



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



‘Ορθολογική λίπανση κερασιάς με στόχο τη μείωση των εισροών’

Σλίμπα Δήμητρα

Επιβλέπων: Νάνος Δ. Γεώργιος

Βόλος, 2022

‘Ορθολογική λίπανση κερασιάς με στόχο τη μείωση των εισροών’
‘Trials on alternative environmentally-friendly fertilization of cherry trees’

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

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

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

Αντωνιάδης Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

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

Ευχαριστίες

Πρώτα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Νάνο Γεώργιο, Καθηγητή Δενδροκομίας, για την ανάθεση του θέματος, τις συμβουλές του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος αλλά και τη συνεχή καθοδήγηση και στήριξη τόσο στη συγγραφή όσο και στη διόρθωση της πτυχιακής αυτής εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Περσεφόνη Μαλέτσικα, διδάκτορα Γεωπόνου, συνεργάτιδα του εργαστηρίου δενδροκομίας του Π.Θ., την κα. Τριανταφυλλιά Γεωργουδάκη, υποψήφια διδάκτορα Δενδροκομίας, συνεργάτιδα του εργαστηρίου Δενδροκομίας του Π.Θ. και την κα. Ευαγγελία Παναγιωτάκη, μέλος Ε.ΔΙ.Π. του Π.Θ., για τη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών μετρήσεων αλλά και τη δημιουργία κλίματος συνεργασίας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που μου έδωσε τη δυνατότητα να πραγματοποιήσω τις σπουδές μου στη σχολή της επιλογής μου και μου παρείχαν απεριόριστη στήριξη σε όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου ζωής. Συγκεκριμένα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου, που διέθεσε τον οπωρώνα με κερασιές στον οποίο πραγματοποιήθηκε η συγκεκριμένη έρευνα αλλά και για τη πολύτιμη βοήθεια του καθ'όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Σημαντικότητα κερασιάς στην Ελλάδα και τον κόσμο.....	1
1.2 Κατάλληλα μικροκλίματα για τη καλλιέργεια της κερασιάς.....	2
1.3 Ποικιλίες κερασιάς.....	2
1.4 Υποκείμενα κερασιάς.....	3
1.5 Προβλήματα κερασιάς τοπικά και διεθνώς.....	3
1.6 Θρέψη δενδροκομικών ειδών.....	4
1.7 Κυριότερα θρεπτικά στοιχεία.....	5
1.7.1 Άζωτο.....	5
1.7.2 Φώσφορος.....	6
1.7.3 Κάλιο.....	7
1.7.4 Ασβέστιο.....	7
1.7.5 Μαγνήσιο.....	8
1.8 Προτεινόμενη λίπανση κερασιάς από διάφορες πηγές.....	8
1.9 Έρευνες θρέψης σε άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες.....	11
1.10 Περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος της αλόγιστης χρήσης λιπασμάτων.....	12
1.11 Σκοπός της ερευνητικής εργασίας.....	13
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	14
2.1 Περιοχή πειράματος, δενδροκομικά στοιχεία και συνθήκες ανάπτυξης.....	14
2.2 Η διάταξη του πειράματος και οι διαφορετικές λιπαντικές αγωγές...15	
2.2.1 Λίπανση μάρτυρα.....	15
2.2.2 Εναλλακτική λίπανση.....	16
2.2.3 Λίπανση χωρίς άζωτο (πριν τη συγκομιδή).....	16
2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου και αγρού.....	17
2.4 Στατιστική ανάλυση.....	23
3. Αποτελέσματα.....	24
3.1 Αποτελέσματα μετρήσεων 2019.....	24
3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων 2020.....	33
4. Συζήτηση.....	46
Συμπεράσματα.....	60
Βιβλιογραφία.....	61

Περίληψη

Μελετήθηκε η χρησιμότητα της εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης από νωρίς την άνοιξη (συμβατική αζωτούχος λίπανση) με δύο εναλλακτικές μεταχειρίσεις: εφαρμογή περιορισμένης ποσότητας N και καμιάς εφαρμογής N μέχρι τη συγκομιδή. Το πείραμα εκτελέστηκε το 2019 και το 2020. Μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά των φύλλων τον Μάιο και τον Σεπτέμβριο, η ποιότητα καρπών στη συγκομιδή, τα κλαδευτικά και χαρακτηριστικά βλαστών μετά το πέρας της βλαστικής περιόδου 2019 και τα χαρακτηριστικά βλαστών και παραγωγικότητα καρπών το 2020. Οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά των φύλλων από τον Μάιο στον Σεπτέμβριο σχετίζονταν με την περαιτέρω ωρίμανση των φύλλων και την είσοδό τους στη φθινοπωρινή γήρανση. Η εφαρμογή περιορισμένης ποσότητας N φαίνεται να διατήρησε καλύτερα τη λειτουργικότητα των φύλλων μέχρι τον Σεπτέμβριο (το 2019) ή δεν επηρέασε τη λειτουργικότητα αυτών (το 2020) σε σχέση με τη συμβατική αζωτούχο λίπανση. Η εφαρμογή περιορισμένης ποσότητας N δεν επηρέασε την ποιότητα καρπών (το 2019) ή βελτίωσε την ποιότητά τους σε μερικά χαρακτηριστικά (το 2020), δεν επηρέασε την παραγωγικότητα καρπών, ενώ τροποποίησε μερικώς τα χαρακτηριστικά των βλαστών (μειωμένη βλαστική ανάπτυξη – λιγότερο κλάδεμα ή μειωμένο ποσοστό % ΞΟ οφθαλμών – πιθανή μείωση της έντασης ανθοφορίας την επόμενη περίοδο) σε σχέση με τη συμβατική αζωτούχο λίπανση. Η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή παρουσίασε κάποια υποβάθμιση στη λειτουργικότητα των φύλλων, έδωσε συχνά καρπούς με καλύτερη ποιότητα, ενώ δεν επηρέασε την παραγωγικότητα καρπών, μείωσε τη βλαστική ανάπτυξη και βελτίωσε σε ορισμένα χαρακτηριστικά τη μεστότητα των βλαστών. Συμπερασματικά, η χορήγηση περιορισμένης αζωτούχου λίπανσης ή μη χορήγηση N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασαν αρνητικά τη λειτουργία των φύλλων και την ποιότητα και παραγωγικότητα καρπών, ενώ μείωσαν τη βλαστική ανάπτυξη και βελτίωσαν κάποια βλαστικά χαρακτηριστικά. Επομένως, είναι δυνατή η βελτίωση της λιπαντικής αγωγής της κερασιάς με N, ώστε να μειωθεί το κόστος καλλιέργειας πέραν άλλων πιθανών θετικών αποτελεσμάτων.

1. Εισαγωγή

1.1 Σημαντικότητα κερασιάς στην Ελλάδα και τον κόσμο

Η κερασιά (*Prunus avium* L.) ανήκει στην οικογένεια Rosaceae και την υποοικογένεια Prunoideae. Παρόλο που έχουν ταυτοποιηθεί πάνω από τριάντα είδη κερασιάς, η καλλιέργεια έχει επικεντρωθεί σε δύο από αυτά το *Prunus avium* L. (sweet cherry ή κεράσι) και το *Prunus cerasus* L. (sour cherry ή βυσσινιά), (Hummer and Janick 2009). Ο βασικός αριθμός χρωμοσωμάτων του *Prunus* είναι 8, το κεράσι είναι διπλοειδές ($2n=16$), ενώ το βύσσινο είναι τετραπλοειδές ($4n=32$), (Chockchaisawasdee et al. 2016). Ο καρπός του κερασιού, λόγω της μορφής του, ξεχωρίζει από τα συγγενικά του πυρηνόκαρπα, όπως είναι το ροδάκινο, βερίκοκο, δαμάσκηνο και αμύγδαλο (Habib et al. 2017).

Πηγές αναφέρουν πως η κερασιά προέρχεται από τη περιοχή της Κασπίας και της Μαύρης θάλασσας, πιθανώς αυτοφυής ή εισήχθη από τους προϊστορικούς κιόλας χρόνους, και από εκεί εξαπλώθηκε και στις υπόλοιπες εύκρατες περιοχές της Ευρώπης (Blando and Oomah 2019). Πλέον καλλιεργείται κυρίως στα γεωγραφικά πλάτη μεταξύ 35 Β και 55 Ν, καθώς εκεί κλιματικοί παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, είναι ευνοϊκοί για την ανάπτυξη της (Habib et al. 2017).

Το δέντρο της κερασιάς είναι φυτό αγγειόσπερμο, δικότυλο, φυλλοβόλο και το ύψος του μπορεί να φθάσει τα 30 m, η διάμετρος κορμού το 1,5 m και ο χρόνος ζωής του κυμαίνεται στα 10-60 χρόνια. Το κεράσι είναι εποχιακό φρούτο και εμφανίζεται στην αγορά τέλη άνοιξης αρχές καλοκαιριού (Blando and Oomah 2019), ενώ οι περισσότερες ποικιλίες ωριμάζουν και συγκομίζονται Ιούνιο με μέσα Ιουλίου (Vursavus et al. 2006).

Το κεράσι εκτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές τόσο για την ελκυστική γεύση και εμφάνισή του, όσο και για τη πρωιμότητα και οργανοληπτική του ποιότητα (Blando and Oomah 2019). Αποτελεί πηγή ποικίλων βιοδραστικών ενώσεων όπως φυτοχημικών ενώσεων (καροτενοειδή, σεροτονίνη, μελατονίνη, φαινολικές ενώσεις), καθώς και θρεπτικών ενώσεων (σάκχαρα, οργανικά οξέα), (Gonçalves et al. 2019). Η ενσωμάτωση των κερασιών στην καθημερινή μας διατροφή έχει πολλαπλά οφέλη, καθώς συνδέονται με τη μείωση της οξειδωτικής καταπόνησης, του πόνου λόγω αρθρίτιδας και φλεγμονής, αλλά και με την εξασθένιση του ανθρώπινου οργανισμού λόγω χρόνιων ασθενειών (νευρολογικές, καρδιαγγειακές), (Traustadtir et al. 2004, Gonçalves et al. 2019).

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, η παγκόσμια παραγωγή κερασιών ανήλθε στους 2,59 εκατομμύρια τόνους για το έτος 2019. Το ενδιαφέρον των ελλήνων παραγωγών στο κεράσι γίνεται αντιληπτό και από τις εκτάσεις συγκομιδής των τελευταίων 20 ετών, αφού από 8.960 εκτάρια το 1999 έφτασε τα 16.100 εκτάρια το 2019. Με την αύξηση των εκτάσεων αυξήθηκαν και οι εξαγωγές, από 7.430 τόνους το 1999 σε 20.826 τόνους το 2019 (FAO 2021). Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, στο Ν. Πέλλας παράχθηκε το 29% της συνολικής εγχώριας παραγωγής για το 2018 (ΕΛΣΤΑΤ 2020).

1.2 Κατάλληλα μικροκλίματα για τη καλλιέργεια της κερασιάς

Η κερασιά καλλιεργείται εμπορικά σε περιοχές με εύκρατο κλίμα. Κάποιες από τις κορυφαίες χώρες παραγωγής κερασιών είναι η Τουρκία, ΗΠΑ, Ιράν, Ιταλία, Ισπανία και Αυστρία (Habib et al. 2017). Η απόδοση και η ποιότητα της καλλιέργειας εξαρτάται τόσο από τη θρέψη των φυτών όσο και από τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως είναι η θερμοκρασία, το φως και η υγρασία (Motesharezadeh et al. 2021). Απαιτεί σχετικά πολύ ψύχος το χειμώνα για την έξοδο των ανθοφόρων οφθαλμών από το λήθαργο, καθώς ανάλογα την ποικιλία χρειάζεται να συγκεντρώσει 600-1200 ώρες σε θερμοκρασία μικρότερη των 7 °C (Βασιλακάκης 2016). Προσπάθεια καλλιέργειας κερασιών σε θερμές περιοχές εμφάνισε ποικίλα προβλήματα όπως κακή καρπόδεση, διπλοί καρποί, σχίσσιμο καρπών και κακοσχηματισμένοι καρποί (Berpu and Kataoka 2011), ενώ σε περιοχές με δροσερό καλοκαίρι ευνοείται η παραγωγή καρπών ανώτερης ποιότητας (Ποντίκης 1996). Καταλληλότερα εδάφη για την καλλιέργεια θεωρούνται τα διαπερατά, με καλή στράγγιση και εύρος pH 6-8 (Θεριός 2013).

1.3 Ποικιλίες κερασιάς

Ανά τον κόσμο ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά και τις προτιμήσεις των καταναλωτών επιλέγονται οι κατάλληλες ποικιλίες. Για παράδειγμα, στην Τουρκία, χώρα με μεγάλη ετήσια παραγωγή κερασιών, χρησιμοποιούνται περισσότερο οι ποικιλίες Van, Noir De Guben, Ziraat 900, Bing, Bigarreau, Stella και Lambert (Vursavus et al. 2006). Πείραμα στη Πορτογαλία έδειξε πως ποικιλίες όπως η Sunburst και η Brook είναι πλούσιες σε άχρωμα φαινολικά, ενώ ποικιλίες όπως η Garnet και η Tavora είναι πλουσιότερες σε ανθοκυανίνες (Goncalves et al. 2021). Με βάση την ανεκτικότητα τους στο σκίσιμο των καρπών φαίνεται πως η πιο ανθεκτική είναι η Regina, μερική αντοχή παρουσιάζουν οι Kordia, Lapins και Hedelfingen, ενώ επιρρεπείς στο σχίσσιμο θεωρούνται οι Bing, Brooks και Skeena (Correia et al. 2018). Στη Βόρεια Ελλάδα, οι ποικιλίες που καλλιεργούνται περισσότερο είναι οι Ferrovia, Canada Giant, Lapins και Germersdorfer (Papapetros et al. 2019).

1.4 Υποκείμενα κερασιάς

Για να μπορέσει η ποικιλία να είναι παραγωγική θα πρέπει μεταξύ άλλων να συνδυαστεί με το κατάλληλο υποκείμενο. Το υποκείμενο προσδίδει επιπλέον επιθυμητά χαρακτηριστικά στο δέντρο όπως ο νανισμός. Σταδιακά εγκαταλείπεται το μοντέλο φύτευσης χαμηλής πυκνότητας σε ζωηρά υποκείμενα όπως τα Mazzard και Mahaleb, καθώς εμφανίζει αναποτελεσματικότητα στη συγκομιδή, τον έλεγχο παρασίτων και ασθενειών και περιορισμένη ρύθμιση της πρωιμότητας, λόγω του αυξημένου μεγέθους των δέντρων. Αντίθετα, προτιμούνται νάνα υποκείμενα όπως τα Gisela, MaxMa και Krymsk, αφού διευκολύνουν τις καλλιεργητικές εργασίες και δίνουν καλύτερες αποδόσεις με υψηλής ποιότητας καρπούς (Rivera et al. 2016). Σε συνθήκες υδατικού στρες το μόνο υποκείμενο που δεν επηρεάστηκε και έδωσε υψηλή θρεπτική απόδοση ήταν το CAB 6 (Kucukyumuk et al. 2015), ημινάνο με καλή αποτελεσματικότητα σε αλκαλικά εδάφη.

1.5 Προβλήματα κερασιάς τοπικά και διεθνώς

-Σχίσσιμο καρπών: Το σχίσσιμο των καρπών αποτελεί σοβαρό πρόβλημα όχι μόνο στην καλλιέργεια των κερασιών αλλά και πολλών άλλων φρούτων όπως το σταφύλι, το ρόδι και το δαμάσκηνο. Σύμφωνα με προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή η συχνότητα υπερβολικών βροχοπτώσεων είναι αυξανόμενη και πιθανότατα αυξάνει και τη συχνότητα σχισίματος των καρπών (Correia et al. 2018). Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται κυρίως όταν υπάρχουν βροχοπτώσεις λίγο πριν τη συγκομιδή και επιφέρει σημαντικές οικονομικές απώλειες, καθώς είναι η πιο σημαντική απώλεια σοδειάς σε πολλές περιοχές παραγωγής κερασιών. Η διαταραχή αυτή φαίνεται πως οφείλεται στον γρήγορο ρυθμό απορρόφησης νερού από τον καρπό (οσμωτικό φαινόμενο). Υπάρχουν τρία είδη σχισίματος, στον ποδίσκο, στο κέντρο ή στα πλάγια του καρπού (Balbontin et al. 2013). Το σχίσσιμο αυτό μετατρέπεται σε πληγή, αποτελώντας είσοδο για μύκητες και βακτήρια με αποτέλεσμα τη σήψη των καρπών (Βασιλακάκης 2016).

-Διπλοκαρπία: Το φαινόμενο της διπλοκαρπίας οφείλεται στη μη φυσιολογική διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών, κάτι που συμβαίνει το καλοκαίρι της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου, και έτσι στη δημιουργία ανθέων με διπλό ή και τριπλό ύπερο. Παράγοντες που ενθαρρύνουν το φαινόμενο είναι οι υψηλές θερμοκρασίες και η ξηρασία του εδάφους κατά την περίοδο της διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών (Berpu and Kataoka 2011). Έτσι οι καρποί χάνουν την εμπορική τους αξία και καταλήγουν για μεταποίηση.

-Ανοιξιάτικος παγετός: Όπως και η βροχή, έτσι και ο ανοιξιάτικος παγετός αποτελεί απειλή για την καλλιέργεια της κερασιάς. Τα άνθη της κερασιάς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στον όψιμο παγετό παρότι δεν είναι από τις πρώτες

ποικιλίες φρούτων που ξεκινούν την άνθισή τους την άνοιξη. Όσο πιο προχωρημένο το αναπτυξιακό στάδιο των ανθέων, τόσο πιο ευάλωτα είναι στο κρύο. Στα οπωροφόρα δέντρα, η ζημιά του παγετού οφείλεται στο νερό που παγώνει στους ιστούς των φυτικών κυττάρων, διαστέλλεται και διαρρηγνύει τα κύτταρα (Matzneller et al. 2016). Στη Βόρεια Ελλάδα οι ζημιές από ανοιξιάτικο παγετό είναι σπανιότερες λόγω των επικλινών εδαφών στα οποία οι κερασιές συχνά φυτεύονται.

1.6 Θρέψη δενδροκομικών ειδών

Όπως όλα τα φυτά, έτσι και τα δέντρα για την επιβίωση και την ανάπτυξή τους χρειάζονται νερό και θρεπτικά στοιχεία. Εφαρμόζοντας κατάλληλη θρέψη επιτυγχάνεται καλύτερη βλάστηση, καρποφορία, αυξημένες αποδόσεις και βελτιωμένη ποιότητα καρπού. Τόσο με την παραγωγή αγροτικών προϊόντων, όσο και με τα φυσικά φαινόμενα όπως είναι η έκπλυση και η διάβρωση, αφαιρούνται θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος, τα οποία αν δεν επιστραφούν σε αυτό θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της γονιμότητας και την υποβάθμιση της παραγωγικότητάς του. Έτσι προκύπτει και η ανάγκη για τη χρήση λιπασμάτων (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου 2019). Τα θρεπτικά στοιχεία παραλαμβάνονται από το έδαφος, αλλά και το φύλλωμα.

Ένα στοιχείο θεωρείται θεμελιώδες όταν είτε το φυτό δεν μπορεί να ολοκληρώσει το βιολογικό του κύκλο χωρίς αυτό, είτε αποτελεί μέρος ενός συστατικού του φυτού (όπως το N στις πρωτεΐνες). Τα ανόργανα στοιχεία διακρίνονται σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Τα μακροστοιχεία είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες και στην κατηγορία ανήκουν τα C, H, O, N, P, K, Ca, Mg και S. Από αυτά ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H) και το οξυγόνο (O) χρησιμοποιούνται στις μεγαλύτερες ποσότητες και παρέχονται τόσο από τον αέρα όσο και από το νερό. Ενώ τα ιχνοστοιχεία απαιτούνται σε πολύ μικρότερες ποσότητες και στην κατηγορία ανήκουν τα Fe, Mn, Zn, B, Cu, Cl και Mo (Θεριός 1996).

Η ελλειμματική διαθεσιμότητα οποιουδήποτε στοιχείου ανά πάσα στιγμή μπορεί εύκολα να μεταφραστεί σε απώλεια παραγωγής. Έτσι γίνεται αντιληπτό πως ένα δέντρο χρειάζεται συγκεκριμένα θρεπτικά στοιχεία, στο κατάλληλο αναπτυξιακό στάδιο και στη σωστή ποσότητα (Reetz 2016). Σημαντικό ρόλο παίζουν και οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων στοιχείων, αφού πολλές φορές η απορρόφηση και διακίνησή τους βρίσκεται σε ανταγωνισμό. Η πληθώρα συγκεντρώσεων κάποιων στοιχείων δεν δηλώνει απαραίτητα και τη διαθεσιμότητά τους.

Ο υπολογισμός των λιπαντικών αναγκών ενός οπωρώνα αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία, καθώς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη αφορούν το δέντρο (είδος καλλιέργειας, ποικιλία, υποκείμενο, ηλικία και στάδιο βλαστικής ανάπτυξης),

το βαθμό έντασης καλλιέργειας του οπωρώνα (σύστημα άρδευσης, αποστάσεις φύτευσης), το έδαφος (pH, σύσταση, διαθεσιμότητα στοιχείων) και την προβλεπόμενη παραγωγή. Για την καλύτερη αξιολόγηση των διαθέσιμων θρεπτικών προτείνεται ανάλυση εδάφους και φύλλων.

1.7 Κυριότερα θρεπτικά στοιχεία

1.7.1 Άζωτο

-Άζωτο, γενικά: Το άζωτο (N) αποτελεί πρωταρχικό θρεπτικό στοιχείο στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου 2019). Το άζωτο είναι δομικό συστατικό των αμινοξέων, συνενζύμων, νουκλεοτιδίων, πουρινών, πυριμιδινών, χλωροφύλλης, γι' αυτό και συχνά απαιτείται σε μεγαλύτερες ποσότητες (Θεριός 1996, Rivera et al. 2016). Παρέχεται στα φυτά υπό τη μορφή νιτρικών και αμμωνιακών αλάτων ή και ουρίας, ενώ η μεγαλύτερη ποσότητα N απορροφάται από το φυτό ως νιτρικό ιόν. Μέσω διαφόρων χημικών και βιολογικών διεργασιών, το N μετατρέπεται από τη μία μορφή στην άλλη καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και έτσι γίνεται περισσότερο διαθέσιμο στα φυτά (Reetz 2016). Επηρεάζει τη βλάστηση, την καρποφορία, τη γονιμότητα των ανθέων και τα χαρακτηριστικά των καρπών.

-Πρόσληψη αζώτου: Για να γίνει πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένου και του N, απαιτείται ύπαρξη ενεργών ριζών, αλλά και επαρκής υγρασία εδάφους. Τα αζωτούχα λιπάσματα είναι ιδιαίτερα ευκίνητα στο έδαφος, γι' αυτό και η εφαρμογή τους γίνεται με σύνεση. Η σωστή δόση αζώτου και ο κατάλληλος χρόνος εφαρμογής είναι απαραίτητα για την αύξηση της αποτελεσματικότητας του λιπάσματος και τη μείωση των απωλειών νιτρικών ή αμμωνιακών ιόντων (Rivera et al. 2016). Για τον προσδιορισμό της ποσότητας του αζωτούχου λιπάσματος σημαντικό ρόλο παίζει η ζωηρότητα βλάστησης, εφόσον δεν συντρέχουν λόγοι όπως ασθένεια ή ζημιά ριζών.

-Άζωτο στα δέντρα: Όσον αφορά τα δέντρα, η ύπαρξη N φαίνεται πως είναι πιο σημαντική στα δύο ακόλουθα αναπτυξιακά στάδια του καρπού, στην κυτταρική διαίρεση και την ανάπτυξη των κυττάρων. Η περίσσεια N, συγκεκριμένα όταν εφαρμόζεται την άνοιξη, αυξάνει τη βλαστική ανάπτυξη αλλά και δημιουργεί δυσκολίες στην αποθήκευσή του. Η ανεπάρκεια του στην περίοδο της άνθισης περιορίζει την ανάπτυξη των ανθέων. Εφαρμογές N το φθινόπωρο δημιουργούν αποθέματα στο δέντρο για την ερχόμενη άνοιξη χωρίς να έχουν μεγάλη επίδραση στην βλαστική ανάπτυξη. Η λίπανση επηρεάζει και τη συχνότητα εμφάνισης ασθενειών και παρασίτων και έτσι τα φυτά είναι πιο επιρρεπή στα παθογόνα όταν έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε N (Kadir 2019).

-Άζωτο στα πυρηνόκαρπα: Όπως και στα υπόλοιπα δέντρα, έτσι και στα πυρηνόκαρπα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή τους παίζει το άζωτο. Πιο

συγκεκριμένα, στη ροδακινιά βρέθηκε πως δέντρα με επαρκή συγκέντρωση N στα φύλλα εμφάνισαν υψηλή γονιμότητα ανθέων, ενώ αντίθετα φύλλα με ελάχιστο άζωτο παρουσίασαν μικρή γονιμότητα ανθέων. Η έλλειψη N στα πυρηνόκαρπα συχνά προκαλεί προσκόλληση του πυρήνα στη σάρκα του καρπού (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου 2019). Έρευνα σε βερικοκιές έδειξε πως όσο αυξανόταν ο ρυθμός του εφαρμοζόμενου N, τόσο μειωνόταν η σταθερότητα (firmness) του καρπού (Rettke et al. 2006). Τόσο η ετήσια εφαρμογή N, όσο και η αναλογία N και K, φαίνεται πως επηρεάζουν τη ποιότητα του νωπού καρπού στα δαμάσκηνα αλλά και τη συντηρησιμότητά του (Coquel et al. 2011).

-Άζωτο στα κεράσια: Οι κερασιές απαιτούν πληθώρα θρεπτικών στοιχείων, με σημαντικότερο αυτών το N, για την ανάπτυξή τους, την παραγωγή υψηλών αποδόσεων και καλής ποιότητας καρπού (Kadir 2019). Το άζωτο στις κερασιές αυξάνει τη βλάστηση και την παραγωγή. Ο χρόνος της εφαρμογής του αζώτου επηρεάζει την ανάπτυξη, τη συσσώρευση ξηράς ουσίας, την κατανομή του N, την απορρόφησή του από τις ρίζες, καθώς και την καρπόδεση των κερασιών (Rivera et al. 2016). Επιπλέον, η αζωτούχος λίπανση πρέπει να διακόπτεται ένα μήνα πριν την ωρίμανση του καρπού του κερασιού, εξαιτίας των αρνητικών συνεπειών του N στην ποιότητα του καρπού (Koumanov et al. 2016). Η υπερβολική ποσότητα N προκαλεί οψίμιση της παραγωγής, η ωρίμανση των καρπών είναι σποραδική, και το δέντρο εμφανίζει βλαστομανία (Βασιλακάκης 2016). Ακόμη, υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου σχετίζονται με μειωμένο χρωματισμό των καρπών (Fallahi et al. 1993). Η ανεπάρκεια του N γίνεται αντιληπτή από την παραγωγή κοντών και λεπτών επάκριων βλαστών, μικρών χλωρωτικών φύλλων και μικρών καρπών που ωριμάζουν νωρίς (Ποντίκης 1996).

1.7.2 Φώσφορος

Ο φώσφορος (P) απαντάται στο έδαφος με τις εξής διαφορετικές μορφές, HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- και PO_4^{3-} . Η μορφή και η διαθεσιμότητά του ποικίλουν ανάλογα με τις ιδιότητες του εδάφους, με κυριότερη το pH (Dos-Santos et al. 2008). Αποτελεί δομικό στοιχείο του DNA και του RNA, αλλά και συστατικό άλλων ενώσεων υψηλής ενέργειας του φυτού όπως το ATP. Είναι απαραίτητος για πολλές ενζυμικές αντιδράσεις και διαδικασίες, όπως η φωτοσύνθεση, η σύνθεση και διάσπαση υδατανθράκων, καθώς και η μεταφορά ενέργειας μέσα στο φυτό. Ακόμη, είναι ρυθμιστής του pH του κυττάρου και επηρεάζει την αύξηση της ρίζας. Έχει παρατηρηθεί πως με έλλειψη P μειώνεται σημαντικά η αύξηση της ρίζας. Στους οπωρώνες η ανεπάρκεια και η τοξικότητα P δεν αποτελούν συχνά φαινόμενα, ωστόσο η ανεπάρκεια μπορεί να επιδεινωθεί λόγω χαμηλής οργανικής ουσίας ή όξινου εδάφους. Αντίθετα με το N, ο P δεν είναι ευκίνητος στο έδαφος, γι' αυτό και προτείνεται η εφαρμογή του κοντά στη ριζόσφαιρα. Η προσθήκη φωσφόρου σε κερασεώνες με δυνατότητα άρδευσης αύξησε την περιεκτικότητα του P στα

φύλλα και τους καρπούς, αλλά οι καρποί εμφάνισαν χαμηλότερα επίπεδα φαινολικών ενώσεων (Ross et al. 2018). Επιπλέον, στις κερασιές η λίπανση με P δεν εμφάνισε σημαντικές επιπτώσεις στην πρόσληψη των υπόλοιπων θρεπτικών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένου του P (Kadir and Mesut 2021).

1.7.3 Κάλιο

Όπως το άζωτο και ο φώσφορος, έτσι και το κάλιο (K) είναι στοιχείο με μεγάλη σημασία για τη θρέψη των φυτών και χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες από αυτά. Στο εδαφικό διάλυμα βρίσκεται σε σχετικά μικρές ποσότητες ως θετικά φορτισμένο κατιόν K^+ , το οποίο προσλαμβάνεται από τα φυτά. Το K δεν αποτελεί δομικό συστατικό των οργανικών μορίων του φυτού, αλλά συμμετέχει σε ποικίλες βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες (Yener and Atluntas 2021). Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, στη σύνθεση του αμύλου, στη φωτοσύνθεση, στην αύξηση της αντοχής στις ασθένειες, καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας των καρπών. Πιο συγκεκριμένα, το K σχετίζεται με το μέγεθος, το χρώμα και την οξύτητα του καρπού. Η έλλειψη K προκαλεί συστρόφη των φύλλων προς την πάνω επιφάνεια και περιφερειακό κάψιμο. Υψηλές συγκεντρώσεις K στα φύλλα και τους καρπούς επηρεάζουν αρνητικά τόσο την ποιότητα όσο και τη συντηρησιμότητα των καρπών (Kadir 2019). Ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται σχεδόν όλα τα άλατα καλίου, όπως το χλωριούχο, νιτρικό και θειικό κάλιο. Επίσης, διαφυλλικοί ψεκάσμοι με K μπορεί να φανούν χρήσιμοι στην κερασιά. Η λίπανση με K στις κερασιές φαίνεται πως μειώνει τις συγκεντρώσεις ασβεστίου, μαγνησίου και μαγγανίου στα φύλλα λόγω ανταγωνισμού (Kadir and Mesut 2021).

1.7.4 Ασβέστιο

Το ασβέστιο (Ca) προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Ca^{2+} . Διακινείται αργά στο έδαφος, γι' αυτό και προτείνεται η προσθήκη του κατά τη φύτευση των δέντρων. Ο ρόλος του Ca αφορά το σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων, τη σύνθεση πρωτεΐνης, την ανάπτυξη των μεριστωμάτων, καθώς και τη ρύθμιση του pH. Στα πυρηνόκαρπα είναι το στοιχείο που καθορίζει την ποιότητα του καρπού και την καλή συντήρησή τους μετά τη συγκομιδή (Winkler and Knoche 2019). Η τροφοπενία Ca δεν αποτελεί συχνό φαινόμενο στους οπωρώνες με πυρηνόκαρπα, ενώ μπορεί εύκολα να καλυφθεί από τοξικότητες άλλων θρεπτικών στοιχείων όπως το αλουμίνιο, το μαγγάνιο και ο χαλκός. Η κατάλληλη θρέψη με Ca είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη ποιότητα των φρούτων και ιδίως των κερασιών, στα οποία με το αυξημένο Ca μειώνεται και το φαινόμενο του σχισίματος των καρπών (Mikiciuk et al. 2015). Στα κεράσια υψηλά επίπεδα Ca φαίνεται πως αυξάνουν τη σκληρότητα σάρκας των καρπών, μειώνουν τη συχνότητα σήψης και βοηθάνε στη διατήρηση του χρώματος (Winkler and Knoche 2021).

1.7.5 Μαγνήσιο

Το μαγνήσιο (Mg) είναι διαθέσιμο στα φυτά ως θετικά φορτισμένο κατιόν Mg^{2+} . Αποτελεί δομικό στοιχείο της χλωροφύλλης και κατά συνέπεια συμμετέχει στη φωτοσύνθεση, αλλά και σε διάφορες άλλες ενζυμικές διεργασίες (LaRue and Johnson 1989). Ακόμη, βοηθάει στην αύξηση του ριζικού συστήματος και αυξάνει την αντοχή των δέντρων στις χαμηλές θερμοκρασίες. Η απορρόφησή του επηρεάζεται από άλλα κατιόντα όπως το κάλιο, το αμμώνιο, το ασβέστιο και το μαγγάνιο. Η έλλειψη του μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα στην καλλιέργεια της κερασιάς. Η τροφοπενία Mg εμφανίζεται αρχικά στα γηραιότερα φύλλα με συμπτώματα το μεσονεύριο καφέτιασμα και τη νέκρωση του ελάσματος.

1.8 Προτεινόμενη λίπανση κερασιάς από διάφορες πηγές

-Νεαρά δέντρα σε μη παραγωγική ηλικία:

Ο ΕΛ.Γ.Ο. ΔΗΜΗΤΡΑ προτείνει για τα 2-3 πρώτα χρόνια της κερασιάς την ακόλουθη διαδικασία (ΕΘΙΑΓΕ 2011). Εδαφολογική ανάλυση πριν τη φύτευση για τον έγκαιρο εντοπισμό πιθανών ελλείψεων του εδάφους στα διάφορα θρεπτικά στοιχεία. Εφαρμογή το φθινόπωρο- χειμώνα (πριν τη φύτευση), 3-4 τόνους ανά στρέμμα οργανικής ουσίας (χωνεμένη κοπριά ή κόμποστ) και ενσωμάτωση P ή/και K, αν αυτό κρίνεται απαραίτητο από την εδαφολογική ανάλυση. Έπειτα, κατά τη βλαστική ανάπτυξη, αρχές Απριλίου με μέσα Ιουλίου, γίνεται εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης σε συχνές και μικρές δόσεις σε συνδυασμό με τις απαιτούμενες αρδεύσεις. Στη ξυλοποίηση βλάστησης, μέσα Ιουλίου με μέσα Αυγούστου, γίνεται προσθήκη 5 kg/στρέμμα καλιούχου λίπανσης (νιτρικό κάλιο). Κατά την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος το Σεπτέμβριο, εφαρμόζονται 3-4 kg/στρέμμα φωσφορούχου λίπανσης (φωσφορικό μονοαμμώνιο). Σε περιπτώσεις τροφοπενιών γίνονται εξειδικευμένες επεμβάσεις. Προτείνονται εδαφολογικές και φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις κάθε 2-4 έτη.

Πιο πρόσφατα από το πρώην Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δέντρων Νάουσας συστήνεται πριν τη φύτευση η ενσωμάτωση με όργανο 2-3 τόνους ανά στρέμμα οργανικής ουσίας, φωσφορικών και καλιούχων λιπασμάτων (Σωτηρόπουλος 2015). Η ποσότητα P και K υπολογίζεται με βάση την εδαφολογική ανάλυση. Στις κερασιές κατά το 1^ο έτος θα πρέπει να γίνει εφαρμογή σε 3-5 δόσεις συνολικά 50-80 g N/δέντρο. Το 2^ο έτος σε 3-4 δόσεις συνολικά 80-150 g N/δέντρο. Το 3^ο έτος σε 3-4 δόσεις συνολικά 150-250 g N/δέντρο. Στα νεαρά δέντρα χορηγείται κυρίως η νιτρική μορφή του N και γίνεται κατευθυνόμενη εφαρμογή με το χέρι ή υδρολίπανση. Αναφορικά με τη χρήση οργανικής ουσίας προτείνεται η χορήγηση χωνεμένης κοπριάς κάθε 2-3 έτη την περίοδο του φθινοπώρου- χειμώνα.

-Δέντρα σε παραγωγική ηλικία:

Ο ΕΛ.Γ.Ο. ΔΗΜΗΤΡΑ για τα παραγωγικά δέντρα κερασιάς συστήνει η λίπανση να ξεκινά μετά τη συγκομιδή, ώστε να γίνει αποθήκευση θρεπτικών και το δέντρο να τα χρησιμοποιήσει την επόμενη παραγωγική χρονιά (ΕΘΙΑΓΕ 2011). Συγκεκριμένα, μετά τη συγκομιδή με το πρώτο πότισμα προτείνεται η εφαρμογή 10-12 kg/στρέμμα νιτρική ή θειική αμμωνία για ουδέτερα ή αλκαλικά εδάφη, και ασβεστούχος νιτρική αμμωνία για όξινα εδάφη. Κατά τη διάρκεια και έως το τέλος του καλοκαιριού γίνονται 3-4 διαφυλλικοί ψεκασμοί με ιχνοστοιχεία, εκχυλίσματα φυκιών και αμινοξέα. Σε περίπτωση ελλείψεων ψευδαργύρου γίνονται διαφυλλικοί ψεκασμοί με χηλικό ψευδάργυρο τον Σεπτέμβριο και θειικό ψευδάργυρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Ακολουθεί τον Μάρτιο εφαρμογή 50-75 kg/στρέμμα σύνθετου λιπάσματος, όπως το 12-12-12+ ιχνοστοιχεία, καθώς και επιφανειακή εφαρμογή σιδήρου σε χηλική μορφή αν αυτό κριθεί απαραίτητο. Κατά την ανθοφορία και για την ενίσχυση της καρπόδεσης γίνονται 1-2 ψεκασμοί με βόριο χηλικής μορφής. Στη πτώση πετάλων γίνονται ψεκασμοί με μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία όπως Fe, Zn και Mn. Έπειτα για την υποβοήθηση της συνεκτικότητας του καρπού και της αντοχής του στο σχίσιμο προτείνονται διαφυλλικοί ψεκασμοί με ασβέστιο και βόριο σε χηλική μορφή. Στο στάδιο αλλαγής χρώματος του καρπού εφαρμόζονται 10 kg/στρέμμα νιτρικού καλίου ή/και νιτρικού ασβεστίου, καθώς γίνονται και διαφυλλικοί ψεκασμοί ασβεστίου και βορίου σε χηλική μορφή 2-3 φορές ανά 7-10 ημέρες. Τέλος, κάθε χρόνο προτείνεται η προσθήκη 1-2 τόνους ανά στρέμμα οργανικής ουσίας.

Πιο πρόσφατα, για τα παραγωγικά δέντρα κερασιάς (ανά στρέμμα) προτείνεται η εφαρμογή 6-10 kg N επιφανειακά μέχρι τα μέσα Φεβρουαρίου, καθώς και 2 kg N μετασυσπλεκτικά τον Αύγουστο επιφανειακά ή με υδρολίπανση (Σωτηρόπουλος 2015). Όσον αφορά τη λίπανση με P, γίνεται τον Δεκέμβριο προσθήκη με ενσωμάτωση 4-6 kg P. Για την κάλυψη των αναγκών σε κάλιο, γίνεται επιφανειακή εφαρμογή 6-12 kg θειικού καλίου. Όσον αφορά το ασβέστιο, προτείνεται ασβεστούχος νιτρική αμμωνία πριν την έναρξη της συγκομιδής για τη βελτίωση της σκληρότητας και της αντοχής των καρπών σε ασθένειες, καθώς και εφαρμογή νιτρικού ασβεστίου μετασυσπλεκτικά. Για την κάλυψη των αναγκών σε μαγνήσιο, γίνεται ψεκασμός νιτρικού μαγνησίου μετά την καρπόδεση σε συγκέντρωση 0,5%. Εφόσον παρατηρηθούν δέντρα με χλώρωση σιδήρου, χορηγείται νωρίς την άνοιξη χηλικός σίδηρος. Το χειμώνα πριν από τη διόγκωση των οφθαλμών χορηγείται με ψεκασμό θειικός ψευδάργυρος σε συγκέντρωση 5%, αλλά και την περίοδο της έντονης βλάστησης την άνοιξη εφαρμόζονται χηλικές μορφές του ψευδαργύρου. Για το μαγγάνιο γίνεται είτε ενσωμάτωση στο έδαφος 50 g θειικού μαγγανίου στο κάθε δέντρο είτε ψεκασμός το χειμώνα σε συγκέντρωση 2-3% ή την περίοδο της άνοιξης σε χηλική μορφή. Για την κάλυψη των αναγκών σε βόριο, γίνεται ενσωμάτωση στο έδαφος 50-120 g

βόρακα στο κάθε δέντρο, καθώς και 1-2 διαφυλλικές εφαρμογές πριν και μετά την άνθηση (Σωτηρόπουλος 2015).

Σε συνέδριο στον Καναδά με θέμα τη συγκριτική θρέψη μεταξύ μήλων και κερασιών σε οπωρώνες με υψηλή παραγωγή προτάθηκε η χορήγηση 5-13 kg N ανά στρέμμα για τη καλλιέργεια των κερασιών. Πιο συγκεκριμένα αναφέρθηκε πως, ενώ υπάρχει πληθώρα ερευνών για τη θρέψη της καλλιέργειας του μήλου, δεν υπάρχουν τόσες έρευνες για το κεράσι, όμως παρόμοια λογική εφαρμόζεται και στις δύο καλλιέργειες. Επιπλέον σημειώθηκε πως η πρόσληψη του N από τις ρίζες πραγματοποιείται κυρίως μετά την άνθηση για την προώθηση ανάπτυξης τόσο βλαστών, όσο και καρπών. Το N εισέρχεται στους καρπούς μετά τις κυτταρικές διαιρέσεις (μετά τις πρώτες 4 εβδομάδες από την πλήρη άνθιση). Στην κερασιά, όσον αφορά τον P, η ετήσια θρέψη προτείνεται στα 20 g το δέντρο στα τέλη Απριλίου και το K στα 14-31 g το δέντρο τον Ιούνιο (Neilsen and Neilsen 2008). Στην ίδια έρευνα έλαβε χώρα πείραμα με τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις N που είναι οι εξής: χαμηλή χορήγηση με περίπου 6,3 kg N στο στρέμμα, μέση χορήγηση με 12,6 kg N στο στρέμμα, και υψηλή χορήγηση με 25,4 kg N στο στρέμμα. Όλες οι εφαρμογές N πραγματοποιήθηκαν μετά την πλήρη άνθιση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η υψηλή χορήγηση N αύξησε τη συγκέντρωση του N στα φύλλα και τους καρπούς, όμως μείωσε την ανάπτυξη των δέντρων. Επιπλέον, σε χρονιά με υψηλή παραγωγή καρπών το N σε αυτούς μειώθηκε. Πρέπει να σημειωθεί πως οι διαφορετικές αζωτούχες αγωγές δεν επηρέασαν ούτε τη σκληρότητα ούτε τη γλυκύτητα των καρπών. Η μόνη σημαντική διαφορά φαίνεται πως είναι η μείωση της οξύτητας των φρούτων με υψηλή χορήγηση N. Τέλος πρέπει να σημειωθεί πως μέσα από τα χρόνια έρευνας διαπιστώθηκε πως υψηλή συγκέντρωση N δεν μεταφράζεται απαραίτητα και σε υψηλές αποδόσεις.

Το Πολιτειακό Πανεπιστήμιο της Ουάσινγκτον για τη διαχείριση των θρεπτικών στοιχείων στη κερασιά αρχικά προτείνει τον υπολογισμό των θρεπτικών με βάση την προβλεπόμενη απόδοση της καλλιέργειας λαμβάνοντας υπόψη τόσο το έδαφος όσο και το νερό άρδευσης. Σημαντικό ρόλο για την εποχή εφαρμογής των θρεπτικών στοιχείων διαδραματίζει ο βαθμός κινητικότητάς τους στο έδαφος. Η ακόλουθη λιπαντική αγωγή αφορά έναν τόνο παραγόμενου προϊόντος. Το N είναι απαραίτητο για την κερασιά και ειδικά για οπωρώνες με υψηλή παραγωγικότητα, προτείνονται 4,5-6,5 kg N (ανά τόνο παραγόμενου προϊόντος) με τη χρήση ανόργανων λιπασμάτων όπως το νιτρικό ασβέστιο και το φωσφορικό μονοαμμώνιο και εφαρμογή τους από την πτώση πετάλων έως και ένα μήνα πριν τη συγκομιδή. Για την κάλυψη των αναγκών σε P και K, απαιτούνται 0,7 kg P και 4,2 kg K ανά τόνο παραγόμενου προϊόντος, αντίστοιχα. Όσον αφορά το Ca η κερασιά χρειάζεται 2,7- 5,4 kg Ca ανά τόνο παραγόμενου προϊόντος και η εφαρμογή του στο διάστημα πριν τη συγκομιδή μειώνει το φαινόμενο του σχισίματος των

καρπών. Για τα υπόλοιπα στοιχεία όπως το Mg, S και B γίνεται εφαρμογή μόνο μετά από εμφάνιση τροφοπενιών από το φυτό (Sallato 2021).

1.9 Έρευνες θρέψης σε άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες

Σε οπωρώνα με ώριμες αχλαδιές χρησιμοποιήθηκε η ίδια ποσότητα αζωτούχου λίπανσης σε διαφορετικό χρόνο κατά την ίδια καλλιεργητική περίοδο. Ο στόχος αφορούσε τη βελτίωση της θρέψης σε N, καθώς και τη μελέτη των συνεπειών του χρόνου εφαρμογής στη διαχείριση του N από το δέντρο. Οι εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν φθινόπωρο, άνοιξη και καλοκαίρι. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στη βιομάζα των τμημάτων του δέντρου, στην απόδοση σε καρπούς και στη συνολική συγκέντρωση N στο δέντρο. Όσον αφορά τη μετακίνηση του N, το N που εφαρμόστηκε το φθινόπωρο φαίνεται πως έμεινε στο έδαφος ολόκληρο τον χειμώνα και την άνοιξη απορροφήθηκε και μοιράστηκε στα φύλλα, τους καρπούς και τους βλαστούς. Το N που εφαρμόστηκε την άνοιξη πήγε απευθείας στους αναπτυσσόμενους καρπούς. Τέλος το N που χορηγήθηκε το καλοκαίρι παρέμεινε στις ρίζες το χειμώνα και χρησιμοποιήθηκε από το φυτό την ερχόμενη άνοιξη (Jiang et al. 2020).

Αξιολόγηση του χρόνου εφαρμογής αζωτούχων λιπασμάτων πραγματοποιήθηκε και στην καλλιέργεια της ροδακινιάς. Η εφαρμογή έγινε είτε το φθινόπωρο είτε την άνοιξη. Τόσο τα δέντρα που δέχτηκαν φθινοπωρινή λίπανση όσο και τα δέντρα που δέχτηκαν την ανοιξιάτικη εμφάνισαν συγκρίσιμη ανάπτυξη βλαστών, μέγεθος καρπών και απόδοση. Συνεπώς, η απορρόφηση N από τα φύλλα, ακόμα και χωρίς φθινοπωρινή χορήγηση, εξασφαλίζει επαρκές N για την αρχική ανάπτυξη (Niederholzer et al. 2001).

Πειραματική διαδικασία που αφορούσε καλλιέργειες ροδακινιάς, δαμασκηιάς και κερασιάς προσδιόρισε την επίδραση τόσο της άρδευσης όσο και της διαφορετικής λίπανσης. Όσον αφορά την άρδευση η διαφοροποίηση ήταν σε αρδευόμενα και μη δέντρα. Για τον παράγοντα λίπανση η κερασιά και η δαμασκηιά είχαν τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις: 0 kg NPK, 13 kg NPK (4+3+6) το στρέμμα και 26 kg NPK (8+6+12) το στρέμμα. Επίσης, και η ροδακινιά είχε τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις: 0 kg NPK, 13 kg NPK (4+3+6) το στρέμμα και 26 kg NPK (8+6+12) το στρέμμα. Τα αποτελέσματα αναφέρουν πως με την άρδευση οι καρποί της ροδακινιάς εμφάνισαν μειωμένη περιεκτικότητα σε N και οι καρποί της κερασιάς και της δαμασκηιάς εμφάνισαν χαμηλότερη συγκέντρωση νιτρικών αλάτων. Επιπλέον αποτελέσματα της άρδευσης είναι η αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα και βιταμίνη C στην ξηρά ουσία των καρπών της ροδακινιάς, αλλά και η μείωση των σακχάρων στους καρπούς των κερασιών. Σε όλες τις διαφορετικές λιπαντικές αγωγές παρουσιάστηκε αύξηση στη συγκέντρωση του N στους καρπούς όλων των δέντρων. Στους καρπούς δαμασκηιάς η

υψηλή δόση λιπασμάτων είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία στους καρπούς, ενώ στα κεράσια προκάλεσε μείωση στη συνολική συγκέντρωση σακχάρων στο νωπό καρπό (Jaroszewska 2011).

Ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε σε οπωρώνα με ώριμες μηλιές για την αξιολόγηση της επίδρασης της λίπανσης με N και K. Οι λιπαντικές αγωγές αποτελούνταν από όλους τους δυνατούς συνδυασμούς N και K₂O στις ποσότητες 0, 5, 10, 20 kg το στρέμμα ετησίως. Πιο συγκεκριμένα, το K εφαρμόστηκε ως χλωριούχο κάλιο μετά τη συγκομιδή, ενώ το N ως ουρία 50% μετά τη συγκομιδή και 50% τη νέα καλλιεργητική περίοδο. Οι εφαρμογές N παρουσίασαν αρνητικά αποτελέσματα στο χρώμα, την περιεκτικότητα σε σάκχαρα και τη σκληρότητα σάρκας. Αντιθέτως, η λίπανση με K βελτίωσε την ποιότητα των καρπών με μόνη εξαίρεση τη μείωση της σκληρότητας σάρκας (Nava et al. 2008).

Σε εμπορικό οπωρώνα με ροδακινιές διεξήχθη πείραμα για τον προσδιορισμό της επίδρασης του P. Τα δέντρα δέχτηκαν αυξανόμενες δόσεις P από 0, 2, 4, ή 8 kg P₂O₅ το στρέμμα. Για την αξιολόγηση αναλύθηκαν τόσο δείγμα εδάφους όσο και φύλλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η εφαρμογή P αύξησε τη συγκέντρωση αυτού στο έδαφος χωρίς όμως να επηρεάσει ούτε τη συγκέντρωση του P στα φύλλα, ούτε την παραγωγικότητα και την απόδοση των δέντρων. Έτσι από την έρευνα προέκυψε πως εδάφη με μέτρια έως υψηλή περιεκτικότητα σε P δεν απαιτούν την εφαρμογή αυτού του θρεπτικού στοιχείου (Navroski et al. 2019).

1.10 Περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος της αλόγιστης χρήσης λιπασμάτων

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο ο αγροτικός τομέας ενδιαφέρεται για το περιβαλλοντικό κόστος της παραγωγής των προϊόντων του. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται με τη δημιουργία της ενεργειακής ανάλυσης καθώς και το αποτύπωμα άνθρακα της καλλιέργειας. Σε σύγκριση με την αλόγιστη χρήση λιπασμάτων, μια ορθή λίπανση θα μείωνε το περιβαλλοντικό κόστος αφού θα περιόριζε τόσο τα σκευάσματα όσο και τη χρήση των μέσων με τα οποία αυτά εφαρμόζονται στον αγρό (γεωργικός ελκυστήρας, λιπασματοδιανομέας, βυτίο).

Αποτύπωμα άνθρακα που πραγματοποιήθηκε για τα κεράσια με πεδίο από τον αγρό έως το κατάστημα πώλησης, έδειξε πως όσον αφορά τον αγρό οι κύριες επιπτώσεις προέρχονται από την ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για άρδευση και υδρολίπανση (15,84% του συνόλου), μεταφορά της κοπριάς (6,42% του συνόλου), αναμόχλευση εδάφους (4,83% του συνόλου), καθώς και από την παραγωγή των αζωτούχων λιπασμάτων (4,28% του συνόλου) (Rana et al. 2019).

Από την οπτική του οικονομικού κόστους, στόχος κάθε παραγωγού είναι η παραγωγή καλύτερης ποιότητας καρπών με όσο χαμηλότερο κόστος γίνεται και πάντα σεβόμενος το περιβάλλον. Με τη χρήση υπερβολικών ποσοτήτων λιπασμάτων σε σχέση με τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας, το κόστος αυξάνεται χωρίς να προσδίδει όμως θετικές επιδράσεις στο τελικό προϊόν και συνεπώς στον παραγωγό. Με τον ερχομό του 2022 οι τιμές των λιπασμάτων και ιδιαίτερα των αζωτούχων φαίνεται πως αυξάνονται σημαντικά, ως συνέπεια πολλών παραγόντων.

Δεδομένα αμερικανών οικονομολόγων δείχνουν πως σε σύγκριση με το Σεπτέμβριο του 2020, η αμμωνία έχει αυξηθεί κατά 210%, η ουρία κατά 155% και το φωσφορικό μονοαμμώνιο κατά 125%. Με τις ανωτέρω αυξήσεις η αγορά λιπασμάτων αρχίζει να προκαλεί έντονη ανησυχία για τους παραγωγούς (Myers and Nigh 2021).

1.11 Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Η χώρα μας και συγκεκριμένα η Βόρεια Ελλάδα παράγει και εξάγει σημαντικές ποσότητες κερασιών. Δεδομένου αυτού πειράματα για τη βελτίωση της καλλιέργειας θα βοηθούσαν πολλούς παραγωγούς. Εφόσον είναι γνωστές οι ανάγκες ενός οπωρώνα, η χρήση μεγαλύτερων ποσοτήτων λιπασμάτων δεν ωφελεί ούτε το περιβάλλον ούτε το τελικό κέρδος του παραγωγού. Συνεπώς η ερευνητική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη βελτίωση της λιπαντικής αγωγής σε ποσότητα και εποχή εφαρμογής όσον αφορά την αζωτούχο λίπανση.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχή πειράματος, δενδροκομικά στοιχεία και συνθήκες ανάπτυξης.

Το πείραμα διήρκησε δύο καλλιεργητικές περιόδους και πιο συγκεκριμένα τα έτη 2019 και 2020 στην περιοχή Καζάν Μπουνάρ της περιοχής της Έδεσσας του Νομού Πέλλας. Το κλίμα είναι μεσογειακού τύπου και χαρακτηρίζεται από ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και δροσερούς και υγρούς χειμώνες. Η μέση ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι οι 30 °C, ενώ η μέση ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία κατά τους χειμερινούς μήνες είναι ο 1 °C. Ο μέσος ετήσιος υετός της περιοχής ανέρχεται στα 433 mm.

Ο πειραματικός αγρός αφορά κεράσια (*Prunus avium* L.) σε έδαφος μέσης σύστασης, πηλοαμμώδες. Πριν την έναρξη της μελέτης συλλέχθηκε δείγμα εδάφους (Δεκέμβριος 2018) από την επιφάνεια του αγρού (0-30 cm) και δόθηκε για ανάλυση. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους αναγράφονται στον κατωτέρω πίνακα.

Παράμετρος	Αποτέλεσμα - Μονάδα
Άμμος	54,7%
Ιλύς	25,3%
Άργιλος	20%
pH	8,2
Ολικό CaCO ₃	6,8%
Οργανική ουσία	3,2%
Ειδ. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)	0,98 mS/cm
Μαγνήσιο Mg	234 mg/Kg
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃	3,6 mgN-NO ₃ /Kg
Φώσφορος P	23,3 mg/Kg
Κάλιο K	211 mg/Kg
Χαλκός Cu	14 mg/Kg
Ψευδάργυρος Zn	3,18 mg/Kg
Μαγγάνιο Mn	7,2 mg/Kg
Σίδηρος Fe	16,5 mg/Kg
Βόριο B	0,78 mg/Kg
Νάτριο Na	<100 mg/Kg

Τα δέντρα του οπωρώνα ήταν ηλικίας 12 ετών, ποικιλίας Black Star σε υποκείμενο CAB και διαμορφωμένα σε κύπελλο. Οι αποστάσεις φύτευσης τους είναι 4,5 m πάνω στη γραμμή και 5,5 m μεταξύ των γραμμών. Τα δέντρα διατηρούνται σε ικανοποιητικό μέγεθος με το κλάδεμα που γίνεται ετησίως τον Φεβρουάριο με βράχυνση επιλεγμένων κλάδων στο 1/3 του αρχικού μεγέθους, καθώς και αφαίρεση των νεκρών και σπασμένων κλαδίσκων. Στον πειραματικό οπωρώνα η υγρασία του εδάφους διατηρείται σε επιθυμητά επίπεδα με την άρδευση τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο.

Η συχνότητα της άρδευσης είναι περίπου ανά 15 μέρες και κάθε πότισμα διαρκεί 4 ώρες χρησιμοποιώντας δύο μπεκ των 250 L που βρίσκονται 1 m εκατέρωθεν του κάθε δέντρου. Οι έλεγχοι των παρασίτων και των παθογόνων πραγματοποιήθηκαν με βάση τα στοιχεία των εντομοπαγίδων και την ανάλυση των μετεωρολογικών δεδομένων, αντίστοιχα. Τα ζιζάνια διαχειρίζονται τόσο με μηχανικά όσο και χημικά μέσα, πιο συγκεκριμένα γίνεται κοπή τους 5 φορές το χρόνο αλλά και χρήση Glyphosate και MCPA 4 φορές το χρόνο μόνο στη ζώνη 1 m γραμμικά κατά μήκος της σειράς φύτευσης των δέντρων.

2.2 Η διάταξη του πειράματος και οι διαφορετικές λιπαντικές αγωγές.

Κατά τη διάρκεια του διετούς πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια δέντρα για την εφαρμογή των συγκεκριμένων λιπαντικών ποσοτήτων με βάση το πρωτόκολλο λίπανσης. Για τη μελέτη αυτή έγινε επιλογή 3 block των 5-10 δέντρων για κάθε μεταχείριση και υπήρχε σειρά buffer μεταξύ τους. Σε κάθε block επιλέχθηκε μια σειρά 10 δέντρων που αφορούσε τον μάρτυρα και μια σειρά πάλι 10 δέντρων με 5 δέντρα εναλλακτικής λίπανσης και 5 δέντρα χωρίς αζωτούχο λίπανση. Τα δέντρα αυτά ήταν εύρωστα, ομοιόμορφα και της ίδιας ποικιλίας. Πραγματοποιήθηκε σήμανση των δέντρων και όλες οι παρατηρήσεις και μετρήσεις αφορούσαν δύο συγκεκριμένα δέντρα συγκεκριμένης σειράς μεταχείρισης ανά block.

2.2.1 Λίπανση μάρτυρα

Η λίπανση του μάρτυρα αφορά τη λίπανση που ο παραγωγός εφαρμόζει ήδη στον οπωρώνα και περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Βασική λίπανση: εφαρμόζεται από 20 Φεβρουαρίου έως 10 Μαρτίου. Τύπος 12-12-17 +2MgO + ιχνοστοιχεία σε ποσότητα 1,3 kg το δέντρο
- Επιφανειακή λίπανση:
 - > Με την περάτωση της άνθησης Nitrobor 0,3 kg το δέντρο
 - > 15 μέρες πριν την προβλεπόμενη ημερομηνία συγκομιδής νιτρικό κάλιο 0,3 kg το δέντρο
- Διαφυλλική λίπανση:
 - > 1-5 Μαρτίου: Bor Feed 1 L/ tn
 - > 10-15 Απριλίου: φύκη και αμινοξέα 2 lt/tn (N-ergy)
 - > 10-25 Απριλίου: Zion 1 L /tn (2 φορές με διαφορά εφαρμογής 10 ημέρες)
 - > 25 Μάη: σιλικόνη 5 L/tn profert silk και ασβέστιο 2,5 L/tn eurocal
 - > 1-5 Ιούνη: σιλικόνη 5 L/tn profert silk και ασβέστιο 2,5 L/tn eurocal
 - > 20-25 Σεπτεμβρίου: Zion 1 L/tn και Bor Feed 2 L/tn
 - > 30 Σεπτεμβρίου: 10 kg/tn ουρία (technical urea)

2.2.2 Εναλλακτική λίπανση

- Βασική λίπανση: Αρχές Μαρτίου εφαρμογή 0,5 kg Patent-Kali το δέντρο
- Επιφανειακή λίπανση:
 - > Με την περάτωση της άνθησης Nitrobor 0,3 kg το δέντρο
 - > 15 μέρες πριν την προβλεπόμενη ημερομηνία συγκομιδής νιτρικό κάλιο 0,3 kg το δέντρο
 - > Μετά τη συγκομιδή και έως μέσα Αυγούστου εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας σε 2 εφαρμογές με 150 g N ανά δέντρο ανά εφαρμογή.
- Διαφυλλική λίπανση:
 - > 1-5 Μαρτίου: Bor Feed 1 L/ tn
 - > 10-15 Απριλίου: φύκη και αμινοξέα 2 L/tn (N-ergy)
 - > 10-25 Απριλίου: Zion 1 L /tn (2 φορές με διαφορά εφαρμογής 10 ημέρες)
 - > 1-5 Μάη: φωσφορικό μονοαμμώνιο 5 kg/tn
 - > 20-25 Μάη: φωσφορικό μονοαμμώνιο 5 kg/tn
 - > 25 Μάη: σιλικόνη 5 L/tn profert silk και ασβέστιο 2,5 L/tn eurocal
 - > 1-5 Ιούνη: σιλικόνη 5 L/tn profert silk και ασβέστιο 2,5 L/tn eurocal
 - > 20-25 Σεπτεμβρίου: Zion 1 L/tn και Bor Feed 2 L/tn

2.2.3 Λίπανση χωρίς άζωτο (πριν τη συγκομιδή)

- Βασική λίπανση: Αρχές Μαρτίου εφαρμογή 0,5 kg Patent-Kali το δέντρο
- Επιφανειακή λίπανση:
 - > Με την περάτωση της άνθησης 0,3 kg Patent-Kali το δέντρο
 - > Μετά τη συγκομιδή και έως μέσα Αυγούστου εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας σε 2 εφαρμογές με 150 g N ανά δέντρο ανά εφαρμογή.
- Διαφυλλική λίπανση:
 - > 1-5 Μαρτίου: Bor Feed 1 L/ tn
 - > 10-15 Απριλίου: φύκη και αμινοξέα 2 L/tn (N-ergy)
 - > 10-25 Απριλίου: Zion 1 L /tn (2 φορές με διαφορά εφαρμογής 10 ημέρες)
 - > 25 Μάη: σιλικόνη 5 L/tn profert silk και ασβέστιο 2,5 L/tn eurocal
 - > 1-5 Ιούνη: σιλικόνη 5 L/tn profert silk και ασβέστιο 2,5 L/tn eurocal
 - > 20-25 Σεπτεμβρίου: Zion 1 L/tn και Bor Feed 2 L/tn

Αναλυτικά τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν:

- 12-12-17 +2MgO + ιχνοστοιχεία: είναι ένα σύνθετο λίπασμα που αποτελείται από 12% ολικό N (5% νιτρικό και 7% αμμωνιακό), 12% P₂O₅, 17% K₂O, 2% MgO και ιχνοστοιχεία.
- Nitabor: είναι ένα κοκκώδες λίπασμα που αποτελείται από 15,5% N (νιτρικό 14,1% και αμμωνιακό 1,3%), 25,6% CaO και 0,3% B.
- Νιτρικό κάλιο: είναι ένα πλήρως υδατοδιαλυτό λίπασμα που αποτελείται από 13% N (ως NO₃⁻) και 45% K (ως K₂O).
- Φωσφορικό μονοαμμώνιο: είναι ένα κρυσταλλικό υδατοδιαλυτό λίπασμα που αποτελείται από 12% NH₄ και 61% P₂O₅.
- Profert silk: υγρό λίπασμα πυριτίου καλίου με 12,5% K και 26% Si.
- Eurocal: υγρό λίπασμα με 9% N, 1% MgO, 15% CaO, 0,2% B, 0,4% Mn και 0,01% Zn.
- Patent-Kali: υδατοδιαλυτό λίπασμα που αποτελείται από 30% K₂O, 10% MgO και 42,5% SO₃.
- Νιτρική αμμωνία: είναι κρυσταλλικό λίπασμα που αποτελείται από 33,5% N (16,9% νιτρικό και 16,6% αμμωνιακό).
- N-Ergy: διαφυλλικό με Βόριο 7,2%, Μολυβδαίνιο 0,45%, εκχύλισμα φυκιών του είδους *Ascophyllum nodosum* και επιλεγμένα αμινοξέα (προλίνη, μεθειονίνη, αργινίνη, ασπαρτικό και γλουταμικό οξύ).
- Zion: Υγρό λίπασμα, συμπυκνωμένου μονοϋδρικού θειικού Ψευδαργύρου (ZnSO₄-H₂O) που αποτελείται από Zn: 9,4% , Υδατοδιαλυτό Θείο: 4,7%.
- Technical urea: 46-0-0 για διαφυλλική εφαρμογή

2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου και αγρού.

Μετρήσεις στα χαρακτηριστικά φύλλων 2019 και 2020.

Το 2019 μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά των φύλλων δύο εποχές (η πρώτη μέτρηση έγινε στις 30/05/2019 και η δεύτερη 10/09/2019). Και το έτος 2020 έγιναν μετρήσεις των χαρακτηριστικών των φύλλων σε 2 εποχές (η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε 27-05-2020, ενώ η δεύτερη 28-09-2020).

Για κάθε μία μέτρηση χαρακτηριστικών των φύλλων ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Συλλογή από τον αγρό των προς ανάλυση δειγμάτων 1-2 ημέρες πριν. Πιο συγκεκριμένα για τα φύλλα έγινε συλλογή 6 φύλλων σε υγιή κατάσταση από κάθε δέντρο και τοποθέτησή τους σε ξεχωριστή πλαστική σακούλα (6 δέντρα-επαναλήψεις ανά μεταχείριση). Τα φύλλα συλλέχθηκαν από το μέσο των ετήσιων βλαστών περιμετρικά της κόμης κάθε δέντρου. Κάθε σακούλα αποτελούσε μια επανάληψη. Με τον ίδιο τρόπο πάρθηκαν δείγματα από έξι δέντρα κάθε μεταχείρισης. Έτσι προέκυψαν 6 σακουλάκια-επαναλήψεις για

τον μάρτυρα, 6 για την εναλλακτική λίπανση και 6 για τη λίπανση χωρίς άζωτο. Αφού τα σακουλάκια κλείστηκαν προσεκτικά τοποθετήθηκαν στο ψυγείο και έπειτα οδηγήθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας όπου και πραγματοποιήθηκε η ανάλυσή τους.

Μέτρηση χαρακτηριστικών φύλλων.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των φύλλων στο εργαστήριο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), του ειδικού βάρους φύλλου (ΕΙΔΒΑΡ) και της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη.

Προσδιορισμός ξηράς ουσίας και ειδικού βάρους φύλλου.

Για τον προσδιορισμό του ποσοστού % της ξηράς ουσίας φύλλου (% ΞΟ) χρησιμοποιήθηκε διακορευτής διαμέτρου 9,3 mm έτσι ώστε από τα 6 φύλλα της κάθε επανάληψης να ληφθούν 12 δίσκοι ελάσματος φύλλου. Έπειτα οι δίσκοι ελάσματος ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών (μοντέλο ALS 220-4, Kern, Balingen, Germany) και σημειωνόταν το νωπό τους βάρος (NB). Ακολούθησε η ξήρανση των φυτικών δίσκων σε εργαστηριακό ξηραντήρα (Memmert, Schwabach, Germany) στους 80 °C, έως ότου οι δίσκοι να θρυμματίζονται εύκολα με απλή πίεση. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ζύγιση των ξηρών δίσκων και λήψη του ξηρού τους βάρους (ΞΒ). Γνωρίζοντας τόσο το NB όσο και το ΞΒ με τη χρήση του τύπου $\% \Xi\text{O} = [(\Xi\text{B})/(\text{NB})] \times 100$ προσδιορίστηκε το ποσοστό % ΞΟ του φύλλου.

Για τον υπολογισμό του ειδικού βάρους φύλλου (ΕΙΔΒΑΡ) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $\text{ΕΙΔΒΑΡ} = (\Xi\text{B})/(\text{επιφάνεια } 12 \text{ δίσκων})$ και εκφράστηκε σε g cm^{-2} .

Προσδιορισμός χλωροφύλλης φύλλου.

Για το προσδιορισμό της συγκέντρωσης χλωροφύλλης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Wintermans and Motts (1965). Πιο συγκεκριμένα, με διακορευτή διαμέτρου 5,8 mm κόπηκαν 6 δίσκοι ελάσματος φύλλου, ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε screw top δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε 15 mL αιθανόλης 95%. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν τα πώματα και οι σωλήνες διατηρήθηκαν για μία περίπου ώρα σε υδατόλουτρο στους 80 °C μέχρι τα ελάσματα να αποχρωματιστούν πλήρως. Αφού επήλθε ο αποχρωματισμός, οι σωλήνες απομακρύνθηκαν από το υδατόλουτρο και τοποθετήθηκαν σε σκοτεινό σημείο με θερμοκρασία δωματίου ώστε να ψυχθούν. Έπειτα, για καλύτερη ομοιομορφία έγινε ανακίνηση κάθε σωλήνα με τη χρήση Vortex (μοντέλο Snijders Scientific Tilburg, Holland) και ποσότητα διαλύματος τοποθετούνταν σε κρυσταλλική κυψελίδα ώστε να πραγματοποιηθεί μέτρηση της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd) στα 665 και 649 nm. Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη α

(χλωρ. α) και β (χλωρ. β) σε $\mu\text{g mL}^{-1}$ αιθανόλης, σε mg g^{-1} ΞO , 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). Οι τύποι για τον υπολογισμό της χλωρ. α και χλωρ. β σε $\mu\text{g mL}^{-1}$ αιθανόλης είναι Χλωρ. α: $13,7 * A665 - 5,76 * A649$ και Χλωρ. β: $25,8 * A649 - 7,6 * A665$, αντίστοιχα.

Μετρήσεις ποιότητας καρπών 2019 και 2020.

- Για το έτος 2019: η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε 13/06/2019 και οι μετρήσεις του εργαστηρίου 18/06/2019.
- Για το έτος 2020: η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε 07/06/2020 και οι μετρήσεις του εργαστηρίου 10/06/2020.

Και τις δύο χρονιές ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Αρχικά έγινε συλλογή από τον αγρό των προς ανάλυση δειγμάτων. Συλλέχθηκαν 15-20 καρποί κερασιού από το καθένα από τα 6 διαφορετικά δέντρα των 3 μεταχειρίσεων. Οι καρποί της κάθε επανάληψης τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστό πλαστικό δοχείο, έπειτα στο ψυγείο μέχρι να οδηγηθούν προς ανάλυση στο Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Ποιότητα καρπών.

Όσον αφορά την ποιότητα των καρπών στο εργαστήριο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για το βάρος των καρπών, την ξηρά ουσία της σάρκας, το χρώμα του φλοιού, την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, την οξύτητα του χυμού, τη δύναμη απόσπασης ποδίσκου και το σχίσιμο καρπού. Αναλυτικά:

- Βάρος καρπού (νωπό): σε κάθε επανάληψη χρησιμοποιήθηκαν 6 καρποί, οι οποίοι και ζυγίστηκαν σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με 2 δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany). Υπολογίστηκε το βάρος ανά καρπό.
- Ξηρά ουσία καρπού (%): αφού πρώτα ζυγίστηκε το νωπό βάρος του περικαρπίου μερικών καρπών της κάθε επανάληψης, τοποθετήθηκαν στον εργαστηριακό ξηραντήρα (Memmert, Schwabach, Germany) στους $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Μετά το πέρας της ξήρανσης των τεμαχίων, αυτά ζυγίστηκαν για το ξηρό τους βάρος. Έπειτα υπολογίστηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας.
- Χρώμα φλοιού: για τον προσδιορισμό του χρώματος του φλοιού των καρπών χρησιμοποιήθηκε το χρωματόμετρο Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan). Η μέτρηση του χρώματος έγινε σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (L^* , a^* , b^*). Στη συγκεκριμένη περίπτωση μετρήθηκαν οι παράμετροι L^* , καθαρότητα C^* (Chroma), και απόχρωση Hue, πραγματοποιώντας δύο μετρήσεις στον

ισημερινό κάθε καρπού (στα δύο αντιδιαμετρικά μάγουλα). Η παράμετρος φωτεινότητας L^* κυμαίνεται από μαύρο $L^*=0$ έως λευκό $L^*=100$. Το ακριβές, πραγματικό χρώμα στους έγχρωμους καρπούς δίνεται από το συνδυασμό των παραμέτρων C^* και Hue. Το C^* δείχνει την ένταση του χρώματος από το γκρι μέχρι το έγχρωμο, συνεπώς όσο πιο μεγάλη τιμή έχει το C^* , τόσο πιο καθαρό χρώμα έχει και ο καρπός. Από την άλλη, το Hue δείχνει την απόχρωση (Hue=0° εκφράζει το κόκκινο, Hue=90° εκφράζει το κίτρινο, Hue=180° το μπλε-πράσινο και Hue=270° το μπλε) (McGuire 1992).

- Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%): ολόκληρο το περικάρπιο (σάρκα και φλοιός) μερικών καρπών ανά επανάληψη εκχυμώθηκε. Στη συνέχεια με τη χρήση επιτραπέζιου ηλεκτρονικού διαθλασίμετρου ATAGO (Pocket Refractometer Pal-1, Tokyo, Japan) μετρήθηκε η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ ανά επανάληψη.
- Οξύτητα του χυμού (%): για τον προσδιορισμό της οξύτητας του χυμού πραγματοποιήθηκε τιτλοδότηση σε αραιωμένο χυμό (1:10) με 0,1 N NaOH μέχρι pH=8,2 και εκφράστηκε με τη χρήση κατάλληλου συντελεστή σε ποσοστό % περιεκτικότητας μηλικού οξέος.
- Δύναμη απόσπασης ποδίσκου (KgF): η δύναμη απόσπασης ποδίσκου προσδιορίστηκε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού πενετρόμετρου Turoni (53205 Digital Fruit Pressure Tester, Forli, Italy) με τη προσαρμογή ειδικής βάσης για τη συγκράτηση του κερασιού και τράβηγμα του ποδίσκου μέχρι την απομάκρυνσή του από τον καρπό.
- Σχίσσιμο καρπού (%): για τον προσδιορισμό της αντοχής των καρπών όσον αφορά το σχίσσιμο έγινε εμβάπτιση 15 καρπών κάθε επανάληψης σε ξεχωριστό δοχείο πληρωμένο με νερό. Για συνολικό διάστημα 4 ωρών σε κάθε 1 ώρα πραγματοποιούνταν παρατήρηση των καρπών και αφαίρεση αυτών που παρουσίαζαν εμφανές σχίσσιμο.

Το έτος 2019 λόγω καιρικών συνθηκών μεγάλο μέρος της παραγωγής χάθηκε και δεν πραγματοποιήθηκε συγκομιδή για εμπορικούς λόγους, μόνο συλλογή δειγμάτων για τις εργαστηριακές μετρήσεις. Για το έτος 2020 μετρήθηκε η παραγωγή κερασιών κάθε δέντρου που συμμετείχε στο πείραμα. Η συγκομιδή έγινε με το χέρι. Η παραγωγή κάθε δέντρου μαζεύτηκε σε ένα χέρι από έναν εργάτη και οι κουβάδες ζυγίστηκαν σε ηλεκτρονική ζυγαριά.



Εικόνα 1. Στην αριστερή στήλη φαίνονται κατά σειρά οι καρποί του μάρτυρα, της εναλλακτικής λίπανσης και της μη εφαρμογής N μέχρι τη συγκομιδή για το έτος 2019. Ενώ στην δεξιά στείλει παρουσιάζονται με την ίδια σειρά οι καρποί των τριών μεταχειρίσεων για το έτος 2020.

Μετρήσεις στα χαρακτηριστικά βλαστών 2019 και 2020.

Κατά το έτος 2019 έγινε δειγματοληψία βλαστών στις 01/12/2019 και ανάλυση στο εργαστήριο στις 02/12/2019. Το έτος 2020 έγινε δειγματοληψία βλαστών 25/09/2020 και ανάλυση στο εργαστήριο στις 28/09/2020.



Εικόνα 2. Στην πάνω αριστερά εικόνα φαίνονται τα δείγματα βλαστών από τα δέντρα του μάρτυρα. Στην πάνω δεξιά εικόνα φαίνονται τα δείγματα βλαστών της εναλλακτικής λίπανσης και τέλος στην κάτω κεντρική εικόνα είναι τα δείγματα βλαστών της μη εφαρμογής N μέχρι τη συγκομιδή. Τα ανωτέρω δείγματα αφορούν το έτος 2019.

Και τις δύο χρονιές ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Πραγματοποιήθηκε συλλογή ήρεμων σχετικά οριζόντιων βλαστών 30-40 cm ο καθένας περίπου στα 2 m ύψος και περιμετρικά του δέντρου (βλαστών που αναμένονταν να παραμείνουν για την καρποφορία της επόμενης χρονιάς). Έγινε λήψη 3 βλαστών από το κάθε δέντρο ώστε να υπάρχουν συνολικά 18 δείγματα βλαστών ανά μεταχείριση. Έπειτα έγινε σήμανση της κάθε επανάληψης, τοποθέτηση σε σακούλα στο ψυγείο (αφού πρώτα τυλίχθηκε το σημείο κοπής με χαρτί κουζίνας για να μην υπάρχουν απώλειες υγρασίας) και μεταφορά στο εργαστήριο για ανάλυση.

Όσον αφορά τους βλαστούς οι μετρήσεις που πάρθηκαν αφορούσαν το νωπό βάρος βλαστού, το ξηρό βάρος βλαστού, το μήκος του βλαστού και το πλάτος του μεσογονατίου. Μετρήθηκε και το νωπό και ξηρό βάρος των οφθαλμών.

Αναλυτικά, έγινε μέτρηση τόσο του μήκους των βλαστών σε cm με τη βοήθεια χάρακα, όσο και του αριθμού των γονάτων τους. Το πλάτος του μεσογονατίου μετρήθηκε με τη χρήση ηλεκτρονικού παχύμετρου. Για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους των μεσογονατίων τοποθετήθηκαν 10 μεσογονάτια τμήματα από τους βλαστούς κάθε επανάληψης σε προζυγισμένο πετρί σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με 2 δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany). Έπειτα τα δείγματα αυτά παρέμειναν σε εργαστηριακό ξηραντήρα (Memmert, Schwabach, Germany) στους 80 °C μέχρι να επέλθει η ξήρανσή τους. Στη συνέχεια ξανά ζυγίστηκαν για το ξηρό τους βάρος αυτή τη φορά. Γνωρίζοντας τόσο το NB, όσο και το ΞB με τη χρήση του κατάλληλου τύπου προέκυψε το ποσοστό % ΞO = [(ΞB)/(NB)]x100. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τους οφθαλμούς, δηλαδή πρώτα ζυγίστηκαν για το NB, έπειτα αφέθηκαν στον ξηραντήρα και τέλος λήφθηκε το ΞB τους και υπολογίστηκε το ποσοστό % ΞO.

Μετρήσεις αγρού 2020.

Μετρήσεις στον αγρό πραγματοποιήθηκαν μόνο το έτος 2020. Οι μετρήσεις αυτές αφορούσαν την περίμετρο του κορμού (cm), υπολογίστηκε ακτίνα του κορμού (cm) και η επιφάνεια διατομής του, και τη σκίαση φυλλώματος (m²) κάθε δέντρου της κάθε μεταχείρισης. Επιπλέον, μετά το κλάδεμα τον Φεβρουάριο του 2020 ζυγίστηκαν τόσο οι ετήσιοι, όσο και οι πολυετείς βλαστοί που αφαιρέθηκαν με το κλάδεμα από το κάθε δέντρο της κάθε μεταχείρισης και υπολογίστηκε και το συνολικό βάρος κλαδευτικών ανά δέντρο.

2.4 Στατιστική ανάλυση

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παραλλακτικότητας με παράγοντες τον χρόνο δειγματοληψίας και τη μεταχείριση ή μόνο τη μεταχείριση με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS Statistics for Windows, Version 26.0, IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Ο διαχωρισμός των μέσων όρων έγινε με τη μέθοδο Tukey (P < 0,05).

3. Αποτελέσματα

3.1 Αποτελέσματα μετρήσεων 2019

Αποτελέσματα καρπών 2019

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια τιμή της παραμέτρου L*, της καθαρότητας C* και της απόχρωσης hue χρώματος φλοιού με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν τη λίπανση του παραγωγού (μάρτυρας) (Πίν. 3.1.1). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοια τιμή της παραμέτρου L*, της καθαρότητας C* και της απόχρωσης hue χρώματος φλοιού με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού (βάσει των ανωτέρω παραμέτρων) με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.1.1 Χρώμα καρπών κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 18 Ιουνίου 2019. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημ.
Χρώμα φλοιού, παράμετρος L*	28,42	27,50	28,47	NS
Χρώμα φλοιού, καθαρότητα Chroma	14,17	10,51	14,74	NS
Χρώμα φλοιού, απόχρωση Hue	15,59	14,70	14,07	NS

NS μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια μάζα καρπού, μάζα πυρήνα και μάζα ποδίσκου με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν τη λίπανση του παραγωγού (μάρτυρας) (Πίν. 3.1.2). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοια μάζα καρπού, μάζα πυρήνα και μάζα ποδίσκου με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν τη λίπανση του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια μάζα καρπού, μάζα πυρήνα και μάζα ποδίσκου με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά όσον αφορά το ποσοστό % της ξηράς ουσίας σάρκας (περικαρπίου) με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν τη λίπανση του

μάρτυρα (Πίν. 3.1.2). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας σάρκας με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν τη λίπανση του μάρτυρα. Τέλος οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας σάρκας με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν χαμηλότερο ποσοστό % εδώδιμου από τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν τη λίπανση του μάρτυρα, ενώ οι καρποί που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν ενδιάμεσες τιμές ποσοστού % εδώδιμου (Πίν. 3.1.2).

Πίνακας 3.1.2 Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπών κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 18 Ιουνίου 2019. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
Μάζα καρπού (g)	8,36	7,89	7,89	NS
Μάζα πυρήνα (g)	0,48	0,51	0,48	NS
Μάζα ποδίσκου (g)	0,52	0,58	0,56	NS
ΞΟ περικαρπίου (%)	21,61	22,71	21,73	NS
Εδώδιμο (%)	93,68a	92,76b	93,07ab	*

* σημαντικότητα 5%, NS μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) στον χυμό τους με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοια ΔΣΣ στον χυμό τους με τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) στον χυμό τους με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Η οξύτητα των καρπών των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από την οξύτητα των καρπών του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3). Η οξύτητα των καρπών των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή επίσης δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από την οξύτητα των καρπών του μάρτυρα. Τέλος, η οξύτητα των καρπών των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση δεν διέφερε στατιστικά

σημαντικά από την οξύτητα των καρπών των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή εμφάνισαν χαμηλότερη τιμή σχέσης διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ) προς οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3), με τους καρπούς που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση να εμφανίζουν ενδιάμεση τιμή σχέσης διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ) προς οξύτητα.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη δύναμη απόσπασης του ποδίσκου από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης υψηλότερη δύναμη απόσπασης του ποδίσκου από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν χαμηλότερη δύναμη απόσπασης του ποδίσκου από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό σχισίματος καρπού με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοιο ποσοστό σχισίματος καρπού με τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό σχισίματος καρπού με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.1.3 Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπών κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 18 Ιουνίου 2019. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
ΔΣΣ (%)	20,,32	19,66	18,88	NS
Οξύτητα (%)	1,31	1,35	1,33	NS
ΔΣΣ / Οξύτητα	15,53a	14,55ab	14,18b	*
Δύναμη απόσπασης ποδίσκου (Kg)	0,23c	0,30b	0,38a	***
Σχίσσιμο καρπού (%)	10,00	9,44	11,95	NS

* σημαντικότητα 5%, *** σημαντικότητα 1 %, NS μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Αποτελέσματα χαρακτηριστικά φύλλων 2019

Συνολικά, τον Σεπτέμβριο 2019 τα φύλλα της κερασιάς είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου από τον Μάιο 2019 (Πίν. 3.1.4). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου με τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή και αυτά με τη σειρά τους είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Αυτά τα αποτελέσματα ισχύουν μόνο για τον Σεπτέμβριο, ενώ τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα, με τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή να έχουν ενδιάμεσες τιμές ποσοστού % ξηράς ουσίας φύλλου.

Συνολικά, τον Σεπτέμβριο 2019 τα φύλλα της κερασιάς είχαν υψηλότερο ειδικό βάρος φύλλου από τον Μάιο 2019 (Πίν. 3.1.4). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν υψηλότερο ειδικό βάρος φύλλου από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και αυτά με τη σειρά τους είχαν υψηλότερο ειδικό βάρος φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα. Τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν υψηλότερο ειδικό βάρος από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση, ενώ τα φύλλα του μάρτυρα είχαν ενδιάμεσες τιμές ειδικού βάρους. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή και τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο μεταξύ τους ειδικό βάρος φύλλου και υψηλότερο από τα φύλλα του μάρτυρα.

Συνολικά, τον Μάιο 2019 τα φύλλα της κερασιάς είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τον Σεπτέμβριο 2019 (Πίν. 3.1.4). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και αυτά με τη σειρά τους είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας και υψηλότερη από τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα του μάρτυρα, με τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο

λίπανση μέχρι τη συγκομιδή να έχουν ενδιάμεσες τιμές συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας.

Συνολικά, τον Μάιο 2019 τα φύλλα της κερασιάς είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τον Σεπτέμβριο 2019 (Πίν. 3.1.4). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας μεταξύ τους και υψηλότερη από τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Αυτές οι διαφορές ισχύουν μόνο για τον Μάιο, ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα του μάρτυρα, με τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή να έχουν ενδιάμεσες τιμές.

Συνολικά, τον Μάιο 2019 τα φύλλα της κερασιάς είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τον Σεπτέμβριο 2019 (Πίν. 3.1.4). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα του μάρτυρα και αυτά με τη σειρά τους μικρότερη από τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Τον Μάιο τα φύλλα της εναλλακτικής λίπανσης και του μάρτυρα είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας μεταξύ τους και υψηλότερη από τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Ενώ τον Σεπτέμβριο, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή και τα φύλλα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας μεταξύ τους και μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα.

Συνολικά, τα φύλλα της κερασιάς τον Μάιο 2019 είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β από τον Σεπτέμβριο 2019 (Πίν. 3.1.4). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση είχαν παρόμοια σχέση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση είχαν επίσης παρόμοια σχέση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β. Αυτές οι ομοιότητες βρέθηκαν μόνο τον Μάιο, καθώς τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή και του μάρτυρα είχαν παρόμοια σχέση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β μεταξύ τους και μικρότερη από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση.

Συνολικά, τα φύλλα της κερασιάς τον Μάιο 2019 είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου με τον Σεπτέμβριο 2019 (Πίν. 3.1.4). Τα φύλλα του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Μάιο σε σχέση με τον Σεπτέμβριο. Τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Μάιο. Τέλος, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση τον Μάιο σε σχέση με τον Σεπτέμβριο. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και υψηλότερη από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση. Αυτές οι διαφορές βρέθηκαν μόνο τον Μάιο, καθώς τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση, με τα φύλλα του μάρτυρα να έχουν ενδιάμεσες τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου.

Συνολικά, τα φύλλα της κερασιάς τον Μάιο 2019 είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τον Σεπτέμβριο 2019 (Πίν. 3.1.4). Τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και τα φύλλα του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Μάιο σε σχέση με τον Σεπτέμβριο. Τέλος, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Μάιο. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και μεγαλύτερη από τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Αυτές οι διαφορές βρέθηκαν μόνο τον Μάιο, καθώς τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων της εναλλακτικής λίπανσης είχαν ελαφρά μόνο μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των άλλων δύο μεταχειρίσεων.

Συνολικά, τα φύλλα κερασιάς τον Μάιο 2019 είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου με τον Σεπτέμβριο 2019 (Πίν. 3.1.4). Τα φύλλα του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Μάιο σε σχέση με τον Σεπτέμβριο. Τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Σεπτέμβριο σε σχέση με τον Μάιο. Τέλος, τα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση

συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Μάιο σε σχέση με τον Σεπτέμβριο. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και μεγαλύτερη από τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Αυτές οι διαφορές βρέθηκαν μόνο τον Μάιο, καθώς τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση, ενώ τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα είχαν ενδιάμεσες τιμές συγκέντρωσης συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου.

Πίνακας 3.1.4 Χαρακτηριστικά φύλλων δέντρων κερασιάς ποικιλίας Black Star σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές της καλλιεργητικής περιόδου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν το Μάιο 2019 και το Σεπτέμβριο 2019. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης των φύλλων υπολογίστηκε ανά μονάδα ξηράς ουσίας και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	30 Μαΐου 2019			10 Σεπτεμβρίου 2019			Σημ.	
	Μαρτ.	Εναλ.	Χωρίς N	Μαρτ.	Εναλ.	Χωρίς N	Μετ	Χρ
Ξηρά ουσία φύλλου (%)	34,21b	32,61c	33,94bc	46,25a	47,50a	47,65a	NS	***
Ειδ. Βάρος φύλλου (mg cm ⁻²)	5,87cd	5,54d	6,18c	8,68b	9,94a	10,57a	***	***
Χλωρ a (mg g ⁻¹ DM)	5,91a	5,44a	3,60b	3,25b	2,61c	2,74bc	***	***
Χλωρ b (mg g ⁻¹ DM)	1,58a	1,52a	1,00b	0,81b	0,60c	0,67bc	***	***
Συν. Χλωρ. (mg g ⁻¹ DM)	7,49a	6,99a	4,60b	4,07c	3,20d	3,40d	***	***
Χλωρα/Χλωρ b	3,74b	3,61b	3,61b	4,04b	4,35a	4,12b	NS	***
Χλωρ a (mg m ⁻²)	293,9a	274,5a	184,6d	261,8bc	248,1c	269,8b	***	NS
Χλωρ b (mg m ⁻²)	78,7a	76,2a	51,2c	64,9b	57,1bc	65,5b	**	*
Συν. Χλωρ. (mg m ⁻²)	372,6a	350,7a	235,8d	326,6bc	305,1c	335,3ab	***	NS

* σημαντικότητα 5%, *** σημαντικότητα 1 %, NS μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Αποτελέσματα χαρακτηριστικά βλαστών 2019

Οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μικρότερο μήκος μεσογονατίου από τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.5). Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης μικρότερο μήκος μεσογονατίου από τους βλαστούς του μάρτυρα. Τέλος, οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν

μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίου από τους βλαστούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση εμφάνισαν παρόμοιο πλάτος μεσογονατίου με τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.5). Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερο πλάτος μεσογονατίου από τους βλαστούς του μάρτυρα και ελαφρά μικρότερο από τους βλαστούς που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση.

Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας μεσογονατίου από τους βλαστούς των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση, ενώ οι βλαστοί του μάρτυρα είχαν παρόμοιες τιμές ποσοστού % ξηράς ουσίας μεσογονατίου με τους βλαστούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή (Πίν. 3.1.5).

Οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας οφθαλμού από τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.1.5). Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας οφθαλμού με τους βλαστούς του μάρτυρα. Τέλος, οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας οφθαλμού από τους βλαστούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.1.5 Χαρακτηριστικά βλαστών δέντρων κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 2 Δεκεμβρίου 2019. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
Μήκος μεσογονατίου (cm)	3,34a	2,86b	2,51c	***
Πλάτος μεσογονατίου (mm)	5,49a	5,31ab	5,03b	*
Ξηρά ουσία μεσογονατίου (%)	51,08a	50,30b	51,76a	***
Ξηρά ουσία οφθαλμού (%)	46,82a	44,13b	46,17a	***

* σημαντικότητα 5%, *** σημαντικότητα 1 %

Το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών στα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και στα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη

συγκομιδή ήταν παρόμοιο μεταξύ τους και μικρότερο του βάρους των ετήσιων κλαδευτικών του μάρτυρα (Πίν. 3.1.6).

Το βάρος των κλαδευτικών παλιού ξύλου στα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση ήταν μικρότερο από το βάρος των κλαδευτικών παλιού ξύλου του μάρτυρα (Πίν. 3.1.6). Το βάρος των κλαδευτικών παλιού ξύλου στα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή ήταν επίσης μικρότερο από το βάρος των κλαδευτικών παλιού ξύλου του μάρτυρα. Τέλος, το βάρος των κλαδευτικών παλιού ξύλου στα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση ήταν μεγαλύτερο από το βάρος των κλαδευτικών παλιού ξύλου στα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Το συνολικό βάρος των κλαδευτικών στα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση ήταν μικρότερο από το συνολικό βάρος των κλαδευτικών του μάρτυρα (Πίν. 3.1.6). Το συνολικό βάρος των κλαδευτικών στα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή ήταν επίσης μικρότερο από το συνολικό βάρος των κλαδευτικών του μάρτυρα. Τέλος, το συνολικό βάρος των κλαδευτικών στα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση ήταν μεγαλύτερο από το συνολικό βάρος των κλαδευτικών στα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.1.6 Ποσότητες κλαδευτικών δέντρων κερασιάς ποικιλίας Black Star 16 Φεβρουαρίου 2020. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
Ετήσια κλαδευτικά (Kg)	4,02a	1,86b	1,62b	***
Κλαδευτικά παλιού ξύλου (Kg)	8,12a	6,77b	4,32c	***
Σύνολο κλαδευτικών (Kg)	12,14a	8,63b	5,96c	***

*** σημαντικότητα 1 %

3.2. Αποτελέσματα μετρήσεων 2020

Αποτελέσματα παραγωγικότητας καρπών 2020

Τα δέντρα που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια παραγωγικότητα καρπών εκφρασμένη σε g/m² επιφάνειας εδάφους που σκιάζεται με τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.2.1). Τα δέντρα που δεν δέχτηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν και αυτά παρόμοια παραγωγικότητα καρπών εκφρασμένη σε g/m² επιφάνειας εδάφους που σκιάζεται με τα δέντρα

του μάρτυρα. Τέλος, τα δέντρα που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια παραγωγικότητα καρπών εκφρασμένη σε g/m² επιφάνειας εδάφους που σκιάζεται με τα δέντρα δεν δέχτηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Η παραγωγικότητα καρπών εκφρασμένη σε g/cm² επιφάνειας διατομής κορμού (TCSA) των δέντρων που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από τη παραγωγικότητα καρπών εκφρασμένη σε g/cm² TCSA των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.2.1). Επίσης, τα δέντρα που δεν δέχτηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια παραγωγικότητα καρπών εκφρασμένη σε g/cm² TCSA με τα δέντρα του μάρτυρα. Τέλος, τα δέντρα που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια παραγωγικότητα καρπών εκφρασμένη σε g/cm² TCSA με τα δέντρα που δεν δέχτηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.2.1 Παραγωγικότητα καρπών κερασιάς ποικιλίας Black Star κατά τη συγκομιδή του 2020. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N μέχρι τη συγκομιδή. (TCSA επιφάνεια διατομής κορμού)

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαν τ.
Παραγωγικότητα καρπού (g/ m ² επιφάνειας εδάφους που σκιάζεται)	2427	2175	2504	NS
Παραγωγικότητα καρπού (g/ cm ² TCSA)	176,7	182,5	179,7	NS

NS μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Αποτελέσματα καρπών 2020

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια τιμή της παραμέτρου L* χρώματος φλοιού με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.2). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν χαμηλότερη τιμή της παραμέτρου L* χρώματος φλοιού από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη τιμή της παραμέτρου L* χρώματος φλοιού από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη τιμή καθαρότητας C* χρώματος φλοιού από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.2). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη

συγκομιδή είχαν χαμηλότερη τιμή καθαρότητας C* χρώματος φλοιού από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη τιμή καθαρότητας C* χρώματος φλοιού από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια τιμή απόχρωσης hue χρώματος φλοιού με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.2). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν υψηλότερη τιμή απόχρωσης hue χρώματος φλοιού από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν χαμηλότερη τιμή απόχρωσης hue χρώματος φλοιού από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.2.2 Χρώμα καρπών κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 10 Ιουνίου 2020. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
Χρώμα φλοιού, παράμετρος L*	30a	30a	28b	***
Χρώμα φλοιού, καθαρότητα Chroma	14,0b	17,0a	9,7c	***
Χρώμα φλοιού, απόχρωση Hue	15,5b	14,5b	17,6a	**

** σημαντικότητα 1%, *** σημαντικότητα 1 %

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερη μάζα καρπού από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης μεγαλύτερη μάζα καρπού από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια μάζα καρπού με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια μάζα πυρήνα με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοια μάζα πυρήνα με τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια μάζα πυρήνα με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερη μάζα ποδίσκου από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης μεγαλύτερη μάζα ποδίσκου από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια μάζα ποδίσκου με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σάρκας από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σάρκας από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σάρκας από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό % εδώδιμου με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.3). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοιο ποσοστό εδώδιμου με τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό εδώδιμου με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.2.3 Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπών κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 10 Ιουνίου 2020. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
Μάζα καρπού (g)	9,0b	9,4a	9,5a	*
Μάζα πυρήνα (g)	0,44	0,43	0,44	NS
Μάζα ποδίσκου (g)	0,6b	0,7a	0,8a	***
Περικάρπιο ΞΟ (%)	18,9c	20,0b	21,1a	***
Εδώδιμο (%)	94,4	94,7	94,6	NS

* σημαντικότητα 5%, *** σημαντικότητα 1 %, NS μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν περισσότερα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) στον χυμό τους από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.4). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν

Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης περισσότερα ΔΣΣ στον χυμό τους από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) στον χυμό τους με τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.4). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια οξύτητα με τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη οξύτητα από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μικρότερη τιμή σχέσης ΔΣΣ προς οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.4). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη τιμή σχέσης ΔΣΣ προς οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μικρότερη τιμή σχέσης ΔΣΣ προς οξύτητα από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη δύναμη απόσπασης ποδίσκου από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.4). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν χαμηλότερη δύναμη απόσπασης ποδίσκου από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη δύναμη απόσπασης ποδίσκου από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό % σχισίματος καρπού με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.4). Οι καρποί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερο ποσοστό % σχισίματος καρπού από τους καρπούς του μάρτυρα. Τέλος, οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερο ποσοστό % σχισίματος καρπού από τους καρπούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακα 3.2.4 Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπών κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 10 Ιουνίου 2020. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
ΔΣΣ (%)	18,0b	18,8a	19,2a	**
Οξύτητα (%)	1,11b	1,29a	1,05b	***
ΔΣΣ / Οξύτητα	16,4b	14,7c	18,4a	***
Δύναμη απόσπασης ποδίσκου (Kg)	0,36b	0,41a	0,24c	***
Σχίσιμο καρπού (%)	78a	76a	69b	***

** σημαντικότητα 1%, *** σημαντικότητα 1 %₀₀

Αποτελέσματα χαρακτηριστικά φύλλων 2020

Συνολικά, τα φύλλα τον Σεπτέμβριο 2020 είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου από τον Μάιο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και τα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου μεταξύ τους και υψηλότερο από τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου τόσο με τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση, όσο και με τα φύλλα του μάρτυρα. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα και αυτά με τη σειρά τους είχαν μικρότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα.

Συνολικά, τον Σεπτέμβριο 2020 τα φύλλα της κερασιάς είχαν υψηλότερο ειδικό βάρος φύλλου από τον Μάιο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και τα φύλλα του μάρτυρα είχαν παρόμοιο μεταξύ τους ειδικό βάρος φύλλου και μεγαλύτερο των φύλλων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή. Τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν

υψηλότερο ειδικό βάρος από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση, ενώ τα φύλλα του μάρτυρα είχαν ενδιάμεσες τιμές ειδικού βάρους φύλλων. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερο ειδικό βάρος φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα και αυτά με τη σειρά τους είχαν μικρότερο ειδικό βάρος φύλλου από τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση.

Συνολικά, τα φύλλα τον Μάιο 2020 είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τον Σεπτέμβριο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου και μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα. Τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση και αυτά με τη σειρά τους είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου τόσο με τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση, όσο και με τα φύλλα του μάρτυρα.

Συνολικά, τα φύλλα τον Μάιο 2020 είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τον Σεπτέμβριο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου και μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα. Τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση και αυτά με τη σειρά τους είχαν μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα, με τα φύλλα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση να παρουσιάζουν ενδιάμεσες τιμές.

Συνολικά, τον Μάιο 2020 τα φύλλα είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τον Σεπτέμβριο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή και

τα φύλλα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας και μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα. Τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας από τα φύλλα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και αυτά με τη σειρά τους μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας τόσο με τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση όσο και με τα φύλλα του μάρτυρα.

Συνολικά, τα φύλλα τον Μάιο 2020 είχαν υψηλότερη σχέση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β από τον Σεπτέμβριο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση είχαν μικρότερη σχέση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β από τα φύλλα του μάρτυρα, με τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση να έχουν ενδιάμεσες τιμές σχέσης χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β. Αυτές οι διαφορές βρέθηκαν μόνο τον Σεπτέμβριο, καθώς τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση είχαν παρόμοια σχέση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β τόσο με τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση, όσο και με τα φύλλα του μάρτυρα.

Συνολικά, τα φύλλα τον Μάιο 2020 είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τον Σεπτέμβριο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα. . Αυτές οι διαφορές βρέθηκαν μόνο τον Μάιο, καθώς τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή και του μάρτυρα είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και μικρότερη από τα φύλλα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση.

Συνολικά, τα φύλλα τον Μάιο 2020 είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τον Σεπτέμβριο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτή η διαφορά βρέθηκε μόνο στα φύλλα του μάρτυρα, ενώ στα φύλλα των δέντρων που εφαρμόστηκε εναλλακτική λίπανση και στα φύλλα που δεν εφαρμόστηκε Νούχος λίπανση μέχρι τη συγκομιδή η συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ήταν παρόμοια τις δύο χρονικές στιγμές μέτρησης. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια μεταξύ τους συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και μικρότερη από τα φύλλα του μάρτυρα.

Αυτές οι διαφορές βρέθηκαν μόνο τον Μάιο, καθώς τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα, με τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή να έχουν ενδιάμεση συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου.

Συνολικά, τα φύλλα τον Μάιο 2020 είχαν υψηλότερη συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τον Σεπτέμβριο 2020 (Πίν. 3.2.1). Αυτό βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος. Συνολικά, τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερη συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και αυτά με τη σειρά τους είχαν μικρότερη συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα. Αλλά τον Μάιο τα φύλλα των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση και των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μεταξύ τους και μικρότερη συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα. Ενώ τον Σεπτέμβριο τα φύλλα των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή και των δέντρων του μάρτυρα είχαν παρόμοια συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου μεταξύ τους και μικρότερη από τα φύλλα που δέχθηκαν την εναλλακτική λίπανση.

Πίνακας 3.2.5 Χαρακτηριστικά φύλλων δέντρων κερασιάς ποικιλίας Black Star σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές της καλλιεργητικής περιόδου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν το Μάιο 2020 και το Σεπτέμβριο 2020. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης των φύλλων υπολογίστηκε ανά μονάδα ξηράς ουσίας και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	27 Μαΐου 2020			28 Σεπτεμβρίου 2020			Σημ.	
	Μαρτ.	Εναλ.	Χωρίς N	Μαρτ.	Εναλ.	Χωρίς N	Μετ	Χρ
Ξηρά ουσία φύλλου (%)	35,05d	34,53d	35,01d	43,54b	44,49a	42,13c	**	***
Ειδ. Βάρος φύλλου (mg cm ⁻²)	6,57de	6,37e	6,80d	9,92b	10,38a	9,27c	**	***
Χλωρ a (mg g ⁻¹ DM)	4,54a	3,83b	3,58c	2,03d	2,09d	2,15d	***	***
Χλωρ b (mg g ⁻¹ DM)	1,16a	0,99b	0,92c	0,57e	0,60de	0,63d	***	***
Συν. Χλωρ. (mg g ⁻¹ DM)	5,70a	4,81b	4,50c	2,58d	2,68d	2,78d	***	***
Χλωρα/Χλωρ b	3,95a	3,87a	3,87a	3,57b	3,46bc	3,44c	*	***
Χλωρ a (mg m ⁻²)	271,6a	219,9b	218,3b	183,1d	198,3c	185,4d	***	***
Χλωρ b (mg m ⁻²)	69,4a	56,8b	56,2b	51,6c	57,3b	54,0bc	***	***
Συν. Χλωρ. (mg m ⁻²)	341,2a	276,6b	274,5b	230,4d	255,6c	238,9d	***	***

* σημαντικότητα 5%, ** σημαντικότητα 1%, *** σημαντικότητα 1 %

Αποτελέσματα χαρακτηριστικά βλαστών 2020

Οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίου από τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.6). Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοιο μήκος μεσογονατίου με τους βλαστούς του μάρτυρα. Τέλος, οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίου από τους βλαστούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο πλάτος μεσογονατίου με τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.6). Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερο πλάτος μεσογονατίου από τους βλαστούς του μάρτυρα. Τέλος, οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μικρότερο πλάτος μεσογονατίου από τους βλαστούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας μεσογονατίου με τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.6). Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν επίσης παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας μεσογονατίου με τους βλαστούς του μάρτυρα. Τέλος, οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας μεσογονατίου με τους βλαστούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας οφθαλμού με τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.2.6). Οι βλαστοί των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας οφθαλμού από τους βλαστούς του μάρτυρα. Τέλος, οι βλαστοί των δέντρων που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας οφθαλμού από τους βλαστούς των δέντρων που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.2.6 Χαρακτηριστικά βλαστών δέντρων κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 28 Σεπτέμβρη 2020. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημαντ.
Μήκος μεσογονατίου (cm)	3,22b	3,40a	3,17b	*
Πλάτος μεσογονατίου (mm)	4,17b	4,33b	4,71a	***
Ξηρά ουσία μεσογονατίου (%)	52,8	52,7	53,0	NS
Ξηρά ουσία οφθαλμού (%)	28,6b	29,8b	37,02a	***

* σημαντικότητα 5%, *** σημαντικότητα 1 %, NS μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Αποτελέσματα χαρακτηριστικά δέντρων 2020

Τα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερη σκίαση εδάφους από τη κόμη του δέντρου από τα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή, με τα δέντρα του μάρτυρα να έχουν ενδιάμεση τιμή σκίασης εδάφους από τη κόμη του δέντρου (Πίν. 3.2.7).

Τα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν μικρότερη επιφάνεια διατομής κορμού από τα δέντρα του μάρτυρα, ενώ τα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές επιφάνειας διατομής κορμού (Πίν. 3.2.7).

Τα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια σκιαζόμενου εδάφους από την κόμη ανά cm² επιφάνειας διατομής κορμού από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.2.7). Τα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή είχαν παρόμοια επιφάνεια σκιαζόμενου εδάφους από την κόμη ανά cm² επιφάνειας διατομής κορμού με τα δέντρα του μάρτυρα. Τέλος, τα δέντρα που δέχθηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια σκιαζόμενου εδάφους από την κόμη ανά cm² επιφάνειας διατομής κορμού από τα δέντρα που δεν δέχθηκαν Νούχο λίπανση μέχρι τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.2.7 Χαρακτηριστικά δέντρων κερασιάς ποικιλίας Black Star στις 25 Σεπτεμβρίου 2020. Τα δέντρα του μάρτυρα δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα N, η εναλλακτική λίπανση αφορά περιορισμένο N, και τα δέντρα χωρίς Νούχο λίπανση δεν δέχτηκαν N πριν τη συγκομιδή. Μέσοι όροι σε κάθε παράμετρο που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

	Μάρτυρας	Εναλλακτική λίπανση	Χωρίς Νούχο λίπανση	Σημ.
Σκίαση εδάφους από κόμη δέντρου (m ²)	19,37ab	20,77a	18,06b	*
Επιφάνεια διατομής κορμού (cm ²)	262,9a	246,7ab	240,2b	*
Επιφάνεια σκιαζόμενου εδάφους από την κόμη ανά cm ² επιφάνειας διατομής κορμού (cm ² / cm ²)	739,0b	843,4a	752,7b	***

* σημαντικότητα 5%, *** σημαντικότητα 1 %

4. Συζήτηση

Κατά το έτος 2019 υπήρξε χαλαζόπτωση κοντά στη συγκομιδή και καταστροφή της πλειοψηφίας των καρπών κερασιού, γι' αυτό και δεν πραγματοποιήθηκε συγκομιδή για εμπορία. Έτσι η παραγωγικότητα καρπών ανά δέντρο και στρέμμα για το έτος αυτό δεν υπολογίστηκε. Όμως λίγοι καρποί που διατηρήθηκαν ανέπαφοι, συνελέγησαν και εκτιμήθηκε η ποιότητά τους για εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της λίπανσης στην ποιότητα. Το 2019, δηλαδή το πρώτο έτος εφαρμογής των διαφορετικών λιπαντικών αγωγών, τόσο η εναλλακτική λίπανση όσο και η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασαν το χρώμα φλοιού, τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ), την οξύτητα και το ποσοστό % της ξηράς ουσίας σάρκας σε σχέση με τη λίπανση του μάρτυρα. Άλλα χαρακτηριστικά που δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων ήταν η μάζα καρπού, η μάζα πυρήνα και η μάζα ποδίσκου, δηλαδή συνολικά το μέγεθος του καρπού. Η εναλλακτική λίπανση συγκριτικά πάντα με τον μάρτυρα μείωσε ελαφρά μόνο τη σχέση ΔΣΣ προς οξύτητα, μείωσε το ποσοστό % του εδώδιμου, ενώ αύξησε τη δύναμη απόσπασης ποδίσκου. Ενώ η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή με τη σειρά της μείωσε τη σχέση ΔΣΣ προς οξύτητα, μείωσε ελαφρά το ποσοστό % του εδώδιμου, ενώ αύξησε τη δύναμη απόσπασης ποδίσκου. Επομένως, το 2019 με την αβεβαιότητα της απώλειας των περισσότερων καρπών από τη χαλαζόπτωση και τη όχι τόσο αντιπροσωπευτική δειγματοληψία καρπών από κάθε μεταχείριση, είναι προφανές ότι η εναλλακτική λίπανση όσο και η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασε ουσιαστικά την ποιότητα των καρπών σε σχέση με τα κεράσια του μάρτυρα, όπου η λίπανση έγινε με τη ρουτίνα του παραγωγού (σχετικά υψηλή).

Ένα μεγάλο πρόβλημα στην καλλιέργεια της κερασιάς είναι το σχίσιμο του καρπού, το οποίο συνήθως οφείλεται σε έντονες βροχοπτώσεις στην περίοδο κοντά στη συγκομιδή και μπορεί να προκαλέσει σοβαρές οικονομικές απώλειες, καθώς καθιστά το προϊόν μη εμπορεύσιμο. Όσον αφορά το σχίσιμο του καρπού φαίνεται πως κατά το πρώτο έτος του πειράματος οι καρποί των τριών μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια ευαισθησία στο σχίσιμο, καθώς οι καιρικές συνθήκες ήταν καταστροφικές για το σχίσιμο των κερασιών σε όλες τις ποικιλίες κερασιάς που καλλιεργούνται στην περιοχή και είχαν σχετικά ώριμους καρπούς εκείνη την περίοδο.

Το έτος 2020 ήταν η 2^η χρονιά που εφαρμόζονταν στα ίδια δέντρα η κάθε μεταχείριση και η συγκομιδή των κερασιών πραγματοποιήθηκε κανονικά ώστε να μπορέσει να γίνει ο υπολογισμός της παραγωγικότητας καρπών των δέντρων. Η παραγωγικότητα καρπού δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις δηλαδή ακόμα και με λιγότερο ή και καθόλου άζωτο πριν τη συγκομιδή (και το 2019 και το 2020) το δέντρο έδωσε παρόμοιες ποσότητες καρπού με τα δέντρα του μάρτυρα. Στο συμπέρασμα ότι η υψηλή εφαρμογή

και διαθεσιμότητα N την άνοιξη, και επομένως υψηλή συγκέντρωση N στα φύλλα, δεν μεταφράζεται απαραίτητα και σε υψηλές αποδόσεις κατέληξαν και οι Nielsen και Nielsen μετά από αντίστοιχο πείραμα με διαφορετικές συγκεντρώσεις και εποχές εφαρμογής αζώτου σε κερασιές (Nielsen and Nielsen 2008).

Με το δεύτερο έτος εφαρμογής των διαφορετικών λιπαντικών αγωγών αρκετές παράμετροι ποιότητας άλλαξαν. Φυσικά, τη 2^η χρονιά είχαμε και πολύ ορθή επιστημονικά διαδικασία δειγματοληψίας καρπών. Πιο συγκεκριμένα, οι μόνες παράμετροι που δεν άλλαξαν με τις μεταχειρίσεις της εναλλακτική λίπανσης ή μη χορήγησης N μέχρι τη συγκομιδή ήταν η μάζα πυρήνα και το ποσοστό % εδώδιμου. Όσον αφορά το χρώμα καρπού η εναλλακτική λίπανση δεν επηρέασε τη παράμετρο L* και την απόχρωση Hue, αλλά αύξησε την καθαρότητα Chroma συγκριτικά με τον μάρτυρα. Ενώ η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή μείωσε τόσο την παράμετρο L* όσο και την καθαρότητα Chroma, αυξάνοντας όμως την απόχρωση Hue. Συνεπάγεται ότι η εναλλακτική λίπανση και η μη χορήγηση N μέχρι τη συγκομιδή δεν βελτίωσαν το χρώμα φλοιού των κερασιών.

Η εναλλακτική λίπανση αλλά και η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή το 2020 αύξησαν τη μάζα καρπού και τη μάζα ποδίσκου σε σχέση πάντα με τον μάρτυρα. Η εναλλακτική λίπανση αύξησε ελαφρώς το ποσοστό % της ξηράς ουσίας σάρκας, ενώ η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή το αύξησε ακόμα περισσότερο (σε σχέση πάντα με τον μάρτυρα). Αυτό είναι σημαντικό αποτέλεσμα, καθώς παρόλο που αυξήθηκε η μάζα καρπού, αυξήθηκε και η συσσώρευση ξηράς ουσίας εντός του εδώδιμου τμήματος του καρπού, κάνοντας το κατά βάσιν πιο μεστό και υψηλότερης διατροφικής αξίας καρπό. Αυτό προφανώς οφείλεται στην αλλαγή της κατεύθυνσης μεγαλύτερης παραγόμενης ποσότητας υδατανθράκων από τα φύλλα προς τους καρπούς σε σχέση με τη βλάστηση, καθώς η μειωμένη διαθεσιμότητα N την άνοιξη προφανώς έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της βλάστησης.

Σε οπωρώνα με κερασιές με την αύξηση των αζωτούχων δόσεων, αυξήθηκαν η περιεκτικότητα του N στους καρπούς, βελτιώθηκε το χρώμα του φλοιού όσον αφορά τις παραμέτρους L*, a* και C*, καθώς και αυξήθηκε η σκληρότητα σάρκας των καρπών (Kadir 2019). Επίσης, η υψηλή δόση λιπασμάτων (συνδυασμός αζώτου, φωσφόρου και καλίου) προκάλεσε τη μείωση της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία στους καρπούς της δαμασκηνιάς (Jaroszewska 2011). Σε πειραματική εργασία σε βερικοκιές βρέθηκε πως τα δέντρα που δέχθηκαν 8 kg N το στρέμμα έδωσαν καρπούς με υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις, ελαφρώς υψηλότερη συγκέντρωση σακχάρων και χαμηλότερη συγκέντρωση οργανικών οξέων συγκριτικά με δέντρα που δέχθηκαν 15 kg N το στρέμμα (Radi et al. 2003). Ενώ άλλη έρευνα σε βερικοκιές έδειξε πως με τη χορήγηση αυξημένης δόσης αζώτου αυξήθηκε η βλαστική ανάπτυξη, η απόδοση σε καρπούς και το μέσο βάρος

των καρπών, αλλά μειώθηκε το χρώμα των καρπών. Αξίζει να τονιστεί ότι μεγαλύτερη αλλαγή προκλήθηκε κατά την αύξηση του N από 0 σε 2,5 kg το στρέμμα παρά κατά την αύξηση από 2,5 στα 15 kg το στρέμμα (Bussi and Smith 2015). Άρα, μια μικρή ποσότητα N ήταν χρήσιμη και κρίσιμη, αλλά μια μεγάλη ποσότητα N ήταν χωρίς αποτέλεσμα. Φαίνεται πως σε μήλα Fuji, η αζωτούχος λίπανση επηρέασε αρνητικά το χρώμα των καρπών, τη σκληρότητα σάρκας και την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (Nava et al. 2008). Συνεπάγεται και από τη βιβλιογραφία ότι μέτρια έως μικρή ποσότητα N είναι απαραίτητη για την καλή ανάπτυξη των καρπών και την παραγωγικότητα καρπών διάφορων οπωροφόρων. Η μη χορήγηση N έως τη συγκομιδή δεν σημαίνει και μη χορήγηση N όλο το έτος, καθώς η μετασυλλεκτική εφαρμογή N στην παρούσα εργασία δεν φάνηκε να επηρεάζει δυσμενώς την ανάπτυξη των καρπών, αντίθετα τη βελτίωσε.

Μετά τη βλαστική περίοδο 2019 (το 1^ο έτος των δοκιμών της παρούσας εργασίας) το κλάδεμα πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2020. Οι αναλύσεις των βλαστών έδειξαν πως η εναλλακτική λίπανση προκάλεσε μείωση του μήκους μεσογονατίου, και ελαφρά μείωση του ποσοστού % ΞΟ των οφθαλμών και του μεσογονατίου. Όσον αφορά το βάρος των κλαδευτικών, η εναλλακτική λίπανση προκάλεσε μείωση στο βάρος των κλαδευτικών και των δύο ηλικιών (ετήσια και παλαιού ξύλου), αλλά και συνολικά σε σχέση με τον μάρτυρα. Άρα, η μειωμένη χορήγηση N την N μείωσε τη βλαστική ανάπτυξη, που αναμένεται να είχε καλύτερο φωτισμό της κόμης και καρπών, και μεταφορά περισσότερων φωτοσυνθετικών προϊόντων από τα φύλλα προς τους καρπούς.

Πράγματι, η εναλλακτική λίπανση αύξησε τα ΔΣΣ, την οξύτητα, τη δύναμη απόσπασης ποδίσκου και το ποσοστό % σχισίματος καρπού, ενώ μείωσε τη σχέση ΔΣΣ προς οξύτητα. Δηλ. η εναλλακτική λίπανση έκανε πιο πλούσιας γεύσης αλλά όχι τόσο γλυκείς του καρπούς όσο στον μάρτυρα. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που επιθυμούν οι Ευρωπαίοι καταναλωτές, οι οποίοι δεν αρέσκονται στα πολύ γλυκά φρούτα γενικότερα, και επομένως είναι προφανές ότι η εναλλακτική λίπανση βελτίωσε την εμπορικότητα των κερασιών. Η εναλλακτική λίπανση διατήρησε και τον ποδίσκο πιο σταθερά στον καρπό, που σημαίνει λιγότερη απώλεια εμπορικής ποιότητας μέχρι την κατανάλωση.

Τα τελευταία χρόνια δίνεται όλο και περισσότερη προσοχή στην εμφάνιση του ποδίσκου στους καρπούς των κερασιών, καθώς επηρεάζει την ποιότητα των καρπών αλλά και τη συντηρησιμότητά τους. Ουσιαστικά κατά τη συντήρηση των καρπών ο ποδίσκος είναι αυτός που αποτρέπει την απώλεια νερού από τη σάρκα των καρπών. Επί του παρόντος, οι καταναλωτές φαίνεται πως προτιμούν την κατανάλωση των κερασιών που φέρουν ποδίσκο και πιο συγκεκριμένα επιλέγουν τις ποικιλίες με κοντό ποδίσκο (Dziedzic and Błaszczuk 2019), αλλά αυτές είναι πιο δύσκολο να συγκομιστούν.

Τέλος, καθώς οι καρποί που αναπτύχθηκαν στην εναλλακτική λίπανση αναπτύχθηκαν περισσότερο και είχαν περισσότερα διαλυτά ωσμωτικά ενεργά στερεά στη σάρκα τους από τους καρπούς του μάρτυρα έγιναν και πιο ευαίσθητοι στο σχίσιμο.

Παρόλο που η κύρια αιτία εμφάνισης σχισίματος στους καρπούς κερασιών είναι η πρόσληψη νερού κυρίως από βροχοπτώσεις κοντά στη συγκομιδή, υπάρχουν ακόμη αρκετοί άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στο φαινόμενο αυτό όπως η καλλιεργήσιμη ποικιλία, οι ιδιότητες της σάρκας των καρπών, καθώς και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο οπωρώνας (Rehman et al. 2015). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί πως και τα χαρακτηριστικά των καρπών όπως το μέγεθος, το σχήμα, η σκληρότητα σάρκας και η περιεκτικότητα σε σάκχαρα μπορούν να επηρεάσουν το σχίσιμο των κερασιών. Υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν πως μεγαλύτεροι καρποί με υψηλότερη σκληρότητα σάρκας (Yamaguchi et al. 2002) είναι περισσότερο ευαίσθητοι στο σχίσιμο, αλλά και έρευνες που θεωρούν πως δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στη σκληρότητα σάρκας και το σχίσιμο του καρπού (Christensen 1975). Ακόμη, έχει βρεθεί θετική συσχέτιση ανάμεσα στα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) των καρπών και την ευαισθησία αυτών στο σχίσιμο (Simon et al. 2004). Επομένως, κάποια αποτελέσματα της βιβλιογραφίας ταυτίζονται και με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

Τέλος, η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή αύξησε τα ΔΣΣ και τη σχέση ΔΣΣ προς οξύτητα, ενώ μείωσε τη δύναμη απόσπασης ποδίσκου και το ποσοστό % σχισίματος καρπού, διατηρώντας παρόμοιες τιμές οξύτητας. Επομένως, και η μη χορήγηση N μέχρι τη συγκομιδή βελτίωσε τη γευστική ποιότητα των κερασιών κάνοντάς τα πιο γλυκά, αλλά και μείωσε την επικινδυνότητα σχισίματος σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Και εδώ προφανώς η μη διαθεσιμότητα N κατά την ανάπτυξη των καρπών επηρέασε αρνητικά τη βλάστηση και, αλλάζοντας τον καταμερισμό των παραγόμενων υδατανθράκων υπέρ των καρπών, βοήθησε να αναπτυχθούν ικανοποιητικά οι καρποί, να γίνουν καλύτερης γευστικής ποιότητας, και πιο ανθεκτικοί στο σχίσιμο από τα κεράσια του μάρτυρα.

Πείραμα στο οποίο χρησιμοποιήθηκε ισοτοπικά επισημασμένο άζωτο για εφαρμογή είτε την άνοιξη είτε μετά τη συγκομιδή, έδειξε πως η εφαρμογή μετά τη συγκομιδή μοιράστηκε τόσο στον κορμό και τις ρίζες, όσο και στα φύλλα και τους οφθαλμούς. Όσον αφορά το N που εφαρμόστηκε την άνοιξη περισσότερο από 50% χάθηκε λόγω της συγκομιδής αλλά και του κλαδέματος. Οι ερευνητές κατέληξαν στη σημασία της λίπανσης με N μετά τη συγκομιδή, καθώς αυξάνει τη συσσώρευση N τόσο στα εφεδρικά όργανα όσο και στους οφθαλμούς (San-Martino et al. 2010). Η εργασία αυτή και άλλες προτάσεις λίπανσης από το εξωτερικό αποτέλεσαν την απόφαση για μελέτη της μεταχείρισης χωρίς N μέχρι τη συγκομιδή στην παρούσα εργασία. Ας επισημανθεί εδώ ότι όλοι οι παραγωγοί κλασικά εφαρμόζουν αρκετό N στους

κερασεώνες από το τέλος χειμώνα αρχές Μαρτίου με αποτέλεσμα την υψηλή διαθεσιμότητα N στα δέντρα όλη την άνοιξη με αρκετά δυσμενή αποτελέσματα.

Πραγματοποίηση ψεκασμών διαλυμάτων με ουρία-N και EDTA-Zn μετά τη συγκομιδή φαίνεται πως δεν βελτίωσαν τη θρέψη των κερασιών ποικιλίας Burlat σε N και Zn για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Πιστεύεται πως τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται είτε σε έλλειψη απορρόφησης N από τα φύλλα είτε σε ακινησία του Zn (Wojcik and Morgas 2013). Εδώ ήταν πιθανή και η ήδη επαρκής θρέψη των φυτών με N και Zn.

Σε ροδακινίες τα φρούτα των δέντρων που δέχθηκαν χαμηλές ποσότητες N ή ακόμα και καθόλου N εμφάνισαν υψηλότερη τιμή στην παράμετρο a^* χρώματος φλοιού από τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν υψηλές ποσότητες N. Ακόμη οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν χαμηλές ποσότητες N ή ακόμα και καθόλου N είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ, ενώ η σκληρότητα σάρκας δεν επηρεάστηκε (Ames et al. 2019).

Πειραματική διαδικασία που πραγματοποιήθηκε σε οπωρώνα με βερικοκιές και εξέτασε την επίδραση των διαφορετικών ποσοτήτων N (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g N ανά δέντρο το έτος) έδειξε πως η σκληρότητα σάρκας μειώθηκε αρκετά όσο η ποσότητα του εφαρμοζόμενου N αυξανόταν. Ακόμη, η σάρκα των καρπών των δέντρων που δέχθηκαν 0 ή 250 g N ανά δέντρο το χρόνο ωρίμασε πιο ομοιόμορφα σε σύγκριση με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν 500-1250 g N ανά δέντρο το χρόνο. Τέλος, τα ΔΣΣ των καρπών των δέντρων που δέχθηκαν 0 ή 250 g N ανά δέντρο το χρόνο ήταν σημαντικά χαμηλότερα από τους καρπούς που δέχθηκαν 750 ή 1250 g N ανά δέντρο το χρόνο (Rettke et al. 2006).

Μετά το πρώτο έτος διεξαγωγής του πειράματος και το κλάδεμα στις αρχές του 2020, τα κλαδευτικά και η ανάλυση των βλαστών έδειξαν πως η μη χορήγηση N μέχρι τη συγκομιδή προκάλεσε μείωση τόσο του μήκους μεσογονατίου όσο και του πλάτους βλαστού. Επιπλέον, μείωσε το βάρος των κλαδευτικών και των δύο ηλικιών (ετήσια και παλαιού ξύλου) και συνολικά σε σχέση με τον μάρτυρα. Τέλος, η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή δεν τροποποίησε το ποσοστό % ΞO των οφθαλμών, αλλά αύξησε το ποσοστό % ΞO του μεσογονατίου σε σχέση πάντα με τον μάρτυρα. Αξιολογώντας συνδυαστικά τα αποτελέσματα της εναλλακτικής λίπανσης καθώς και της μη εφαρμογής N μέχρι τη συγκομιδή γίνεται αντιληπτό πως η εναλλακτική λίπανση προκάλεσε εντονότερα αποτελέσματα στη βλάστηση από αυτά της μη εφαρμογής N μέχρι τη συγκομιδή.

Αξίζει να σημειωθεί πως σε κερασιές ποικιλίας Bing το έντονο κλάδεμα αύξησε τις συγκεντρώσεις N, P, K, Cu στα φύλλα και τις συγκεντρώσεις N, P, K Ca, Mg, S, Fe, Si, Zn, Sr στους καρπούς συγκριτικά με τα μη κλαδεμένα

δέντρα. Ενώ τα μη κλαδεμένα δέντρα παρήγαγαν καρπούς με περισσότερα διαλυτά στερεά συστατικά και βελτιωμένο χρώμα (Fallahi et al. 1993). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την άποψη ότι καλά κλαδεμένα δέντρα βοηθούν στον καλύτερο χρωματισμό των καρπών και την καλύτερη ανάπτυξη αυτών.

Μετά το δεύτερο έτος εφαρμογής των λιπαντικών αγωγών μετρήθηκαν εκ νέου τα βλαστικά χαρακτηριστικά των τριών μεταχειρίσεων. Η εναλλακτική λίπανση δεν επηρέασε την επιφάνεια σκίασης του δέντρου, την επιφάνεια διατομής κορμού, το πλάτος μεσογονατίου, και την ΞΟ στους οφθαλμούς και τους βλαστούς σε σχέση με τον μάρτυρα. Όμως με την εναλλακτική λίπανση αυξήθηκε η επιφάνεια σκίασης από την κόμη ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού και το μήκος του μεσογονατίου πάντα σε σχέση με τον μάρτυρα. Έτσι φαίνεται πως η εναλλακτική λίπανση βοήθησε στην ανάπτυξη της κόμης ως επέκταση αυτής και όχι ως αύξηση της βλάστησης συνολικά.

Κατά το ίδιο έτος, η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασε την επιφάνεια σκίασης του δέντρου από την κόμη, την επιφάνεια σκίασης από την κόμη ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού, το μήκος μεσογονατίου αλλά και την ΞΟ στους βλαστούς συγκριτικά με τον μάρτυρα. Αλλά αύξησε το πλάτος μεσογονατίου και την ΞΟ στους οφθαλμούς μειώνοντας την επιφάνεια διατομής κορμού. Το σημαντικότερο αποτέλεσμα της μη εφαρμογής N μέχρι τη συγκομιδή είναι πως έκανε τους οφθαλμούς πιο μεστούς για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Αυτό σημαίνει ότι οι οφθαλμοί μπορεί να έχουν δυνατότητα καλύτερης άνθισης και αρχικής καρπόδεσης.

Τα χαρακτηριστικά των φύλλων μετρήθηκαν δύο εποχές, κατά τους μήνες του Μάιου και του Σεπτεμβρίου και τα δύο έτη διεξαγωγής του πειράματος. Κατά το πρώτο έτος διεξαγωγής του πειράματος τόσο το ποσοστό % ξηράς ουσίας (ΞΟ) όσο και το ειδικό βάρος φύλλου (ΕΒΦ) αυξήθηκαν από τον Μάιο στον Σεπτέμβριο που σημαίνει συνέχιση της ωρίμανσης των φύλλων κατά το θέρος μετά την ωρίμανση των καρπών. Όταν η συγκέντρωση χλωροφύλλης εκφράστηκε ανά μονάδα ΞΒ μειώθηκε από τον Μάιο στον Σεπτέμβριο σημαντικά. Όταν η συγκέντρωση χλωροφύλλης εκφράστηκε ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, στον μάρτυρα μειώθηκε η συγκέντρωση αυτή από Μάιο στον Σεπτέμβριο, στην εναλλακτική λίπανση μειώθηκε ελάχιστα (όχι σημαντικά πλην της χλωrb), ενώ στη μη χορήγηση N πριν τη συγκομιδή αυξήθηκε από τον Μάιο στον Σεπτέμβριο. Γίνεται αντιληπτή η επίδραση της διαθεσιμότητας αζώτου την άνοιξη και η πρόωρη γήρανση των υπερβολικά λιπασμένων φύλλων το καλοκαίρι, καθώς το δέντρο λειτουργεί έντονα το καλοκαίρι και συσσωρεύει υδατάνθρακες από νωρίς. Η σχέση χλωρα/ χλωrb αυξήθηκε από τον Μάιο στον Σεπτέμβριο (έγιναν πιο 'φωτιζόμενα') παρά την αύξηση της βλάστησης και αύξηση της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Η εναλλακτική λίπανση δεν επηρέασε το ποσοστό % ΞO , τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και τη σχέση $\chi\lambda\omega\alpha/\chi\lambda\omega\beta$ σε σχέση με τον μάρτυρα. Όμως αύξησε το ειδικό βάρος φύλλου, μειώνοντας ταυτόχρονα τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα ΞO (σε σχέση με τον μάρτυρα). Άρα και με μειωμένη διαθεσιμότητα N την άνοιξη τα φύλλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοια ή και καλύτερη ανάπτυξη από τα φύλλα του μάρτυρα.

Η μη χορήγηση N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασε ούτε το ποσοστό % ΞO ούτε τη σχέση $\chi\lambda\omega\alpha/\chi\lambda\omega\beta$ σε σχέση με τον μάρτυρα. Αύξησε όμως το ΕΒΦ και μείωσε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών και με τους δύο τρόπους, όπως ήταν αναμενόμενο λόγω της μειωμένης διαθεσιμότητας N.

Τέλος, η εναλλακτική λίπανση δεν επηρέασε το ποσοστό % ΞO , μείωσε το ΕΒΦ, αύξησε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών με τους δύο τρόπους υπολογισμού και αύξησε (μόνο το νΣεπτέμβριο) τη σχέση $\chi\lambda\omega\alpha/\chi\lambda\omega\beta$ σε σχέση με τη μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή.

Κατά το δεύτερο έτος της εφαρμογής των διαφορετικών λιπαντικών αγωγών παρατηρήθηκε πως στα φύλλα τον Σεπτέμβριο αυξήθηκαν το ποσοστό % ΞO και το ειδικό βάρος φύλλων (ΕΒΦ), ενώ μειώθηκαν η συγκέντρωση χλωροφυλλών (εκφρασμένη ανά μονάδα ΞO φύλλου ή ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου) και η σχέση $\chi\lambda\omega\alpha/\chi\lambda\omega\beta$ σε σχέση με τον Μάιο ανεξάρτητα μεταχείρισης. Οι αλλαγές αυτές δικαιολογούνται λόγω γήρανσης των φύλλων καθώς και σκίασης, αφού από τα τέλη Μαΐου και μετά υπάρχει μείωση της γωνίας πρόσπτωσης του φωτός στα δέντρα και περαιτέρω βλαστική ανάπτυξη. Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί πως από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο τα φύλλα συνέχισαν να συσσωρεύουν ξηρά ουσία για την προετοιμασία του δέντρου για τον επερχόμενο χειμώνα. Τα φύλλα καθώς γερνούν, συσσωρεύουν υδατοδιαλυτούς υδατάνθρακες και αζωτούχες ενώσεις στις ρίζες και τους βλαστούς του δέντρου. Οι ουσίες που χρησιμοποιεί το φυτό πριν την είσοδο του στον λήθαργο αποθηκεύονται στα διάφορα μέρη του δέντρου και είναι διαθέσιμες για την αρχική βλαστική ανάπτυξη του φυτού την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Όπως στα υπόλοιπα δέντρα έτσι και στην κερασιά, τα συσσωρευμένα αποθέματα N από το προηγούμενο φθινόπωρο υποστηρίζουν την ανάπτυξη νωρίς την άνοιξη.

Η εναλλακτική λίπανση αύξησε το ποσοστό % ΞO και το ΕΒΦ, αφήνοντας ανεπηρέαστη τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα ΞO (τον Μάιο και το Σεπτέμβριο) και τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου τον Μάιο (ενώ τον Σεπτέμβριο αύξησε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου). Τέλος, δεν επηρέασε τη σχέση $\chi\lambda\omega\alpha/\chi\lambda\omega\beta$ σε σχέση πάντα με το μάρτυρα. Για ακόμη μια φορά, είναι προφανής η μικρή ανάγκη των φύλλων σε διαθέσιμο N την άνοιξη για να καλύψουν τις ανάγκες ανάπτυξής τους.

Το αυξημένο ειδικό βάρος φύλλου συνδέεται με την αυξημένη περιεκτικότητα ξηράς ουσίας στα φύλλα. Η ξηρά ουσία στα φύλλα αποτελείται από πρωτεΐνες, σάκχαρα, οξέα, άμυλο, καθώς και μεμβράνες κυτταρικού τοιχώματος. Έτσι, τα φύλλα ως παραγωγοί ενέργειας φωτοσυνθέτουν αρκετά ώστε να εφοδιάσουν τα ίδια τα φύλλα, τους καρπούς αλλά και τα υπόλοιπα μέρη του δέντρου με υδατάνθρακες για τη δημιουργία βιομάζας (Καραμπουρνιώτης κ.ά. 2012).

Η λίπανση του μάρτυρα αύξησε το ποσοστό % ΞΟ και το ΕΦΒ μόνο τον Σεπτέμβριο (τον Μάιο ήταν παρόμοια), αύξησε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών και με τους δύο τρόπους υπολογισμού μόνο τον Μάιο (ενώ δεν τροποποίησε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών τον Σεπτέμβριο) και δεν επηρέασε τη σχέση $\text{χλωρα}/\text{χλωρβ}$ τον Μάιο (αλλά την αύξησε τον Σεπτέμβριο) σε σχέση με τη μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα βάσει της διαθεσιμότητας N πριν τη συγκομιδή, δηλ. κατά την ανάπτυξη των φύλλων.

Από τα προηγούμενα προκύπτει πως η εναλλακτική λίπανση φαίνεται να επηρέασε αρνητικά τη συγκέντρωση χλωροφυλλών τον Μάιο, αλλά βοήθησε στην καλύτερη διατήρηση των χλωροφυλλών και στην καλύτερη λειτουργία των φύλλων τον Σεπτέμβριο. Ενώ η μη χορήγηση N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασε ουσιαστικά αρνητικά τα χαρακτηριστικά φύλλων, αλλά πιθανόν να έκανε πιο αδύναμα τα φύλλα τον Σεπτέμβριο.

Αξίζει να σημειωθεί πως σε κερασιές ποικιλίας Bing η υψηλότερη εφαρμογή αζώτου είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερες συγκεντρώσεις N, Mn και Cu, αλλά χαμηλότερες συγκεντρώσεις P, K Ca, B και Mo στα φύλλα. Τέλος, με τη χρήση λιπάσματος υψηλής περιεκτικότητας σε N αυξήθηκαν οι συγκεντρώσεις N, Mn, Zn, Na, Sr στους καρπούς και καθυστέρησε η ωρίμανση των καρπών (Fallahi et al. 1993).

Πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε μηλιές στις οποίες κάποια δέντρα δεν δέχθηκαν καθόλου N κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ενώ σε άλλα εφαρμόστηκαν κανονικές ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων, έδειξε πως τα φύλλα των δέντρων που δεν λιπάνθηκαν με N είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα N σε σύγκριση με τα δέντρα που δέχθηκαν αζωτούχα λιπάσματα (Kowalczyk et al. 2017).

Σε οπωρώνα με ροδακινίες εφαρμόστηκε πείραμα με δύο μεταχειρίσεις στην πρώτη η εφαρμογή της λίπανσης γινόταν την άνοιξη, ενώ στη δεύτερη το φθινόπωρο. Τα δέντρα και των δύο μεταχειρίσεων εμφάνισαν παρόμοια βλαστική ανάπτυξη, μέγεθος καρπών και απόδοση (Niederholzer et al. 2001).

Συμπεράσματα

Μετά τα 2 έτη της πειραματικής διαδικασίας των διαφορετικών λιπαντικών αγωγών, από τις μετρήσεις του δεύτερου έτους προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Φύλλα: Σε όλες τις μεταχειρίσεις τη χρονική περίοδο από τον Μάιο στον Σεπτέμβριο αυξήθηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος φύλλου, ενώ μειώθηκε η συγκέντρωση χλωροφυλλών και η σχέση χλωρα/χλωrb, οι αλλαγές αυτές ήταν αναμενόμενες λόγω γήρανσης και σκίασης. Η εναλλακτική λίπανση βοήθησε στην καλύτερη διατήρηση των χλωροφυλλών και στην καλύτερη λειτουργία των φύλλων τον Σεπτέμβριο. Η μη χορήγηση N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασε αρνητικά τα χαρακτηριστικά των φύλλων, αλλά ίσως έκανε πιο αδύναμα τα φύλλα τον Σεπτέμβριο.
- Καρποί: Η εναλλακτική λίπανση βελτίωσε το μέγεθος του καρπού, τη γευστική ποιότητα των καρπών και τη συγκράτηση του ποδίσκου. Η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή έκανε πιο σκούρο και λιγότερο κόκκινο το φλοιό, βελτίωσε το μέγεθος καρπού, τη γευστική ποιότητα και γλυκύτητα, οι καρποί έγιναν πιο ανθεκτικοί στο σχίσιμο, αλλά μείωσε τη δύναμη συγκράτησης του ποδίσκου.
- Παραγωγικότητα: Η εναλλακτική αζωτούχος λίπανση ή και η μη εφαρμογή N μέχρι τη συγκομιδή δεν επηρέασαν την παραγωγικότητα καρπών.
- Βλαστικά χαρακτηριστικά: Η εναλλακτική λίπανση φαίνεται να βοήθησε στην ανάπτυξη της κόμης, ενώ η μη χορήγηση N έκανε πιο μεστούς τους οφθαλμούς για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλακάκης Μ.Δ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- ΕΘΙΑΓΕ, 2011. Εγχειρίδιο Καλλιέργειας Κερασιάς. Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δέντρων, Νάουσα
- ΕΛΣΤΑΤ, 2020. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Αθήνα.
- Θεριός Ι.Ν. και Δημάση-Θεριού Κ., 2013. Ειδική Δενδροκομία- Φυλλοβόλα και Οπωροφόρα Δένδρα. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Θεριός Ι.Ν., 1996. Ανόργανη θρέψη και Λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Καραμπουρνιώτης, Γ., Λιακόπουλος, Γ. και Νικολόπουλος, Δ. 2012. Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών. Εκδόσεις ΈΜΒΡΥΟ, Αθήνα.
- Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου Σ., 2019. Σημειώσεις Γενικής Δενδροκομίας. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Καλαμάτα.
- Ποντίκης Κ.Α., 1996. Ειδική Δενδροκομία- Ακρόδρυα, Πυρηνόκαρπα και Λοιπά Καρποφόρα. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- Σωτηρόπουλος Θ., 2015. Εγχειρίδιο Λίπανσης Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δέντρων. ΕΛΓΟ 'ΔΗΜΗΤΡΑ', Αθήνα

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Ames Z., Brecht J. and Olmstead M.A., 2019. Nitrogen fertilization rates in a subtropical peach orchard: effects on tree vigor and fruit quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* DOI 10.1002/jsfa.10031
- Balbontin C., Ayala H., Bastias R.M., Tapia G., Ellena M., Torres C., Yuri J.A., Quero-Garcia J., Rios J.C. and Silva H., 2013. Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular, and genomic perspective. *Chilean Journal of Agriculture Research* 73(1): 66-72
- Beppu K. and Kataoka I., 2011. Studies on pistil doubling and fruit set of sweet cherry in warm climate. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science* 80(1): 1-13
- Blando F. and Oomah B.D., 2019. Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. *Trends in Food Science & Technology* 86: 517-529
- Bussi C. and Smith M.A.L., 2015. Effects of nitrogen and potassium fertilization on the growth, yield and pitburn of apricot (cv. Bergeron). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73(3): 387-392
- Chockchaisawasdee S., Golding J.B., Vuong Q.V., Papoutsis K. and Stathopoulos C.E., 2016. Sweet cherry: Composition, postharvest

preservation, processing and trends for its future use. *Trends in Food Science & Technology* 55: 72-83

- Christensen J.V., 1975. Cracking in cherries VII: Cracking susceptibility in relation to fruit size and firmness. *Acta Agriculturae Scandinavica* 25: 301-312
- Coquel F.L., Motta A.C.V., Tutida I. and De-Mio L.L.M., 2011. Nitrogen and potassium fertilization affecting the plum postharvest quality. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33(1): 328-336
- Correia S., Schouten R., Silva A.P. and Goncalves B., 2018. Sweet cherry fruit cracking mechanisms and prevention strategies: A review. *Scientia Horticulturae* 240: 369-377
- Dos-Santos D.R., Gatiboni L.C. and Kaminski J., 2008. Factors affecting the phosphorus availability and the fertilization management in no-tillage system. *Ciencia Rural* 38(2): 576-586
- Dzedzic E. and Błaszczuk J., 2019. Evaluation of sweet cherry fruit quality after short-term storage in relation to the rootstock. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 60: 925-934
- Fallahi E., Righetti T.L. and Proebsting E.L., 1993. Pruning and nitrogen effects of elemental partitioning and fruit maturity in 'Bing' sweet cherry. *Journal of Plant Nutrition* 16(5): 753-763
- Gonçalves A.C., Bento C., Silva B., Simões M. and Silva L.R., 2019. Nutrients, bioactive compounds and bioactivity: The health benefits of sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Current Nutrition & Food Science* 15(3): 208-227
- Goncalves A.C., Campos G., Alves G., Garcia- Viguera C., Moreno D.A. and Silva L.R., 2021. Physical and phytochemical composition of 23 Portuguese sweet cherries as conditioned by variety (or genotype). *Food Chemistry* 335. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127637
- Habib M., Bhat M., Dar B.N. and Wani A.A., 2017. Sweet cherries from farm to table: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57(8): 1638-1649
- Hummer K.E. and Janick J., 2009. Rosaceae: Taxonomy, economic importance, genomics. In K.M. Folta, & S.E. Gardiner (Eds.). *Genetics and Genomics of Rosaceae, Plant Genetics and Genomics: Crops and Models* 6 (pp. 1-17). New York: Springer- Verlag.
- Jaroszewska A., 2011. Quality of fruit cherry, peach and plum cultivated under different water and fertilization regimes. *Journal of Elementology* 16(1): 51–58
- Jiang H.B., Li H.X., Zhao M.X., Mei X.I., Kang Y.L., Dong G.X. and Xu Y.C., 2020. Strategies for timing nitrogen fertilization of pear trees based on the distribution, storage, and remobilization of ¹⁵N from seasonal application of (¹⁵NH₄)₂SO₄. *Journal of Integrative Agriculture* 19(5): 1340-1353

- Kadir U. and Mesut A., 2021. Effects of increasing doses of nitrogen, phosphorus, and potassium on the uptake of other nutrients in sweet cherry trees. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* doi.org/10.1080/00103624.2021.1879122
- Kadir U., 2019. Effects of nitrogen and potassium fertilization on nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits. *Notulae Botanice Horti Agrobotanici Kluz-Napoca* 47(1): 114-118
- Koumanov K.S., Staneva I.N., Kornov G.D. and Germanova D.R., 2016. Sweet cherry fruit quality under fertigation. *Acta Horticulturae* DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.95
- Kowalczyk W., Wrona D. and Przybylko S., 2017. Content of minerals in soil, apple tree leaves and fruits depending on nitrogen fertilization. *Journal of Elementology* 22(1): 67-77
- Kucukyumuk Z., Kucukyumuk C., Erdal I. and Eraslan F., 2015. Effects of different sweet cherry rootstocks and drought stress on nutrient concentrations. *Journal of Agricultural Sciences- Tarim Bilimleri Dergisi* 21(3): 431-438
- LaRue J.H. and Johnson R.S., 1989. *Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market*. UCARN Publications. University of California
- Matzneller P., Götz K.P. and Chmielewski F.M., 2016. Spring frost vulnerability of sweet cherries under controlled conditions. *International Journal of Biometeorology* 60(1), 123–130
- McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27: 1254-1255.
- Mikiciuk G., Mikiciuk M., Możdżer E., Statkiewicz M. and Chylewska U., 2015. The effects of foliar nutrition with InCa fertilizer on the chemical composition of leaves and fruits of sweet cherry. *Journal of Ecological Engineering* 16(2): 116-119
- Motesharezadeh B., Ma Q., Tabibi A.R., Fatemi R. and Bekhradi F., 2021. Nutritional, yield and quality responses of apple, pear, and cherry to calcium nitrate application. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* DOI: 10.1080/00103624.2021.1879113
- Nava G., Dechen A.R. and Nachtigall R., 2008. Nitrogen and Potassium Fertilization Affect Apple Fruit Quality in Southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 39: 96-107
- Navroski R., Barreto C.F., Ferreira L.V., Benati J.A., Nava G. and Maldarim M.B., 2019. Response of 'Sensação' peach trees to phosphate fertilization. *Ciências Agrárias* 40(6): 3345-3382
- Niederholzer F.J.A., DeJong T.M., Saenz J.L., Muraoka T.T. and Weinbaum S.A., 2001. Effectiveness of fall versus spring soil fertilization of field-grown peach trees. *Journal of American Society for Horticultural Science* 125(5): 644-648

- Papapetros S., Louppis A., Kosma I., Kontakos S., Badeka A., Papastephanou C. and Kontominas M.G., 2019. Physiochemical, spectroscopic and chromatographic analyses in combination with chemometrics for the discrimination of four sweet cherry cultivars grown in northern Greece. *Foods* 442(8). DOI: 10.3390/foods8100442
- Radi M., Mahrouz M., Jaouad A. and Amiot M.J., 2003. Influence of mineral fertilization (NPK) on the quality of apricot fruit (cv. Canino). The effect of the mode of nitrogen supply. *Agronomie* 23: 737-745
- Rana R.L., Andriano A.M., Giungato P. and Tricase C., 2019. Carbon footprint of processed sweet cherries (*Prunus avium* L.): From nursery to market. *Journal of Cleaner Production* 227: 900-910
- Reetz HF., 2016. Fertilizers and their Efficient Use. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris-France.
- Rehman M.U., Rather H., Dar N.A., Mir M.M., Iqbal U., Mir M.R., Fayaz S. and Hakeem K.R., 2015. Causes and Prevention of Cherry Cracking: A Review. *Crop Production and Global Environmental Issues* DOI 10.1007/978-3-319-23162-4_19
- Rettke M.A., Pitt T.R., Maier N.A. and Jones J.A., 2006. Quality of fresh and dried fruit of apricot (cv. Moorpark) in response to soil-applied nitrogen. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46(1):123-129
- Rettke M.A., Pitt T.R., Maier N.A. and Jones J.A., 2006. Quality of fresh and dried fruit of apricot (cv. Moorpark) in response to soil- applied nitrogen. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46: 123-129
- Rivera R., Banados P. and Ayala M., 2016. Distribution of ¹⁵N applied to the soil in the Bing/Gisela6 sweet cherry (*Prunus avium* L.) combination. *Scientia Horticulturae* 210: 242-249
- Ross K., Neilsen G. and Neilsen D., 2018. The effect of irrigation frequency, phosphorus fertigation, and cultivar on levels of phenolic compounds in sweet cherries. *HortScience* 53(10) DOI: doi.org/10.21273/HORTSCI13303-18
- San- Martino L., Sozzi G.O., San-Martino S. and Lavado R.S., 2010. Isotopically-labelled nitrogen uptake and partitioning in sweet cherry as influenced by timing of fertilizer application. *Scientia Horticulturae* 126: 42-49
- Simon G., Hrotko K. and Magyar L., 2004. Fruit quality of sweet cherry cultivars grafted on four different rootstocks. *Acta Hortic*, 658(1): 65-370
- Traustadtir T., Davies S.S., Stotian S.P., Jiang A.L., Xu Y. and Wang Y.S., 2004. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmosphere in storage. *Food Chemistry*. 87: 43-49
- Vursavus K., Kelebek H. and Selli S., 2005. A study on some chemical and physic-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium* L.) in Turkey. *Journal of Food Engineering* 74: 568-575

- Winkler A. and Knoche M. 2021. Calcium uptake through skins of sweet cherry fruit: Effects of different calcium salts and surfactants. *Scientia Horticulturae* 276 Doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109761
- Winkler A. and Knoche M., 2019. Calcium and the physiology of sweet cherries: A review. *Scientia Horticulturae* 245: 107-115
- Wintermans J.E.G and de Mots A., 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls *a* and *b* and their phenophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta* 109: 448-453.
- Wojcik P. and Morgas H., 2013. Response of 'Burlat' sweet cherry trees to postharvest sprays of nitrogen, boron and zinc. *Journal of Plant Nutrition* 36:503–514
- Yamaguchi M., Sato I and Ishiguro M., 2002. Influences of epidermal cell sizes and flesh firmness on cracking susceptibility in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars and selections. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science* 71: 738-746
- Yener H. and Atluntas O., 2021. Effects of potassium fertilization on leaf nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits (*Prunus avium* L.). *Journal of Plant Nutrition* 44(7): 946-957

Διαδικτυακή βιβλιογραφία

- FAO, 2021. Agricultural Statistics of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. www.FAO.org. (Ανακτήθηκε 28/11/2021)
- Myers S. and Nigh V., 2021. Too Many to Count: Factors Driving Fertilizer Prices Higher and Higher. *Still Farming* (<https://www.fb.org/market-intel/too-many-to-count-factors-driving-fertilizer-prices-higher-and-higher>), (Ανακτήθηκε 18/01/2022)
- Neilsen D. and Neilsen G., 2008. Managing nutrition in high density apple and sweet cherry. Pacific Agri-Food Research Centre (<https://ucanr.edu/sites/nm/files/76676.pdf>), (Ανακτήθηκε 10/01/2022)
- Sallato B., 2021. Nutrient Management in Sweet Cherries. Washington State University (<http://treefruit.wsu.edu/nutrient-management-in-sweet-cherries/>), (Ανακτήθηκε 20/12/2021)