικά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.3). Η E των φύλλων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους παρέμεινε σταθερή από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου, μειώθηκε στα τέλη Ιουλίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (δηλαδή πιο σύντομα από τα φύλλα του μάρτυρα). Περαιτέρω, η E στα φύλλα με κόνιν εδάφους αυξήθηκε στα μέσα Αυγούστου, στη συνέχεια δεν μεταβλήθηκε σημαντικά ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, αλλά στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε στο μέγιστο λόγω της απομάκρυνσης της περισσότερης κόνεως. Στην περίπτωση των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, ο ρυθμός διαπνοής μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Ιουλίου και παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα έως τα τέλη Σεπτεμβρίου με εξαίρεση στα μέσα Αυγούστου που

παρουσίασε μία αύξηση. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια E με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου και στη συνέχεια τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν χαμηλότερη E κατά 33% στις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου υψηλότερο κατά 33% από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν σημαντικά χαμηλότερη E από τα φύλλα του μάρτυρα από τις αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου κατά 18% και 38%, αντίστοιχα. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι στα μέσα Αυγούστου τα σκονισμένα φύλλα είχαν ελαφρώς υψηλότερη E από τα φύλλα του μάρτυρα. Συγκρίνοντας την επίδραση των δύο κόνεων στην E των φύλλων φαίνεται ότι τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια E με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν χαμηλότερη E κατά 53%.

Η A των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου, φτάνοντας την ελάχιστη τιμή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.3). Η A των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Ιουλίου και στη συνέχεια αυξήθηκε ελαφρώς από τα μέσα Αυγούστου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου αλλά αν η αύξηση ήταν πολύ χαμηλότερη συγκριτικά με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια ή ελαφρώς χαμηλότερη A από τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου, σημαντικά χαμηλότερη στις αρχές Σεπτεμβρίου κατά 26%, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου (μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους της κόνεως) είχαν σημαντικά υψηλότερη A κατά 27% σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ή ελαφρώς χαμηλότερη A από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου και σημαντικά χαμηλότερη A έως τα τέλη Σεπτεμβρίου σε ποσοστό που ανήλθε στο 26%. Συγκρίνοντας τις δύο κόνεις, φαίνεται ότι τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια A με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν χαμηλότερη A κατά 42%.

Το CO₂in στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Ιουλίου για τα σκονισμένα φύλλα ή ως τα μέσα Αυγούστου για τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη

τιμή (Πίν. 5.3). Επίσης δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στο CO₂i_n εκτός από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα που είχαν υψηλότερο CO₂i_n σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Όπως φαίνεται από τα τέλη Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου, που η A είχε τις χαμηλότερες τιμές, το CO₂i_n παρέμεινε και αυτό σε χαμηλά επίπεδα δείχνοντας ότι παρά τη θερμική καταπόνηση και την καταπόνηση λόγω των κόνεων, η λειτουργία της φωτοσύνθεσης δεν αναστάλη γεγονός που θα οδηγούσε σε μείωση της αφομοίωσης του CO₂ και αύξηση του CO₂i_n. Στα τέλη Σεπτεμβρίου που οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές και αυξήθηκε η g_s, αυξήθηκε και το CO₂i_n αλλά και η A. Από τις αρχές Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα ή στις αρχές Σεπτεμβρίου για το έδαφος, αξίζει να σημειωθεί ότι το CO₂i_n αυξήθηκε όπως στο μάρτυρα, αλλά η A δεν αυξήθηκε όσο στο μάρτυρα. Αυτό δείχνει ότι οι κόνεις αποτελούν έναν παρεμποδιστικό παράγοντα στη φυσιολογική λειτουργία της φωτοσύνθεσης είτε λόγω μπλοκαρίσματος των στοματίων, άλλωστε η g_s αυξήθηκε λιγότερο στα σκονισμένα φύλλα από τα φύλλα του μάρτυρα στις αρχές Σεπτεμβρίου, είτε λόγω της μερικής αλλά σταθερής σκίασης των σκονισμένων φύλλων. Με βάση τα παραπάνω δικαιολογείται και η θετική συσχέτιση του CO₂i_n μόνο με την g_s και όχι με την A και την E (Πίν. 5.5).

Ο δείκτης φθορισμού χλωροφύλλης Fv/Fm εκτός από τα μέσα Ιουνίου για τα σκονισμένα φύλλα και από τα μέσα Αυγούστου και για τις τρεις μεταχειρίσεις, που ήταν χαμηλότερος του 0,8, δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο και δεν διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων υποδεικνύοντας τη φυσιολογική λειτουργία του PSII στα φύλλα των δένδρων ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων και ότι η καταπόνηση δεν ήταν τόσο σοβαρή. Στα μέσα Ιουνίου η μικρή μείωση του Fv/Fm στα σκονισμένα φύλλα ίσως σχετίζεται με το αρχικό στρες που δέχτηκαν τα φύλλα παρουσία των κόνεων, ενώ στα μέσα Αυγούστου η μικρή μείωση του Fv/Fm συνδέεται πιθανόν με τη θερμική καταπόνηση αλλά και με την παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των σκονισμένων φύλλων όπως προαναφέρθηκε (Πίν. 5.3).

Το ΥΔΒ στα δένδρα και των τριών μεταχειρίσεων, που ήταν γενικά χαμηλό σε όλη την πειραματική περίοδο, έγινε πιο αρνητικό σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Ιουλίου και στη συνέχεια έγινε λιγότερο αρνητικό έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.4). Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, τα δένδρα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο ΥΔΒ με τα δένδρα του μάρτυρα σε όλη την

πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου για την κόνιν εδάφους και στα τέλη Ιουλίου για την κόνιν τσιμέντου που είχαν λιγότερο αρνητικό ΥΔΒ συγκριτικά με το μάρτυρα. Τέλος τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου δένδρα είχαν παρόμοιο ΥΔΒ με τα δένδρα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα τέλη Ιουλίου που είχαν πιο αρνητικό.

Πίνακας 5.4. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ, Πραγμ. ΑΠΦ φύλλων και ΥΔΒ δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγμ. ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	ΥΔΒ (MPa)
13/6/2009	Μάρτυρας	5,31	0,552	0,552	-2,75
	Έδαφος	4,42	0,489	0,531	-2,64
	Τσιμέντο	4,04	0,455	0,511	-2,82
11/7/2009	Μάρτυρας	3,84	0,426	0,426	-3,07
	Έδαφος	3,82	0,409	0,440	-2,97
	Τσιμέντο	3,87	0,443	0,528	-2,89
31/7/2009	Μάρτυρας	4,47	0,518	0,518	-3,52
	Έδαφος	4,36	0,401	0,460	-3,12
	Τσιμέντο	4,31	0,431	0,490	-3,13
20/8/2009	Μάρτυρας	3,70	0,325	0,325	-3,09
	Έδαφος	3,09	0,311	0,349	-2,79
	Τσιμέντο	3,22	0,348	0,405	-3,08
4/9/2009	Μάρτυρας	4,00	0,517	0,517	-3,15
	Έδαφος	4,66	0,400	0,440	-3,02
	Τσιμέντο	3,77	0,380	0,442	-3,19
30/9/2009	Μάρτυρας	3,64	0,708	0,708	-2,98
	Έδαφος	3,50	0,927	0,956	-2,73
	Τσιμέντο	4,66	0,576	0,661	-2,95
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	**	NS	**
EΣΔ _{0,05}		0,68	0,108	0,117	0,30

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΧΝ των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, αλλά οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα μέσα Αυγούστου και στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.4). Η χαμηλότερη ΑΠΧΝ στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων στα μέσα Αυγούστου συνδέεται με τη θερμική καταπόνηση και τη σημαντικότερη μείωση της Α σε σχέση με την Ε, ενώ η μείωση στα τέλη Σεπτεμβρίου σχετίζεται με το πέρας της θερμής περιόδου και με το άνοιγμα των στοματίων και τη βελτίωση των

φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων με κόστος όμως την κατανάλωση νερού το οποίο όμως πλέον ήταν πιο διαθέσιμο. Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, η ΑΠΧΝ παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή στα μέσα Αυγούστου, αλλά είχε την υψηλότερη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου διότι τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου δεν ανέκαμψαν σε σχέση με τα φύλλα των άλλων δύο μεταχειρίσεων, αλλά η Α αυξήθηκε ελαφρώς περισσότερο από την Ε στα τέλη Σεπτεμβρίου. Γενικά η ΑΠΧΝ ήταν παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη ΑΠΧΝ στα μέσα Ιουνίου σε σχέση με το μάρτυρα και υψηλότερη στα τέλη Σεπτεμβρίου σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις.

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου λόγω της σημαντικής μείωσης της Α εξαιτίας της θερμικής καταπόνησης, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σημαντικά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου παρά τη σχετική μείωση της ΦΕΑ (Πίν. 5.4). Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν χαμηλότερη ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Ιουλίου και στις αρχές Σεπτεμβρίου και ειδικά στις αρχές Σεπτεμβρίου λόγω της μείωσης της Α παρουσία της κόνεως στα φύλλα και σημαντικά υψηλότερη ΑΠΦ κατά 31% σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους της κόνεως. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Αυγούστου και χαμηλότερη από τις αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου κατά 26% και 19%, αντίστοιχα, και χαμηλότερη ΑΠΦ σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους κατά 38% στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επίσης όταν υπολογίστηκε η πραγματική ΑΠΦ των φύλλων που είχαν κόνιν εδάφους ή τσιμέντου με βάση τη διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα, φαίνεται ότι τα σκονισμένα φύλλα, δεδομένης της χαμηλότερης διαθέσιμης ΦΕΑ στην επιφάνειά τους, είχαν παρόμοια πραγματική ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, εκτός από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα, που στα τέλη Σεπτεμβρίου είχαν σημαντικά υψηλότερη πραγματική ΑΠΦ κατά 35% σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.4).

Εκτός από τα παραπάνω σημαντικά αποτελέσματα της επίδρασης των κόνεων στις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων ελιάς, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των πιο σημαντικών παραμέτρων καθώς και η συσχέτισή τους με το VPD και με την ποσότητα της κόνεως στην επιφάνεια των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις

εδάφους ή τσιμέντου (Πίν. 5.5). Επίσης δεν βρέθηκαν συσχετίσεις των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων με τα χαρακτηριστικά των φύλλων σε καμία μεταχείριση.

Πίνακας 5.5. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s , E, A, CO_{2in} και της ποσότητας της κόνεως κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

		VPD	Κόνις	g_s	E	A	CO_{2in}	YΔB
Μάρτυρας	VPD			$r=-0,849$ $p<0,05$	$r=-0,944$ $p<0,01$	NS	$r=-0,812$ $p<0,05$	NS
Έδαφος			$r=0,864$ $p<0,05$	$r=-0,973$ $p<0,001$	$r=-0,990$ $p<0,05$	$r=-0,891$ $p<0,05$	$r=-0,767$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο			NS	NS	NS	NS	$r=-0,757$ $p<0,05$	NS
Μάρτυρας	Κόνις							
Έδαφος				$r=-0,865$ $p<0,05$	$r=-0,904$ $p<0,05$	$r=-0,927$ $p<0,01$	NS	NS
Τσιμέντο				NS	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	g_s				$r=0,925$ $p<0,01$	$r=0,863$ $p<0,01$	$r=0,762$ $p<0,05$	NS
Έδαφος					$r=0,960$ $p<0,01$	$r=0,918$ $p<0,01$	$r=0,760$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο					NS	NS	$r=0,814$ $p<0,05$	NS
Μάρτυρας	E					$r=0,782$ $p<0,05$	NS	NS
Έδαφος						$r=0,938$ $p<0,01$	NS	NS
Τσιμέντο						NS	NS	NS
Μάρτυρας	A						NS	NS
Έδαφος							NS	NS
Τσιμέντο							NS	NS
Μάρτυρας	CO_{2in}							NS
Έδαφος								NS
Τσιμέντο								NS
Μάρτυρας	YΔB							
Έδαφος								
Τσιμέντο								

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για $p<0,05$, $p<0,01$, NS: μη σημαντική διαφορά

Από τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των φυσιολογικών παραμέτρων και της κόνεως με το VPD φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους, αλλά μόνο στο μάρτυρα και στα σκονισμένα με κόνιν εδάφους φύλλα (Πίν. 5.5). Η αρνητική αυτή συσχέτιση δείχνει ότι το VPD είναι καθοριστικός παράγοντας στη λειτουργία των στοματίων και η μείωση των g_s , E και A σχετίζονται με το κλείσιμο των στοματίων κατά τη θερμή περίοδο του

καλοκαιριού, από τα τέλη Ιουλίου ως τα μέσα Αυγούστου που το VPD είχε τις υψηλότερες τιμές. Σε αυτό συνηγορεί και η σημαντική θετική συσχέτιση της g_s με τις A και E. Φαίνεται όμως ότι η A στην περίπτωση του μάρτυρα δεν είναι τόσο ευαίσθητη ($r=NS$) στο υψηλό VPD όσο στα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα τα οποία όμως έχουν ακόμη ένα σημαντικό παράγοντα καταπόνησης που είναι το φορτίο της κόνεως στην επιφάνειά τους. Στα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα το VPD συσχετίστηκε θετικά με την κόνιν εδάφους. Άλλωστε όταν το VPD ήταν υψηλό, η κόνις είχε επίσης τις υψηλότερες τιμές, δείχνοντας την έντονη καταπόνηση των καλυμμένων με κόνιν εδάφους φύλλων κατά τη θερμή περίοδο, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση των καταπονήσεων είναι εμφανής η ανακούφιση των καλυμμένων με κόνιν εδάφους φύλλων. Στην περίπτωση των καλυμμένων με κόνιν τσιμέντου φύλλων δεν βρέθηκαν συσχετίσεις. Η σημαντικότερη αιτία είναι η παρουσία της κόνεως τσιμέντου στα φύλλα σε όλη την πειραματική περίοδο καθιστώντας την περιοριστικό παράγοντα στις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων ως τα τέλη Σεπτεμβρίου ακόμη και όταν το VPD ήταν πλέον σε χαμηλά επίπεδα. Επιπλέον το YΔB δεν συσχετίστηκε με καμία παράμετρο γιατί ήταν σημαντικά αρνητικό σε όλη την πειραματική περίοδο δείχνοντας ότι αποτελούσε συνεχώς ένα σταθερό παράγοντα καταπόνησης και οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στις φυσιολογικές παραμέτρους συνδέθηκαν με το VPD.

5.3.9 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 τα δένδρα ελιάς ήταν σε χρονιά ακαρπίας. Επίσης η πρώτη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων ελιάς έγινε πριν την εφαρμογή καολίνη και νωρίτερα από τα έτη 2009 και 2011, ενώ οι μετρήσεις παρατάθηκαν ως τα τέλη Οκτωβρίου.

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα, στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης ήταν σε υψηλά επίπεδα από τα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Ιουλίου και μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου παραμένοντας σταθερή από εκεί και μετά έως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 5.6). Η εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα δεν μετέβαλε την προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα αμέσως μετά την πρώτη εφαρμογή των κόνεων είχαν σημαντικά χαμηλότερη διαθέσιμη ΦΕΑ συγκρινόμενα με τα φύλλα του μάρτυρα.

Εξαίρεση αποτελούν τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα που στα τέλη Οκτωβρίου, μετά την απομάκρυνση της μεγαλύτερης ποσότητας της κόνεως, είχαν παρόμοια διαθέσιμη ΦΕΑ με τα φύλλα του μάρτυρα. Παρά τα υψηλά επίπεδα των κόνεων στα φύλλα και τη σημαντική μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ στα ρυπασμένα με κόνεις φύλλα, η διαθέσιμη ΦΕΑ ήταν πάντα υψηλότερη του σημείου φωτοκορεσμού για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στην ελιά, εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη του σημείου φωτοκορεσμού ΦΕΑ (Πίν. 5.6). Επιπλέον είναι εμφανές ότι ακόμη και στα τέλη Οκτωβρίου εξακολουθούν να υπάρχουν υπολείμματα κόνεων στα φύλλα και κυρίως στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου λόγω των μειωμένων φθινοπωρινών βροχοπτώσεων, αλλά ειδικά στην περίπτωση του τσιμέντου αυτό προκαλεί μία κρούστα στην επιφάνεια των φύλλων που δύσκολα απομακρύνεται (Γρ. 5.2, Πίν. 5.6).

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 377 έως 398 μmol mol⁻¹.

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 26,7 °C έως 33,1 °C και η χαμηλότερη θερμοκρασία βρέθηκε στα τέλη Οκτωβρίου και η υψηλότερη στις αρχές Σεπτεμβρίου χωρίς διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.

Η g_s των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους παρέμεινε σταθερή από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουλίου, μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου μετά τη θερμική καταπόνηση του καλοκαιριού και έφτασε τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου, που οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές για την ανταλλαγή αερίων στα φύλλα, αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.7). Στα δένδρα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, η g_s των φύλλων μειώθηκε πιο σύντομα από τα φύλλα του μάρτυρα, στα μέσα Ιουνίου για τα φύλλα με τσιμέντο και στις αρχές Ιουλίου για το έδαφος, έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, που είχε τη χαμηλότερη τιμή της, και στη συνέχεια στην περίπτωση του εδάφους αυξήθηκε σημαντικά ως τα τέλη Οκτωβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, ενώ στην περίπτωση του τσιμέντου παρέμεινε χαμηλότερη. Επιπλέον τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου αμέσως μετά την πρώτη εφαρμογή των κόνεων είχαν χαμηλότερη g_s σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοια, γιατί είχε μειωθεί σημαντικά και η g_s του μάρτυρα, και εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου που τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν παρόμοια g_s με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος τα καλυμμένα με κόνιν

τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια g_s με τα φύλλα με κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Οκτωβρίου που είχαν χαμηλότερη g_s από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα, αφού η κόνιν εδάφους απομακρύνθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό από την κόνιν τσιμέντου και τα φύλλα ανέκαμψαν πλήρως.

Πίνακας 5.6. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα κόνεως, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ποσότητα κόνεως (g m^{-2})	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
11/5/2010	Μάρτυρας	1425	-	-	1425
	Έδαφος	1483	-	-	1483
	Τσιμέντο	1534	-	-	1534
12/6/2010	Μάρτυρας	1449	-	-	1449
	Έδαφος	1518	11,6	20%	1214
	Τσιμέντο	1576	8,1	26%	1166
3/7/2010	Μάρτυρας	1385	-	-	1385
	Έδαφος	1477	12,9	22%	1137
	Τσιμέντο	1452	10,2	28%	1147
7/9/2010	Μάρτυρας	1226	-	-	1226
	Έδαφος	1241	10,5	18%	1130
	Τσιμέντο	1329	15,2	33%	877
24/10/2010	Μάρτυρας	1307	-	-	1307
	Έδαφος	1288	2,2	6%	1211
	Τσιμέντο	1386	4,1	19%	1123
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
EΣΔ _{0,05}		124			117

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η Ε των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε σταδιακά από τη μέγιστη τιμή που είχε στα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και παρέμεινε σταθερή έως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 5.7). Επίσης η Ε των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Μαΐου ως τις αρχές Ιουλίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή για τα φύλλα με κόνιν εδάφους, παρέμεινε σταθερή ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου αυξήθηκε για τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα και μειώθηκε ελαφρώς για τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή. Επιπλέον τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια Ε με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους που

είχαν χαμηλότερη κατά 18% στις αρχές Ιουλίου και υψηλότερη κατά 30% σε σχέση με το μάρτυρα και με τα φύλλα με τσιμέντο στα τέλη Οκτωβρίου.

Πίνακας 5.7. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E , A , CO_{2in} και του λόγου F_v/F_m φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	F_v/F_m
11/5/2010	Μάρτυρας	0,146	3,15	11,52	216	0,814
	Έδαφος	0,124	2,96	9,93	222	0,806
	Τσιμέντο	0,143	3,19	11,05	219	0,806
12/6/2010	Μάρτυρας	0,145	2,83	11,23	209	0,823
	Έδαφος	0,126	2,81	9,34	223	0,810
	Τσιμέντο	0,116	2,69	9,33	211	0,822
3/7/2010	Μάρτυρας	0,156	2,41	11,26	216	0,819
	Έδαφος	0,099	1,97	7,81	222	0,816
	Τσιμέντο	0,116	2,27	8,84	228	0,829
7/9/2010	Μάρτυρας	0,106	2,05	7,63	222	0,821
	Έδαφος	0,087	2,06	6,36	224	0,810
	Τσιμέντο	0,092	2,24	6,60	227	0,803
24/10/2010	Μάρτυρας	0,158	2,13	10,65	238	0,801
	Έδαφος	0,162	2,77	10,54	237	0,800
	Τσιμέντο	0,100	1,94	7,75	230	0,803
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	**	NS
Μεταχείριση		***	NS	***	NS	NS
$E\Sigma\Delta_{0,05}$		0,026	0,47	1,30	14	0,028

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η A των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα παρέμεινε υψηλή από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουλίου, μειώθηκε σημαντικά στις αρχές Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου αυξήθηκε σημαντικά (Πίν. 5.7). Επίσης η A των φύλλων των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Μαΐου, μετά την πρώτη εφαρμογή των κόνεων, έως τις αρχές Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου αυξήθηκε κυρίως για τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα. Επιπλέον, τα σκονισμένα φύλλα μετά την πρώτη εφαρμογή της κόνεως είχαν σταθερά χαμηλότερη A σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 17% έως 31% για το έδαφος και από 13% έως 27% για τα δένδρα με τσιμέντο. Τέλος, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια A με τα αντίστοιχα με κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Οκτωβρίου, που τα πρώτα είχαν χαμηλότερη A σε σχέση

με τα δεύτερα κατά 26,5% πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης απομάκρυνσης του εδάφους σε σχέση με το τσιμέντο από τα φύλλα.

Το CO₂in δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές με το χρόνο, αλλά στα τέλη Οκτωβρίου για τα φύλλα του μάρτυρα και για αυτά που δέχτηκαν κόνιν εδάφους αυξήθηκε ακολουθώντας την πορεία των g_s και A (Πίν. 5.7). Επίσης, το CO₂in δεν διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Ο δείκτης Fv/Fm παρέμεινε αμετάβλητος κατά την πειραματική περίοδο, υψηλότερος του 0,8 και χωρίς να διαφέρει μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 5.7).

Το ΥΔΒ των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν σημαντικά αρνητικό σε όλη την πειραματική περίοδο απεικονίζοντας την ελλειμματική άρδευση των ελαιόδενδρων, αλλά στα τέλη Οκτωβρίου έγινε σημαντικά λιγότερο αρνητικό λόγω της υψηλότερης διαθεσιμότητας νερού αλλά και λόγω των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών του φθινοπώρου (Πίν. 5.8). Τα δένδρα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοιο ΥΔΒ με τα δένδρα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Οκτωβρίου για την κόνιν εδάφους και από τις αρχές Σεπτεμβρίου για την κόνιν τσιμέντου που είχαν λιγότερο αρνητικό ΥΔΒ από τα δένδρα του μάρτυρα. Τέλος, τα σκονισμένα με κόνιν τσιμέντου δένδρα είχαν παρόμοιο ΥΔΒ με τα δένδρα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν πιο αρνητικό.

Η ΑΠΧΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου αυξήθηκε για το μάρτυρα ή παρέμεινε σταθερή για τα σκονισμένα φύλλα από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουλίου, μειώθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Οκτωβρίου αυξήθηκε σημαντικά (Πίν. 5.8). Επίσης, τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια αρχικά και χαμηλότερη ΑΠΧΝ από τις αρχές Ιουλίου ως τα τέλη Οκτωβρίου συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα είχαν παρόμοια ΑΠΧΝ μεταξύ τους σε όλη την περίοδο μετρήσεων. Το γεγονός ότι τα ρυπασμένα με κόνεις φύλλα είχαν χαμηλότερη ΑΠΧΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα οφείλεται στη μεγαλύτερη μείωση της A σε σχέση με την E παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων.

Πίνακας 5.8. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ, Πραγμ. ΑΠΦ φύλλων και ΥΔΒ δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγμ. ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	ΥΔΒ (MPa)
11/5/2010	Μάρτυρας	3,75	0,908	0,908	-2,35
	Έδαφος	3,38	0,684	0,684	-2,31
	Τσιμέντο	3,47	0,702	0,702	-2,21
12/6/2010	Μάρτυρας	3,93	0,796	0,796	-2,78
	Έδαφος	3,37	0,618	0,773	-2,78
	Τσιμέντο	3,50	0,593	0,802	-2,63
3/7/2010	Μάρτυρας	4,77	0,826	0,826	-2,27
	Έδαφος	4,04	0,529	0,687	-2,23
	Τσιμέντο	3,90	0,611	0,774	-2,19
7/9/2010	Μάρτυρας	3,96	0,639	0,639	-3,36
	Έδαφος	3,07	0,526	0,578	-2,56
	Τσιμέντο	2,95	0,506	0,767	-2,93
24/10/2010	Μάρτυρας	5,97	0,823	0,823	-1,56
	Έδαφος	4,87	0,826	0,879	-1,20
	Τσιμέντο	4,25	0,566	0,699	-1,40
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	*	***
Μεταχείριση		***	***	NS	***
EΣΔ _{0,05}		0,86	0,131	0,141	0,28

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουλίου για την κόνιν εδάφους ή ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για το μάρτυρα και την κόνιν τσιμέντου. Στα τέλη Οκτωβρίου η ΑΠΦ αυξήθηκε για το μάρτυρα και την κόνιν εδάφους, ενώ για το τσιμέντο παρέμεινε σταθερή (Πίν. 5.8). Επιπλέον, τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΑΠΦ από τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα, εκτός από την περίπτωση του εδάφους που στα τέλη Οκτωβρίου τα φύλλα είχαν παρόμοια ΑΠΦ με το μάρτυρα και υψηλότερη από αυτά που δέχτηκαν τσιμέντο. Όσον αφορά την πραγματική ΑΠΦ στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα, αυτά δεν διέφεραν ουσιαστικά από το μάρτυρα δεδομένης της χαμηλότερης διαθέσιμης ΦΕΑ στην επιφάνειά τους.

Εκτός από τα παραπάνω σημαντικά αποτελέσματα της επίδρασης των κόνεων στις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων ελιάς, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των πιο σημαντικών παραμέτρων καθώς και η συσχέτισή τους με το VPD και με την ποσότητα της κόνεως στην επιφάνεια των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις

εδάφους ή τσιμέντου (Πίν. 5.9). Επίσης, δεν βρέθηκαν συσχετίσεις των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων με τα χαρακτηριστικά των φύλλων σε καμία μεταχείριση.

Πίνακας 5.9. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s , E, A, CO_2in και της ποσότητας της κόνεως κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

		VPD	Κόνις	g_s	E	A	CO_2in	ΥΔΒ
Μάρτυρας	VPD			NS	NS	NS	NS	NS
Έδαφος			NS	NS	NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο			NS	NS	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	Κόνις							
Έδαφος				NS	NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο				NS	NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	g_s				NS	$r=0,901$ $p<0,05$	NS	NS
Έδαφος					NS	$r=0,929$ $p<0,05$	NS	NS
Τσιμέντο					$r=0,885$ $p<0,05$	$r=0,986$ $p<0,01$	NS	NS
Μάρτυρας	E					NS	NS	NS
Έδαφος						NS	NS	NS
Τσιμέντο						$r=0,859$ $p<0,05$	NS	NS
Μάρτυρας	A						NS	NS
Έδαφος							NS	NS
Τσιμέντο							NS	NS
Μάρτυρας	CO_2in							NS
Έδαφος								NS
Τσιμέντο								NS
Μάρτυρας	ΥΔΒ							
Έδαφος								
Τσιμέντο								

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για $p<0,05$, $p<0,01$, NS: μη σημαντική διαφορά

Από τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των φυσιολογικών παραμέτρων και της κόνεως με το VPD φαίνεται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους (Πίν. 5.9). Κατά την πειραματική περίοδο του 2010 με εξαίρεση τα μέσα Ιουνίου που το VPD ήταν υψηλό, την υπόλοιπη περίοδο ήταν σχετικά χαμηλό και δεν επηρέασε τη λειτουργία των φύλλων. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, αν και το VPD ήταν σχετικά χαμηλό, η λειτουργία των φύλλων σε όλες τις μεταχειρίσεις ήταν χαμηλή ενδεχομένως λόγω της θερμής περιόδου που προηγήθηκε τον Αύγουστο (δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις). Επίσης βρέθηκε σημαντική θετική συσχέτιση της g_s

με την Α σε όλες τις μεταχειρίσεις δείχνοντας την άμεση σχέση της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης με τη λειτουργία των στοματίων. Επιπλέον, η g_s συσχετίστηκε με την Ε μόνο στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα, γιατί στο μάρτυρα και στα φύλλα με κόνιν εδάφους, ενώ τα στομάτια παρέμεναν σταθερά ανοιχτά ως τις αρχές Ιουλίου, η Ε μειώθηκε πιο σύντομα. Από την άλλη στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου όλες οι φυσιολογικές παράμετροι μειώθηκαν πιο σύντομα από τις άλλες μεταχειρίσεις γι' αυτό και συσχετίστηκαν. Δεν βρέθηκε συσχέτιση των κόνεων με τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων, γιατί τα επίπεδα των κόνεων ήταν υψηλά όλη την πειραματική περίοδο, εκτός από την κόνιν εδάφους στα τέλη Οκτωβρίου που απομακρύνθηκε σε μεγάλο βαθμό (Πίν. 5.9).

5.3.10 Μεταβολές της ΦΕΑ και των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η προσπίπτουσα ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων ελιάς, στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης, δεν ήταν σε τόσο υψηλά επίπεδα όσο στα έτη 2009 και 2010 και οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα μέσα Ιουνίου και στις αρχές Αυγούστου, ενώ η χαμηλότερη στα τέλη Σεπτεμβρίου χωρίς διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 5.10). Η παρουσία της κόνεως εδάφους στα φύλλα μείωσε σημαντικά τη διαθέσιμη ΦΕΑ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου, μετά την πρώτη εφαρμογή της κόνεως, έως τα τέλη Αυγούστου σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 14% έως 21%, ενώ στη συνέχεια με την απομάκρυνση της κόνεως η διαθέσιμη ΦΕΑ ήταν παρόμοια με τα φύλλα του μάρτυρα (Γρ. 5.3, Πίν. 5.10). Ομοίως στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου η κάλυψη των φύλλων με την κόνιν μείωσε σημαντικά τη διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων από τα μέσα Ιουνίου, μετά την πρώτη εφαρμογή της κόνεως, ως τα τέλη Σεπτεμβρίου σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 13% έως 37%, καθώς η κόνιν τσιμέντου παρέμεινε εν μέρει πάνω στα φύλλα ακόμη και στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά τις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις. Σε κάθε περίπτωση στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα η διαθέσιμη ΦΕΑ ήταν οριακά υψηλότερη, ή χαμηλότερη στην περίπτωση του τσιμέντου, από τα τέλη Αυγούστου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου από το σημείο φωτοκορεσμού για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στην ελιά, γεγονός που δείχνει ότι οι κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων εκτός από την παρεμπόδιση της λειτουργίας ανταλλαγής αερίων στα φύλλα, μπορεί να αποτελούν και φωτοπεριοριστικό παράγοντα.

Πίνακας 5.10. Προσπίπτουσα ΦΕΑ, ποσότητα κόνεως, % μείωσης της προσπίπτουσας ΦΕΑ και διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Προσπίπτουσα ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)	Ποσότητα κόνεως (g m ⁻²)	% μείωσης προσπίπτουσας ΦΕΑ	Διαθέσιμη ΦΕΑ (μmol m ⁻² s ⁻¹)
20/6/2011	Μάρτυρας	1366	-	-	1366
	Έδαφος	1324	10,1	18%	1086
	Τσιμέντο	1405	6,3	23%	1082
14/7/2011	Μάρτυρας	1156	-	-	1156
	Έδαφος	1223	11,3	19%	990
	Τσιμέντο	1232	7,4	25%	924
8/8/2011	Μάρτυρας	1365	-	-	1365
	Έδαφος	1398	14,9	25%	1048
	Τσιμέντο	1431	17,2	34%	944
25/8/2011	Μάρτυρας	1145	-	-	1145
	Έδαφος	1224	12,8	22%	955
	Τσιμέντο	1220	20,6	36%	781
15/9/2011	Μάρτυρας	1209	-	-	1209
	Έδαφος	1287	3,8	8%	1184
	Τσιμέντο	1065	9,5	28%	767
25/9/2011	Μάρτυρας	1104	-	-	1104
	Έδαφος	1161	0,0	3%	1126
	Τσιμέντο	1006	2,4	13%	875
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***			***
Μεταχείριση		NS			***
EΣΔ _{0,05}		136			114

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η θερμοκρασία φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης κυμάνθηκε από 30,4 °C έως 34,4 °C και ήταν σταθερά υψηλή σε όλη την περίοδο μετρήσεων, ενώ η χαμηλότερη θερμοκρασία βρέθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου χωρίς διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων, η συγκέντρωση του εξωτερικού CO₂ κυμάνθηκε από 367 έως 394 μmol mol⁻¹.

Η g_s των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν μεταβλήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, αλλά ήταν υψηλότερη στις αρχές Αυγούστου μόνο για το μάρτυρα και για το έδαφος, ίσως λόγω των πιο ήπιων κλιματικών συνθηκών δεδομένων των διάσπαρτων βροχοπτώσεων που συνέβησαν, καθώς και στα τέλη

Σεπτεμβρίου με το τέλος της θερμής περιόδου (Πίν. 5.11). Στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα η g_s είχε την υψηλότερη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου, γεγονός που συνδέεται και με τη σημαντική στο τσιμέντο ή την ολική στο έδαφος απομάκρυνση των υπολειμμάτων των κόνεων. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη g_s από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουλίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου, μετά την απομάκρυνση της κόνεως, τα φύλλα με έδαφος είχαν υψηλότερη g_s από το μάρτυρα, και τα φύλλα με τσιμέντο παρόμοια g_s με το μάρτυρα. Τέλος η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα μείωσε σε παρόμοιο βαθμό τη στοματική αγωγιμότητα των φύλλων, αλλά στις αρχές Αυγούστου και στα τέλη Σεπτεμβρίου τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν σημαντικά χαμηλότερη g_s από τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Φαίνεται ότι στις αρχές Αυγούστου, αν και οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές για την g_s , τα φύλλα που είχαν τσιμέντο στην επιφάνειά τους δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν δείχνοντας τη μεγαλύτερη καταπόνηση που προκαλεί το τσιμέντο σε σχέση με το έδαφος στα φύλλα. Στα τέλη Σεπτεμβρίου η διαφορά της g_s μεταξύ των μεταχειρίσεων των κόνεων πιθανόν οφείλεται στην απομάκρυνση της κόνεως εδάφους από τα φύλλα σε αντίθεση με την κόνιν τσιμέντου που παρέμεινε σε μεγάλο βαθμό.

Η Ε των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου εκτός από μία αύξηση στις αρχές Αυγούστου για το μάρτυρα και για την κόνιν εδάφους (Πίν. 5.11), εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου, όταν η Ε αυξήθηκε σημαντικά για όλες τις μεταχειρίσεις. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν χαμηλότερη Ε από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου εκτός από τις αρχές Αυγούστου που είχαν παρόμοια, και στα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν υψηλότερη Ε από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν χαμηλότερη Ε από τα φύλλα του μάρτυρα και από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η Α των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν μεταβλήθηκε σημαντικά με το χρόνο, εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου, που αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.11). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, μετά την πρώτη εφαρμογή κόνεως, είχαν χαμηλότερη Α από τα φύλλα του μάρτυρα με εξαίρεση τα φύλλα με

κόνιν εδάφους, που στα τέλη Σεπτεμβρίου είχαν υψηλότερη A, λόγω της απομάκρυνσης της κόνεως από την επιφάνεια των φύλλων. Τέλος, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ή παρόμοια A με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Πίνακας 5.11. Μεταβολές των παραμέτρων g_s , E, A, CO_{2in} και του λόγου Fv/Fm φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	g_s ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	E ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	A ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	CO_{2in} ($\mu mol\ mol^{-1}$)	Fv/Fm
20/6/2011	Μάρτυρας	0,077	2,29	7,68	185	0,834
	Έδαφος	0,075	2,12	6,10	220	0,818
	Τσιμέντο	0,062	1,90	5,09	220	0,815
14/7/2011	Μάρτυρας	0,091	2,22	8,56	192	0,820
	Έδαφος	0,064	1,76	5,00	227	0,804
	Τσιμέντο	0,063	1,74	5,25	214	0,806
8/8/2011	Μάρτυρας	0,106	2,45	8,36	205	0,793
	Έδαφος	0,094	2,28	6,43	223	0,796
	Τσιμέντο	0,070	1,85	4,96	224	0,818
25/8/2011	Μάρτυρας	0,078	2,19	7,84	182	0,812
	Έδαφος	0,064	1,93	5,00	228	0,807
	Τσιμέντο	0,066	1,87	4,79	219	0,810
15/9/2011	Μάρτυρας	0,070	2,20	7,33	179	0,807
	Έδαφος	0,052	1,73	5,12	199	0,806
	Τσιμέντο	0,055	1,56	5,18	193	0,808
25/9/2011	Μάρτυρας	0,106	2,54	9,64	203	0,810
	Έδαφος	0,136	2,91	10,74	220	0,815
	Τσιμέντο	0,100	2,10	8,66	216	0,807
Σημαντικότητα						
Ημερομηνία		***	***	***	**	*
Μεταχείριση		***	***	***	***	NS
$E_{SD_{0,05}}$		0,010	0,30	1,06	17	0,028

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το CO_{2in} των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές κατά τη διάρκεια του πειράματος, εκτός από μια αύξηση στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.11). Επιπλέον, τα ρυπασμένα με κόνεις φύλλα είχαν υψηλότερο CO_{2in} σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, εκτός από τα μέσα Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου και τα τέλη Σεπτεμβρίου για τα φύλλα με κόνιν εδάφους που είχαν παρόμοιο CO_{2in} με τα φύλλα του μάρτυρα.

Ο δείκτης Fv/Fm στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά κατά την πειραματική περίοδο και δεν διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 5.11).

Πίνακας 5.12. Μεταβολές των παραμέτρων ΑΠΧΝ, ΑΠΦ και Πραγμ. ΑΠΦ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΑΠΧΝ (mmol mol ⁻¹)	ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)	Πραγμ. ΑΠΦ (mol 100mol ⁻¹)
20/6/2011	Μάρτυρας	3,37	0,567	0,567
	Έδαφος	2,86	0,467	0,569
	Τσιμέντο	2,66	0,369	0,479
14/7/2011	Μάρτυρας	3,85	0,778	0,778
	Έδαφος	2,82	0,423	0,522
	Τσιμέντο	2,99	0,440	0,587
8/8/2011	Μάρτυρας	3,41	0,613	0,613
	Έδαφος	2,83	0,462	0,615
	Τσιμέντο	2,67	0,345	0,523
25/8/2011	Μάρτυρας	3,60	0,693	0,693
	Έδαφος	2,57	0,407	0,522
	Τσιμέντο	2,55	0,411	0,642
15/9/2011	Μάρτυρας	3,32	0,611	0,611
	Έδαφος	2,93	0,414	0,450
	Τσιμέντο	3,31	0,580	0,805
25/9/2011	Μάρτυρας	3,80	0,884	0,884
	Έδαφος	3,71	0,942	0,972
	Τσιμέντο	4,87	0,889	1,021
Σημαντικότητα				
Ημερομηνία		***	***	***
Μεταχείριση		***	***	*
EΣΔ _{0,05}		0,54	0,130	0,159

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΑΠΧΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, ενώ στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα αυξήθηκε στα μέσα Σεπτεμβρίου έως και τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.12). Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΑΠΧΝ από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου με εξαίρεση τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα, που στα τέλη Σεπτεμβρίου είχαν υψηλότερη ΑΠΧΝ από το μάρτυρα και από τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν μεταβλήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια του θέρους, αλλά αυξήθηκε σημαντικά στα μέσα Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου για τα φύλλα

που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου και μόνο στα τέλη Σεπτεμβρίου για τα φύλλα του μάρτυρα και αυτών με κόνιν εδάφους (Πίν. 5.12). Τα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν χαμηλότερη ΑΠΦ από τα φύλλα του μάρτυρα ως τα μέσα Σεπτεμβρίου και παρόμοια στα τέλη Σεπτεμβρίου μετά την απομάκρυνση της κόνεως. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΑΠΦ από τα φύλλα του μάρτυρα μέχρι τα μέσα Αυγούστου, και παρόμοια κατόπιν ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΑΠΦ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, εκτός από τα μέσα Σεπτεμβρίου που είχαν υψηλότερη. Επίσης όταν υπολογίστηκε η πραγματική ΑΠΦ των φύλλων που είχαν κόνιν εδάφους, φαίνεται ότι μετριάστηκαν οι διαφορές με το μάρτυρα αλλά και πάλι τα σκονισμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν χαμηλότερη πραγματική ΑΠΦ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουλίου και από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου και παρόμοια στις υπόλοιπες ημερομηνίες (Πίν. 5.12). Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια πραγματική ΑΠΦ με τα φύλλα του μάρτυρα, εκτός από τα μέσα Ιουλίου που είχαν χαμηλότερη και από τα μέσα Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου που είχαν υψηλότερη. Τέλος τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια πραγματική ΑΠΦ με τα φύλλα με κόνιν εδάφους εκτός από τα μέσα Σεπτεμβρίου που είχαν υψηλότερη.

Εκτός από τα παραπάνω σημαντικά αποτελέσματα της επίδρασης των κόνεων στις φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων ελιάς, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των πιο σημαντικών παραμέτρων καθώς και η συσχέτισή τους με το VPD και με την ποσότητα της κόνεως στην επιφάνεια των φύλλων που δέχτηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου (Πίν. 5.13). Επίσης δεν βρέθηκαν συσχετίσεις των φυσιολογικών παραμέτρων των φύλλων με τα χαρακτηριστικά των φύλλων σε καμία μεταχείριση.

Πίνακας 5.13. Συσχέτιση των παραμέτρων VPD, g_s , E, A, CO_{2in} και της ποσότητας της κόνεως κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

		VPD	Κόνις	g_s	E	A	CO_{2in}
Μάρτυρας	VPD			NS	$r=-0,831$ $p<0,01$	NS	NS
Έδαφος			NS	$r=-0,841$ $p<0,05$	$r=-0,870$ $p<0,05$	$r=-0,865$ $p<0,05$	NS
Τσιμέντο			NS	$r=-0,841$ $p<0,05$	NS	NS	NS
Μάρτυρας	Κόνις						
Έδαφος				NS	NS	NS	NS
Τσιμέντο				NS	NS	NS	NS
Μάρτυρας	g_s				$r=0,854$ $p<0,05$	$r=0,855$ $p<0,05$	$r=0,995$ $p<0,001$
Έδαφος					$r=0,987$ $p<0,001$	$r=0,966$ $p<0,01$	NS
Τσιμέντο					$r=0,846$ $p<0,05$	$r=0,924$ $p<0,01$	NS
Μάρτυρας	E					NS	NS
Έδαφος						$r=0,967$ $p<0,01$	NS
Τσιμέντο						NS	NS
Μάρτυρας	A						$r=0,829$ $p<0,05$
Έδαφος							NS
Τσιμέντο							NS
Μάρτυρας	CO_{2in}						
Έδαφος							
Τσιμέντο							

Συσχέτιση με το συντελεστή Pearson για $p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,001$, NS: μη σημαντική διαφορά

Από τις συσχετίσεις φαίνεται ότι τα φύλλα των τριών μεταχειρίσεων συμπεριφέρθηκαν διαφορετικά σε σχέση με το VPD του αέρα κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πίν. 5.13). Στα φύλλα του μάρτυρα φαίνεται ότι, σε αντίθεση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα, οι φυσιολογικές τους λειτουργίες δεν ήταν τόσο ευαίσθητες στην αύξηση του VPD παρά μόνο η E. Στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα το VPD δεν συσχετίστηκε με τις g_s , A και E οι οποίες είχαν μία σταθερότητα κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και βρίσκονταν σε χαμηλά επίπεδα. Επίσης η ποσότητα της κόνεως εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα δεν συσχετίστηκε με καμία φυσιολογική παράμετρο, αφού ήταν σε υψηλά επίπεδα στο μεγαλύτερο μέρος της πειραματικής περιόδου. Επίσης φαίνεται ότι και στις τρεις μεταχειρίσεις η g_s συσχετίστηκε με τις E και A καθώς και με το CO_{2in} στην περίπτωση των φύλλων του μάρτυρα, δείχνοντας ότι το κλείσιμο των στοματίων ήταν

καθοριστικό για τις Ε και Α, όχι όμως για το CO₂ip στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα. Φαίνεται ότι στα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου η καταπόνηση των φύλλων ήταν τέτοια ώστε η Α παρεμποδίστηκε και από άλλους παράγοντες εκτός από το κλείσιμο των στοματίων (Πίν. 5.13).

5.3.11 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου μειώθηκε σημαντικά από τα μέσα Ιουνίου που ήταν η μέγιστη τιμή έως τα μέσα Ιουλίου (Πίν. 5.14). Στη συνέχεια για τα φύλλα του μάρτυρα η ΠΕΡΝΕ μειώθηκε περαιτέρω στα μέσα Αυγούστου, ενώ αυξήθηκε και πάλι ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου η ΠΕΡΝΕ των φύλλων παρέμεινε σχετικά αμετάβλητη από τα τέλη Ιουλίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Στα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα η ΠΕΡΝΕ μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Ιουλίου και σε όλη την υπόλοιπη περίοδο είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ στα μέσα Ιουνίου και παρόμοια ή υψηλότερη ΠΕΡΝΕ στην υπόλοιπη περίοδο από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Ιουλίου και παρόμοια στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο με τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων του μάρτυρα παρουσίασε κάποιες διακυμάνσεις μικρής σημασίας κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και έφτασε το μέγιστο στα μέσα Αυγούστου (Πίν. 5.14). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους το ΕΙΔΒΑΡ μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και παρέμεινε σταθερό έως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Στα φύλλα που είχαν κόνιν τσιμέντου το ΕΙΔΒΑΡ παρέμεινε σταθερό από τα μέσα Ιουνίου έως αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε. Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Αυγούστου, που δεν βρέθηκαν διαφορές. Επιπλέον, τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν

χαμηλότερο ΕΙΔΒΑΡ στα μέσα Ιουνίου και παρόμοιο στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Πίνακας 5.14. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
13/6/2009	Μάρτυρας	54,0	218	490	22,7
	Έδαφος	45,2	278	578	20,3
	Τσιμέντο	49,7	240	533	21,0
11/7/2009	Μάρτυρας	42,5	230	605	15,3
	Έδαφος	45,4	249	576	18,3
	Τσιμέντο	46,3	254	567	19,4
31/7/2009	Μάρτυρας	46,0	216	560	16,9
	Έδαφος	41,8	261	622	15,9
	Τσιμέντο	46,8	251	562	19,3
20/8/2009	Μάρτυρας	42,1	247	629	14,6
	Έδαφος	45,2	231	578	16,8
	Τσιμέντο	45,5	261	575	19,3
4/9/2009	Μάρτυρας	43,7	224	593	15,4
	Έδαφος	46,2	256	568	19,4
	Τσιμέντο	45,1	251	579	18,2
30/9/2009	Μάρτυρας	43,6	240	594	16,4
	Έδαφος	45,9	254	571	19,1
	Τσιμέντο	46,5	280	565	21,6
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	NS	***	***
Μεταχείριση		**	***	**	***
EΣΔ _{0,05}		2,8	29	28	1,0

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές (Πίν. 5.14). Στα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα η ΠΥΚΝ αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Ιουλίου, μειώθηκε στα μέσα Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά. Επίσης τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν υψηλότερη ΠΥΚΝ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Ιουλίου και χαμηλότερη κατά την υπόλοιπη περίοδο. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερη ΠΥΚΝ στα μέσα Ιουνίου και παρόμοια στα μέσα Ιουλίου με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ σε όλη την υπόλοιπη περίοδο είχαν χαμηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του

μάρτυρα. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα που είχαν κόνιν εδάφους στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Ιουλίου και παρόμοια σε όλη την υπόλοιπη περίοδο.

Το ΧΥΜ των φύλλων, εκφρασμένο σε $\text{mg H}_2\text{O ανά cm}^2$, των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως τα τέλη Σεπτεμβρίου αλλά δεν έφτασε τα επίπεδα του Ιουνίου (Πίν. 5.14). Το ΧΥΜ των καλυμμένων με κόνιν εδάφους φύλλων μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Στα φύλλα που είχαν κόνιν τσιμέντου το ΧΥΜ μειώθηκε ελαφρώς από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε σημαντικά. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν χαμηλότερο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Ιουλίου και υψηλότερο σε όλη την υπόλοιπη περίοδο. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερο ΧΥΜ στα μέσα Ιουνίου και υψηλότερο σε όλη την υπόλοιπη περίοδο από τα φύλλα του μάρτυρα. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωρ. α , εκφρασμένη σε mg m^{-2} , μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Αυγούστου για το μάρτυρα και ως τις αρχές Σεπτεμβρίου για το έδαφος, και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.15). Στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε χλωρ. α παρουσίασε μόνο ασήμαντες διακυμάνσεις φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α με τα φύλλα του μάρτυρα σχεδόν σε όλη την πειραματική περίοδο, εκτός από τα τέλη Ιουλίου και τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν χαμηλότερη. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α από τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου και παρόμοια την υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. α με τα φύλλα με κόνιν εδάφους από μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου, ενώ την υπόλοιπη περίοδο είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β , εκφρασμένη σε mg m^{-2} , έφτασε στη μέγιστη τιμή στα μέσα Ιουλίου και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας την ελάχιστη τιμή (Πίν.

5.15). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου που είχε τη μέγιστη τιμή έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή. Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Ιουλίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. β στα μέσα Ιουνίου και παρόμοια σε όλη την υπόλοιπη πειραματική περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. β με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα τέλη Ιουλίου έως τα μέσα Αυγούστου που είχαν υψηλότερη από τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. β στα μέσα Ιουνίου και υψηλότερη από τα τέλη Ιουλίου έως τα μέσα Αυγούστου από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα, ενώ στις υπόλοιπες ημερομηνίες είχαν παρόμοια.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου που είχε τη μέγιστη τιμή έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, φτάνοντας την ελάχιστη τιμή, και αυξήθηκε και πάλι στα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.15). Στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. αυξήθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Ιουλίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, στη συνέχεια μειώθηκε σταδιακά έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε ελαφρώς. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν εδάφους είχαν ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα από τα τέλη Ιουλίου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοια τον Ιούνιο και τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου και υψηλότερη από τα τέλη Ιουλίου έως τα μέσα Αυγούστου, ενώ στις υπόλοιπες ημερομηνίες είχαν παρόμοια με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. στα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Σεπτεμβρίου και υψηλότερη από τα μέσα Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου από τα φύλλα με κόνιν εδάφους.

Πίνακας 5.15. Μεταβολές των $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$, $\chi\lambda\omega\rho. \beta$ και ολ. $\chi\lambda\omega\rho.$ εκφρασμένες σε mg m^{-2} , και του λόγου $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	$\chi\lambda\omega\rho. \alpha$ (mg m^{-2})	$\chi\lambda\omega\rho. \beta$ (mg m^{-2})	ολ. $\chi\lambda\omega\rho.$ (mg m^{-2})	$\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$
13/6/2009	Μάρτυρας	446	271	717	1,65
	Έδαφος	442	302	743	1,47
	Τσιμέντο	394	247	641	1,60
11/7/2009	Μάρτυρας	415	280	695	1,47
	Έδαφος	418	268	686	1,57
	Τσιμέντο	443	273	716	1,63
31/7/2009	Μάρτυρας	423	242	665	1,76
	Έδαφος	375	243	618	1,55
	Τσιμέντο	455	312	767	1,46
20/8/2009	Μάρτυρας	396	263	659	1,51
	Έδαφος	384	260	643	1,48
	Τσιμέντο	419	303	723	1,39
4/9/2009	Μάρτυρας	419	236	655	1,80
	Έδαφος	357	248	605	1,44
	Τσιμέντο	415	247	661	1,70
30/9/2009	Μάρτυρας	463	220	683	2,11
	Έδαφος	489	234	723	2,09
	Τσιμέντο	462	235	697	1,96
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	NS	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS	**
$E\Sigma_{0,05}$		57	37	87	0,17

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Ο λόγος $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα παρουσίασε κάποιες διακυμάνσεις μικρής σημασίας από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Αυγούστου ή για τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά ως τα μέσα Αυγούστου, αλλά αυξήθηκε στη συνέχεια σημαντικά και για τις δύο μεταχειρίσεις ως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.15). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, ο λόγος $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ παρέμεινε αμετάβλητος από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή. Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν συνήθως χαμηλότερο λόγο $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου παρόμοιο, με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο λόγο $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho. \beta$ με τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Ιουλίου και στη συνέχεια χαμηλότερο ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον οι δύο κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων είχαν παρόμοια επίδραση στο λόγο $\chi\lambda\omega\rho. \alpha/\chi\lambda\omega\rho.$

β σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου που η κόνιν τσιμέντου αύξησε το λόγο χλωρ. α/χλωρ. β στα φύλλα σε σχέση με την κόνιν εδάφους.

5.3.12 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου αυξήθηκε από τα μέσα Μαΐου ως τις αρχές Ιουλίου φτάνοντας την υψηλότερη τιμή, μειώθηκε στις αρχές Αυγούστου για τα φύλλα του μάρτυρα και ως τα τέλη Αυγούστου για τα σκονισμένα φύλλα φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σημαντικά ως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 5.16). Η παρουσία της κόνεως εδάφους στην επιφάνεια των φύλλων αύξησε την ΠΕΡΝΕ από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στην υπόλοιπη περίοδο δεν τη μετέβαλε. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την περίοδο. Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Οκτωβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Μαΐου που είχε τη μέγιστη τιμή έως τις αρχές Ιουλίου για την κόνιν εδάφους και ως τις αρχές Αυγούστου για το μάρτυρα και την κόνιν τσιμέντου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρέμεινε αμετάβλητο έως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 5.16). Τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Ιουλίου και υψηλότερο κατόπιν σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τα μέσα Μαΐου που είχαν υψηλότερο. Τέλος, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερο ή παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ με τα φύλλα με κόνιν εδάφους.

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Μαΐου έως τις αρχές Ιουλίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, αυξήθηκε στις αρχές Αυγούστου για το μάρτυρα και στα τέλη Αυγούστου για τα σκονισμένα φύλλα φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, ενώ μειώθηκε και

πάλι σημαντικά ως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 5.16). Τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν χαμηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου και παρόμοια την υπόλοιπη περίοδο, ενώ τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την περίοδο. Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη ΠΥΚΝ από τα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Ιουνίου και στα τέλη Οκτωβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Πίνακας 5.16. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
11/5/2010	Μάρτυρας	43,1	254	569	19,2
	Έδαφος	42,9	294	571	21,9
	Τσιμέντο	45,2	280	548	23,0
12/6/2010	Μάρτυρας	43,0	219	570	16,5
	Έδαφος	45,0	227	550	18,5
	Τσιμέντο	48,1	227	519	21,1
3/7/2010	Μάρτυρας	46,5	229	535	19,9
	Έδαφος	49,1	220	509	21,3
	Τσιμέντο	49,5	221	505	21,7
3/8/2010	Μάρτυρας	39,1	205	609	13,1
	Έδαφος	42,0	231	580	16,7
	Τσιμέντο	43,7	216	563	16,8
23/8/2010	Μάρτυρας	42,3	226	577	16,6
	Έδαφος	41,5	242	585	17,3
	Τσιμέντο	41,9	229	581	16,5
7/9/2010	Μάρτυρας	42,9	225	571	16,9
	Έδαφος	44,2	261	558	20,7
	Τσιμέντο	45,1	237	549	19,4
24/10/2010	Μάρτυρας	44,6	227	554	18,3
	Έδαφος	45,6	241	544	20,3
	Τσιμέντο	47,7	233	523	21,2
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		2,6	22	26	1,5

Σημαντικότητα: *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Το ΧΥΜ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου αυξήθηκε στις αρχές Ιουλίου, μειώθηκε και πάλι στις αρχές Αυγούστου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ως τα τέλη Οκτωβρίου (Πίν. 5.16). Επίσης, τα καλυμμένα με

κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν σε όλη την πειραματική περίοδο υψηλότερο ΧΥΜ από τα φύλλα του μάρτυρα με εξαίρεση τα τέλη Αυγούστου που είχαν παρόμοιο. Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοιο ΧΥΜ, ή υψηλότερο μόνο στα μέσα Ιουνίου, σε σχέση με τα φύλλα με κόνιν εδάφους.

Πίνακας 5.17. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., εκφρασμένες σε mg m^{-2} , του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β, των ολικών φαινολικών συστατικών, εκφρασμένων σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g ν.β., και της αντιοξειδωτική ικανότητας, εκφρασμένης σε ισοδύναμα g ασκορβικού οξέος ανά 100 g ν.β., φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β	g γαλ. οξέος/100 g ν.β.	g ασκορβ. οξέος/100 g ν.β.
11/5/2010	Μάρτυρας	471	222	693	2,13	2,16	1,87
	Έδαφος	446	208	654	2,15	2,46	2,77
	Τσιμέντο	452	214	666	2,13	2,11	2,20
12/6/2010	Μάρτυρας	502	237	739	2,13	1,46	1,36
	Έδαφος	491	228	718	2,16	2,00	2,02
	Τσιμέντο	492	219	711	2,24	1,77	1,52
3/7/2010	Μάρτυρας	487	297	785	1,64	1,77	1,85
	Έδαφος	454	291	745	1,56	1,82	2,01
	Τσιμέντο	506	334	840	1,52	1,50	1,59
3/8/2010	Μάρτυρας	410	254	665	1,62	2,20	2,64
	Έδαφος	428	258	686	1,66	2,62	3,56
	Τσιμέντο	473	281	754	1,69	2,07	3,19
23/8/2010	Μάρτυρας	456	238	694	1,92	2,26	3,62
	Έδαφος	454	222	676	2,05	2,52	3,60
	Τσιμέντο	494	248	742	2,00	2,32	3,82
7/9/2010	Μάρτυρας	440	202	642	2,19	-	-
	Έδαφος	423	188	612	2,25	-	-
	Τσιμέντο	491	229	721	2,14	-	-
6/10/2010	Μάρτυρας	-	-	-	-	1,95	2,01
	Έδαφος	-	-	-	-	2,14	3,06
	Τσιμέντο	-	-	-	-	2,19	3,08
24/10/2010	Μάρτυρας	549	241	790	2,28	-	-
	Έδαφος	538	234	772	2,31	-	-
	Τσιμέντο	569	233	801	2,45	-	-
Σημαντικότητα							
Ημερομηνία		***	***	***	***	***	***
Μεταχείριση		**	**	***	NS	***	**
EΣΔ _{0,05}		50	28	74	0,13	0,38	0,80

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, η περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$, εκφρασμένη σε $mg\ m^{-2}$, αυξήθηκε από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, μειώθηκε ως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα τέλη Οκτωβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.17). Επιπλέον στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$ αυξήθηκε από τα μέσα Μαΐου, που ήταν η χαμηλότερη τιμή, ως τις αρχές Ιουλίου, μειώθηκε ελαφρώς στις αρχές Αυγούστου και στη συνέχεια αυξήθηκε σημαντικά ως τα τέλη Οκτωβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή. Επίσης, τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$ με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$ με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Αυγούστου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν υψηλότερη. Τέλος, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \alpha$ από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και υψηλότερη στη συνέχεια ως τα τέλη Οκτωβρίου από τα φύλλα με κόνιν εδάφους.

Η περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \beta$, εκφρασμένη σε $mg\ m^{-2}$, των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνιν εδάφους ή τσιμέντου αυξήθηκε σταδιακά από τα μέσα Μαΐου, που για το τσιμέντο ήταν η ελάχιστη τιμή, έως τις αρχές Ιουλίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, στη συνέχεια μειώθηκε έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, που για το μάρτυρα και το έδαφος ήταν η ελάχιστη τιμή, και στα τέλη Οκτωβρίου αυξήθηκε και πάλι, εκτός από το τσιμέντο που παρέμεινε σταθερή (Πίν. 5.17). Επίσης, τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \beta$ με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \beta$ από τα φύλλα του μάρτυρα από τις αρχές Ιουλίου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε $\chi\lambda\omega\rho. \beta$ από τα φύλλα με κόνιν εδάφους από τις αρχές Ιουλίου ως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε $o\lambda. \chi\lambda\omega\rho.$, εκφρασμένη σε $mg\ m^{-2}$, των φύλλων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ή τσιμέντου αυξήθηκε από τα μέσα Μαΐου, που για το τσιμέντο ήταν η ελάχιστη τιμή, έως τις αρχές Ιουλίου, που για τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου ήταν η μέγιστη τιμή, στη συνέχεια μειώθηκε ως τις αρχές Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή για το μάρτυρα και το έδαφος, ενώ στα

τέλη Οκτωβρίου αυξήθηκε σημαντικά φτάνοντας για το μάρτυρα και το έδαφος στη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.17). Επίσης, τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. από τα φύλλα του μάρτυρα από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο. Τέλος, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο.

Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνις εδάφους ή τσιμέντου παρέμεινε σταθερός από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, μειώθηκε σημαντικά ως τις αρχές Ιουλίου για τα σκονισμένα και ως τις αρχές Αυγούστου για το μάρτυρα, φτάνοντας τις χαμηλότερες τιμές, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Οκτωβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.17). Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοιο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο, εκτός από τα τέλη Οκτωβρίου που τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β από τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα σε όλη την πειραματική περίοδο.

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου, ενώ για τα καλυμμένα με κόνις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα μειώθηκε ως τις αρχές Ιουλίου φτάνοντας τις ελάχιστες τιμές, στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τις αρχές Αυγούστου για το έδαφος και ως τα τέλη Αυγούστου για το μάρτυρα και το τσιμέντο φτάνοντας τις μέγιστες τιμές, ενώ στις αρχές Οκτωβρίου μειώθηκε και πάλι (Πίν. 5.17). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. φαινολικά σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο με εξαίρεση τις αρχές Οκτωβρίου που είχαν παρόμοια. Τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολ. φαινολικά με τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο. Τέλος, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. φαινολικά από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα εκτός από τα τέλη Οκτωβρίου που είχαν παρόμοια.

Παρόμοια με την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά ήταν τα αποτελέσματα για την αντιοξειδωτική ικανότητα. Η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών με κόνιν τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Μαΐου έως τα μέσα Ιουνίου και ως τις αρχές Ιουλίου για την κόνιν εδάφους φτάνοντας τις ελάχιστες τιμές, στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Αυγούστου φτάνοντας τις μέγιστες τιμές, ενώ στις αρχές Οκτωβρίου μειώθηκε (Πίν. 5.17). Τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Ιουλίου και τα τέλη Αυγούστου που είχαν παρόμοια. Επίσης τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια αντιοξειδωτική ικανότητα με τα φύλλα του μάρτυρα εκτός από τις αρχές Οκτωβρίου που είχαν υψηλότερη. Τέλος, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν σταθερά ελαφρώς χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα, αλλά από τα τέλη Αυγούστου ως τις αρχές Οκτωβρίου είχαν παρόμοια.

5.3.13 Μεταβολές των χαρακτηριστικών των φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2011

Η ΠΕΡΝΕ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου, που είχε τη μέγιστη τιμή, έως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, αυξήθηκε στα τέλη Αυγούστου, ενώ μειώθηκε και πάλι έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.18). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ από τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου, ενώ στην υπόλοιπη πειραματική περίοδο είχαν παρόμοια ή υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από το μάρτυρα. Τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Ιουνίου που είχαν υψηλότερη.

Το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου, που ήταν η ελάχιστη τιμή, έως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας το μέγιστο, μειώθηκε έως τα μέσα Σεπτεμβρίου και παρέμεινε σταθερό έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.18). Στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους το ΕΙΔΒΑΡ μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου, που είχε τη μέγιστη τιμή, έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή. Στην περίπτωση των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν

τσιμέντου το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο. Επιπλέον, τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο ΕΙΔΒΑΡ με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους εκτός από τα μέσα Ιουλίου και τα τέλη Αυγούστου που είχαν χαμηλότερο.

Πίνακας 5.18. Μεταβολές των χαρακτηριστικών ΠΕΡΝΕ, ΕΙΔΒΑΡ, ΠΥΚΝ και ΧΥΜ φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	ΠΕΡΝΕ (%)	ΕΙΔΒΑΡ (g m ⁻²)	ΠΥΚΝ (g kg ⁻¹)	ΧΥΜ (mg H ₂ O cm ⁻²)
20/6/2011	Μάρτυρας	52,7	201	473	22,3
	Έδαφος	45,7	288	543	24,3
	Τσιμέντο	47,8	270	522	24,7
14/7/2011	Μάρτυρας	44,1	223	559	17,6
	Έδαφος	44,3	286	557	22,8
	Τσιμέντο	44,0	255	560	19,9
8/8/2011	Μάρτυρας	40,0	247	600	16,5
	Έδαφος	41,6	271	584	19,3
	Τσιμέντο	42,3	270	577	19,8
25/8/2011	Μάρτυρας	42,8	238	572	17,8
	Έδαφος	43,2	280	568	21,3
	Τσιμέντο	44,7	248	553	20,1
15/9/2011	Μάρτυρας	42,8	224	572	16,7
	Έδαφος	44,1	265	559	20,9
	Τσιμέντο	43,2	252	568	19,2
25/9/2011	Μάρτυρας	41,3	231	587	16,3
	Έδαφος	43,1	259	569	19,6
	Τσιμέντο	42,6	253	574	18,7
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	NS	***	***
Μεταχείριση		NS	***	NS	***
ΕΣΔ _{0,05}		1,7	25	17	1,0

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η ΠΥΚΝ των φύλλων των δένδρων ελιάς του μάρτυρα και αυτών που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου αυξήθηκε από την ελάχιστη τιμή που είχε στα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Αυγούστου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, μειώθηκε στα τέλη Αυγούστου, ενώ αυξήθηκε και πάλι έως τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.18). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη ΠΥΚΝ από τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου, ενώ στην υπόλοιπη

πειραματική περίοδο είχαν παρόμοια ή χαμηλότερη ΠΥΚΝ από το μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια ΠΥΚΝ με τα φύλλα με κόνιν εδάφους όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τα μέσα Ιουνίου που είχαν χαμηλότερη.

Πίνακας 5.19. Μεταβολές των χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., εκφρασμένες σε mg m^{-2} , του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β, των ολικών φαινολικών συστατικών, εκφρασμένων σε ισοδύναμα g γαλλικού οξέος ανά 100 g v.β. , και της αντιοξειδωτικής ικανότητας, εκφρασμένης σε ισοδύναμα g ασκορβικού οξέος ανά 100 g v.β. , φύλλων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	χλωρ. α (mg m^{-2})	χλωρ. β (mg m^{-2})	ολ. χλωρ. (mg m^{-2})	χλωρ. α/ χλωρ. β	g γαλ. οξέος/100 g v.β.	g ασκορβ. οξέος/100 g v.β.
20/6/2011	Μάρτυρας	471	167	638	2,82	1,64	2,02
	Έδαφος	527	206	733	2,56	2,25	3,40
	Τσιμέντο	548	210	758	2,61	2,09	3,24
14/7/2011	Μάρτυρας	447	172	619	2,61	1,92	2,33
	Έδαφος	497	197	694	2,53	2,14	3,09
	Τσιμέντο	457	182	639	2,50	1,75	1,96
8/8/2011	Μάρτυρας	482	199	682	2,42	1,94	2,54
	Έδαφος	478	199	677	2,41	2,09	3,07
	Τσιμέντο	459	194	654	2,37	2,07	2,47
25/8/2011	Μάρτυρας	497	190	687	2,62	2,06	2,69
	Έδαφος	438	173	611	2,54	2,31	3,88
	Τσιμέντο	494	197	691	2,50	2,00	3,87
15/9/2011	Μάρτυρας	512	164	677	3,12	1,98	2,12
	Έδαφος	447	145	592	3,09	2,18	2,58
	Τσιμέντο	450	143	593	3,15	2,13	2,96
25/9/2011	Μάρτυρας	537	211	748	2,55	2,10	2,40
	Έδαφος	532	213	745	2,49	2,22	2,43
	Τσιμέντο	525	214	739	2,45	1,90	2,76
Σημαντικότητα							
Ημερομηνία		***	***	***	***	NS	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS	***	***	***
ΕΣΔ _{0,05}		52	21	72	0,13	0,23	0,72

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. α, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου και των φύλλων με κόνιν εδάφους μειώθηκε ως τα τέλη Αυγούστου φτάνοντας τις χαμηλότερες τιμές και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας το μέγιστο (Πίν. 5.19). Στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, η

περιεκτικότητα σε χλωρ. α μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου, που ήταν το μέγιστο, ως τα μέσα Ιουλίου, στη συνέχεια δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές φτάνοντας την ελάχιστη τιμή στα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε και πάλι. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, χαμηλότερη από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου, και παρόμοια με το μάρτυρα μετά την απομάκρυνση της κόνεως στα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α στα μέσα Ιουνίου, χαμηλότερη στα μέσα Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα και με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Η περιεκτικότητα σε χλωρ. β, εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου ως τις αρχές Αυγούστου, μειώθηκε μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.19). Στα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε χλωρ. β μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή και στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. β από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, και χαμηλότερη από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου τα φύλλα με έδαφος ή στα μέσα Σεπτεμβρίου τα φύλλα με τσιμέντο, ενώ την υπόλοιπη περίοδο είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. β με το μάρτυρα. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε χλωρ. β με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

Η περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ., εκφρασμένη σε mg m^{-2} , των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή (Πίν. 5.19). Η περιεκτικότητα σε ολική χλωροφύλλη των φύλλων των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε σταδιακά από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου φτάνοντας τη χαμηλότερη τιμή, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου αυξήθηκε φτάνοντας τη μέγιστη τιμή. Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. από τα φύλλα του μάρτυρα από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου και χαμηλότερη από τα τέλη Αυγούστου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ μετά την απομάκρυνση της κόνεως στα τέλη Σεπτεμβρίου

παρόμοια. Τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Ιουνίου, χαμηλότερη στα μέσα Σεπτεμβρίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο. Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολ. χλωρ. με τα φύλλα με κόνιν εδάφους εκτός από τα τέλη Αυγούστου που είχαν υψηλότερη.

Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β στα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου μειώθηκε από τα μέσα Ιουνίου, που είχε τη μέγιστη τιμή, ως τις αρχές Αυγούστου, στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ στα τέλη Σεπτεμβρίου μειώθηκε και πάλι (Πίν. 5.19). Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν χαμηλότερο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου και στα τέλη Αυγούστου από τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ σε όλη την υπόλοιπη περίοδο είχαν παρόμοιο. Τα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν χαμηλότερο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β από τα φύλλα του μάρτυρα σε όλη την πειραματική περίοδο εκτός από τις αρχές Αυγούστου και τα μέσα Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοιο. Επιπλέον, τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν παρόμοιο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα αυξήθηκαν από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Αυγούστου φτάνοντας τη μέγιστη τιμή, ενώ στη συνέχεια δεν παρουσίασαν ουσιαστικές μεταβολές μέχρι τα τέλη Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.19). Στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα δεν παρουσίασαν αξιόλογες μεταβολές από τα μέσα Ιουνίου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Επιπλέον, στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνιν τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώθηκαν από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκαν ως τις αρχές Αυγούστου τα ολικά φαινολικά και ως τα τέλη Αυγούστου η αντιοξειδωτική ικανότητα, ενώ δεν παρουσίασαν περαιτέρω ουσιαστικές μεταβολές ως τα τέλη Σεπτεμβρίου. Τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και αντιοξειδωτική ικανότητα από τα μέσα Ιουνίου ως τα μέσα Σεπτεμβρίου και παρόμοια στα τέλη Σεπτεμβρίου με τα φύλλα του μάρτυρα. Επιπλέον τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και αντιοξειδωτική ικανότητα στα μέσα Ιουνίου και παρόμοια στην υπόλοιπη περίοδο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα

καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα είχαν συνήθως χαμηλότερη ή παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα.

5.3.14 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.3.14.1 Επίδραση της εποχής

Στα τρία χρόνια μετρήσεων των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων των ώριμων δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα, πολλές και σημαντικές μεταβολές συνέβησαν με τη βλαστική περίοδο. Χαρακτηριστικό των τριών περιόδων μέτρησης, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, ήταν οι υψηλές θερμοκρασίες, τα υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας, το σχετικά υψηλό VPD και οι ελάχιστες βροχοπτώσεις. Οι συνθήκες αυτές σε συνδυασμό με την ελλειμματική άρδευση των ελαιόδενδρων προκάλεσαν σημαντικές μεταβολές στις φυσιολογικές λειτουργίες και στα χαρακτηριστικά των φύλλων.

Οι μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων του μάρτυρα με την εποχή μέτρησης τους συζητήθηκαν στην παράγραφο 4.3.14.1. Οι μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων και των χαρακτηριστικών των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου με την εποχή μέτρησης ήταν παρόμοιες με τα φύλλα των δένδρων του μάρτυρα με μερικές παρεκλίσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι κόνεις αποτέλεσαν σημαντικό παράγοντα καταπόνησης των δένδρων κάνοντας ακόμη πιο δυσμενείς τις συνθήκες για την ομαλή και φυσιολογική λειτουργία των δένδρων. Παρατηρήθηκε ότι η μείωση των g_s , E και A στα καλυμμένα με κόνεις φύλλα άρχισε νωρίτερα από το μάρτυρα, ενώ η αύξησή τους το φθινόπωρο καθυστερούσε σε σχέση με το μάρτυρα ακόμη και όταν οι κλιματικές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές. Αυτό ισχύει και για τις δύο μεταχειρίσεις των κόνεων αλλά εντονότερα στην περίπτωση των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, καθώς μέρος της κόνεως παρέμεινε ως το τέλος της περιόδου μετρήσεων. Έτσι στα δένδρα με κόνιν τσιμέντου, οι g_s , A και E δεν αυξήθηκαν σημαντικά με το πέρας της θερμής περιόδου, αλλά παρέμειναν σε χαμηλά επίπεδα ή αυξήθηκαν ελαφρώς. Στην περίπτωση των φύλλων με κόνιν εδάφους ειδικά στα τέλη Σεπτεμβρίου ή στα τέλη Οκτωβρίου, μετά την απομάκρυνση της κόνεως λόγω των βροχοπτώσεων, οι g_s , E και A αυξήθηκαν και έφτασαν συχνά σε επίπεδα υψηλότερα από το μάρτυρα.

Οι μειωμένες g_s , E και A στα σκονισμένα φύλλα και κυρίως στην περίπτωση του τσιμέντου το φθινόπωρο μπορεί να λειτουργήσουν ανασταλτικά στην

παραγωγικότητα των δένδρων, μειώνοντας την τελική ανάπτυξη των καρπών και τη συσσωρευση του ελαιολάδου, αλλά και τις αποθησαυριστικές ουσίες για χρήση την επόμενη άνοιξη (Proietti 2003).

Η ΑΠΧΝ δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου τα τρία έτη λόγω της παρόμοιας μεταβολής των Ε και Α εκτός από κάποιες περιπτώσεις που ήταν σημαντικά υψηλότερη. Οι περιπτώσεις αυτές ήταν ή περιπτώσεις υδατικής και θερμικής καταπόνησης, όπου η Ε μειώθηκε περισσότερο από την Α, ή περιπτώσεις επάρκειας νερού με ευνοϊκές θερμοκρασίες όπου η Α αυξήθηκε περισσότερο από όσο αυξήθηκε η Ε (Chaves et al. 2004).

Η ΑΠΦ των φύλλων των δένδρων ελιάς ακολούθησε την ίδια τάση με την Α, ενώ στο τέλος της πειραματικής περιόδου και των τριών ετών έφτασε τη μέγιστη τιμή ή αυξήθηκε σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου του 2010. Αυτό συνέβη γιατί η προσπίπτουσα ΦΕΑ στο τέλος της πειραματικής περιόδου έφτανε τις χαμηλότερες τιμές, υψηλότερες όμως του σημείου φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση στην ελιά, ενώ παράλληλα οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης.

Όσον αφορά την υδατική κατάσταση των φύλλων, η ΠΕΡΝΕ των φύλλων μειώθηκε κατά τη θερμή περίοδο χωρίς περαιτέρω αλλαγές ως τα τέλη Σεπτεμβρίου ή αυξήθηκε στα τέλη Οκτωβρίου το 2010. Ομοίως οι Proietti και Famiani (2002) σε δένδρα ελιάς βρήκαν ότι η ΠΕΡΝΕ αυξήθηκε από τον Απρίλιο ως τον Ιούνιο και παρέμεινε υψηλή ως τα μέσα Ιουλίου, ενώ μειώθηκε σημαντικά τον Αύγουστο και παρέμεινε σταθερή ως το Δεκέμβριο. Στη μελέτη μας, το ΧΥΜ των φύλλων μειώθηκε με την έναρξη της θερμής περιόδου και παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα ή αυξήθηκε ελαφρώς ως τα τέλη Σεπτεμβρίου ή σημαντικά στα τέλη Οκτωβρίου του 2010. Το ΧΥΜ των φύλλων συνδέεται επίσης με το πάχος του φύλλου και με τη δυνατότητα αποθήκευσης νερού από το φύλλο, καθώς το παχύτερο φύλλο περιέχει μεγαλύτερο όγκο νερού ανά μονάδα επιφάνειας (Bacelar et al. 2004).

Από τους δείκτες σκληροφυλίας των φύλλων (Denaxa et al. 2012), το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα τα έτη 2009 και 2011 εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές τον Αύγουστο, ενώ στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ήταν σχετικά αμετάβλητο. Το 2010 που οι μετρήσεις άρχισαν το Μάιο, το ΕΙΔΒΑΡ των φύλλων των δένδρων του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν καολίνη μειώθηκε από το μέγιστο του Μαΐου και στη συνέχεια παρέμεινε αμετάβλητο.

Επίσης, η ΠΥΚΝ των φύλλων αυξήθηκε κατά τη θερμή περίοδο αλλά στη συνέχεια δεν παρουσίασε ουσιαστικές μεταβολές ή μειώθηκε στα τέλη Οκτωβρίου του 2010.

Οι Proietti and Famiani (2002) σε δένδρα ελιάς βρήκαν ότι το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου μειώθηκε από τον Απρίλιο ως τον Ιούνιο και στη συνέχεια αυξήθηκε σταδιακά ως το Δεκέμβριο. Πάντως η υδατική καταπόνηση είναι ένας κοινός παράγοντας που προκαλεί αύξηση του ΕΙΔΒΑΡ στα φύλλα. Έχει βρεθεί ότι φύλλα που αναπτύσσονται υπό συνθήκες μακράς διάρκειας ξηρασίας, έχουν υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ φύλλου σε σχέση με φύλλα από επαρκώς αρδευόμενα δένδρα. Το υψηλό ΕΙΔΒΑΡ είναι αποτέλεσμα της υψηλότερης πυκνότητας ή πάχους του ιστού του φύλλου με κόστος την κατανάλωση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης (Centritto 2002). Επιπλέον οι Denaxa et al. (2012) αναφέρουν ότι, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης και υψηλής θερμοκρασίας αέρα, μειώθηκε η ΠΕΡΝΕ και το ΧΥΜ και αυξήθηκε η ΠΥΚΝ των φύλλων ελιάς. Η υψηλότερη ΠΥΚΝ συμβαίνει λόγω της μείωσης της πίεσης σπαργής και της μικρότερης επιφάνειας των κυττάρων με αποτέλεσμα το ίδιο ξηρό βάρος σε μικρότερη επιφάνεια φύλλου (Bacelar et al. 2006). Οι Chartzoulakis et al. (2000) αναφέρουν ότι η υψηλότερη ΠΥΚΝ του ιστού του φύλλου ελιάς οδηγεί σε μείωση του όγκου των μεσοκυττάρων χώρων μειώνοντας τη διάχυση του CO₂in, αλλά στην έρευνά μας δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών παραμέτρων.

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολ. χλωρ. δεν φαίνεται να επηρεάστηκε σημαντικά από την εποχή ειδικά στα φύλλα του μάρτυρα αλλά για τα έτη 2009 και 2010 μειώθηκε τον Αύγουστο. Οι Hagidimitriou και Pontikis (2005) σε ενός έτους φύλλα ελιάς ποικ. 'Κονερβολιά' βρήκαν ότι η περιεκτικότητα σε ολική χλωροφύλλη δεν μεταβλήθηκε ιδιαίτερα από το τέλος της ανάπτυξης τους την άνοιξη ως το φθινόπωρο. Οι Bacelar et al. (2006) αναφέρουν ότι φύλλα που αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες χαμηλότερης διαθεσιμότητας νερού παρουσιάζουν ενδείξεις οξειδωτικής καταπόνησης όπως σημαντική μείωση της περιεκτικότητας σε ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή είτε ανά μονάδα βάρους είτε ανά μονάδα επιφάνειας. Η μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη μπορεί να είναι αποτέλεσμα εκφυλισμού της χλωροφύλλης ή χαμηλότερης σύνθεσης συγχρόνως με μεταβολές στη δομή των μεμβρανών των θυλακοειδών. Όμως τα φύλλα υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης μπορούν να αναπτύξουν μηχανισμούς άμυνας όπως αύξηση της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά και αντιοξειδωτικά γενικότερα, ανά μονάδα βάρους ή επιφάνειας, με σκοπό την εξουδετέρωση των ελευθέρων ριζών.

5.3.14.2 Επίδραση του έτους μέτρησης

Τα επίπεδα των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στα φύλλα παρουσίασαν μία σημαντική διακύμανση με το έτος μέτρησης. Η ποσότητα της κόνεως εδάφους στα φύλλα κατά την περίοδο των μετρήσεων το 2009 κυμάνθηκε από 0,2 g m⁻² έως 6,8 g m⁻², το 2010 από 2,2 g m⁻² έως 12,9 g m⁻² και το 2011 από 0 g m⁻² έως 14,9 g m⁻². Η ποσότητα της κόνεως τσιμέντου στα φύλλα κατά την περίοδο των μετρήσεων το 2009 κυμάνθηκε από 2,33 g m⁻² έως 6,39 g m⁻², το 2010 από 4,1 g m⁻² έως 15,2 g m⁻² και το 2011 από 2,4 g m⁻² έως 20,6 g m⁻². Τα σημαντικότερα στοιχεία που προκύπτουν είναι ότι τα έτη 2010 και 2011 τα επίπεδα των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στα φύλλα ήταν υψηλότερα από το 2009 (το 2011 εξαιτίας και της υψηλότερης ποσότητας που εφαρμόζονταν ανά εφαρμογή). Επίσης στα τέλη Σεπτεμβρίου ή στα τέλη Οκτωβρίου το 2010, οι ποσότητες των κόνεων στα φύλλα παρουσίαζαν τις ελάχιστες τιμές. Επίσης για το 2010 που οι φθινοπωρινές βροχοπτώσεις ήταν ελάχιστες, η ποσότητα των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων στα τέλη Οκτωβρίου παρέμεινε σε υψηλότερα επίπεδα από τα τέλη Σεπτεμβρίου τα άλλα δύο έτη. Αυτό δείχνει ότι η βροχόπτωση παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματική απομάκρυνση των κόνεων από τη φυτική επιφάνεια και κυρίως για την κόνιν εδάφους. Η κόνιν εδάφους σε κάθε έτος μέτρησης απομακρύνθηκε σε σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό από την κόνιν τσιμέντου η οποία ακόμη και μετά από ισχυρή βροχόπτωση όπως το 2009, παρέμεινε εν μέρει πάνω στα φύλλα. Εδώ τίθεται εκτός της ραγδιαιότητας και το θέμα της συχνότητας των βροχοπτώσεων. Έτσι το 2011 που οι βροχοπτώσεις ήταν διάσπαρτες από τις αρχές Αυγούστου ως τα τέλη Σεπτεμβρίου και μικρότερης έντασης απομάκρυναν πιο σταδιακά τις κόνεις από τα φύλλα και πιο νωρίς παρά τα αυξημένα επίπεδα των κόνεων νωρίτερα κατά την πειραματική περίοδο του 2011.

Κατά τη θερμή περίοδο του καλοκαιριού και λόγω της ελλειμματικής άρδευσης, η παρεμπόδιση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων ήταν εμφανής. Κατά την πειραματική του 2009, λόγω της θερμικής καταπόνησης τα φύλλα του μάρτυρα είχαν σημαντικά μειωμένες g_s, E και A όπως και τα σκονισμένα φύλλα ώστε δεν ήταν εμφανής η καταπόνηση των φύλλων εξαιτίας των κόνεων εδάφους και τσιμέντου. Πιο ξεκάθαρη είναι η επίδραση των κόνεων στα μέσα Ιουνίου και από τις αρχές ως τα τέλη Σεπτεμβρίου που οι κλιματικές συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές για τη λειτουργία των φύλλων. Φαίνεται ότι στα μέσα Ιουνίου αμέσως μετά την εφαρμογή των κόνεων, τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν ελαφρώς χαμηλότερη g_s και E, αλλά σημαντικά υψηλότερη A.

Στις αρχές Σεπτεμβρίου μετά το πέρας της έντονης θερμικής καταπόνησης, τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα που είχαν ακόμη στην επιφάνειά τους αρκετό φορτίο κόνεως, $4,34 \text{ g m}^{-2}$ και $4,99 \text{ g m}^{-2}$ αντίστοιχα, είχαν σημαντικά μειωμένες g_s , E και A σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Στα τέλη Σεπτεμβρίου που η κόνις εδάφους απομακρύνθηκε σε μεγάλο βαθμό, τα φύλλα ανέκαμψαν εκπληκτικά και ξεπέρασαν σημαντικά τα φύλλα του μάρτυρα (μόλις $0,18 \text{ g m}^{-2}$ παρέμειναν). Στα φύλλα με κόνιν τσιμέντου που παρέμεινε σε μεγάλο βαθμό ($2,33 \text{ g m}^{-2}$), παρεμποδίστηκαν οι g_s , E και A σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και φυσικά και σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα. Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι το θέμα της μείωσης της διαθέσιμης ΦΕΑ στα σκονισμένα φύλλα. Όπως προαναφέρθηκε η μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ δεν ήταν τόσο σημαντική ώστε να αποτελέσει φωτοπεριοριστικό παράγοντα για την A, παρόλα αυτά είναι προφανής μία μέση μείωση κατά 10% της διαθέσιμης ΦΕΑ στα ρυπασμένα με κόνεις φύλλα (εκτός από τα τέλη Σεπτεμβρίου για το έδαφος). Αυτή η μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ μπορεί εν μέρει να συνδέεται με την υψηλότερη E σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα στα μέσα Αυγούστου που παρατηρήθηκε το μέγιστο VPD χωρίς βέβαια να αποτυπώνεται κάποια μείωση στη θερμοκρασία φύλλου εντός του θαλάμου του οργάνου της φωτοσύνθεσης. Ενδεχομένως η παρουσία των κόνεων στα φύλλα να λειτούργησε εν μέρει ως ανακουφιστικός παράγοντας στη θερμική καταπόνηση των φύλλων σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Η πειραματική περίοδος του 2010 άρχισε νωρίτερα και τελείωσε αργότερα από τα έτη 2009 και 2011. Επίσης τα ελαιόδενδρα στον κύκλο της παρενιαυτοφορίας ήταν σε χρονιά ακαρπίας. Οι κλιματικές συνθήκες κατά την πειραματική περίοδο ήταν σχετικά ήπιες, και οι βροχοπτώσεις ήταν ελάχιστες ακόμη και ως αργά το φθινόπωρο. Λόγω των ήπιων κλιματικών συνθηκών οι g_s , A, E και το CO_2in ήταν σε σχετικά υψηλά επίπεδα και μόνο στις αρχές Σεπτεμβρίου μειώθηκαν πιθανόν λόγω της μακράς θερμής περιόδου που προηγήθηκε. Οι μειωμένες βροχοπτώσεις συνετέλεσαν στη σταθερή παρουσία των κόνεων εδάφους και τσιμέντου σε υψηλά επίπεδα και μόνο στα τέλη Οκτωβρίου απομακρύνθηκαν αρκετά και κυρίως το έδαφος. Τα υψηλά επίπεδα των κόνεων στα φύλλα φαίνεται ότι παρεμπόδισαν τη φυσιολογική λειτουργία των φύλλων ήδη από την πρώτη εφαρμογή των κόνεων μειώνοντας τις g_s και A, αλλά δεν επηρέασαν την E σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ το CO_2in αυξήθηκε ελαφρώς παρουσία των κόνεων ίσως λόγω της μείωσης της A. Λόγω του ότι οι κλιματικές συνθήκες δεν ήταν ανασταλτικές, ήταν πιο εμφανής η καταπόνηση που

προκάλεσαν οι κόνειες στα φύλλα αλλά στην περίπτωση της Ε δεν φαίνεται να ζημιώθηκε από την παρουσία των κόνεων. Οι κόνειες στη επιφάνεια των φύλλων τροποποιούν τις οπτικές και υγροσκοπικές ιδιότητές τους και το γεγονός αυτό ίσως να συνδέεται με την Ε. Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 5.3.4, η παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων δεν επηρέασε την προσπίπτουσα ΦΕΑ αλλά αύξησε την ανάκλαση της ΦΕΑ κατά 18% στην περίπτωση της κόνεως εδάφους και κατά 16% στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου. Επιπλέον, όταν μετρήθηκε η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα, έγινε σαφής η σημαντική μείωσή της παρουσία των κόνεων που μπορεί να προκαλέσουν σκίαση. Παρά τα προαναφερθέντα δεν μετρήθηκε κάποια μείωση της θερμοκρασίας φύλλου στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης.

5.3.14.3 Επίδραση των κόνεων

Η παρουσία των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στην κόμη των δένδρων ελιάς δεν μετέβαλε την προσπίπτουσα ΦΕΑ και UV ακτινοβολία σε σχέση με τα δένδρα του μάρτυρα, αλλά αύξησε την ανακλώμενη ΦΕΑ κατά 18% και 16%, αντίστοιχα, και τη UV ακτινοβολία κατά 60% και 67%, αντίστοιχα, από τα δένδρα του μάρτυρα όταν τα επίπεδα των κόνεων ήταν $14,9 \text{ g m}^{-2}$ και $17,2 \text{ g m}^{-2}$, αντίστοιχα. Επίσης η διαθέσιμη ΦΕΑ στην επιφάνεια των φύλλων κάτω από τη στιβάδα των υπολειμμάτων των κόνεων μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με τη διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα του μάρτυρα και η μείωση ήταν ανάλογη της ποσότητας των υπολειμμάτων των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα. Η μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ ήταν τέτοια που σε αρκετές περιπτώσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, κυρίως του 2010 και 2011, η παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων και κυρίως στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου έτεινε να είναι φωτοπεριοριστικός παράγοντας, δεδομένου ότι η διαθέσιμη ΦΕΑ ήταν χαμηλότερη του σημείου φωτοκορεσμού για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στην ελιά, δηλαδή χαμηλότερη των $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Higgins et al. 1992). Επιπλέον η παρουσία των κόνεων στα φύλλα μπορεί να μετέβαλε την ανακλαστικότητα της κάτω επιφάνειας των φύλλων ελιάς όπου σωματίδια κόνεως μπορεί να κάλυψαν τις τρίχες ο οποίες είναι υπεύθυνες για την υψηλότερη ανακλαστικότητα της κάτω επιφάνειας του φύλλου σε σχέση με την πάνω (Mariscal et al. 2000). Τέλος, τα καλυμμένα με κόνειες εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν χαμηλότερη ΑΠΦ, αλλά παρόμοια πραγματική ΑΠΦ, με τα φύλλα του μάρτυρα δεδομένης της χαμηλότερης διαθέσιμης ΦΕΑ.

Σε ώριμα δένδρα οξιάς, τα φύλλα που αναπτύσσονταν στη σκιά είχαν λεπτότερα φύλλα, μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια, λιγότερο επιμηκυσμένα δρυφακτοειδή κύτταρα και λιγότερων στρώσεων, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε κηρούς, λιπίδια και άμυλο ανά μονάδα ξηρού βάρους, χαμηλότερο ξηρό βάρος ανά φύλλο και ανά μονάδα επιφάνειας, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και καροτενοειδή ανά μονάδα επιφάνειας, αλλά υψηλότερη ανά μονάδα βάρους, χαμηλότερο λόγο $\text{chl. a}/\text{chl. b}$, μικρότερη πυκνότητα στοματίων, μικρότερο αριθμό χλωροπλαστών, χαμηλότερο ρυθμό αφομοίωσης CO_2 και χαμηλότερο σημείο φωτοκορεσμού για τη φωτοσύνθεση, μειωμένα επίπεδα διαλυτών σακχάρων και μικρότερο ρυθμό αναπνοής (Lichtenthaler et al. 1981). Σε δένδρα ελιάς οι Gregoriou et al. (2007) μελέτησαν την επίδραση της σκίασης σε δένδρα ενός έτους ελιάς ποικ. Κορωνέικη και βρήκαν αύξηση της περιεκτικότητας σε ολική χλωροφύλλη εκφρασμένη σε kg kg^{-1} ν.β. φύλλου, αλλά μη μεταβολή της όταν εκφράστηκε ανά μονάδα επιφάνειας, ενώ το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου μειώθηκε όταν αυξήθηκε η σκίαση σε όλες τις εποχές του χρόνου. Αναφέρουν ότι το χαμηλότερο ΕΙΔΒΑΡ των σκιαζόμενων φύλλων σχετίζεται με αλλαγές στη δομή του φύλλου, στη φυλλική επιφάνεια αλλά και στη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα εξαιτίας της μείωσης των g_s και A στα σκιαζόμενα φύλλα. Επίσης στα σκιαζόμενα φύλλα αυξήθηκε η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη b και επομένως μειώθηκε ο λόγος $\text{chl. a}/\text{chl. b}$ (Gregoriou et al. 2007). Στην έρευνά μας τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν συνήθως χαμηλότερη g_s , E και A σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και η διαφορά ήταν μεγαλύτερη κυρίως κατά το 2010 και 2011, που τα επίπεδα των κόνεων στα φύλλα ήταν αυξημένα σε σχέση με το 2009 και η μείωση της διαθέσιμης ΦΕΑ μεγαλύτερη. Από την άλλη το 2009 η θερμική και υδατική καταπόνηση των φύλλων ήταν ιδιαίτερα έντονη, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα τις χαμηλές τιμές των g_s , E και A και για τα φύλλα του μάρτυρα και ίσως και αυτό να είχε ως αποτέλεσμα τη μικρότερη διαφορά των g_s , E και A του μάρτυρα με τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου. Επίσης τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν συνήθως παρόμοια ή χαμηλότερη περιεκτικότητα σε chl. a , παρόμοια περιεκτικότητα σε chl. b , παρόμοια ή χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ολ. chl. εκφρασμένες σε mg m^{-2} και παρόμοιο λόγο $\text{chl. a}/\text{chl. b}$ συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν συνήθως παρόμοια ή υψηλότερη περιεκτικότητα σε chl. a και ολ. chl. και συνήθως υψηλότερη σε chl. b εκφρασμένες σε mg m^{-2} καθώς και παρόμοια ή χαμηλότερο

λόγο χλωρ. α/χλωρ. β σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Επίσης ειδικά κατά την πειραματική περίοδο του 2010, που οι εφαρμογές των κόνεων άρχισαν μετά την πρώτη μέτρηση, φαίνεται πιο χαρακτηριστικά ότι, όταν άρχισε η εφαρμογή των κόνεων, άρχισε να μεταβάλλεται και η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολική χλωρ. σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα ενώ, όταν απομακρύνθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι κόνεις στα τέλη Σεπτεμβρίου ή στα τέλη Οκτωβρίου για το 2010, οι διαφορές με τα φύλλα του μάρτυρα ελαχιστοποιούνταν. Επιπλέον παρόμοιες ήταν οι διαφορές μεταξύ των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις με τα φύλλα του μάρτυρα ως προς την περιεκτικότητα σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ., όταν εκφράστηκαν σε mg g^{-1} ξ.β., εκτός από το 2011, που τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. εκφρασμένες σε mg g^{-1} ξ.β. (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Σύμφωνα με τα παραπάνω φαίνεται ότι τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους φύλλα συμπεριφέρθηκαν διαφορετικά από τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα και τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα παρουσιάζουν πιο χαρακτηριστικά συμπτώματα σκίασης σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα. Επιπλέον, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν συνήθως υψηλότερη ΠΕΡΝΕ, χαμηλότερο % ξηρού βάρους αλλά υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ, χαμηλότερη ΠΥΚΝ και υψηλότερο ΧΥΜ φύλλου σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, και τα φύλλα με κόνιν εδάφους να έχουν υψηλότερο ΕΙΔΒΑΡ, χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ και υψηλότερο % ξηρού βάρους, υψηλότερη ΠΥΚΝ και χαμηλότερο ΧΥΜ σε σχέση με τα φύλλα με κόνιν τσιμέντου. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα εμφάνισαν συμπτώματα σκίασης, αλλά η σκίαση δεν εξηγεί απόλυτα τις δομικές αλλαγές που συνέβησαν στα φύλλα ελιάς.

Οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου επηρεάστηκαν από την παρουσία των κόνεων αλλά με αρκετές διακυμάνσεις σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και σε διαφορετικό βαθμό από τις δύο κόνεις. Έτσι τα φύλλα που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, όπως προαναφέρθηκε, είχαν κατά βάση χαμηλότερη g_s , E και A σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Η μείωση αυτή οφείλεται στο κλείσιμο των στοματίων λόγω μπλοκαρίσματος σε συνδυασμό και με τη θερμική και υδατική καταπόνηση. Επιπλέον κάποιες φορές τα ρυπασμένα με κόνεις φύλλα ελιάς, σε συνδυασμό με την υδατική καταπόνηση των ελαιόδενδρων, είχαν υψηλότερο CO_2in σε σχέση με τα φύλλα του

μάρτυρα υποδεικνύοντας τη χαμηλότερη καρβοξυλίωση του και ότι το κλείσιμο των στοματίων δεν είναι ο μόνος περιοριστικός παράγοντας μείωσης της A. Βέβαια από το δείκτη φθορισμού χλωροφύλλης ($F_v/F_m > 0,8$) φαίνεται ότι δεν παρεμποδίστηκε η αποτελεσματικότητα του PSII. Αυτό δείχνει ότι ίσως η καταπόνηση δεν ήταν τόσο σοβαρή για να προκαλέσει μόνιμη βλάβη στη λειτουργικότητα του PSII ή συνδέεται με την προσαρμοστικότητα των φύλλων ελιάς οπότε και μπορεί να λειτούργησαν κάποιοι αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί όπως είναι και τα φαινολικά συστατικά (Petridis et al. 2012). Τα φαινολικά συστατικά εμπλέκονται στην προστασία των φυτικών κυττάρων από οξειδωτικό στρες κάτω από δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες (Grace 2005). Πράγματι στη μελέτη μας φαίνεται ότι τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα, και κυρίως αυτά που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, είχαν συνήθως υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Εκτός από τα ανωτέρω, ένα άλλο σημαντικό θέμα είναι η άμεση επαναφορά των λειτουργιών των φύλλων ελιάς μετά την απομάκρυνση των κόνεων. Είναι εμφανές ότι σε κάθε καλλιεργητική περίοδο, στα τέλη Σεπτεμβρίου ή στα τέλη Οκτωβρίου το 2010, τα φύλλα που ήταν καλυμμένα με κόνιν εδάφους, μετά τη σχεδόν ολοκληρωτική απομάκρυνση της κόνεως, μπορούσαν να ανακάμψουν θεαματικά και οι λειτουργίες τους ήταν σημαντικά αυξημένες σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και ειδικά σε σχέση με τα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα. Τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου ποτέ δεν μπόρεσαν να επανέλθουν ως προς τις φυσιολογικές τους λειτουργίες και συνέχισαν να καταπονούνται σημαντικά από την παρουσία της κόνεως τσιμέντου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου ή έως τα τέλη Οκτωβρίου το 2010.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η υδατική κατάσταση των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου. Αναφέρθηκε πιο πάνω ότι τα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν συνήθως υψηλότερη ΠΕΡΝΕ και επιπλέον είχαν και υψηλότερο ΧΥΜ. Επιπλέον το ΥΔΒ των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των τριών μεταχειρίσεων, που ήταν γενικά χαμηλό σε όλη την πειραματική περίοδο, ήταν συνήθως παρόμοιο με τα δένδρα του μάρτυρα αλλά κατά τη θερμή περίοδο των ετών 2009 και 2010 ήταν λιγότερο αρνητικό συγκριτικά με το μάρτυρα. Επιπλέον, με εξαίρεση το 2009 που τα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα είχαν συνήθως παρόμοια ΑΠΧΝ με το μάρτυρα, όπου και η ΑΠΧΝ ήταν χαμηλή, κατά τα άλλα δύο έτη τα φύλλα των δένδρων που

εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν συνήθως χαμηλότερη ΑΠΧΝ από τα φύλλα του μάρτυρα. Το γεγονός ότι τα ρυπασμένα με κόνεις φύλλα είχαν χαμηλότερη ΑΠΧΝ από τα φύλλα του μάρτυρα οφείλεται στην υψηλότερη μείωση της Α σε σχέση με την Ε παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των φύλλων. Φαίνεται από όλα τα παραπάνω ότι τα φύλλα που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν σε καλύτερη υδατική κατάσταση σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Ένα συμπέρασμα είναι ότι οι κόνεις λόγω του μπλοκαρίσματος των στοματίων που προκαλούν και μειώνουν την Ε βοηθούν στη μεγαλύτερη συγκράτηση νερού από τα φύλλα. Ένα άλλο θέμα είναι η υψηλότερη ανάκλαση της ΦΕΑ και UV ακτινοβολίας από τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα που μπορεί να συμβάλουν στη μείωση της θερμικής καταπόνησης. Το επιχείρημα αυτό όμως δεν στηρίζεται από κάποια αντίστοιχη μεταβολή της θερμοκρασίας των ρυπασμένων φύλλων στο θάλαμο του οργάνου της φωτοσύνθεσης. Τέλος, αν και η υδατική κατάσταση των φύλλων με κόνεις στην επιφάνειά τους ήταν καλύτερη, η χαμηλότερη ΑΠΧΝ δείχνει και την υψηλότερη κατανάλωση νερού χωρίς την ανάλογη αύξηση της παραγωγικότητας του φύλλου. Σύμφωνα με τους Rai et al. (2013), η ρύπανση από αιωρούμενα σωματίδια αύξησε τη σχετική περιεκτικότητα σε νερό των φύλλων από δενδρώδη είδη, γεγονός που βοηθά το φυτό να ισορροπήσει τις φυσιολογικές του λειτουργίες σε συνθήκες καταπόνησης όπως έκθεση σε αέρια ρύπανση, όταν η Ε είναι υψηλότερη και μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση και δείχνει την ανεκτικότητα του φυτού στην αέρια ρύπανση.

Συμπερασματικά οι κόνεις εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων προκάλεσαν πολλές μεταβολές στα φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα προκάλεσαν μπλοκάρισμα των στοματίων των φύλλων με αποτέλεσμα τη χαμηλότερη g_s και σε συνέχεια τη χαμηλότερη Α και λιγότερο τη χαμηλότερη Ε. Το πρόβλημα ήταν πιο έντονο όταν τα επίπεδα των κόνεων ήταν υψηλότερα. Σε συνδυασμό με τη θερμική και υδατική καταπόνηση, οι κόνεις στην επιφάνεια των φύλλων προκάλεσαν μείωση της αφομοίωσης του CO_2 in χωρίς όμως να φαίνεται κάποια ανισορροπία στην αποδοτικότητα του PSII, καθώς τα καλυμμένα με κόνεις φύλλα ανέπτυξαν αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς για να ανταπεξέλθουν στην υψηλότερη καταπόνηση. Φαίνεται λοιπόν η προσαρμοστικότητα που παρουσιάζουν τα φύλλα ελιάς, όταν εκτίθενται σε αβιοτικές καταπονήσεις όπως είναι και η ρύπανση από τις κόνεις. Επίσης εμφανής είναι η ταχύτατη επαναφορά των λειτουργιών των φύλλων ελιάς, όταν η κόνις εδάφους απομακρύνθηκε από τα φύλλα, κάτι που ως αργά

το φθινόπωρο δεν φάνηκε τόσο έντονα για την κόνιν τσιμέντου. Επιπλέον η παρουσία των κόνεων εδάφους και τσιμέντου στα φύλλα βελτίωσε την υδατική κατάσταση των φύλλων μειώνοντας τους δείκτες σκληροφυλλίας των φύλλων, αν και το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου ήταν υψηλότερο σε σχέση με το μάρτυρα. Εκτός αυτού οι κόνεις φαίνεται να προκάλεσαν σκίαση στα φύλλα ελιάς, δεδομένης της χαμηλότερης διαθέσιμης ΦΕΑ στην επιφάνειά τους, καθώς τροποποίησαν την αναλογία των χρωστικών φωτοσύνθεσης σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

5.3.14 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ελιάς του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Na, Cd, Pb και υψηλότερη σε Ni, Cr σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22). Επιπλέον, τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, K, Zn, Co στις αρχές Αυγούστου, αλλά παρόμοια στις αρχές Σεπτεμβρίου συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Cd, και υψηλότερη σε Mg, Fe, Cu, Na, Ni, Pb, Cr και Co από τα πλυμένα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22). Επιπλέον, στις αρχές Αυγούστου, τα άπλυτα φύλλα των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca και παρόμοια σε Mn, Zn σε σχέση με τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα, ενώ στις αρχές Σεπτεμβρίου τα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca και υψηλότερη σε Zn, Mn σε σχέση με τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα.

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Zn και Cd, και υψηλότερη σε Ca, Mg, Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Co και Cr από τα πλυμένα τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22). Επίσης τα άπλυτα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Cu στις αρχές Αυγούστου και υψηλότερη στις αρχές Σεπτεμβρίου σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου.

Πίνακας 5.20. Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά P, K, Ca και Mg των φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
3/8/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,083	0,744	1,64	0,179
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,049	0,536	1,68	0,171
3/8/2009	Έδαφος	Άπλυτα	0,044	0,449	1,81	0,177
	Έδαφος	Πλυμένα	0,050	0,498	1,52	0,149
3/8/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,051	0,453	2,42	0,181
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,045	0,465	1,95	0,140
2/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,075	0,573	1,33	0,125
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,079	0,552	1,43	0,132
2/9/2009	Έδαφος	Άπλυτα	0,061	0,344	1,73	0,158
	Έδαφος	Πλυμένα	0,061	0,367	1,65	0,129
2/9/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,068	0,369	2,27	0,149
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,060	0,398	1,99	0,135
Σημαντικότητα						
Πλύσιμο			NS	NS	NS	*
ΕΣΔ _{0,05}			0,010	0,083	0,25	0,010
Ημερομηνία			***	*	NS	**
Μεταχείριση			**	**	*	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,008	0,097	0,42	0,010

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni, Cr, υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Co και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg, Cd, Pb συγκριτικά με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca, Mn, Zn, Cu, Na και Pb, υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Fe, Ni, Cr και Co και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K, Mg και Cd συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Cd, Pb και Cr, και υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Ni και Co συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22).

Πίνακας 5.21. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na των φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα

πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
3/8/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	48,6	25,6	10,19	16,4	76,3
	Μάρτυρας	Πλυμένα	49,7	26,1	8,58	19,9	64,5
3/8/2009	Έδαφος	Άπλυτα	248,5	31,9	8,76	34,5	88,5
	Έδαφος	Πλυμένα	44,4	29,2	7,99	27,6	60,8
3/8/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	242,9	46,7	7,95	22,4	126,8
	Τσιμέντο	Πλυμένα	42,9	40,5	7,38	27,0	73,7
2/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	41,8	24,5	7,35	20,6	72,6
	Μάρτυρας	Πλυμένα	36,8	24,4	8,30	17,8	59,5
2/9/2009	Έδαφος	Άπλυτα	381,0	39,5	8,27	28,2	89,3
	Έδαφος	Πλυμένα	67,6	29,8	7,12	21,6	64,7
2/9/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	313,4	50,0	7,37	28,4	111,0
	Τσιμέντο	Πλυμένα	55,5	43,1	7,23	20,9	86,0
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	NS	NS	NS	**
ΕΣΔ _{0,05}			68,4	6,3	0,93	4,9	15,4
Ημερομηνία			NS	NS	NS	NS	NS
Μεταχείριση			*	***	NS	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			14,2	5,30	2,42	9,3	29,0

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Μετά το πλύσιμο των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, στις αρχές Αυγούστου αυτά είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Na, Ni, Pb και Cr, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Cd και Co και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Na, Cr και Co, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Fe, Ni, Cd και Pb και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε P και K και σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνιν τσιμέντου, στις αρχές Αυγούστου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Fe, Zn, Cu, Na, Ni, Pb και Cr, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mn, Cd και Co και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mg, Zn, Cu, Cr και Co, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Fe, Mn, Na, Ni, Cd και Pb και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε P και K σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα.

Πίνακας 5.22. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Co και Cr των φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)	Co (mg kg ⁻¹)
3/8/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	1,008	0,413	3,80	0,450	1,238
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,546	0,425	4,23	0,201	0,113
3/8/2009	Έδαφος	Άπλυτα	1,483	0,433	4,93	2,413	1,267
	Έδαφος	Πλυμένα	0,663	0,450	3,90	0,257	0,325
3/8/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	2,383	0,492	5,66	2,654	1,204
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,738	0,471	4,16	0,280	0,379
2/9/2009	Μάρτυρας	Άπλυτα	1,308	0,379	3,33	0,858	0,696
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,763	0,400	3,39	0,275	0,508
2/9/2009	Έδαφος	Άπλυτα	2,667	0,450	4,93	5,004	1,150
	Έδαφος	Πλυμένα	1,104	0,417	4,05	0,471	0,504
2/9/2009	Τσιμέντο	Άπλυτα	3,404	0,504	5,62	4,463	1,263
	Τσιμέντο	Πλυμένα	1,396	0,471	4,36	0,263	0,650
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	NS	**	***	**
ΕΣΔ _{0,05}			0,47	0,030	0,506	0,874	0,283
Ημερομηνία			***	NS	NS	***	***
Μεταχείριση			*	***	*	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}			0,402	0,010	0,44	0,218	0,195

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Συγκρίνοντας τις δύο κόνεις, τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου, στις αρχές Αυγούστου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Na, Ni, Cr και Co, και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mn, Cd και Pb συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους (Πίν. 5.20, 5.21, 5.22). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Na, Ni, Cr και Co και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mn, Cd και Pb σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους.

5.3.15 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά φύλλων των δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010

Τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ελιάς του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Mn, Na, Ni, Pb και υψηλότερη σε Cd, Cr, Co συγκριτικά με τα πλυμένα τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25). Επιπλέον, τα άπλυτα φύλλα του μάρτυρα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε K, Cu, χαμηλότερη σε Zn στις αρχές Αυγούστου και παρόμοια περιεκτικότητα στα ανόργανα συστατικά στις αρχές Σεπτεμβρίου συγκριτικά με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, και υψηλότερη σε Fe, Mn, Cu, Cd, Cr, Co από τα πλυμένα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25). Επιπλέον, στις αρχές Αυγούστου τα άπλυτα φύλλα με κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mg, Pb και παρόμοια περιεκτικότητα σε Zn, Na, Ni σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα άπλυτα φύλλα με κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mg, Pb, χαμηλότερη σε Zn και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na, Ni από τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Στην περίπτωση των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, τα άπλυτα φύλλα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, και υψηλότερη σε Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Na, Ni, Cd, Pb, Cr, Co από τα πλυμένα τόσο στις αρχές Αυγούστου όσο και στις αρχές Σεπτεμβρίου (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25). Επιπλέον τα άπλυτα φύλλα με κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε K, Zn στις αρχές Αυγούστου, αλλά παρόμοια στις αρχές Σεπτεμβρίου, με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου.

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu και Pb, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ni, Cd συγκριτικά με τις αρχές Αυγούστου, ενώ τα Cr και Co δεν ανιχνεύθηκαν σε καμία από τις δύο ημερομηνίες (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25).

Πίνακας 5.23. Περιεκτικότητα στα ανόργανα συστατικά P, K, Ca και Mg των φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως (%) ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
3/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,077	0,695	1,73	0,138
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,081	0,838	1,55	0,138
3/8/2010	Έδαφος	Άπλυτα	0,079	0,927	0,98	0,112
	Έδαφος	Πλυμένα	0,080	1,002	1,02	0,099
3/8/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,080	0,826	2,20	0,137
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,079	0,885	1,26	0,107
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	0,073	0,719	1,53	0,140
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,073	0,660	1,54	0,133
10/9/2010	Έδαφος	Άπλυτα	0,073	0,769	0,96	0,101
	Έδαφος	Πλυμένα	0,068	0,748	1,03	0,097
10/9/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	0,078	0,845	2,02	0,131
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,080	0,744	1,18	0,099
Σημαντικότητα						
Πλύσιμο			NS	NS	*	*
ΕΣΔ _{0,05}			0,007	0,106	0,33	0,010
Ημερομηνία			NS	*	NS	NS
Μεταχείριση			NS	NS	*	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,010	0,251	0,48	0,010

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και*** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Fe, Mn, Zn και Na, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Pb και Cr, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K, Cu, Ni, Cd συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, ενώ το Co δεν ανιχνεύτηκε σε καμία από τις δύο ημερομηνίες (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu και Na, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Pb και Cr, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ni και Cd συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, ενώ το Co δεν ανιχνεύτηκε σε καμία από τις δύο ημερομηνίες (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25).

Μετά το πλύσιμο των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους, στις αρχές Αυγούστου αυτά είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Fe, Mn, Zn και Na, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cu, Cd, Pb, και υψηλότερη σε Ni συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα, ενώ τα Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα

πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Fe, Mn, Zn, Ni, Cd, Pb και Cr, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Cu και Na σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα, ενώ το Co δεν ανιχνεύτηκε σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 5.24. Περιεκτικότητα σε Fe, Mn, Zn, Cu και Na των φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
3/8/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	43,9	23,9	8,43	1,179	49,5
	Μάρτυρας	Πλυμένα	53,7	23,0	9,91	0,779	38,3
3/8/2010	Έδαφος	Άπλυτα	384,8	27,9	8,08	0,983	37,4
	Έδαφος	Πλυμένα	57,5	19,7	7,65	0,488	37,6
3/8/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	642,1	42,0	9,41	1,744	83,0
	Τσιμέντο	Πλυμένα	34,2	31,4	8,27	0,719	45,2
10/9/2010	Μάρτυρας	Άπλυτα	60,0	22,8	8,74	0,692	70,6
	Μάρτυρας	Πλυμένα	36,5	21,7	8,11	0,619	62,6
10/9/2010	Έδαφος	Άπλυτα	412,8	27,1	8,19	0,558	69,4
	Έδαφος	Πλυμένα	42,4	18,2	6,84	0,163	35,2
10/9/2010	Τσιμέντο	Άπλυτα	426,0	38,6	8,13	0,850	93,2
	Τσιμέντο	Πλυμένα	22,8	28,6	7,60	0,475	36,8
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			***	**	NS	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			125	5,3	1,26	0,271	12,8
Ημερομηνία			*	NS	NS	*	NS
Μεταχείριση			*	***	NS	**	*
ΕΣΔ _{0,05}			19,1	6,1	3,08	0,322	15,2

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνιν τσιμέντου, στις αρχές Αυγούστου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Zn, Cu και Na, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mn και Ni, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg, Fe, Cd και Pb συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα, ενώ τα Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb και Cr, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg και Na, και υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mn και σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα, ενώ το Co δεν ανιχνεύτηκε σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 5.25. Περιεκτικότητα σε Ni, Cd, Pb, Co και Cr των φύλλων των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα πριν και μετά το πλύσιμό τους με απιονισμένο νερό, εκφρασμένα ως mg kg⁻¹ ξηρού βάρους.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Πλύσιμο	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)	Co (mg kg ⁻¹)
3/8/2010	Μάρτυρας	Απλυτα	1,60	0,338	3,30	0,84	1,45
	Μάρτυρας	Πλυμένα	1,11	0,279	2,83	ND*	ND
3/8/2010	Έδαφος	Απλυτα	1,74	0,258	2,97	3,10	1,48
	Έδαφος	Πλυμένα	1,59	0,217	1,77	ND	ND
3/8/2010	Τσιμέντο	Απλυτα	3,43	0,396	4,39	4,50	1,89
	Τσιμέντο	Πλυμένα	1,72	0,221	1,98	ND	ND
10/9/2010	Μάρτυρας	Απλυτα	1,04	0,321	3,05	0,96	1,43
	Μάρτυρας	Πλυμένα	0,58	0,192	3,43	ND	ND
10/9/2010	Έδαφος	Απλυτα	1,19	0,275	2,58	1,02	1,41
	Έδαφος	Πλυμένα	0,33	0,154	2,89	0,41	ND
10/9/2010	Τσιμέντο	Απλυτα	2,15	0,383	4,08	2,14	1,91
	Τσιμέντο	Πλυμένα	0,60	0,150	2,95	0,22	ND
Σημαντικότητα							
Πλύσιμο			*	***	**	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,62	0,042	0,56	0,90	0,19
Ημερομηνία			***	***	***	***	***
Μεταχείριση			*	*	*	***	***
ΕΣΔ _{0,05}			0,322	0,056	0,733	0,079	0,125

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

*Δεν ανιχνεύθηκε

Συγκρίνοντας τις δύο κόνεις, τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου, στις αρχές Αυγούστου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Na, Ni, Cd και Pb, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mn, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Fe συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους, ενώ τα Cr, Co δεν ανιχνεύθηκαν σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 5.23, 5.24, 5.25). Στις αρχές Σεπτεμβρίου τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Zn, Na, Ni, Cd, Pb, Cr, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mn, Cu, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Fe σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους, ενώ το Co δεν ανιχνεύθηκε σε καμία από τις δύο μεταχειρίσεις.

5.3.16 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.3.16.1 Επίδραση του πλυσίματος των φύλλων

Η επίδραση του πλυσίματος των φύλλων ελιάς των δένδρων του μάρτυρα στην περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά αναλύθηκε στην παράγραφο 4.3.17.1. Όσον αφορά τα φύλλα των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, η παρουσία των κόνεων στην επιφάνειά τους τροποποίησε σημαντικά την περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά. Πιο συγκεκριμένα τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Fe, Cu, Cr, Co, συνήθως υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mg, Mn, Na, Ni, Pb και στα δύο έτη μέτρησης και υψηλότερη σε Cd μόνο το 2010 σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους. Άλλωστε το 2009 το Cd ήταν υψηλότερο τόσο στα άπλυτα όσο και στα πλυμένα φύλλα υποδεικνύοντας και άλλες εξωτερικές πηγές ρύπανσης των φύλλων. Η υψηλότερη περιεκτικότητα των καλυμμένων με κόνιν εδάφους φύλλων στα προαναφερθέντα ανόργανα συστατικά οφείλεται στην παρουσία της κόνεως εδάφους στην επιφάνεια των φύλλων όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 3.3.20.

Στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου, τα άπλυτα φύλλα είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Cr, Co, συνήθως υψηλότερη σε Cu και στα δύο έτη μέτρησης και υψηλότερη σε Cd μόνο το 2010 για τον ίδιο λόγο που αναφέρθηκε για την κόνιν εδάφους. Ομοίως με την κόνιν εδάφους, η σύσταση της κόνεως τσιμέντου είναι αυτή που καθόρισε την υψηλότερη περιεκτικότητα των καλυμμένων με κόνιν τσιμέντου φύλλων στα ανόργανα συστατικά που προαναφέρθηκαν.

Συμπερασματικά τα άπλυτα φύλλα των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα στοιχεία σε σχέση με τα πλυμένα και η σύσταση της κόνεως ήταν καθοριστική στη σύσταση σε ανόργανα στοιχεία των άπλυτων φύλλων.

Στη συνέχεια οι συγκρίσεις που γίνονται αφορούν μόνο τα πλυμένα φύλλα και των τριών μεταχειρίσεων.

5.3.16.2 Επίδραση της εποχής

Η πρώτη δειγματοληψία των φύλλων ελιάς έγινε στις αρχές Αυγούστου και η δεύτερη στις αρχές Σεπτεμβρίου και στα δύο έτη μέτρησης. Η μεταβολή της περιεκτικότητας των φύλλων ελιάς του μάρτυρα σε ανόργανα συστατικά με την περίοδο δειγματοληψίας, συζητήθηκε στην παράγραφο 4.3.17.2.

Το 2009 τα δένδρα ελιάς ήταν σε χρονιά υψηλής καρποφορίας. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα φύλλα ελιάς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Fe, Ni, Cr και Co και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K, Mg και Cd συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, ενώ η περιεκτικότητά τους στα υπόλοιπα ανόργανα στοιχεία δεν μεταβλήθηκε με την εποχή δειγματοληψίας. Επίσης στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα φύλλα ελιάς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, Ni και Co συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, ενώ η περιεκτικότητά τους στα υπόλοιπα ανόργανα στοιχεία δεν μεταβλήθηκε με την εποχή δειγματοληψίας.

Το 2010 τα δένδρα ελιάς βρίσκονταν σε χρονιά ακαρπίας. Στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Pb και Cr και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K, Cu, Ni, Cd συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, ενώ η περιεκτικότητά τους στα υπόλοιπα ανόργανα συστατικά δεν μεταβλήθηκε με την εποχή δειγματοληψίας. Επίσης στις αρχές Σεπτεμβρίου, τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Pb και Cr, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ni, Cd συγκρινόμενα με τις αρχές Αυγούστου, ενώ η περιεκτικότητά τους στα υπόλοιπα ανόργανα συστατικά δεν μεταβλήθηκε με την εποχή δειγματοληψίας.

Σύμφωνα με τους Fernandez-Escobar et al. (1999) για την περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου, η περιεκτικότητα των φύλλων ελιάς τρέχοντος έτους σε P μειώθηκε σε χρονιά ακαρπίας, ενώ σε χρονιά με καρποφορία αυξήθηκε. Επίσης στην έρευνά τους, η περιεκτικότητα των φύλλων τρέχοντος έτους σε K, Mn, Mg, Fe, Zn, Cu δεν μεταβλήθηκε, ενώ το Ca αυξήθηκε για την περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου είτε σε δένδρα σε χρονιά ακαρπίας είτε σε χρονιά με καρποφορία.

Στην έρευνά μας, για τα βαρέα μέταλλα Ni, Cd, Pb, Co, Cr δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση στα δύο έτη, σε φύλλα τρέχοντος έτους, αλλά υπάρχει συμφωνία μεταξύ των μεταχειρίσεων σε κάθε έτος χωριστά. Φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των φύλλων στα ανωτέρω βαρέα μέταλλα, όπως παρατηρήθηκε και στη ροδακινιά, εξαρτώνται και από άλλες μορφές ρύπανσης αέριας ή μη που εκτέθηκαν τα φύλλα, ανεξάρτητα από τη μελέτη μας.

5.3.16.3 Επίδραση του έτους

Το πιο σημαντικό θέμα της σύγκρισης των δύο ετών 2009 και 2010 για την ελιά είναι το διαφορετικό φορτίο καρπών. Το 2010 τα ελαιόδενδρα ήταν σε χρονιά ακαρπίας στον κύκλο της παρειαυτοφορίας.

Στη συνέχεια αναλύονται οι διαφορές της περιεκτικότητας στα ανόργανα στοιχεία P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu των πλυμένων φύλλων του τρέχοντος έτους μεταξύ των δύο ετών και για τις τρεις μεταχειρίσεις για την περίοδο αρχές Αυγούστου ως αρχές Σεπτεμβρίου.

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε P, K, Cu και Zn των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ακολουθεί το ίδιο μοτίβο μεταξύ των δύο ετών, όπως ακριβώς περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.17.3 για το μάρτυρα.

Η περιεκτικότητα των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου σε Ca και Mg ήταν χαμηλότερη το 2010 σε σχέση με το 2009, αλλά ήταν πάντα σε επάρκεια, ενώ για το μάρτυρα δεν διέφερε μεταξύ των δύο ετών (§ 4.3.17.3).

Η περιεκτικότητα των φύλλων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου σε Fe, Mn ήταν χαμηλότερη το 2010 σε σχέση με το 2009, ενώ για το μάρτυρα δεν διέφερε μεταξύ των δύο ετών (§ 4.3.17.3). Για το 2009 η περιεκτικότητα των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου σε Fe ήταν σε επάρκεια, ενώ το 2010 στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ήταν σε επάρκεια, ενώ στα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου ήταν σε σχετική έλλειψη. Η περιεκτικότητα των φύλλων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου σε Mn ήταν πάντα σε σχετική έλλειψη όπως και των φύλλων του μάρτυρα (§ 4.3.17.3) (Θεριός 2006), αλλά ειδικά τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mn σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις.

Στις συγκεκριμένες μεταχειρίσεις των κόνεων εδάφους και τσιμέντου, με εξαίρεση την περιεκτικότητα των φύλλων σε Zn που δεν μεταβλήθηκε μεταξύ των ετών, τα στοιχεία P, K, Ca, Mg, Fe και Mn διέφεραν μεταξύ των δύο ετών με διαφορετικό φορτίο καρπών.

Η σύγκριση της περιεκτικότητας των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων μεταξύ των ετών στα βαρέα μέταλλα Ni, Cd, Pb, Cr, Co δεν ήταν ξεκάθαρη, αφού σημαντικότερη ήταν η επίδραση της εποχής δειγματοληψίας και στα δύο έτη μέτρησης. Φαίνεται πάντως ότι η περιεκτικότητα των φύλλων και των δύο μεταχειρίσεων σε Cd και Pb ήταν χαμηλότερη το 2009 σε σχέση με το 2010. Τέλος η συγκέντρωση των φύλλων και των τριών μεταχειρίσεων στα βαρέα μέταλλα Ni, Pb,

Cr και Co ήταν σε κανονικά επίπεδα, ενώ σε Cd κυρίως το 2009 ήταν υψηλότερη των κανονικών επιπέδων χωρίς όμως να φτάνει σε επίπεδο τοξικότητας όπως έχει οριστεί από τους Kabata-Pendias και Pendias (2001) για ώριμους ιστούς φύλλων διαφόρων ειδών.

5.3.16.4 Επίδραση των κόνεων

Τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mn, Zn, Fe, Na, Cr και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και στις δύο δειγματοληψίες και στα δύο έτη μέτρησης, εκτός από τις αρχές Αυγούστου του 2009 που τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε P και K και στις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Mg και υψηλότερη σε Fe σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, και το 2010 στις αρχές Σεπτεμβρίου που είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Ca και Na σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Cu το 2009 και χαμηλότερη το 2010 σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Cd μόνο το 2009 και σε Co μόνο στις αρχές Αυγούστου το 2009 συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση μεταξύ των φύλλων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους και των φύλλων του μάρτυρα στην περιεκτικότητά τους σε Ni και Pb.

Τα πλυμένα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Zn, Cu και Cr, πάντα υψηλότερη σε Mn και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε Mg σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και στις δύο δειγματοληψίες και στα δύο έτη μέτρησης εκτός από τις αρχές Σεπτεμβρίου του 2009 που είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, παρόμοια σε Mg και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε P και K σε σχέση με τα πλυμένα φύλλα του μάρτυρα. Τα φύλλα που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Cd μόνο το 2009 και σε Co μόνο στις αρχές Αυγούστου το 2009 συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση μεταξύ των φύλλων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου και των φύλλων του μάρτυρα στην περιεκτικότητά τους σε Fe, Na, Ni, Pb.

Συγκρίνοντας τις δύο κόνεις, τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mn, Cd και Pb συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους και στις δύο δειγματοληψίες και

παρόμοια σε όλα τα υπόλοιπα ανόργανα στοιχεία το 2009. Το 2010 τα πλυμένα φύλλα που είχε εφαρμοστεί κόνις τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mn και χαμηλότερη σε Fe συγκρινόμενα με τα πλυμένα φύλλα που είχαν δεχτεί κόνιν εδάφους και στις δύο δειγματοληψίες και στα δύο έτη μέτρησης και παρόμοια σε όλα τα υπόλοιπα ανόργανα στοιχεία.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα ελιάς δεν φαίνεται να προκάλεσε κάποια τοξικότητα στα φύλλα ή κάποια σοβαρή ανισορροπία των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Ειδικά όμως το Mg ήταν χαμηλότερο στα καλυμμένα με κόνις φύλλα σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα χωρίς όμως η μείωση να το καθιστά ελλειμματικό (Θεριός 2006). Επιπλέον στα καλυμμένα με κόνιν τσιμέντου φύλλα η περιεκτικότητά τους σε Mn ήταν υψηλότερη και πιο κοντά σε επίπεδα επάρκειας σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους.

Η μείωση της περιεκτικότητας των καλυμμένων με κόνις φύλλα σε Mg μπορεί να είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης στα φύλλα ελιάς, δεδομένου ότι το Mg αποτελεί δομικό στοιχείο της χλωροφύλλης. Στην έρευνά μας δεν βρέθηκε κάποια ουσιαστική μείωση της περιεκτικότητας των καλυμμένων με κόνις φύλλα σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολική χλωρ. εκφρασμένες ανά μονάδα ξηρού βάρους ή ανά μονάδα επιφάνειας εκτός από τα καλυμμένα με κόνιν εδάφους φύλλα που είχαν κάποιες φορές χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χλωρ. α. Σύμφωνα με τους Mandre και Tuulmets (1997) η παρουσία κόνεως τσιμέντου στο Νορβηγικό έλατο μείωσε την περιεκτικότητα των βελόνων σε χλωρ. α, ενώ η χλωρ. β επηρεάστηκε λιγότερο και η μείωση αποδόθηκε εν μέρει στη μείωση των συγκεντρώσεων των στοιχείων Mg, Mn, Fe και N στις βελόνες ως στοιχεία απαραίτητα για τη βιοσύνθεση χρωστικών της φωτοσύνθεσης. Αν και οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Mg, Mn και Fe στο έδαφος αυξήθηκαν, ως συστατικά της κόνεως τσιμέντου, η αλκαλικότητα και η υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο παρεμπόδισαν την αφομοίωσή τους από τα φυτά (Mandre and Tuulmets 1997). Να αναφερθεί ότι οι πιο πάνω ερευνητές όμως μελέτησαν κωνοφόρα είδη που ήταν χρόνια εκτεθειμένα σε σταθερή εστία ρύπανσης από κόνιν τσιμέντου και οι επιπτώσεις της κόνεως στα ανόργανα στοιχεία συνδέθηκαν κυρίως με τις επιπτώσεις της συσσώρευσης της κόνεως τσιμέντου στο έδαφος. Σε άλλη μελέτη οι Mandre et al. (1999) διαπίστωσαν ότι η αλκαλικότητα της κόνεως του τσιμέντου προκάλεσε ανισορροπία της περιεκτικότητας των ιστών κωνοφόρων ειδών σε ανόργανα και της κατανομής τους. Πιο συγκεκριμένα βρέθηκε

αύξηση της περιεκτικότητας των δένδρων σε Ca, K και Mg, τα οποία αποτελούσαν και τα κύρια συστατικά της κόνεως, και μείωση των N και Mn σε όλα τα όργανα. Επίσης στις βελόνες αυξήθηκαν τα P, Fe. Η αύξηση των ανόργανων στις βελόνες αποδόθηκε στην πρόσληψή τους από την επιδερμίδα των φύλλων (Mandre et al. 1999). Επιπλέον στην έρευνά μας η περιεκτικότητα των φύλλων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου σε Mn ήταν βελτιωμένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Οι Hegazi και El-Kady (2010) διαπίστωσαν ότι σε φυτά αείφυλλων πολυετών ειδών, μεταξύ των οποίων και ελιάς, τα καλυμμένα φυτά με κόνιν από δρόμο της ερήμου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Pb, Zn, Cu και Cr σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ δεν ανιχνεύτηκαν Cd και Ni. Επιπλέον η ρύπανση από κόνιν τσιμέντου σε ετήσιο φυλλώδες λαχανικό (*Celosia argentea*) σε επίπεδο 10,2 g m⁻² ανά 3 ημέρες, αύξησε τη συγκέντρωση των φυτών σε μέταλλα όπως Fe, Zn, Cu, Mg, Al, Si και S σε σχέση με το μάρτυρα (Ade-Ademilua and Obalola 2008). Αλλά και σε φυτά γκούαβα βρέθηκε υψηλότερη περιεκτικότητα των φύλλων σε K, Ca, Na, P όταν αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως τσιμέντου (Lal and Ambasht 1982).

Από όλα τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η σύσταση σε ανόργανα στοιχεία του μητρικού υλικού της μελετώμενης κάθε φορά κόνεως είναι καθοριστικής σημασίας στην τελική συσσώρευση ή μη ανόργανων στοιχείων στα φυτά καθώς και η αλληλεπίδρασή της με το έδαφος-υπόστρωμα των φυτών. Βέβαια σημαντικός είναι και ο ρόλος της ποσότητας της κόνεως που επικάθεται στα φυτά αλλά και το είδος του φυτού. Στην έρευνά μας δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική συσσώρευση κάποιου ανόργανου στοιχείου στα φύλλα της ελιάς παρά το γεγονός ότι τα άπλυτα φύλλα ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν αυξημένες συγκεντρώσεις σε αρκετά μακροστοιχεία αλλά και σε κάποια βαρέα μέταλλα σε σχέση με τα αντίστοιχα πλυμένα φύλλα. Ενδεχομένως τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της ελιάς όπως ύπαρξη στοματίων μόνο στην κάτω πλευρά του φύλλου, κάλυψη των επιφανειών των φύλλων με κηρούς και η κάλυψη της κάτω επιφάνειας των φύλλων με ένα πυκνό στρώμα από αστεροειδείς τρίχες να δυσκολεύουν τη διείσδυση των στοιχείων στα φύλλα παρά το γεγονός ότι από την άλλη η παρουσία των τριχών μπορεί να βοηθά στη συγκράτηση περισσότερης κόνεως.

5.3.17 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς με υψηλή καρποφορία που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2009

5.3.14.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών πράσινων καρπών ελιάς

Νωπό βάρος, λόγος σάρκας/πυρήνα και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν μικρότερο νωπό βάρος, παρόμοιο λόγο σάρκας/πυρήνα και πλάτος καρπού συγκριτικά με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα (Πίν. 5.26). Επίσης, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν μεγαλύτερο νωπό βάρος και μήκος και παρόμοιο λόγο σάρκας/πυρήνα και πλάτος συγκριτικά με τους καρπούς των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους.

Πίνακας 5.26. Νωπό βάρος, λόγος σάρκας/πυρήνα, διαστάσεις και παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο το 2009.

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Λόγος σάρκας/πυρήνα	Μήκος (cm)	Πλάτος (cm)	L*	C*	Hue
Μάρτυρας	6,30	5,39	2,42	1,89	42,7	31,1	107,2
Έδαφος	5,28	5,77	2,17	1,82	44,1	35,7	106,4
Τσιμέντο	5,79	5,13	2,28	1,86	42,8	35,8	106,5
Σημαντικότητα							
Μεταχείριση	**	*	***	NS	*	***	**
EΣΔ _{0,05}	0,52	0,56	0,08	0,09	1,2	1,4	0,4

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετρος φωτεινότητας L του φλοιού του καρπού*

Οι καρποί των δένδρων που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως εδάφους είχαν υψηλότερο L* από τους καρπούς του μάρτυρα και από αυτούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοιο L* με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.26). Επίσης, οι καρποί που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερο C* και χαμηλότερη απόχρωση Hue σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και παρόμοιους μεταξύ τους (Πίν. 5.26).

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Οι πράσινοι καρποί των δένδρων ελιάς από τις τρεις μεταχειρίσεις είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας (Πίν. 5.27).

Πίνακας 5.27. Σκληρότητα σάρκας, ΠΕΡΝΕ και mg γαλλικού οξέος ανά 100 g v.β. καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο το 2009.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	mg γαλλικού οξέος/100 g v.β.
Μάρτυρας	6,99	71,2	81,1
Έδαφος	6,94	69,6	76,3
Τσιμέντο	6,64	69,6	77,0
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση	NS	*	NS
ΕΣΔ _{0,05}	0,96	1,3	11,8

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Περιεκτικότητα σε νερό ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και παρόμοια μεταξύ τους (Πίν. 5.27).

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g v.β.

Οι καρποί των δένδρων ελιάς από τις τρεις μεταχειρίσεις είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά (Πίν. 5.27).

Περιεκτικότητα σε λάδι

Οι καρποί των δένδρων ελιάς από τις τρεις μεταχειρίσεις είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε λάδι (Πίν. 5.28).

Ποιοτικά χαρακτηριστικά λαδιού

Το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα είχε χαρακτηριστικά εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου (Πίν. 5.28). Το ελαιόλαδο που προήλθε από το μάρτυρα είχε υψηλότερη οξύτητα σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις και το ελαιόλαδο που

προήλθε από τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχε μικρότερη τιμή υπεροξειδίου από το ελαιόλαδο των άλλων μεταχειρίσεων. Στις υπόλοιπες παραμέτρους K το ελαιόλαδο από το μάρτυρα είχε τις υψηλότερες τιμές.

Πίνακας 5.28. Περιεκτικότητα σε λάδι και ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου προερχόμενο από καρπούς δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο το 2009.

Μεταχείριση	Περιεκτικότητα σε λάδι (%)	Οξύτητα (Ελαιικό οξύ %)	mEq O ₂ /kg	K232	K270	ΔK
Μάρτυρας	14,73	0,755	13,0	2,38	0,235	0,0079
Έδαφος	17,26	0,365	13,8	2,22	0,082	0,0006
Τσιμέντο	15,43	0,375	7,1	2,02	0,098	0,0021
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	NS	-	-	-	-	-
ΕΣΔ _{0,05}	3,20	-	-	-	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

5.3.14.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών ελιάς Ισπανικού τύπου

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη φωτεινότητα L*, χαμηλότερη καθαρότητα του χρώματος C* και χαμηλότερη απόχρωση Hue από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.29). Επιπλέον, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν παρόμοια L*, C* και Hue με τους σκονισμένους με κόνιν εδάφους καρπούς.

Πίνακας 5.29. Παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού, σκληρότητα σάρκας και ΠΕΡΝΕ κονσερβοποιημένων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα και °Baumé αλατότητας κονσερβάς, κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

Μεταχείριση	L*	C*	Hue	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	Αλατότητα (°Baumé)
Μάρτυρας	36,5	26,4	87,2	2,98	71,4	6,70
Έδαφος	35,4	22,9	85,4	2,47	71,6	6,85
Τσιμέντο	35,0	24,1	85,5	3,24	72,2	6,80
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	*	**	***	**	NS	NS
ΕΣΔ _{0,05}	1,0	1,9	0,8	0,48	1,5	0,14

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και από αυτούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, ενώ οι τελευταίοι είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.29).

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί ελιάς των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ΠΕΡΝΕ (Πίν. 5.29).

Η άλμη από τις κονσέρβες ελιάς των τριών μεταχειρίσεων είχε παρόμοια αλατότητα εκφρασμένη σε °Baumé (Πίν. 5.29).

5.3.18 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών και κονσερβοποιημένων καρπών δένδρων ελιάς με χαμηλότερη καρποφορία που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου κατά την πειραματική περίοδο του 2010

5.3.15.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νωπών πράσινων καρπών

Νωπό βάρος, λόγος σάρκας/πυρήνας και διαστάσεις καρπών

Οι καρποί που συγκομίστηκαν από τα δένδρα των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο νωπό βάρος, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερο λόγο σάρκας/πυρήνα από τους καρπούς του μάρτυρα και αυτούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου (Πίν. 5.30). Επιπλέον, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν μεγαλύτερο πλάτος συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα και παρόμοιο πλάτος με τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου.

Πίνακας 5.30. Νωπό βάρος, λόγος σάρκας/πυρήνα, διαστάσεις και παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο το 2010.

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Λόγος σάρκας/πυρήνα	Μήκος (cm)	Πλάτος (cm)	L*	C*	Hue
Μάρτυρας	7,52	5,79	2,67	2,20	40,9	28,6	108,0
Έδαφος	8,40	6,69	2,74	2,32	38,7	20,3	104,3
Τσιμέντο	7,72	5,79	2,70	2,23	41,4	27,5	108,8
Σημαντικότητα							
Μεταχείριση	NS	**	NS	*	NS	**	NS
ΕΣΔ _{0,05}	1,01	0,50	0,16	0,10	4,8	4,8	4,8

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Χρώμα φλοιού καρπού

Παράμετροι φωτεινότητας L^* , καθαρότητας C^* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού του καρπού

Οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν ελαφρώς χαμηλότερα L^* , C^* και Hue από τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα και από αυτούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου, ενώ οι τελευταίοι είχαν παρόμοια L^* , C^* και Hue με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.30).

Σκληρότητα σάρκας καρπού:

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που αναπτύχθηκαν παρουσία κόνεως εδάφους είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς του μάρτυρα και αυτούς που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου, ενώ οι τελευταίοι είχαν παρόμοια σκληρότητα με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.31).

Πίνακας 5.31. Σκληρότητα σάρκας, ΠΕΡΝΕ και mg γαλλικού οξέος (%) καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	mg γαλλικού οξέος (%)
Μάρτυρας	5,78	58,5	112,4
Έδαφος	3,18	65,1	113,5
Τσιμέντο	5,14	65,3	106,8
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση	1,25	4,18	24,0
ΕΣΔ _{0,05}	**	**	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Περιεκτικότητα σε νερό ΠΕΡΝΕ (%)

Οι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ οι καρποί που δέχτηκαν τις δύο κόνεις δεν διέφεραν μεταξύ τους (Πίν. 5.31).

Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/100 g v.β.

Οι καρποί των δένδρων των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά (Πίν. 5.31).

Περιεκτικότητα σε λάδι

Οι καρποί των δένδρων ελιάς των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε λάδι (Πίν. 5.32).

Πίνακας 5.32. Περιεκτικότητα σε λάδι και ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου προερχόμενο από καρπούς δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Μεταχείριση	Περιεκτικότητα σε λάδι (%)	Οξύτητα (Ελαιικό οξύ %)	mEq O ₂ /kg	K232	K270	ΔΚ
Μάρτυρας	19,2	0,24	7,32	2,89	0,395	0,0023
Έδαφος	19,6	0,26	7,25	3,34	0,461	0,0027
Τσιμέντο	18,5	0,23	3,86	0,15	0,037	0,0003
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	NS	-	-	-	-	-
ΕΣΔ _{0,05}	4,5	-	-	-	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

Ποιοτικά χαρακτηριστικά λαδιού

Το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχε χαρακτηριστικά εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου, ενώ το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς του μάρτυρα και από αυτούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους δεν χαρακτηρίζεται ως παρθένο ελαιόλαδο λόγω των υψηλών δεικτών K232 και K270 (Πίν. 5.32). Επίσης το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχε μικρότερη τιμή υπεροξειδίων και χαμηλότερους δείκτες K232 και K270 σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Οι αυξημένες τιμές των K232 και K270 του ελαιολάδου των καρπών του μάρτυρα και αυτών που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ίσως να οφείλονται σε κάποια εσφαλμένη μεταχείριση των δειγμάτων.

5.3.14.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών ελιάς Ισπανικού τύπου

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη φωτεινότητα L*, ελαφρώς χαμηλότερη καθαρότητα C* και χαμηλότερη απόχρωση Hue από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.33). Επιπλέον, οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια L*, C* και Hue με τους σκονισμένους με κόνιν τσιμέντου καρπούς.

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου και αυτοί μικρότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.33).

Οι κονσερβοποιημένοι καρποί ελιάς των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν εδάφους και αυτοί υψηλότερη ΠΕΡΝΕ από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 5.33).

Η άλμη από τις κονσέρβες ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων είχε παρόμοια αλατότητα εκφρασμένη σε °Baumé (Πίν. 5.33).

Πίνακας 5.33. Παράμετροι φωτεινότητας L*, καθαρότητας C* και απόχρωσης Hue του χρώματος του φλοιού, σκληρότητα σάρκας και ΠΕΡΝΕ κονσερβοποιημένων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα και °Baumé αλατότητας κονσέρβας, κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

Μεταχείριση	L*	C*	Hue	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΠΕΡΝΕ (%)	Αλατότητα (°Baumé)
Μάρτυρας	33,9	21,2	84,6	4,39	69,5	6,70
Έδαφος	31,9	18,3	82,7	2,11	71,7	6,80
Τσιμέντο	33,2	18,2	83,7	2,88	73,4	6,85
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	*	NS	**	***	***	NS
ΕΣΔ _{0,05}	1,6	3,7	1,1	0,80	1,12	0,15

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

5.3.19 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι νωποί πράσινοι καρποί των δένδρων ελιάς που δέχτηκαν κόνιες εδάφους ή τσιμέντου και του μάρτυρα που συγκομίστηκαν το 2010 είχαν υψηλότερο νωπό βάρος, λόγω σάρκας/πυρήνα και ήταν μεγαλύτερων διαστάσεων από το 2009. Επίσης οι πράσινοι καρποί ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων που συγκομίστηκαν το 2010 είχαν πιο σκούρο χρώμα, χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας, χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ, υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και οι μαύροι καρποί ελιάς ελαφρώς υψηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι σε σχέση με το 2009. Σύμφωνα με τα παραπάνω φαίνεται ότι οι πράσινοι καρποί που συγκομίστηκαν το 2010 ήταν πιο ώριμοι από τους αντίστοιχους του 2009 και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Όπως αναφέρθηκε, το 2010 τα δένδρα ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων ήταν σε χρονιά ακαρπίας στον κύκλο της παρενιαυτοφορίας και η χαμηλότερη καρποφορία του 2010

σε σχέση με το 2009 είναι η βασική αιτία των διαφορών που βρέθηκαν μεταξύ των δύο ετών όπως συζητήθηκε στην παράγραφο 4.3.20. Επίσης οι καρποί το 2010 είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά σε σχέση με το 2009, ενώ συγκομίστηκαν την ίδια αντίστοιχη χρονική περίοδο και τα αίτια συζητήθηκαν στην παράγραφο 4.3.20.

Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις, το 2009 οι νωποί πράσινοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν μικρότερων διαστάσεων, είχαν παρόμοιο λόγο σάρκας/πυρήνα, παρουσίασαν έναν ελαφρύ μεταχρωματισμό, είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας, χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ, παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και οι μαύροι καρποί παρόμοια περιεκτικότητα σε λάδι συγκρινόμενοι με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα. Το 2010 οι νωποί πράσινοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν ελαφρώς μεγαλύτερο βάρος καρπού και λόγο σάρκας/πυρήνα, ήταν σκουρότεροι και είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας από τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου και του μάρτυρα. Επιπλέον οι πράσινοι καρποί που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν χαμηλότερη ΠΕΡΝΕ, παρόμοια περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και οι μαύροι καρποί παρόμοια περιεκτικότητα σε λάδι συγκρινόμενοι με τους καρπούς του μάρτυρα.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω δεν είναι ξεκάθαρη η επίδραση των κόνεων στις παραγωγικές παραμέτρους και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών παρά μόνο το χρώμα των καρπών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου που ήταν πιο σκούρο το 2010 και έδειξε ένα ελαφρύ μεταχρωματισμό το 2009 σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό ίσως να σχετίζεται με τη διαφορετική ωρίμανση των καρπών που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου χωρίς όμως να υποστηρίζεται από άλλες παραμέτρους με εξαίρεση το 2010 που οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν και πιο μαλακούς καρπούς από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Ειδικά για το 2010 πιο σημαντική επίδραση φαίνεται να είχε η χαμηλότερη καρποφορία των δένδρων παρά η παρουσία των κόνεων στους καρπούς. Ίσως το γεγονός ότι η εφαρμογή των κόνεων στα δένδρα και τα δύο έτη έγινε περίπου 15 ημέρες μετά την καρπόδεση να συνέβαλε θετικά αφού στο αρχικό στάδιο των έντονων κυτταροδιαίρέσεων και διαμόρφωσης του καρπού, οι καρποί δεν είχαν υποστεί ακόμη τη ρύπανση από τις κόνεις. Βέβαια το στάδιο αύξησης του καρπού που εφαρμόστηκαν οι κόνεις ήταν πολύ πρώιμο και θα μπορούσαν στη συνέχεια οι κόνεις να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στους καρπούς. Οι αρνητικές επιπτώσεις στους

καρπούς μπορεί να συνδεθούν και με την παρεμπόδιση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων παρουσία των κόνεων. Από την άλλη, έχει βρεθεί ότι οι καρποί των δένδρων ελιάς διαθέτουν στομάτια, τα οποία χάνονται περίπου 2 μήνες μετά την άνθηση, φωτοσυνθέτουν και συμβάλλουν σε ένα βαθμό στην ζήτησή τους για αφομοιώσιμα συστατικά σε επίπεδο 30% και 60% του φύλλου ανά μονάδα ξηρού βάρους και ανά μονάδα επιφάνειας, αντίστοιχα. Επίσης η Α των καρπών επηρεάζεται σημαντικά από την ακτινοβολία, είναι σημαντικά υψηλότερη αρχικά και μειώνεται με την αύξηση του όγκου των καρπών, καθώς η ακτινοβολία δεν μπορεί να φτάσει στο εσωτερικό των καρπών, και με τη διαφοροποίηση των κυττάρων (Proietti et al. 1999). Σύμφωνα με τα ανωτέρω το αναμενόμενο θα ήταν η παρουσία των κόνεων στην επιφάνεια των καρπών να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στις παραγωγικές παραμέτρους των καρπών και στην περιεκτικότητά τους σε λάδι. Βέβαια οι κόνεις εδάφους και τσιμέντου στους καρπούς δεν ήταν ομοιόμορφα κατανεμημένες, είτε λόγω του μικρού τους μεγέθους, ειδικά κατά τις πρώτες εφαρμογές κόνεως, του σφαιρικού τους σχήματος, της γυαλιστερής τους επιφάνειας, αλλά και για το λόγο ότι η τάνυση των κυττάρων των καρπών και επομένως η αύξηση του μεγέθους τους συνέβη αφού είχαν σταματήσει οι εφαρμογές των κόνεων. Δεδομένων των ανωτέρω θα μπορούσαν οι καρποί να λειτουργήσουν αυτότροφα και να καλύψουν μερικώς τις ανάγκες τους για αφομοιώσιμα, καθώς η Α των φύλλων ήταν σημαντικά χαμηλότερη στα καλυμμένα με κόνεις δένδρα σε σχέση με το μάρτυρα.

Έχει βρεθεί ότι υψηλά επίπεδα ρύπανσης από κόνιν τσιμέντου γύρω από μία τσιμεντοβιομηχανία μείωσαν την απόδοση των οπωροφόρων μηλιά, αχλαδιά και αμυγδαλιά λόγω μικρότερου μεγέθους καρπών, υποβάθμισε την ποιότητα και τη διατροφική αξία των καρπών και προκάλεσε νεκρωτικές κηλίδες και τραχύτητα στην επιφάνεια των καρπών (Lone et al. 2011). Επίσης έχει αναφερθεί ότι η παρουσία κόνεως τσιμέντου ή από δρόμους μειώνει την παραγωγή λόγω χαμηλότερης καρπόδεσης (McCrea 1984, Farmer 1993), κάτι που δεν αφορά την τρέχουσα μελέτη, αφού η εφαρμογή των κόνεως εδάφους ή τσιμέντου πραγματοποιήθηκαν μετά την καρπόδεση.

Όσον αφορά την ποιότητα του ελαιόλαδου, η παρουσία των κόνεων στους καρπούς δεν φαίνεται να την υποβάθμισε σε σχέση με το μάρτυρα. Επίσης φαίνεται ότι και τα δύο έτη το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχε μικρότερη τιμή υπεροξειδίων και ειδικά το 2010 είχε και μικρότερες

τιμές K232 και K270 από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, όταν εξετάστηκε τρεις μήνες μετά την εξαγωγή του.

Στην παρούσα μελέτη η επεξεργασία των πράσινων καρπών ελιάς έγινε με τη μέθοδο του Ισπανικού τύπου και έτσι ακέραιοι πράσινοι καρποί ελιάς τοποθετήθηκαν σε διάλυμα NaOH 1,5% για το ξεπίκρισμά τους και στη συνέχεια μετά από πλύσεις συντηρήθηκαν σε άλμη 8%. Το αλκαλικό διάλυμα επιτελεί το ξεπίκρισμα των καρπών υδρολύοντας το βασικό συστατικό υπεύθυνο της πικρής γεύσης των καρπών της ελιάς, την ελευρωπαϊνή (Lanza 2012).

Η παραπάνω μέθοδος επεξεργασίας των καρπών επέφερε αλλαγές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των πράσινων καρπών ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων και τα δύο έτη μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα οι επεξεργασμένοι καρποί είχαν υψηλότερη ΠΕΡΝΕ, χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας και πιο σκούρο πράσινο χρώμα από τους νωπούς πράσινους καρπούς και τα αίτια συζητήθηκαν στην παράγραφο 4.3.20.

Επίσης οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων για τους επεξεργασμένους καρπούς ήταν αντίστοιχες των διαφορών μεταξύ των μεταχειρίσεων των νωπών καρπών αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό. Ειδικά για το χρώμα των καρπών, οι επεξεργασμένοι καρποί που δέχτηκαν κόνεις εδάφους και τσιμέντου είχαν πιο σκούρο πράσινο χρώμα από τους καρπούς του μάρτυρα και το 2010 ήταν και χαμηλότερης σκληρότητας από τους επεξεργασμένους καρπούς του μάρτυρα. Επιπλέον η αλατότητα της άλμης από τις κονσέρβες ήταν όμοια στις τρεις μεταχειρίσεις και τα δύο έτη μετρήσεων.

5.3.20 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2009

Οι νωποί πράσινοι καρποί ελιάς των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Pb και υψηλότερη σε Na από τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Ni, Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των τριών μεταχειρίσεων (Πίν. 5.34).

Οι επεξεργασμένοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Zn, Mn, Cd και Co, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na και Pb και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε P, K, Fe, Cu και Ni από τους

επεξεργασμένους καρπούς του μάρτυρα, ενώ το Cr δεν ανιχνεύτηκε στους επεξεργασμένους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 5.35).

Πίνακας 5.34. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των νωπών πράσινων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

	Σημαντικότητα				
	Μάρτυρας	Έδαφος (%)	Τσιμέντο	Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
P	0,036	0,031	0,031	NS	0,004
K	0,900	0,840	0,778	NS	0,110
Ca	0,070	0,064	0,059	NS	0,012
Mg	0,013	0,015	0,013	NS	0,003
	(mg kg ⁻¹)				
Fe	5,72	4,53	4,16	NS	1,44
Zn	1,20	0,97	1,08	NS	0,48
Mn	0,446	0,285	0,333	NS	0,146
Cu	0,488	0,675	0,358	NS	0,249
Na	53,6	93,0	100,3	*	40,7
Ni	ND	ND	ND	-	-
Cd	0,231	0,242	0,233	NS	0,013
Pb	1,02	1,13	1,25	NS	0,28
Cr	ND	ND	ND	-	-
Co	ND	ND	ND	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Οι επεξεργασμένοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, και Cu, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na, Cd, Pb και Co και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K και Ni από τους επεξεργασμένους καρπούς του μάρτυρα, ενώ το Cr δεν ανιχνεύτηκε στους επεξεργασμένους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 5.35).

Οι επεξεργασμένοι καρποί ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τους νωπούς καρπούς (Πίν. 5.34, 5.35). Η προσθήκη του θαλασσινού άλατος στους επεξεργασμένους καρπούς αύξησε κατά αρκετές χιλιάδες την περιεκτικότητα των καρπών σε Na. Με την επεξεργασία των καρπών και των τριών μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητά τους σε P και K μειώθηκε σε σχέση με τους νωπούς καρπούς. Επίσης οι επεξεργασμένοι καρποί και των τριών μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg (εκτός από την κόνιν εδάφους που δεν διέφερε), Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Cd, Pb και Co σε σχέση με τους αντίστοιχους νωπούς καρπούς.

Πίνακας 5.35. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των επεξεργασμένων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2009.

	Σημαντικότητα				
	Μάρτυρας	Έδαφος (%)	Τσιμέντο	Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
P	0,024	0,018	0,021	*	0,005
K	0,058	0,025	0,031	***	0,011
Ca	0,116	0,099	0,173	NS	0,073
Mg	0,019	0,013	0,021	NS	0,007
	(mg kg ⁻¹)				
Fe	7,45	5,72	6,60	*	1,56
Zn	7,30	5,16	5,28	NS	4,38
Mn	0,863	0,644	0,988	NS	0,330
Cu	2,93	1,65	2,35	*	0,86
Na	81629	94199	102870	**	10169
Ni	1,27	1,07	1,02	*	0,15
Cd	0,391	0,400	0,454	**	0,010
Pb	2,91	3,20	3,49	***	0,21
Cr	ND	ND	ND	-	-
Co	0,700	0,622	1,179	*	0,42

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

5.3.21 Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά νωπών και κονσερβοποιημένων πράσινων καρπών δένδρων ελιάς που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου το 2010

Οι νωποί πράσινοι καρποί ελιάς των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Na Cd και Pb και παρόμοια σε Fe, Cu και Ni σε σχέση με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 5.36).

Οι νωποί πράσινοι καρποί ελιάς των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε K, Ca, Mn, Na, Cd και Pb, παρόμοια σε P, Mg, Fe, Zn και Cu και χαμηλότερη σε Ni σε σχέση με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα, ενώ τα βαρέα μέταλλα Cr και Co δεν ανιχνεύτηκαν στους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 5.36).

Οι επεξεργασμένοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνιν εδάφους είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu και Cd, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Na, Ni και Pb και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K και Co από

τους επεξεργασμένους καρπούς του μάρτυρα, ενώ το Cr δεν ανιχνεύτηκε στους επεξεργασμένους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 5.37).

Πίνακας 5.36. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των νωπών πράσινων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

	Μάρτυρας	Έδαφος (%)	Τσιμέντο	Σημαντικότητα	
				Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
P	0,050	0,085	0,050	*	0,020
K	1,11	1,34	1,36	*	0,155
Ca	0,084	0,102	0,103	*	0,010
Mg	0,015	0,021	0,016	*	0,005
					(mg kg ⁻¹)
Fe	2,56	3,10	2,05	NS	1,38
Zn	1,64	2,83	2,08	*	1,02
Mn	0,496	1,575	0,919	**	0,572
Cu	1,86	1,68	1,44	NS	0,613
Na	29,5	135,2	210,3	***	31,1
Ni	0,738	0,742	0,488	**	0,155
Cd	0,200	0,342	0,383	***	0,063
Pb	0,344	0,281	0,456	**	0,089
Cr	ND	ND	ND	-	-
Co	ND	ND	ND	-	-

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Οι επεξεργασμένοι καρποί των δένδρων που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε P, Fe, Zn, Cu, Cd και Co, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Mg, Mn, Na, Ni και Pb και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε K από τους επεξεργασμένους καρπούς του μάρτυρα, ενώ το Cr δεν ανιχνεύτηκε στους επεξεργασμένους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 5.37).

Οι επεξεργασμένοι καρποί ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τους νωπούς καρπούς (Πίν. 5.36, 5.37). Η προσθήκη του θαλασσινού άλατος στους επεξεργασμένους καρπούς αύξησε κατά αρκετές χιλιάδες την περιεκτικότητα των καρπών σε Na. Με την επεξεργασία των καρπών και των τριών μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητά τους σε P και K μειώθηκε σε σχέση με τους νωπούς καρπούς. Επίσης οι επεξεργασμένοι καρποί και των τριών μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Fe, Zn, Mn (εκτός από την κόνιν εδάφους που μειώθηκε), Cu, Ni (εκτός από το μάρτυρα που

δεν διέφερε), Pb και Co, παρόμοια σε Mg και χαμηλότερη σε Cd (εκτός από το μάρτυρα που δεν διέφερε) σε σχέση με τους αντίστοιχους νωπούς καρπούς.

Πίνακας 5.37. Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία των επεξεργασμένων καρπών ελιάς δένδρων που εφαρμόστηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου και των δένδρων του μάρτυρα κατά την πειραματική περίοδο του 2010.

	Μάρτυρας	Έδαφος (%)	Τσιμέντο	Σημαντικότητα	
				Μεταχ.	ΕΣΔ _{0,05}
P	0,023	0,022	0,024	NS	0,006
K	0,089	0,055	0,059	***	0,012
Ca	0,153	0,149	0,191	*	0,010
Mg	0,011	0,011	0,017	**	0,004
	(mg kg ⁻¹)				
Fe	5,89	4,95	6,44	NS	1,81
Zn	2,98	3,58	4,37	NS	1,65
Mn	0,663	0,546	1,525	***	0,283
Cu	3,50	3,59	4,03	NS	0,87
Na	57390	68801	73873	*	12060
Ni	0,346	0,869	0,950	***	0,167
Cd	0,221	0,229	0,258	NS	0,048
Pb	1,40	1,72	1,87	*	0,26
Cr	ND	ND	ND	-	-
Co	0,396	0,308	0,408	*	0,048

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

5.3.22 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ελιάς το 2009 δεν επηρέασε ουσιαστικά την περιεκτικότητα των νωπών πράσινων καρπών σε ανόργανα συστατικά παρά μόνο αύξησε την περιεκτικότητά τους σε Na. Το 2010 οι καλυμμένοι με κόνιν εδάφους νωποί καρποί είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Na, Cd και Pb και παρόμοια σε Fe, Cu και Ni σε σχέση με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα. Επιπλέον το 2010 οι καλυμμένοι με κόνιν τσιμέντου νωποί καρποί είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε K, Ca, Mn, Na, Cd και Pb, παρόμοια σε P, Mg, Fe, Zn και Cu και χαμηλότερη σε Ni σε σχέση με τους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα. Συνεπώς υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο ετών στην επίδραση των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην περιεκτικότητα των νωπών καρπών σε ανόργανα συστατικά. Επιπλέον, το 2010 οι καρποί των δένδρων που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου είχαν βελτιωμένη περιεκτικότητα στα ανόργανα συστατικά P, K, Ca, Mg, Fe, Mn και Zn σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, όπως έχουν

αναφερθεί οι συγκεντρώσεις των καρπών στα πιο πάνω ανόργανα στοιχεία για την ποικιλία 'Κονσερβολιά' από το Θεριό (2006), αν και ειδικά η περιεκτικότητα των καρπών και των τριών μεταχειρίσεων σε Fe, Mn και Zn ήταν σε χαμηλά επίπεδα το 2010 και ακόμη πιο χαμηλά το 2009.

Η πιο σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ετών είναι το διαφορετικό φορτίο καρπών, αφού το 2010 τα δένδρα ελιάς ήταν σε χρονιά ακαρπίας στον κύκλο της παρενιαυτοφορίας. Είναι πιθανόν το 2010, που όπως προαναφέρθηκε οι καρποί των δένδρων που δέχτηκαν κόνιν εδάφους ήταν μεγαλύτεροι σε μέγεθος, τα δένδρα να είχαν και μικρότερο αριθμό καρπών σε σχέση με το μάρτυρα και αυτό να συνδέεται με την υψηλότερη περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Βέβαια και οι καρποί που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε αρκετά ανόργανα συστατικά συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα χωρίς όμως να διαφέρουν σε μέγεθος από τους καρπούς του μάρτυρα. Μία άλλη εκδοχή είναι η διαφορετική ποσότητα κόνεως στους καρπούς μεταξύ των δύο ετών. Από τις μετρήσεις της ποσότητας των κόνεων στα φύλλα δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές των ποσοτήτων των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου κατά τη διάρκεια των πειραματικών περιόδων των δύο ετών, αλλά στο τέλος της πειραματικής περιόδου του 2010, η ποσότητα της κόνεως ήταν υψηλότερη σε σχέση με το 2009, αφού οι βροχοπτώσεις το Σεπτέμβριο του 2010 ήταν μειωμένες σε σχέση με το Σεπτέμβριο του 2009 αλλά ακόμη και στα τέλη Οκτωβρίου του 2010 υπήρχε μέρος των κόνεων στα φύλλα. Από τη συζήτηση πάντως που έγινε για την επίδραση των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα δεν βρέθηκε κάποια συσσώρευση ανόργανων συστατικών στα φύλλα.

Στους νωπούς πράσινους καρπούς ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων, και τα δύο έτη μέτρησης, το στοιχείο που ήταν σε μεγαλύτερη αφθονία ήταν το K, ακολουθούμενο κατά φθίνουσα σειρά από Ca, P, Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn και Cd ομοίως με τους Nergiz και Engez (2000) όπως συζητήθηκε στην παράγραφο 4.3.22. Για τα υπόλοιπα βαρέα μέταλλα Ni, Pb και Co δεν παρατηρήθηκε συγκεκριμένη τάση, αφού η περιεκτικότητα των καρπών σε Pb και των τριών μεταχειρίσεων το 2009 ήταν σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με το 2010 και τα Ni και Co ήταν μετρήσιμα μόνο το 2010. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν, ότι η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου δεν προκάλεσε κάποια ανισορροπία στην περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα συστατικά συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα.

Οι επεξεργασμένοι καρποί ελιάς και των τριών μεταχειρίσεων είχαν σημαντικά τροποποιημένη σύσταση σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με τους νωπούς καρπούς και τα δύο έτη μέτρησης. Η προσθήκη του θαλασσινού άλατος στους επεξεργασμένους καρπούς αύξησε σημαντικότερα την περιεκτικότητα των καρπών σε Na. Με την επεξεργασία των καρπών και των τριών μεταχειρίσεων, η περιεκτικότητά τους σε P και K μειώθηκε σε σχέση με τους νωπούς καρπούς. Επίσης οι επεξεργασμένοι καρποί και των τριών μεταχειρίσεων είχαν, και τα δύο έτη μέτρησης, υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca, Fe, Zn, Mn (εκτός από την κόνιν εδάφους που μειώθηκε), Cu, Ni (εκτός από το μάρτυρα που δεν διέφερε), Pb και Co σε σχέση με τους αντίστοιχους νωπούς καρπούς. Επίσης οι επεξεργασμένοι καρποί και των τριών μεταχειρίσεων είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε Mg (εκτός από την κόνιν εδάφους που δεν διέφερε) το 2009 ή αμετάβλητη το 2010 σε σχέση με τους νωπούς καρπούς. Επιπλέον η περιεκτικότητα των επεξεργασμένων καρπών και των τριών μεταχειρίσεων σε Cd ήταν υψηλότερη το 2009 σε σχέση με τους νωπούς καρπούς, ενώ το 2010 για το μάρτυρα δεν διέφερε και για τους καρπούς που εφαρμόστηκαν κόνεις μειώθηκε στους επεξεργασμένους καρπούς σε σχέση με τους νωπούς. Η συζήτηση για τη διαφορά της περιεκτικότητας σε ανόργανα συστατικά των επεξεργασμένων καρπών σε σχέση με τους νωπούς καρπούς έγινε στην παράγραφο 4.3.23.

Ολοκληρώνοντας, στην έρευνά μας, η περιεκτικότητα των πράσινων καρπών Ισπανικού τύπου, που είναι και το τελικό βρώσιμο προϊόν, των δύο μεταχειρίσεων των κόνεων (ο μάρτυρας συζητήθηκε στην παράγραφο 4.3.23) στα βαρέα μέταλλα Ni, Cd, Pb, Co ήταν σε σημαντικά υψηλά επίπεδα χωρίς όμως να ξεπερνούν τα μέγιστα όρια, εκτός από το 2009 που οι καρποί που δέχτηκαν κόνιν τσιμέντου είχαν οριακά υψηλότερη περιεκτικότητα από τα ασφαλή όρια σε Pb, όπως αναλύθηκε στην παράγραφο 4.3.23.

Γενικά Συμπεράσματα

Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα διατριβή είναι τα ακόλουθα:

- 1) Η εφαρμογή καολίνη με τη μορφή του σωματιδιακού φιλμ και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην κόμη των δένδρων ροδακινιάς και ελιάς τροποποίησε σημαντικά τις οπτικές ιδιότητες των φύλλων.
- 2) Η διαθέσιμη ΦΕΑ στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε καολίνης ή κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα και η μείωση ήταν σε αναλογία με την ποσότητα των υπολειμμάτων καολίνη ή κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των φύλλων.
- 3) Η παρουσία καολίνη στα φύλλα και στους καρπούς ροδακινιάς μείωσε τη θερμοκρασία φύλλου και καρπού κυρίως κατά τις πιο θερμές ώρες της ημέρας σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα και στους καρπούς δεν μετέβαλε τη θερμοκρασία τους σε σχέση με το μάρτυρα.
- 4) Η εφαρμογή καολίνη στα φύλλα των δένδρων ροδακινιάς και ελιάς βελτίωσε τις φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων, όταν η καταπόνηση των δένδρων ήταν υψηλή.
- 5) Στα καλυμμένα με καολίνη φύλλα ροδακινιάς και ελιάς η αυξημένη αφομοίωση του CO₂ δεν συνοδεύτηκε από αυξημένη κατανάλωση νερού σε σχέση με το μάρτυρα.
- 6) Τα φύλλα ελιάς των δένδρων με καρποφορία ή μη, που εφαρμόστηκε καολίνης, ήταν συνήθως σε καλύτερη υδατική κατάσταση από τα φύλλα του μάρτυρα.
- 7) Η παρουσία των κόνεων εδάφους και κυρίως τσιμέντου στα φύλλα των δένδρων και των δύο καλλιεργειών αποτέλεσε σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων.
- 8) Τόσο για τη ροδακινιά και κυρίως για την ελιά, το φθινόπωρο, μετά την απομάκρυνση της κόνεως εδάφους, οι φυσιολογικές λειτουργίες των φύλλων ανέκαμψαν, ενώ στα φύλλα που εφαρμόστηκε κόνις τσιμέντου οι φυσιολογικές τους λειτουργίες ποτέ δεν ανέκαμψαν κοντά στις τιμές του μάρτυρα.
- 9) Η εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου τροποποίησαν τους δείκτες σκληροφυλλίας των φύλλων δείχνοντας μία βελτιωμένη υδατική κατάσταση σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

- 10) Η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων ροδακινιάς και ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου ήταν ελαφρώς αυξημένη σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα λόγω της καταπόνησης που προκάλεσαν οι κόνεις στα φύλλα.
- 11) Η περιεκτικότητα των φύλλων ροδακινιάς σε ολική χλωροφύλλη στα καλυμμένα με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου φύλλα ήταν συνήθως μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ, κάποιες φορές, στα φύλλα ελιάς με κόνιν τσιμέντου ήταν αυξημένη ως αποτέλεσμα της σκίασης που προκάλεσε.
- 12) Η εφαρμογή καολίνη ή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα φύλλα ροδακινιάς και ελιάς δεν προκάλεσαν κάποια τοξικότητα στα φύλλα, συσσώρευση βαρέων μετάλλων ή κάποια σοβαρή ανισορροπία συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα, αλλά συνέβησαν κάποιες σημαντικές μεταβολές ειδικά στην περίπτωση της κόνεως τσιμέντου.
- 13) Οι καρποί της μεσοπρώιμης ποικιλίας ροδακινιάς ‘Royal Glory’ που δέχτηκαν καολίνη ή κόνεις τσιμέντου ή εδάφους ήταν καλυμμένοι με χαρακτηριστικά υπολείμματα γεγονός που αποτελεί κοσμητικό πρόβλημα εμπορίας για τα επιτραπέζια ροδάκινα λόγω του χνουδιού που διαθέτουν.
- 14) Η παρουσία καολίνη και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στους αναπτυσσόμενους καρπούς ροδάκινου δεν επηρέασε αρνητικά την ποιότητα των καρπών, δεν καθυστέρησε την ωρίμανση των καρπών και δεν επηρέασε αρνητικά το χρώμα των καρπών.
- 15) Η παρουσία καολίνη ή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στην επιφάνεια των καρπών ροδάκινου δεν τροποποίησε ουσιαστικά την περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά συγκριτικά με το μάρτυρα και δεν επιβάρυνε τους καρπούς με βαρέα μέταλλα.
- 16) Στον ελαιώνα μελέτης, το 2010 τα δένδρα ήταν σε χρονιά ακαρπίας στον κύκλο της παρενιαυτοφορίας και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών και η περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά επηρεάστηκαν αναλόγως σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- 17) Ο καολίνης και οι κόνεις εδάφους ή τσιμέντου δεν επηρέασαν σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νωπών και μεταποιημένων καρπών ελιάς.
- 18) Το ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς που δέχτηκαν καολίνη είχε καλύτερη ποιότητα από το ελαιόλαδο του μάρτυρα. Η παρουσία των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στους καρπούς δεν τροποποίησε την ποιότητα του ελαιόλαδου σε σχέση με το μάρτυρα.

- 19) Η εφαρμογή καολίνη και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου στα δένδρα ελιάς δεν είχε ξεκάθαρη επίδραση στην περιεκτικότητα των νεφών πράσινων καρπών σε ανόργανα συστατικά, ενώ δεν προκλήθηκε κάποια σημαντική συσσώρευση τοξικών μετάλλων.
- 20) Σημαντικές μεταβολές στην περιεκτικότητα των καρπών ελιάς όλων των μεταχειρίσεων σε ανόργανα στοιχεία προκλήθηκαν από τη μεταποίηση των καρπών.

Επέκταση της έρευνας και μελλοντικές προοπτικές

Στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκαν δύο είδη οπωροφόρων, η ροδακινιά και η ελιά, λόγω της σημαντικότητας τους για τη χώρα μας αλλά και λόγω της διαφορετικότητάς τους. Μελετήθηκε, και στα δύο είδη, η επίδραση του καολίνη με τη μορφή του σωματιδιακού φιλμ και των ρυπογόνων κόνεων εδάφους και τσιμέντου στις οπτικές ιδιότητες των φύλλων, στις φυσιολογικές παραμέτρους και στα χαρακτηριστικά των φύλλων, στις χρωστικές φωτοσύνθεσης, στην αντιοξειδωτική τους ικανότητα και στην περιεκτικότητά τους σε ανόργανα συστατικά. Μετρήθηκαν επίσης, οι παραγωγικές παράμετροι, εκτιμήθηκε η ποιότητα και η διατροφική αξία νωπών καρπών ροδάκινου και ελιάς και μεταποιημένων καρπών ελιάς αλλά και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιολάδου, ενώ μετρήθηκε και η περιεκτικότητα των καρπών δένδρων που δέχτηκαν καολίνη ή που επιβαρύνθηκαν με τις κόνεις εδάφους ή τσιμέντου σε ανόργανα στοιχεία. Τα αποτελέσματα της έρευνας εκτός από το πρακτικό ενδιαφέρον που έχουν, γεννούν και κάποια επιπλέον θέματα προς διερεύνηση και αναλύονται στη συνέχεια:

- ✓ Θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον η παρατήρηση με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο της επιφάνειας των φύλλων ροδακινιάς και ελιάς που δέχτηκαν κόνεις εδάφους ή τσιμέντου για πιθανούς τραυματισμούς από τα σωματίδια των κόνεων και εστιασμένη παρατήρηση των στοματίων των φύλλων για να διαπιστωθεί το μπλοκάρισμά τους παρουσία των κόνεων. Ειδικά για την ελιά είναι ενδιαφέρον να διαπιστωθεί αν τα σωματίδια των κόνεων επιδρούν στους κηρούς και στις τρίχες των φύλλων.
- ✓ Από την παρούσα έρευνα διαπιστώθηκαν μεταβολές στα χαρακτηριστικά των φύλλων παρουσία καολίνη και των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου και είναι σημαντικό να μελετηθεί η ανατομία και η δομή τους.
- ✓ Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η εφαρμογή καολίνη ή κόνεων εδάφους και τσιμέντου σε όλη τη διάρκεια του έτους για την ελιά ή από την έναρξη της βλαστικής περιόδου για τη ροδακινιά αλλά και ειδικά πριν την άνθιση (στην περίπτωση του καολίνη ως φυτοπροστατευτικό). Στη συνέχεια θα μπορούσε να μελετηθεί η άνθιση και η καρπόδεση για να διαπιστωθούν επιδράσεις των κόνεων στην παραγωγή των δένδρων.
- ✓ Για τον καολίνη έχει μελετηθεί η επίδρασή του στις προσβολές των δένδρων από έντομα. Στην περίπτωση των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου είναι χρήσιμο να

εξεταστεί αν εκτός από την παρεμπόδιση των φυσιολογικών λειτουργιών των φύλλων, προκαλούν και κάποια εξασθένιση των δένδρων με αποτέλεσμα την αυξημένη εμφάνιση ασθενειών ή προσβολή από εντομολογικούς εχθρούς.

- ✓ Σε περιοχές με μεγάλο δίκτυο αγροτικών δρόμων, η φύτευση άλλων θάμνων και δένδρων στις παρυφές των δρόμων πιθανόν να μπορούσε να μειώσει τις αρνητικές επιδράσεις της κόνεως στις καλλιέργειες. Είναι χρήσιμο να εξεταστεί το είδος του φυτού που θα μπορούσε να συμβάλλει στη μείωση του προβλήματος.
- ✓ Οι μεγάλες βιομηχανίες, όπως η τσιμεντοβιομηχανία της περιοχής του Βόλου, ρυπαίνουν μεγάλες καλλιεργούμενες εκτάσεις. Το θέμα αυτό είναι και κοινωνικό. Δεν θα μπορούσαν να παύσουν να λειτουργούν τόσο μεγάλες βιομηχανίες, αφού πλήθος οικογενειών ζουν από αυτές αλλά δεν μπορεί να παραβλεφθεί η ζημιά που προκαλούν στο φυτικό κεφάλαιο. Είναι σημαντικό με αφορμή την παρούσα μελέτη να εξεταστεί το πραγματικό μέγεθος του προβλήματος και να βρεθούν δραστικές λύσεις.
- ✓ Πέρα από την πιθανή μείωση της παραγωγικότητας των δένδρων λόγω της επιβάρυνσής τους με κόνεις εδάφους ή τσιμέντου, η μειωμένη ελκυστικότητα των παραγόμενων καρπών είναι ένα σοβαρό θέμα. Μπορεί στην τρέχουσα μελέτη να μην βρέθηκαν σημαντικές επιπτώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών, αλλά τα υπολείμματα των κόνεων στους φρέσκους καρπούς είναι μία πραγματικότητα. Είναι σημαντικό και πάλι να διερευνηθεί σε πραγματική κλίμακα η υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων καρπών και το οικονομικό κόστος που προκύπτει από αυτή.
- ✓ Αν και στην παρούσα διατριβή δεν βρέθηκαν συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στους καρπούς που να ξεπερνούν τα επιτρεπόμενα όρια, δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι η εφαρμογή των κόνεων εδάφους ή τσιμέντου γινόταν μόνο πάνω στην κόμη των δένδρων. Ενδεχομένως γύρω από μια τσιμεντοβιομηχανία που αποδέκτης των σωματιδίων των κόνεων είναι και το έδαφος, ως υπόστρωμα, μπορεί να υπάρξει συσσώρευση στο έδαφος κάποιων βαρέων μετάλλων και να διευκολυνθεί έτσι η πρόσληψή τους μέσω του ριζικού τους συστήματος.

Με το πέρας της παρούσας διατριβής, όσον αφορά την εφαρμογή καολίνη στα δένδρα ροδακινιάς και ελιάς προτείνονται κάποιες προοπτικές στη χρήση του:

- ✓ Όπως βρέθηκε στην παρούσα μελέτη, η παρουσία καολίνη στα φύλλα και στους καρπούς ροδακινιάς μπορεί να μειώσει το θερμικό φορτίο και να δροσίσει την

κόμη. Θα ήταν χρήσιμο να μελετηθεί η επίδραση της εφαρμογής καολίνη σε νεαρά δενδρύλλια ροδακινιάς και ελιάς που αναπτύσσονται σε φυτώρια και αντιμετωπίζουν σοβαρό πρόβλημα έκθεσης σε ηλιακή ακτινοβολία.

- ✓ Σε συνέχεια του προηγούμενου θέματος ενδιαφέρουσα είναι η μελέτη της εφαρμογής καολίνη σε δένδρα ροδακινιάς ή ελιάς σε συνδυασμό με συστήματα διαμόρφωσης της κόμης όπου μπορεί να εκτίθεται σε υψηλή ηλιακή ακτινοβολία.
- ✓ Ενδεχομένως να είχε κάποια αξία να μελετηθεί η εφαρμογή καολίνη πέρα από την κόμη, και στο έδαφος επί της γραμμής ειδικά σε πυκνές φυτεύσεις για να αυξηθεί πιθανόν το φως στο εσωτερικό της κόμης των δένδρων.
- ✓ Είναι χρήσιμο να μελετηθεί η εφαρμογή καολίνη σε όψιμες ποικιλίες ροδακινιάς τόσο ως προς την παραγωγικότητα των δένδρων όσο και προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών για να διαπιστωθεί αν η παρουσία καολίνη για μακρύτερο χρονικό διάστημα στην κόμη και στους καρπούς μπορεί να έχει σημαντικότερες επιδράσεις.
- ✓ Το παραπάνω θα είχε ακόμη μεγαλύτερη σημασία για ποικιλίες συμπύρηνων ροδάκινων αφού η παρουσία των λευκών υπολειμμάτων στην επιφάνεια των καρπών δεν θα είχε σημασία. Σε ποικιλίες όμως επιτραπέζιου ροδάκινου ή νεκταρινιών με έντονο επίχρωμα τίθεται το θέμα της ανάπτυξης του αντιπροσωπευτικού επιχρώματος της ποικιλίας παρουσία καολίνη στην επιφάνεια των καρπών.
- ✓ Επιπλέον αντικείμενο μελέτης του Εργαστηρίου Δενδροκομίας τα προηγούμενα έτη ήταν η ελλειμματική άρδευση σε καλλιέργειες ροδακινιάς και ελιάς. Θα μπορούσε να μελετηθεί ένας συνδυασμός ελλειμματικής άρδευσης και εφαρμογής καολίνη και στις δύο καλλιέργειες ροδακινιάς και ελιάς για να διαπιστωθεί αν η παρουσία καολίνη μπορεί να λειτουργήσει ως ανακουφιστικός παράγοντας στην καταπόνηση από την ελλειμματική άρδευση και να εξοικονομηθεί αρδευτικό νερό.
- ✓ Στην ελιά αξίζει να μελετηθεί σε βάθος αν η παρουσία καολίνη μπορεί να οδηγήσει πράγματι σε ανώτερης ποιότητας ελαιόλαδο ή ελαιόλαδο με συγκεκριμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που θα μπορούσε να είναι μία επιχειρηματική λύση σε μία εποχή έντονου ανταγωνισμού, καθώς ο καολίνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη βιολογική ελαιοκομία για την καταπολέμηση του δάκου χωρίς να αφήνει υπολείμματα στο ελαιόλαδο.

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of kaolin particle film (kaolin PF) and soil or cement dust on peach and olive leaf functions and characteristics and on fruit quality – nutritive value. More specifically, for three years, during the summer until early autumn, the effects of kaolin PF and soil or cement dust were studied on: peach and olive leaf physiological parameters, characteristics and antioxidant capacity; microclimatic parameters to canopy, leaf and fruit level; leaf, fresh and processed fruit inorganic elemental composition; on fresh and processed fruit quality; and on olive oil quality.

Kaolin PF, soil or cement dust application on peach and olive trees significantly changed leaves' optical properties, as PAR and UV reflected from the canopy significantly increased (mainly in kaolin PF-treated leaves) compared to control. In addition, in both species, PAR transmitted through kaolin PF, soil or cement dust particles and finally available to the leaves significantly decreased compared to control and this reduction was proportional to dust quantity onto the leaf surfaces. Kaolin PF onto leaf and fruit surfaces decreased leaf or fruit temperature compared to control, mostly at midday hours, while soil or cement dust presence on leaves and fruits did not change their temperature compared to control.

During the period of peach and olive leaf physiological functions measurements the climatic conditions were xerothermic, i.e. high temperature and irradiance levels, relatively high VPD and minor rainfall. For peach trees, which were adequately irrigated, leaf physiological functions of all treatments slightly decreased under heat stress and after fruit harvest. In olive trees, water stress in combination with heat stress caused a severe reduction of leaf physiological functions in all treatments, independently of tree fruiting, while leaf characteristics were affected accordingly and leaf antioxidant capacity increased, due to the sclerophylly of olive leaves and their adaptation to heat and water stress. Peach and olive leaf physiological functions recovered when climatic conditions were more favorable.

Kaolin PF application on peach and olive trees improved leaf physiological functions and increased water use efficiency (WUE), i.e. the increased CO₂ assimilation in kaolin PF-treated leaves was not followed by increased water consumption, when stress was high; while under mild stress kaolin PF did not modify leaf physiological functions compared to control. The increased WUE is important for

deficit irrigated olive trees. Peach and olive leaf characteristics showed different changes from kaolin PF applications. In peach trees, only during the third year of measurements, when kaolin PF acted as alleviation factor, peach leaves had better water status. On the contrary, kaolin PF-treated olive leaves of fruiting or not trees usually had better water status than control.

Opposite to kaolin PF, soil or cement dust accumulation onto the leaves severely decreased peach and olive leaf gas exchange parameters, probably due to stomata blocking from dust particles, and decreased WUE compared to control. Cement dust created a crust onto the leaves difficult to be removed even after rain events in autumn, which totally removed soil dust from the leaves. Thus, cement dust affected more seriously leaf functions. In autumn, for peach trees and mainly for olive trees, after soil dust removal, leaf physiological functions recovered and especially in olive leaves reached or exceeded control levels. On the contrary, gas exchange parameters of cement dusted leaves did not recover and kept stressed from the presence of cement dust until autumn, when most of cement dust was removed from the leaves. Soil or cement dust presence onto the leaves changed sclerophylly indexes, showing a better water status than control, even though, almost always had higher specific leaf weight than control. Furthermore, soil or cement dusted leaves had slightly higher antioxidant capacity than control leaves, probably due to the stress caused by dusts. Peach leaf total chlorophyll content expressed per unit surface usually decreased in soil or cement dusted leaves compared to control, while in some cases, cement dusted olive leaves had increased total chlorophyll content compared to control due to shading of the leaves.

Kaolin PF or soil or cement dust applications onto the peach and olive leaves did not cause any toxicity, heavy metal accumulation or a serious imbalance in inorganic elements to the leaves but only some significant alterations compared to control. Imbalances to inorganic element content were observed mostly in cement dusted leaves, showing once again the more negative effects of cement dust compared to soil dust. In olive trees, leaf elemental composition was also affected by the fruit load in all treatments.

Peach fruit of the midseason ripening cultivar 'Royal Glory' treated with kaolin PF or soil or cement dust were coated with characteristic residues and resulted in less attractive peach fruit. This is a problem for fresh-market peaches, as it needs special treatment to remove residues. Otherwise, kaolin PF, soil or cement dust onto the

developing fruit did not significantly affect fruit quality characteristics, did not delay ripening and did not negatively affect skin color. Soil or cement dusted fruit had higher total phenol content than control. Kaolin PF, soil or cement dust applications did not change fruit inorganic element (including heavy metals) content compared to control.

In 2010, olive trees were in 'off' year in the alternate bearing cycle and fruit quality characteristics and inorganic element composition were altered compared to 2009, in all treatments. Fresh and processed olive fruit quality characteristics were not affected by kaolin PF and soil or cement dust applications. Olive oil produced by kaolin PF-treated fruit had improved quality characteristics and olive oil produced by soil or cement dusted fruits was not modified compared to control. There was no clear effect of kaolin PF, soil or cement dust applications on olive fruit elemental composition including heavy metals. Fruit elemental composition was significantly altered due to processing with sea salt, in all treatments.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbott J.A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. and Tec.* 15: 207-223.
- Abrisqueta I., Quezada-Martin R., Munguía-López J.P., Ruiz-Sánchez M.C., Abrisqueta J.M. and Vera J. 2011. Nutrient concentrations of peach-tree leaves under deficit irrigation. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174:871-873.
- Ade-Ademilua O.E. and Obalola D.A. 2008. The effect of cement dust pollution on *Celosia argentea* (Lagos Spinach) plant. *Journal of Environmental Science and Technology* 1(2):47-55.
- Agbaire P.O and Esiefarienrhe E. 2009. Air pollution tolerance indices (APTI) of some plants around Otorogun Gas Plant in Delta State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management* 13(1):11-14.
- Alagna F., Mariotti R., Panara F., Caporali S., Urbani S., Veneziani G., Esposito S., Taticchi A., Rosati A., Rao R., Perrotta G., Servili M. and Baldoni L. 2012. Olive phenolic compounds: metabolic and transcriptional profiling during fruit development. *BMC Plant Biol.* 12:162.
- Anda A. 1986. Effect of cement kiln dust on the radiation balance and yields of plants. *Environ. Pollut. A* 40:249-256.
- Andreotti C., Ravaglia D., Ragaini A. and Costa G. 2008. Phenolic compounds in peach (*Prunus persica*) cultivars at harvest and during fruit maturation. *Ann. Appl. Biol.* 153:11-23.
- Angelopoulos K., Dichio B. and Xiloyannis C. 1996. Inhibition of photosynthesis in olive tress (*Olea europaea* L.) during water stress and rewatering. *J. Exp. Bot.* 47:1093-1100.
- Anonymous. 2011. Codex Alimentarius Commission.
- Armbrust D.V. 1986. Effect of particulates (Dust) on Cotton Growth, Photosynthesis, and Respiration. *Agron. J.* 78(6):1078-1081.
- Avidant B., Ogradovitch A. and Lavee S. 1997. A reliable and rapid shaking extraction system for determination of the oil content in olive fruit. *Proc. III International Symposium on Olive Growing. Acta Hort.* 474:653-658.
- Bacelar E.A., Correia C.M., Moutinho-Pereira J.M., Gonçalves B.C., Lopes J.I. and Torres-Pereira J.M.G. 2004. Sclerophylly and leaf anatomical traits of five field-grown olive cultivars growing under drought conditions. *Tree Physiol.* 24:233-239.

- Bacelar E.A., Santos D.L., Moutinho-Pereira J.M., Gonçalves B.C., Ferreira H.F., Correia C.M. 2006. Immediate responses and adaptative strategies of three olive cultivars under contrasting water availability regimes: Changes on structure and chemical composition of foliage and oxidative damage. *Plant Sci.* 170:596-605.
- Bačić T., Lynch A.H. and Cutler D. 1999. Reactions to cement factory dust contamination by *Pinus halepensis* needles. *Environ. Exp. Bot.* 41:155-166.
- Barone E., Gullo G., Zappia R. and Inglese P. 1994. Effect of crop load on fruit ripening and olive oil (*Olea europea* L.) quality. *J. Hortic. Sci.* 69(1):67-73.
- Başar H. 2006. Elemental composition of various peach cultivars. *Sci. Hortic.* 107:259-263.
- Bassi D. and Monet R. 2008. Botany and Taxonomy. In: Layne D.R. and Bassi D. (Eds). *The Peach. Botany, Production and Uses.* CABI. Volume 1, pp:1-30.
- Batjer L.P. and Westwood M.N. 1958. Seasonal trend of several nutrient elements in leaves and fruits of Elberta peach. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 71:116-126.
- Bernes M., Rejano L., García P., Sánchez H. and Garrido A. 1995. Biochemical change in phenolic compounds during Spanish-style green olive processing. *J. Agric. Food Chem.* 43:2702-2706.
- Boardman N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28:355-377.
- Bongi G., Mencuccini M. and Fontanazza G. 1987a. Photosynthesis of olive leaves: effect of light flux density, leaf age, temperature, peltates and H₂O vapor pressure deficit on gas exchange. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:143-148.
- Bongi G., Soldatini G.F. and Hubick K.T. 1987b. Mechanism of photosynthesis in olive tree (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica* 21:572-578.
- Borka G. 1980. The effect of cement dust pollution on growth and metabolism of *Helianthus annuus*. *Environ. Pollut. A* 22:75-79.
- Bosabalidis A.M. and Kofidis G. 2002. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Sci.* 163:375-379.
- Bostanian N.J. and Racette G. 2008. Particle films for Managing Arthropod pests of apple. *J. Econ. Entomol.* 101(1):145-150.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. 1995. Use of a radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* 28:25-30.
- Burchard P., Bilger W. and Weissenbock G. 2000. Contribution of hydroxycinnamates and flavonoids to epidermal shielding of UV-A and UV-B radiation in developing

- rye primary leaves as assessed by ultraviolet-induced chlorophyll fluorescence measurements. *Plant Cell Environ.* 23:1373-1380.
- Centritto M. 2002. The effects of elevated [CO₂] and water availability on growth and physiology of peach (*Prunus persica*) plants. *Plant Biosyst.* 136:177-188.
- Chartzoulakis K., Bosabalidis A., Patakas A. and Vemmos S. 2000. Effects of water stress on water relations, gas exchange and leaf structure of olive tree. *Acta Hortic.* 537:241-247.
- Chartzoulakis K., Patakas A. and Bosabalidis A.M. 1999. Changes in water relations, photosynthesis and leaf anatomy induced by intermittent drought in two olive cultivars. *Environ. Exp. Bot.* 42:113-120.
- Chaturvedi R.K., Prasad S., Rana S., Obaidullah S.M., Pandey V. and Singh H. 2013. Effect of dust load on the leaf attributes of the tree species growing along the roadside. *Environ. Monit. Assess.* 185:383-391.
- Chaves M.M. 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. *J. Exp. Bot.* 42:1-16.
- Chaves M.M., Osório J., Pereira J.S. 2004. Water use efficiency and photosynthesis, In: Bacon M. (Ed.). *Water Use Efficiency in Plant Biology*. CRC Press LLC, Boca Raton. pp. 42-74.
- Cheng L., Cheng S. and Shu H.X.L. 1996. Effects of mild water stress on CO₂ assimilation and water use efficiency of field-grown peach trees. *Acta Hortic.* 374:121-125.
- Connor D.J. and Fereres E. 2005. The physiology of adaptation and yield expression in olive. *Horticultural Review* 31:155-229.
- Cook R.J., Barron J.C., Papendick R.I. and Williams G.W. 1981. Impact on Agriculture of Mt St Helens Eruptions *Science* 211:16-21.
- Crews C.E., Williams S.L. and Vines H.M. 1975. Characteristics of photosynthesis in peach leaves. *Planta* 126:97-104.
- Crisosto C.H. and Costa G. 2008. Preharvest Factors Affecting Peach Quality. Volume 20, pp. 536-544. In: *The Peach, botany, production and uses*. Layne D.R. and Bassi D. (Eds). CABI.
- Czaja A.T. 1961. Die Wirkung von verstäubtem Kalt and Zement auf Pflanzen. *Qual. Plant et Mat. Veg.* 8:184-212.
- Darley E.F. 1966. Studies on the effect of cement-kiln dust on vegetation. *J. Air. Poll. Cont. Assoc.* 16:145-50.

- D'Aquino S., Cocco A., Ortu S. and Schirra M. 2011. Effects of kaolin-based particle film to control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) infestations and postharvest decay in citrus and stone fruit. *Crop Prot.* 30:1079-1086.
- DeJong T.M. 1982. Leaf nitrogen content and CO₂ assimilation capacity in peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 955-959.
- DeJong T.M. 1983. CO₂ assimilation characteristics of five *Prunus* tree fruit species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:303-307.
- DeJong T.M. 1986. Fruit effects on photosynthesis in *Prunus persica*. *Physiol. Plant.* 66:149-153.
- DeJong T.M. 2005. Using physiological concepts to understand early spring temperature effects on fruit growth and anticipating fruit size problems at harvest. *Summerfruit Autumn* 10-13.
- DeJong T.M. and Moing A. 2008. Carbon assimilation, partitioning and budget modeling. In: Layne D.R. and Bassi D. (Eds). *The Peach, botany, production and uses*. CABI. Volume 10, pp: 244-256.
- DeJong T.M., Day K.R. and Johnson R.S. 1989. Partitioning of leaf nitrogen with respect to within canopy light exposure and nitrogen availability in peach (*Prunus persica*). *Trees-Struct. Funct.* 3:89-95.
- Denaxa N.K., Roussos P.A., Damvakaris T. and Stournaras V. 2012. Comparative effects of exogenous glycine betaine, kaolin clay particles and Ambiol on photosynthesis, leaf sclerophylly indexes and heat load of olive cv. Chondrolia Chalkidikis under drought. *Sci. Hortic.* 137:87-94.
- Eichert T. and Goldbach H.E. 2008. Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces - further evidence for a stomatal pathway. *Physiol. Plant.* 132:491-502.
- Eller B.M. 1977. Road dust induced increase of leaf temperature. *Environ. Pollut.* 13:99-107.
- European Economic Community (EEC), 1991. Council Regulation (EEC) No 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs. Official J L198, 0001-0015.
- European Environment Agency. 2007. Air pollution in Europe 1990-2004. EEA Report No 2/2007. ISSN 1725-9177. Copenhagen, Denmark.

- European Environment Agency. 2011. Air quality in Europe. EEA Technical Report No 12/2011. ISSN 1725-2237. Copenhagen, Denmark.
- European Union 2006. Setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs. Official Journal of the European Union. Commission Regulation (EC) No1881/2006. Ανακτήθηκε στις 11/9/2012, από http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/contamination_environmental_factors/121290_en.htm
- Everett K.R. 1980. Distribution and properties of road dust along the northern portion of the haul road. In: Brown J. and Berg R. (Eds.). Environmental Engineering and Ecological Baseline Investigations along the Yukon River-Purdhoe Bay Haul Road. US Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory. CRREL. Report 80-19, pp. 101-128.
- FAOSTAT 2012. Food and agricultural commodities production. Ανακτήθηκε στις 20/2/2014, από <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Farmer A.M. 1993. The effects of dust on vegetation - a review. Environ. Pollut. 79:63-75.
- Farmer A.M. 2002. Effects of particulates. In: Bell J.N.B. and Treshow M. (Eds). Air pollution and plant life. Second edition. Wiley. pp. 187-197.
- Fernández J.E., Moreno F., Girón I.F. and Blázquez O.M. 1997. Stomatal control of water use in olive tree leaves. Plant Soil 190:179-192.
- Fernández-Escobar R., Moreno R., and García-Creus M. 1999. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. Sci. Hortic. 82:25-45.
- Fernandez V. and Eichert T. 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. Crit. Rev. Plant Sci. 28:36-68.
- Flexas J. and Medrano H. 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: Stomatal and non-stomatal limitations revisited. Ann. Bot. 89, 183-189.
- Gandois L., Tipping E., Dumat C. and Probst A. 2010. Canopy influence on trace metal atmospheric inputs on forest ecosystems: speciation in throughfall. Atmos. Environ. 44:824-833.
- Garcia M.E., Rom C.R. and Murphy J.B. 1997. Shading and leaf age effects on total phenolic content and specific leaf weight of apple. HortScience 32(3):507.

- Gindaba J. and Wand S.J.E. 2005. Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortScience* 40(3):592-596.
- Gindaba J. and Wand S.J.E. 2007. Climate-ameliorating measures influence photosynthetic gas exchange of apple leaves. *Ann. Appl. Biol.* 150:75-80.
- Girona J., Mata M., Goldhamer D.A., Johnson R.S. and DeJong T.M. 1993. Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:580-586.
- Glenn M.D. 2009. Particle film mechanisms of action that reduce the effect of environmental stress in 'Empire' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 134(3):314-321.
- Glenn M.D. and Puterka G.J. 2005. Particle Films: A New Technology for Agriculture. *Horticultural Reviews* 31:1-44.
- Glenn M.D., Drake S., Abbott J.A., Puterka G.J. and Gundrum P. 2005. Season and cultivar influence the fruit quality response of apple cultivars to particle film treatments. *HortTechnology* 15:249-253.
- Glenn M.D., Erez A., Puterka G.J. and Gundrum P. 2003. Particle films affect carbon assimilation and yield in Empire apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128(3):356-362.
- Glenn M.D., Prado E., Erez A., McFerson J. and Puterka G.J. 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127:188-193.
- Glenn M.D., Puterka G. and Drake S. 1999. The use of particle film technology in tree fruit production. *HortScience* 34(3).
- Glenn M.D., Puterka G.J., Drake S.R., Unruh T.R., Knight A.L., Baherle P., Prado E. and Baugher T. 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126(2):175-181.
- Grace S.C. 2005. Phenolics as antioxidants. In: Smirnoff N. (Ed). *Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants*. Blackwell, UK. Volume 6, pp. 141-159.
- Grantz D.A., Garner J.H.B. and Johnson, D.W. 2003. Ecological effects of particulate matter. *Environ. Intl.* 29:213-239.
- Gregoriou K., Pontikis K. and Vemmos S. 2007. Effects of reduced irradiance on leaf morphology, photosynthetic capacity, and fruit yield in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica* 45(2):172-181.
- Grossman Y.L. and DeJong T.M. 1998. Training and pruning system effects on vegetative growth potential, light interception, and cropping efficiency in peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123:1058-1064.

- Hagidimitriou M. and Pontikis C.A. 2005. Seasonal changes in CO₂ assimilation in leaves of five major Greek olive cultivars. *Sci. Hortic.* 104:11-24.
- Handley D.F. and Johnson R.S. 2000. Late summer irrigation of water-stressed peach trees reduces fruit doubles and deep sutures. *HortScience* 35:771.
- Hayes J.E., Allen P., Brunton N., O'Grady M.N. and Kerry J.P. 2011. Phenolic composition and in vitro antioxidant capacity of four commercial phytochemical products: Olive leaf extract (*Olea europaea* L.), lutein, sesamol and ellagic acid. *Food Chem.* 126:948-955.
- Hegazi A.A. and El-Kady A.F.Y. 2010. Effect of road dust on vegetative characters and leaves heavy metal contents of *Zizyphus spina-christi* (L.) Willd, *Syzygium cumini* (L.) Skeels and *Olea europaea* L. Seedlings. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 2(3):98-107.
- Higgins S.S., Larsen F.E., Bendel R.B., Rademaker G.K., Bassman J.H., Bidlake W.R. and Al Wir A. 1992. Comparative gas exchange characteristics of potted, glasshouse-grown almond, apple, fig, grape, olive peach and Asian pear. *Sci. Hortic.* 52:313-329.
- Hirano T., Kiyota M. and Aiga I. 1995. Physical effects of dust on leaf physiology of cucumber and kidney bean plants. *Environ. Pollut.* 89:255-261.
- International Olive Oil Council. 2004. "Trade Standard Applying to Table Olives". Res-2/91-IV/04. Madrid: IOOC.
- International Olive Council. 2011. COI/OH/Doc. No 1. Guide for the determination of the characteristics of oil-olives.
- ISO 4225:1994. Air quality - General aspects - Vocabulary.
- IUPAC. 1990. Glossary of Atmospheric Chemistry Terms.
- Jifon J.L. and Sylvertsen J.P. 2003. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of 'Ruby Red' grapefruit leaves. *J.Amer. Soc. Hort.Sci.* 128:107-112.
- Johnson R.S. 2008. Nutrient and Water Requirements of Peach Trees. In: Layne D. and Bassi D. (Eds). *The peach. Botany, Production and Uses*. CABI. Volume 13, pp. 303-321.
- Johnson R.S. and Uriu K. 1989. Mineral nutrition. In: LaRue J.H. and Johnson R.S. (Eds). *Peaches, plums and nectarines. Growing and handling for fresh market*. Cooperative extension. University of California. Division of agriculture and natural resources. Publication 3331. Volume 13, pp:68-81.

- Jones J.B. and Case V.W. 1990. Sampling, handling and analyzing plant tissue samples. In: Westerman (ed). Soil testing and plant analysis. Soil science society of America, 677 s. Segoe R.D. Madison, WI 53711, USA.
- Kabata-Pendias A. and Pendias H. 2001. Trace Elements in Soils and Plants. Third Edition. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Kader A.A., Heintz C.M. and Chordas A. 1982. Postharvest quality of fresh and canned clingstone peaches as influenced by genotypes and maturity at harvest. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:947-951.
- Kannan S. and Charnel A. 2008. Foliar absorption and transport of inorganic nutrients. CRC Critical Reviews in Plant Sciences 4(4):341-375.
- Kappel F. and Flore J.A. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll content, and morphology of young peach trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:541-544.
- Karagounis C., Kourdoubbalos A.K., Margaritopoulos J.T., Nanos G.D. and Tsitsipis J.A. 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* in peach orchards. J. Appl. Entomol. 130(3):150-154.
- Kourdoubbalos A.K., Margaritopoulos J.T., Nanos G.D. and Tsitsipis J.A. 2006. Alternative aphid control methods for peach production. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 14(3).
- Kozlov M.V., Haukioja E., Bakhtiarov A.V., Stroganov D.N. and Zimina S.N. 2000. Root versus canopy uptake of heavy metals by birch in an industrially polluted area: contrasting behaviour of nickel and copper. Environ. Pollut. 107:413-420.
- Lal B. and Ambasht R.S. 1982. Impact of cement dust on the mineral and energy concentration of *Psidium guajava*. Environ. Pollut. A 29:241-247.
- Lalancette N., Belding R.D., Shearer P.W., Frecon J.L. and Tietjen W.H. 2005. Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. Pest Manag. Sci. 61:25-39.
- Lawlor D.W. and Tezara W. 2009. Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: a critical evaluation of mechanisms and integration of processes. Review. Ann. Bot. 103:561-579.
- Lanza B. 2012. Nutritional and Sensory Quality of Table Olives. Chapter 16. In: Olive Germplasm – The olive cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy, edited by Muzzalupo I., CC BY 3.0 license.

- Larson K.D., DeJong T.M. and Johnson R.S. 1988. Physiological and growth responses of mature peach trees to postharvest water stress. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 113:296-300.
- le Grange M., Wand S.J.E. and Theron K.I. 2004. Effect of Kaolin Applications on Apple Fruit Quality and Gas Exchange of Apple Leaves. *Proc. XXVI IHC – Deciduous Fruit and Nut Trees. Acta Hortic.* 636, ISHS.
- LeRoux X., Walcroft A.S., Daudet F.A., Sinoquet H., Chaves M.M., Rodrigues A. and Osorio L. 2001. Photosynthetic light acclimation in peach leaves: importance of changes in mass:area ratio, nitrogen concentration, and leaf nitrogen partitioning. *Tree Physiol.* 21:377-386.
- Lepeduš H., Cesar V. and Suver M. 2003. The annual changes of chloroplast pigments content in current- and previous-year needles of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) exposed to cement dust pollution. *Acta Bot. Croat.* 62(1):27-35.
- Lichtenthaler H.K., Buschmann C., Doll M., Fietz H.J., Bach T., Kozel U., Meier D. and Rahmsdorf U. 1981. Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristics of high-light and low-light plants and of sun and shade leaves. *Photosynth. Res.* 2:115-141.
- Lombardini L., Harris M.K. and Glenn M.D. 2005. Effects of particle film application on leaf gas exchange, water relations, nut yield, and insect populations in mature pecan trees. *HortScience* 40(5):1376-1380.
- Lone F.A., Khan M.A. and Naik H.R. 2011. Environmental impact assessment of particulate pollution on some fruit trees of the Kashmir Himalayas. *Acta Bot. Hung.* 53(3-4):325-337.
- López A., García P., and Garrido A. 2008. Multivariate characterization of table olives according to their mineral nutrient composition. *Food Chem.* 106:369-378.
- Mahhou A., DeJong T.M., Cao T. and Shackel K.S. 2005. Water stress and crop load effects on vegetative and fruit growth of 'Elegant Lady' peach [*Prunus persica* (L.) Batch] trees. *Fruits* 60:55-68.
- Mandre M. and Ots K. 1999. Growth and biomass partitioning of 6-year-old spruces under alkaline dust impact. *Water Air Soil Poll.* 114:13-25.
- Mandre M. and Tuulmets L. 1997. Pigment changes in Norway spruce induced by dust pollution. *Water Air Soil Poll.* 94:247-258.

- Mandre M., Klõšeiko J., Ots K. and Tuulmets L. 1999. Changes in phytomass and nutrient partitioning in young conifers in extreme alkaline growth conditions. *Environ. Pollut.* 105:209-220.
- Mandre O., Rieger M., Myers S.C., Seversen R. and Regnard J.-L. 1995. Interaction of root confinement and fruiting in peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:228-234.
- Manning W.J. 1971. Effects of limestone dust on leaf condition, foliar disease incidence, and leaf surface microflora of native plants *Environ. Pollut.* 2:69-76.
- Mariscal M.J., Orgaz F. and Villalobos F.J. 2000. Modelling and measurement of radiation interception by olive canopies. *Agr. Forest. Meteorol.* 100:183-197.
- Maroco J.P., Pereira J.S. and Chaves M.M. 1997. Stomatal responses to leaf-to-air vapour pressure deficit in Sahelian species. *Aust. J. Plant Physiol.* 24:381-387.
- Marsilio V., Lanza B. and De Angelis M. 1996. Olive cell wall components: physical and biochemical changes during processing *Sci. Food Agric.* 70:35-43
- Maxwell K. and Johnson G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. Review Article. *J. Exp. Bot.* 51(345): 659-668.
- Mazor M. and Erez A. 2004. Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Prot.* 23:47-51.
- McBride J., USDA-ARS. 2000. Mineral coating could cut chemical use in agriculture. *ASHS Newsletter* 16(12).
- McCrea P.R. 1984. An assessment of the effects of road dust on agricultural production systems. *Agric. Economics, Res. Rprpt.* #156, Lincoln College, New Zealand.
- McGuire R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27:1254-1255.
- Melgarejo P., Martínez J.J., Hernández Fca, Martínez-Font R., Barrows P. and Erez A. 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Sci. Hortic.* 100:349-353.
- Moriana A., Villalobos F.J. and Fereres E. 2002. Stomatal and photosynthetic responses of olive (*Olea europaea* L.) leaves to water deficits. *Plant Cell Environ.* 25:395-405.
- Nanos G.D. and Ilias I.F. 2007. Effects of inert dust on olive (*Olea europaea* L.) leaf physiological parameters. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 14:212-214.
- Neinhuis C. and Barthlott W. 1998. Seasonal changes of leaf surface contamination in beech, oak, and ginkgo in relation to leaf micromorphology and wettability. *New Phytol.* 138:91-98.

- Nergiz C. and Engez Y. 2000. Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food Chem.* 69:55-59.
- Nielson, K.K., Mahoney, A.W., Williams, L.S. and Rogers V.C. 1991. X-Ray fluorescence measurements of Mg, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Cu, and Zn in fruits, vegetables, and grain products. *J. Food Compos. Anal.* 4:39-51.
- Nogués S. and Baker N.R. 2000. Effects of drought on photosynthesis in Mediterranean plants grown under enhanced UV-B radiation. *J. Exp. Bot.* 51(348):1309-1317.
- Official Journal of the European Union. L90/52. COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 299/2013 of 26 March 2013 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis.
- Ots K., Indriksons A., Varnagiryte-Kabasinskiene I., Mandre M., Kuznetsova T., Klõšeiko J., Tilk M., Kõresaar K., Lukjanova A. and Kikamägi K. 2011. Changes in the canopies of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* under alkaline dust impact in the industrial region of Northeast Estonia. *Forest Ecol. Mgt.* 262:82-87.
- Papafilippaki A. and Stavroulakis G. 2009. Assessment of lead and cadmium contamination in roadside soils and plants from Chania city (Greece). *Proc. 11th Intern. Conf. Environ. Science and Technol.*, Chania, Greece.
- Pascual S., Cobos G., Seris E. and González-Núñez M. 2010. Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *J. Pest Sci.* 83:121-133.
- Pavlík M., Pavlíková D., Zemanová V., Hnilička F., Urbanová V., and Száková J. 2012. Trace elements present in airborne particulate matter-Stressors of plant metabolism. *Ecotox. Environ. Safe.* 79:101-107.
- Peirce G.J. 1910. Effect of cement dust on orange trees. *Plant World* 13:283-288.
- Peres A.M., Baptista P., Malheiro R., Dias L.G., Bento A., and Pereira J.A. 2011. Chemometric classification of several olive cultivars from Trás-os-Montes region (northeast of Portugal) using artificial neural networks. *Chemometr. Intell. Lab.* 105:65-73.
- Petridis A., Therios I., G. Samouris, S., Koundouras and Giannakoula A. 2012. Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four Greek olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Plant Physiol. Bioch.* 60:1-11.

- Pinnick R.G., Fernandez G., Hinds B.D., Bruce C.W. and Schaefer R.W. 1985. Dust generated by vehicular traffic on unpaved roadways: size and infrared extinction. *Aerosol Sci. Tech.* 4:99-121.
- Pourkhabbaz L., Rastin N., Olbrich A., Langenfeld-Heyser R. and Polle A. 2010. Influence of environmental pollution on leaf properties of urban plane trees, *Platanus orientalis* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 85:251-255.
- Prajapati S.K. and Tripathi B.D. 2008. Seasonal variation of leaf dust accumulation and pigment content in plant species exposed to urban particulates pollution. *J. Environ. Qual.* 37:865-870.
- Priestley C. 1977. The annual turnover of resources in young olive trees. *J. Hort. Sci.* 52:105-112.
- Proietti P. 2000. Effect of fruiting on leaf gas exchange in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica* 38(3):397-402.
- Proietti P. 2003. Changes in photosynthesis and fruit characteristics in olive in response to assimilate availability. *Photosynthetica* 41(4):559-564.
- Proietti P. and Famiani F. 2002. Diurnal and seasonal changes in photosynthetic characteristics in different olive cultivars. *Photosynthetica* 40(2):171-176.
- Proietti P. and Palliotti A. 1997. Contribution of the adaxial and abaxial surfaces of olive leaves to photosynthesis. *Photosynthetica* 33(1):63-69.
- Proietti P., Famiani F. and Tombesi A. 1999. Gas exchange in olive fruit. *Photosynthetica* 36(3):423-432.
- Proietti P., Preziosi P. and Tombesi A. 1988. Influence of shading on olive leaf photosynthesis. In proceedings 2nd International Meeting on Mediterranean Tree Crops. Pp 334-342. Chania.
- Prusty B.A.K., Mishra P.C. and Azeez P.A. 2005. Dust accumulation and leaf pigment content in vegetation near the national highway at Sambalpur, Orissa, India. *Ecotox. Environ. Safe.* 60:228-235.
- Puterka G.J., Glenn D.M., Sekutowski D.G., Unruh T.R. and Jones S.K. 2000. Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. *Environ. Entomol.* 29:329-339.
- Rai A., Kulshreshtha K., Srivastava P.K. and Mohanty C.S. 2010. Leaf surface structure alterations due to particulate pollution in some common plants. *Environmentalist* 30:18-23.

- Rai P.K., Panda L.L.S., Chutia B.M. and Singh M.M. 2013. Comparative assessment of air pollution tolerance index (APTI) in the industrial (Rourkela) and non industrial area (Aizawl) of India: An eco-management approach. *Global Journal of Environmental Science and Technology* 1(1):27-31.
- Roberts J.W., Walters H.A., Mangold C.A. and Rossano A.T. 1975. Cost benefits of road dust control in Seattle's industrial valley. *JAPCA J. Air Waste MA* 25:948-952.
- Rosati A., Day K.R. and DeJong T.M. 2000. Distribution of leaf mass per unit area and leaf nitrogen concentration determine partitioning of leaf nitrogen within tree canopies. *Tree Physiol.* 20:271-276.
- Rosati A., Esparza G., DeJong T.M. and Pearcy R.W. 1999. Influence of canopy light environment and nitrogen availability on leaf photosynthetic characteristics and photosynthetic nitrogen-use efficiency of field-grown nectarine trees. *Tree Physiol.* 19:173-180.
- Rosati A., Metcalf S.G., Buchner R.P., Fulton A.E. and Lampinen B.D. 2006. Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. *Ann. Bot.* 98:267-275.
- Rosati A., Metcalf S.G., Buchner R.P., Fulton A.E. and Lampinen B.D. 2007. Effects of kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. *Ann. Bot.* 99:255-263.
- Roussos P.A., Denaxa N.K., Damvakaris T., Stournaras V. and Argyrokastritis, I., 2010. Effect of alleviating products with different mode of action on physiology and yield of olive under drought. *Sci. Hortic.* 125, 700-711.
- Saha D.C. and Padhy P.K. 2011. Effects of stone crushing industry on *Shorea robusta* and *Madhuca indica* foliage in Lalpahari forest. *Atmospheric Pollution Research* 2:463-476.
- Saha D.C. and Padhy P.K. 2012. Effect of particulate pollution on rate of transpiration in *Shorea robusta* at Lalpahari forest. *Trees-Struct. Funct.* 26(4):1-9.
- Sahan Y. and Basoglu F. 2009. Heavy metal pollution in olives grown in Bursa, Turkey. *Asian J. Chem.* 21:3023-3029.
- Saour G. and Makee H. 2003. Effects of kaolin particle film on olive fruit yield, oil content and quality. *Adv. Hort. Sci.* 4, 204-206.
- Saour G. and Makee H. 2004. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *J. Appl. Entomol.* 128:28-31.

- Schenker M. 2000. Exposures and Health Effects from Inorganic Agricultural Dusts. *Environ. Health Persp.* 108(4):661-664.
- Schönherr J. and Lubert M. 2001. Cuticular penetration of potassium salts: effects of humidity, anions and temperature. *Plant Soil* 236:117-122.
- Schönherr J. and Schreiber L. 2004. Size selectivity of aqueous pores in stomatous cuticular membranes isolated from *Populus canescens* (Aiton) Sm. leaves. *Planta* 219:405-411.
- Schönherr J. 2006. Characterization of aqueous pores in plant cuticles and permeation of ionic solutes. *J. Exp. Bot.* 57:2471-2491.
- Schreck E., Foucault Y., Sarret G., Sobanska S., Cécillon L., Castrec-Rouelle M., Uzu G. and Dumat C. 2012. Metal and metalloid foliar uptake by various plant species exposed to atmospheric industrial fallout: Mechanisms involved for lead. *Sci. Total Environ.* 427-428:253-262.
- Schupp J.R., Fallahi E. and Chun I. 2002. Effect of particle film on fruit sunburn, maturity and quality of 'Fuji' and 'Honeycrisp' apples. *HortTechnology* 12(1).
- Shukla J., Pandey V., Singh S. N., Yunus M., Singh N. and Ahmad K.J. 1990. Effect of Cement Dust on the Growth and Yield of *Brassica campestris* L. *Environ. Pollut.* 66:81-88.
- Singh S.N. and Rao D.N. 1980. Growth of wheat plants exposed to cement dust pollution. *Water Air Soil Poll.* 14:241-249.
- Singh S.N. and Verma A. 2007. Phytoremediation of air pollutants. In: Singh N.S. and Tripathi (Eds). *Environmental bioremediation technologies*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Volume 13, pp. 293-314.
- Sofo A., Palese A.M., Casacchia T., Dichio B. and Xiloyannis C. 2012. Sustainable Fruit Production in Mediterranean Orchards Subjected to Drought Stress. In: Ahmad P. and Prasad M.N.V. (Eds). *Abiotic Stress Responses in Plants Metabolism, Productivity and Sustainability*. Springer Science and Business Media, LLC 2012.
- Swain T. and Hillis W.E. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J. Sci. Food Agric.* 10:63-68.
- Tagliavini M., Zavalloni C., Rombolà A.D., Quartieri M., Malaguti D., Mazzanti F., Millard P. and Marangoni B. 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Proc. XXV IHC – Part 2. Acta Hort.* 512, ISHS.

- Thompson J.R., Mueller P.W., Fluckiger W. and Rutter A.J. 1984. The effect of dust on photosynthesis and its significance for roadside plants. *Environ. Pollut. A* 34:171-90.
- Tiwari S., Agrawal M. and Marshall F.M. 2006. Evaluation Of Ambient Air Pollution Impact On Carrot Plants At A Sub Urban Site Using Open Top Chambers. *Environ. Monit. Assess.* 119(1-3):15-30.
- Tomašević M., Vukmirović Z., Rajšić S., M. Tasić and Stevanović B. 2005. Characterization of trace metal particles deposited on some deciduous tree leaves in an urban area. *Chemosphere* 61:753-760.
- Tombesi A. and Cartechini A. 1986. The effect of crown shading on the differentiation of flowering buds in olive. *Riv. Ortoflorofrutticolt. Ital.* 70:277-285 [In Ital.].
- Trentacoste E.R., Puertas C.M. and Sadras V.O. 2010. Effect of fruit load on oil yield components and dynamics of fruit growth and oil accumulation in olive (*Olea europaea* L.). *Europ. J. Agron.* 32:249-254.
- Tsimidou M., Blekas G. and Boskou D. 2003. Olive oil. Elsevier Science Ltd.
- Ünal K. and Nergiz C. 2003. The effect of table olive preparing methods and storage on the composition and nutritive value of olives. *Grasas y Aceites* 54(1):71-76.
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 26. Basic report: 09236, Peaches, raw. Ανακτήθηκε στις 15/11/2013, από <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2386?qlookup=09236&format=Full&max=25&man=&facet=&new=1>.
- Uzu G., Sobanska S., Sarret G., Munoz M. and Dumat C. 2010. Foliar lead uptake by lettuce exposed to atmospheric fallouts. *Environ. Sci. Technol.* 44:1036-1042.
- Van Heerden P.D.R., Krüger G.H.J. and Kilbourn L.M. 2007. Dynamic responses of photosystem II in the Namib Desert shrub, *Zygophyllum prismatocarpum*, during and after foliar deposition of limestone dust. *Environ. Pollut.* 146:34-45.
- Vardaka, E., Cook, C.M., Lanaras, T., Sgardelis, S.P. and Pantis, J.D. 1995. Effect of dust from a limestone quarry on the photosynthesis of *Quercus coccifera*, an evergreen sclerophyllous shrub. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 54:414-419.
- Wand S.J.E. Theron K.I., Ackerman J. and Marais S.J.S. 2006. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Sci. Hortic.* 107:271-276.
- Williams D.S., Shukla M.K. and Ross J. 2008. Particulate matter emission by a vehicle running on unpaved road. Technical note. *Atmos. Environ.* 42:3899-3905.

- Wenters J.F. and de Mots A. 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophyll and their pheophytins in ethanol. *Biochim. Biophys. Acta* 109:448-453.
- WHO. 2000. Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- WHO/SDE/OEH/99.14. (1999). Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust.
- Wünsche J.N., Lombardini L. and Greer D.H. 2004. Surround particle film applications-effects on whole canopy physiology of apple. *Acta Hort.* 636:565-571.
- Yee W.L. 2012. Behavioural responses by *Rhagoletis indifferens* (Dipt., Tephritidae) to sweet cherry treated with kaolin- and limestone-based products. *J. Appl. Entomol.* 136:124-132.
- Younis U., Bokhari T.Z., Malik S.A., Ahmad S. and Raja R. 2013. Variations in leaf dust accumulation, foliage and pigment attributes in fruiting plant species exposed to particulate pollution from Multan. *International Journal of Agricultural Science and Research* 3(3):1-12.
- Θεριός Ι.Ν. Ελαιοκομία. 2006. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς, Ε.Ε. Βελτιωμένη επανέκδοση.
- Καλκάνης Γ., Χατήρης Ι. και Σταθοπούλου Χ. 2004. Τεχνολογία των δομικών υλικών. Δεύτερη έκδοση. Εκδόσεις ΙΩΝ. Σελ. 205-235.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2008. Χορήγηση προσωρινής έγκρισης κυκλοφορίας στο φυτοπροστατευτικό προϊόν (εντομοκτόνο) SURROUND WP.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2014α. Τομέας συμπύρηνου ροδάκινου. Ανακτήθηκε στις 17/1/2014, από <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/oporokipeytika/858-simpirinourodakino>.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2014β. Στοιχεία παραγωγής, κατανάλωσης, εισαγωγών, εξαγωγών επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα. Ανακτήθηκε στις 10/1/2014, από http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Oporokipeytika/epitr_elia_ellada.pdf.