



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος  
Εργαστήριο Δενδροκομίας

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:

‘Καινοτόμες τεχνικές διαχείρισης της μηλιάς ποικ. Fuji για βελτίωση της ποιότητας καρπού’



Όνοματεπώνυμο φοιτητή: Μπίσκος Χαράλαμπος

Επιβλέπων καθηγητής: Νάνος Γεώργιος

Βόλος 2021

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:

‘Καινοτόμες τεχνικές διαχείρισης της μηλιάς ποικ. Fuji για βελτίωση της ποιότητας καρπού’

‘Innovative management techniques of cv. Fuji apple trees to improve fruit quality’

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- Γεώργιος Νάνος, Καθηγητής (Δενδροκομία), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Νικόλαος Δαναάτος, Καθηγητής (Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Νικόλαος Κατσούλας, Καθηγητής (Γεωργικές Κατασκευές – θερμοκήπια), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Υπέυθυνη Δήλωση

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

## Ευχαριστίες

Μετά από πέντε όμορφα χρόνια στον Βόλο και την Γεωπονική σχολή το ταξίδι τελειώνει. Πέντε χρόνια γεμάτα όμορφες αναμνήσεις, φιλίες, εμπειρίες, ανακαλύψεις, μάθηση και γνώση. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Γρηγόρη και Ντίνα, για τη θυσία τους και τον κόπο που έκαναν ώστε να ολοκληρώσω τις σπουδές μου, τον παππού Μανώλη και γιαγιά Αγνή για τη στήριξή τους και την κατανόησή τους. Επιπλέον, την οικογένεια Μπαμπατζάνη για την παραχώρηση του αγρού της πειραματικής διαδικασίας, και ιδιαίτερα τον Κώστα και κ. Μανώλη για την πολύτιμη βοήθειά τους. Ακόμη, το προσωπικό του εργαστηρίου Δενδροκομίας που με τη συμβολή του ολοκληρώθηκε επιτυχώς η διαδικασία και η καταγραφή των άπειρων μετρήσεων.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τους καθηγητές της σχολής, που με την προσπάθειά τους, τη διάθεση τους και την αγάπη που έδειξαν έβαλαν και αυτοί το λιθαράκι τους για την εκμάθηση της γεωπονικής επιστήμης. Ελπίζω να συνεχίσουν τη μεγάλη αυτή προσπάθεια, ώστε να συνεχίσει η σχολή μας να βρίσκεται στην κορυφή!

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους φίλους μου για τις όμορφες στιγμές και εμπειρίες που περάσαμε μαζί αρχικά, αλλά και για την καταγραφή των μετρήσεων στο εργαστήριο. Ειδικά, την Κλαίρη που με τη θυσία μιας ολόκληρης σχεδόν μέρας και χωρίς γκρίνια (πράγμα περίεργο) βοήθησε να ολοκληρωθούν επιτέλους αυτές οι μετρήσεις, καθώς και την Μαρία, την Ελένη και τον Χρήστο. Ποιος ξέρει; ίσως να ήμουν εβδομάδες ακόμη εκεί...

Τέλος, θα ήθελα να πω το μεγαλύτερο ευχαριστώ στον καθηγητή μου κ. Νάνο Γεώργιο, καθηγητή Δενδροκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και διευθυντή του εργαστηρίου Δενδροκομίας. Η διάθεσή του για μετάδοση της γνώσης, η εργατικότητα του, η συνέπειά του, ο σεβασμός και η αγάπη που έδειξε οδήγησαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής διατριβής μου, αλλά και να προσπαθώ συνεχώς για το καλύτερο.

Συμβουλή: Όταν μια πόρτα κλείνει, μια άλλη πάντα ανοίγει...

## Περιεχόμενα

### Περίληψη

1. Εισαγωγή.....	Σελ.1
1.1 Η Μηλιά – επέκταση, χαρακτηριστικά.....	Σελ.1
1.2 Ποικιλία Fuji, θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά.....	Σελ.2
1.3 Βλαστική ανάπτυξη και φωτισμός κόμης στη δενδροκομία.....	Σελ.4
1.3.1 Δακτυλίωση.....	Σελ.4
1.3.2 Paclobutrazol.....	Σελ.5
1.3.3 Αζωτούχος λίπανση.....	Σελ.6
1.3.4 Κλάδεμα.....	Σελ.8
1.4 Παρενιαυτοφορία, μέθοδοι μείωσης του προβλήματος.....	Σελ.9
1.4.1 Δακτυλίωση και παρενιαυτοφορία.....	Σελ.10
1.4.2 Κλάδεμα και παρενιαυτοφορία.....	Σελ.10
1.4.3 Ανόργανη θρέψη και παρενιαυτοφορία.....	Σελ.11
1.5 Ηλιακό έγκαυμα καρπών και αντιμετώπισή του.....	Σελ.12
1.5.1 Ζεόλιθος και ηλιακό έγκαυμα καρπού.....	Σελ.13
1.5.2 Ατταπουλγίτης και ηλιακό έγκαυμα καρπού.....	Σελ.14
1.5.3 Καταιονισμός και ηλιακό έγκαυμα καρπού.....	Σελ.15
1.6 Βελτίωση χρωματισμού του φλοιού των μήλων.....	Σελ.15
1.6.1 Κάλιο και ποιότητα στα μήλα.....	Σελ.15
1.6.2 Φώσφορος και ποιότητα στα μήλα.....	Σελ.16
1.6.3 Οργανικά λιπάσματα TheoVita, Gold Colors, SOLIDEX-CASP ως βιοδιεγέρτες.....	Σελ.16
1.7 Σκοπός της παρούσας μελέτης.....	Σελ.18
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	Σελ.19
2.1 Πειραματικός αγρός.....	Σελ.19
2.2 Μεταχειρίσεις.....	Σελ.19
2.3 Μετρήσεις αγρού.....	Σελ.23
2.4 Μετρήσεις Εργαστηρίου.....	Σελ.24
2.5 Στατιστική ανάλυση.....	Σελ.28

3. Αποτελέσματα.....	Σελ.29
3.1 Βάρος καρπού και Σκληρότητα σάρκας.....	Σελ.29
3.2 Χρώμα φλοιού L*, a*, b* και Υποκειμενικό χρώμα.....	Σελ.30
3.3 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ), Οξύτητα, ΔΣΣ/Οξύτητα και Ξηρά Ουσία.....	Σελ.34
3.4 Συγκέντρωση Φαινολικών, DPPH και FRAP.....	Σελ.36
3.5 Συνολική παραγωγή, Εμπορική παραγωγή, ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών και Παραγωγικότητα.....	Σελ.39
3.6 Κλαδευτικά ενός έτους και παλαιότερων ετών.....	Σελ.41
3.7 Μήκος μεσογονατίου.....	Σελ.42
3.8 Βλαστοί ενός έτους: βάρος ανά μονάδα μήκους, βάρος ανά μονάδα πλάτους, σχέση μήκους/πλάτους.....	Σελ.43
3.9 Βλαστοί δύο ετών: βάρος ανά μονάδα μήκους, βάρος ανά μονάδα πλάτους, σχέση μήκους/πλάτους.....	Σελ.44
4. Συζήτηση.....	Σελ.46
Συμπεράσματα.....	Σελ.53
Βιβλιογραφία.....	Σελ.54

## Περίληψη

Η ποικιλία μήλων Fuji δίνει ανώτερης γευστικής ποιότητας μήλα, αλλά έχει σημαντικά μειονεκτήματα όπως τη ζωηρή βλάστηση και παρεννιαυτοφορία και το ηλιόκαυμα των καρπών. Στην περιοχή της Καστοριάς μελετήθηκαν διάφορες μεταχειρίσεις με σκοπό τη μείωση της βλαστικής ανάπτυξης, του ποσοστού των καρπών με ηλιόκαυμα, και των εισροών. Καρποί από το πάνω φωτιζόμενο τμήμα των δέντρων ήταν μεγαλύτεροι, περισσότερο χρωματισμένοι, με υψηλότερη διατροφική αξία, αλλά με κατώτερη γευστική ποιότητα από τους καρπούς στο κάτω σκιαζόμενο τμήμα των δέντρων. Ο συνδυασμός πλήρους λίπανσης, ριζοποτίσματος paclobutrazol και διαφυλλικά ατταπουλγίτη έδωσε μέτρια βλαστική ανάπτυξη, τη μικρότερη παραγωγικότητα με αυξημένο ποσοστό ηλιοκαμένων καρπών, την καλύτερη εμπορική και γευστική ποιότητα καρπών, και σχετικά χαμηλή διατροφική αξία. Η εφαρμογή διαφυλλικά οργανικού λιπάσματος/βιοδιεγέρτη και ζεόλιθου κατεύθυνε πολλή παραγόμενη ξηρά ουσία στη βλάστηση, είχε μέτρια παραγωγικότητα, με καλή εμπορική ποιότητα καρπών, αλλά περιορισμένη γευστική ποιότητα και χαμηλή διατροφική αξία. Η εφαρμογή δακτυλίωσης με διαφυλλικά οργανικό λίπασμα/βιοδιεγέρτη και ζεόλιθο έδωσε τη μικρότερη βλαστική ανάπτυξη, την καλύτερη παραγωγικότητα αλλά αύξηση των ηλιοκαμένων μήλων, προώρισε την ωρίμανση δίνοντας καλής ποιότητας και ιδιαίτερα γλυκείς καρπούς. Η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών με ζεόλιθο έδωσε αδύναμους βλαστούς, μέτρια παραγωγικότητα, και κατώτερης εμπορικής, γευστικής και διατροφικής ποιότητας καρπούς. Η μη εφαρμογή paclobutrazol, N, και P, αλλά μόνο λίπανση με K και εφαρμογή ατταπουλγίτη, έδωσε μέτρια βλαστική ανάπτυξη, τη μεγαλύτερη παραγωγικότητα με μειωμένο ποσοστό ηλιοκαμένων καρπών, αλλά κατώτερης εμπορικής και γευστικής ποιότητας, ενώ η διατροφική αξία των καρπών της μεταχείρισης ήταν καλή. Συνοπτικά, δεν βρέθηκε κάποια μεταχείριση να βελτιώνει όλα τα χαρακτηριστικά της παραγωγής και ποιότητας καρπών της ποικιλίας Fuji, αλλά φαίνεται ότι οι πολλές χημικές εισροές δεν είναι απαραίτητες για την καλλιέργεια της ποικιλίας, ενώ απαραίτητες κρίνονται οι διαφυλλικές εφαρμογές κόνεων με σκοπό την προστασία από το ηλιόκαυμα.

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Η Μηλιά – επέκταση, χαρακτηριστικά

Η μηλιά αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα δέντρα που καλλιεργούνται σε παγκόσμια κλίμακα για τους εύγευστους και θρεπτικούς καρπούς της. Κατάγεται από την περιοχή του Καυκάσου που βρίσκεται στην Νοτιοδυτική Ασία και εξαπλώθηκε με την πάροδο των χρόνων στην Ευρώπη, στην Αμερική και σε όλον τον κόσμο. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του FAO το 2008, η παγκόσμια παραγωγή μήλων ξεπερνούσε τους 65 εκατομμύρια τόνους, με κύρια παραγωγική χώρα την Κίνα, τις ΗΠΑ, το Ιράν και τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να ακολουθούν, ενώ η μέση ετήσια παραγωγή μήλων στην Ελλάδα ανερχόταν στους 250.000 τόνους. Αποτελεί δυναμική καλλιέργεια-σταθμό για πολλές χώρες και για την Ελλάδα, λόγω της μεγάλης ετήσιας παραγωγής, της δημιουργίας και της διαθεσιμότητας πολλών καλλιεργούμενων ποικιλιών και της δυνατότητας συντήρησης των καρπών της για μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα να καταναλώνονται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Είναι γιγαρτόκαρπο, φυλλοβόλο, οπωροφόρο δέντρο και οι καλλιεργούμενες ποικιλίες της έχουν προέλθει από το είδος *Malus\*domestica* που ανήκει στην οικογένεια Rosaceae και στην κλάση των δικοτυληδόνων. Η χρονική διάρκεια εμπορικής καλλιέργειας του δέντρου εκτιμάται στα 20-25 έτη και η έναρξη της καρποφορίας παρατηρείται το δεύτερο και τρίτο έτος της ηλικίας της, όταν είναι εμβολιασμένο σε νάνο υποκείμενο, με μέγιστη απόδοση από το πέμπτο έτος και μετά. Η μηλιά είναι δέντρο κυρίως των ψυχρών και υγρών περιοχών, όπου αντέχει και αναπτύσσεται σε χαμηλές θερμοκρασίες από -40 έως +29 °C. Απαιτεί πολλές ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, που κυμαίνονται από 700-1200 ώρες για τη διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών, και δροσερό καλοκαίρι για τη δημιουργία υψηλής ποιότητας καρπών. Η άνθισή της λαμβάνει χώρα στην Ελλάδα κατά τη διάρκεια του Απριλίου και η ωρίμανση των καρπών της από το καλοκαίρι έως και το Φθινόπωρο, αναλόγως της καλλιεργούμενης ποικιλίας. Για την επιτυχή άνθιση και καρπόδεση απαραίτητη είναι η παρουσία επικονιαστριών ποικιλιών στον αγρό, ενώ διεθνώς τοποθετούνται και κυψέλες μελισσών για διασπορά της γύρης.

Ο αριθμός των καλλιεργούμενων ποικιλιών ανά τον κόσμο είναι πάρα πολύ μεγάλος. Στην Ελλάδα έχουν καλλιεργηθεί πολλές ποικιλίες και έρχονται νέες



συνεχώς, κάποιες καλλιεργούνται για πολλές δεκαετίες, ενώ κάποιες άλλες έχουν εγκαταλειφθεί. Οι κυριότερες ποικιλίες που καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις της συνολικής παραγωγής στις περιοχές της Μακεδονίας (Π.Ε. Καστοριάς, Ημαθίας, Πέλλας), Θεσσαλίας (Π.Ε. Μαγνησίας, Λάρισας) και Πελοποννήσου (Π.Ε. Αρκαδίας) είναι από τις πρώιμες οι κλώνοι της ποικιλίας Gala, από τις μέσης εποχής ωρίμανσης οι Red Chief και πάρα πολλοί κλώνοι της Red Delicious, Golden Delicious, Jonagored και Florina, και από τις όψιμες διάφοροι κλώνοι της Fuji, η Granny Smith και το Φιρίκι (Σωτηρόπουλος, 2014). Τα τελευταία χρόνια επικρατούν ποικιλίες που έχουν μερικά κόκκινο χρωματισμό φλοιού και ζήτηση από τους καταναλωτές, όπως είναι η Gala και η Fuji. Για αυτό τον λόγο κλώνος της Fuji χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα και λόγω της πλούσιας γεύσης, της μεγάλης ικανότητας συντήρησης των καρπών της και της υψηλής αγοραστικής τους αξίας. Η ύπαρξη πολλών διαφορετικών ποικιλιών, η διαφορά τους στη χρονική περίοδο της συγκομιδής, που ξεκινά από τα μέσα Αυγούστου στις πρώιμες και τελειώνει τον Νοέμβριο για τις όψιμες ποικιλίες στις ψυχρές περιοχές, και η υψηλή συντηρησιμότητα των μήλων, επιτρέπει τη διάθεση των μήλων για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (έως και ένα έτος με κατάλληλη μετασυλλεκτική διαχείριση).

Ο πολλαπλασιασμός πραγματοποιείται με εμβολιασμό της ποικιλίας πάνω στο υποκείμενο. Το υποκείμενο μπορεί να προέρχεται από σπόρο, ή ιστοκαλλιέργεια ή και μόσχευμα και απαιτεί μισή ή ολόκληρη βλαστική περίοδο ανάπτυξης στο φυτώριο. Η χρήση του προσδίδει κάποιες ιδιότητες στο νέο φυτό, οι οποίες είναι η αντοχή σε ορισμένους εχθρούς και παθογόνα, η αντοχή σε συνθήκες ξηρασίας και ψύχους, και η αύξηση της παραγωγικότητάς του. Σήμερα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά κλωνικά υποκείμενα με κάποιο βαθμό νανισμού, τα οποία είναι το M9, M26, και MM106 και προσδίδουν ορισμένες επιθυμητές ιδιότητες που αναφέρθηκαν ανωτέρω.

## 1.2 Ποικιλία Fuji, θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά

Τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια μήλων ποικιλίας Fuji όλο και αυξάνεται. Κατάγεται από τη μακρινή Ιαπωνία, όπου και δημιουργήθηκε από τη διασταύρωση των ποικιλιών Ralls Janet και Delicious το 1939. Εκτός από την Ιαπωνία, δεσπόζει και σε πολλές άλλες χώρες, όπως η Κίνα, Βραζιλία, Αργεντινή, Αυστραλία και λιγότερο στις χώρες της Ευρώπης. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται, εκτός από την κλασική ποικιλία, οι

κλώνοι Fuji Aztec, Fuji Spur, Fuji Red, Naga-Fu 2, Naga-Fu 12 και Fuji Kiku, οι οποίοι παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές στον τρόπο με τον οποίο καλύπτεται ο φλοιός του καρπού από το κόκκινο επίχρωμα (ομοιόμορφη κάλυψη ή κάλυψη με τη μορφή ραβδώσεων) (Πετρίδη κ.ά. 2008). Το δέντρο της Fuji είναι πλαγιόκλαδο, με ζωνρή βλαστική ανάπτυξη και υψηλή παραγωγικότητα. Οι καρποί της είναι σφαιρικού σχήματος, μεσαίου-μεγάλου μεγέθους που ζυγίζουν γύρω στα 220-250 g, πεπλατυσμένο με ευρεία κοιλότητα κάλυκα και η ωρίμανσή τους παρατηρείται στα μέσα Οκτωβρίου. Επικονιάστριες ποικιλίες της είναι οι Red Chief, Gala, Golden Delicious και Granny Smith.

Η εν λόγω ποικιλία παρουσιάζει ορισμένες θετικές και αρνητικές ιδιότητες. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών της, όπως η πλούσια χυμώδης, γλυκιά και τραγανή γεύση, η ισορροπημένη σχέση των σακχάρων και των οξέων, η καλή συνεκτικότητα και το κόκκινο επίχρωμα στον φλοιό συμβάλλουν στην αυξημένη κατανάλωσή τους (Veberic, 2007). Επίσης, η συγκεκριμένη ποικιλία παρουσιάζει μέτρια ανθεκτικότητα στο οίδιο (*Podospaera leucotricha*), και δεν εκδηλώνει το φαινόμενο της προσυλλεκτικής καρπόπτωσης και του επιφανειακού εγκαύματος κατά τη διάρκεια της συντήρησής των καρπών της, με αποτέλεσμα να δέχεται λιγότερες εισροές φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Όμως, το κυριότερο πλεονέκτημά της είναι η συντηρησιμότητα των καρπών της, που την καθιστά διαθέσιμη στους καταναλωτές καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Πετρίδη κ.ά. 2008).

Όσον αφορά τα αρνητικά της γνωρίσματα, η ζωνρή ανάπτυξη του δέντρου οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή και σε μειωμένο σχηματισμό του κόκκινου χρώματος στον καρπό, με αποτέλεσμα να αποτελεί εμπόδιο στην παραγωγή υψηλής ποιότητας μήλων (Marsh et al. 1996). Επιπρόσθετα, παρατηρείται το φαινόμενο του ηλιακού εγκαύματος των καρπών της, που προκαλείται από τις υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Τέλος, όπως και οι υπόλοιπες ζωνρής ανάπτυξης ποικιλίες μήλων, χαρακτηρίζεται από το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας. Συνεπώς, η υιοθέτηση συγκεκριμένων τεχνικών και μεθόδων για τη διατήρηση των θετικών και για την αντιμετώπιση των αρνητικών χαρακτηριστικών της είναι απαραίτητη για την παραγωγή εμπορικών καρπών σε ποσότητα και υψηλή ποιότητα.

### 1.3 Βλαστική ανάπτυξη και φωτισμός κόμης στη δενδροκομία

Η έξοδος των οφθαλμών από τον λήθαργο, η αρχική ανάπτυξη βλαστών, φύλλων και καρπών την άνοιξη πραγματοποιείται με υδατάνθρακες και θρεπτικά στοιχεία που αποθήκευσε το δέντρο από την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο. Στη συνέχεια, η ανάπτυξη συνεχίζεται μέσω των ανόργανων θρεπτικών που προστίθενται και των υδατανθράκων που παράγονται μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης των φύλλων. Όμως, η έντονη βλαστική ανάπτυξη αποτελεί ένα μειονέκτημα των καλλιεργούμενων ποικιλιών μηλιάς. Σύμφωνα με τον Forshey (1994), όσο μεγαλύτερη είναι η ζωηρότητα του δέντρου, τόσο λιγότεροι ανθοφόροι οφθαλμοί σχηματίζονται. Επιπλέον, με την αυξημένη βλάστηση επικρατεί ανταγωνισμός ανάμεσα στα βλαστικά και στα αναπαραγωγικά μέρη του δέντρου. Ως εκ τούτου, οι παραγόμενοι από τη φωτοσύνθεση υδατάνθρακες μεταφέρονται και καταναλώνονται από τους αναπτυσσόμενους νεαρούς βλαστούς εις βάρος των καρπών. Για αυτό, κρίνεται απαραίτητος ο περιορισμός της βλάστησης και η αύξηση της ποσότητας ηλιακού φωτός στην κόμη του δέντρου με τη χρήση μηχανικών και χημικών μεθόδων και τεχνικών, όπως η δακτυλίωση, η εφαρμογή της δραστικής ουσίας paclobutrazol, η μειωμένη αζωτούχος λίπανση, και η εφαρμογή κλαδέματος.

#### 1.3.1 Δακτυλίωση

Η δακτυλίωση αποτελεί σήμερα τεχνική μείωσης της βλαστικής ανάπτυξης των δέντρων σε πολλές καλλιέργειες οπωροφόρων, εσπεριδοειδή και αμπέλια. Παλαιότερα, χρησιμοποιούταν από τους αγρότες ως τεχνική για τη νέκρωση των δέντρων στους αγρούς (Moore, 2013). Με τη δακτυλίωση αφαιρείται φλοιός ολόκληρου δακτυλιδιού πάχους 8-10 mm, περιμετρικά στον κορμό 30-40 cm πάνω από το έδαφος, αποτρέποντας έτσι την καθοδική κίνηση των φωτοσυνθετικών προϊόντων και των μεταβολιτών για κάποια περίοδο μέχρι την επούλωση της τομής με νέο φλοιό. Η αφαίρεση τμήματος του φλοιού έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή της μεταφοράς κάποιων οργανικών μορίων από τα φύλλα στο ριζικό σύστημα όπως λ.χ. αμινοξέα, σάκχαρα και ορμόνες, καθώς και άλλων απλούστερων ουσιών που είναι διαλυμένες στον χυμό του φλοιού (Holmes, 1984 και Moore, 2013). Έτσι, οι παραγόμενοι υδατάνθρακες του φυλλώματος παραμένουν πάνω από την περιοχή της δακτυλίωσης

και καταναλώνονται από τους καρπούς, ενώ οι υδατάνθρακες που βρίσκονται στην περιοχή των ριζών καταναλώνονται σιγά σιγά από αυτές μέχρις εξάντλησης των αποθεμάτων τους με αποτέλεσμα το δέντρο να οδηγείται κύρια και συνήθως σε μειωμένη βλαστική και ριζική ανάπτυξη.

Με τη δακτυλίωση βελτιώνεται και η οργανοληπτική ποιότητα των καρπών. Σε ποικιλίες νεκταρινιών και ροδάκινων παρατηρήθηκε μεγαλύτερο μέγεθος και καλύτερος χρωματισμός των καρπών (Agusti et al. 1998). Σε καρπούς της μηλιάς Fuji οδήγησε σε αύξηση του βάρους και της συνεκτικότητάς τους, και σε βελτιωμένο χρωματισμό, ο οποίος οφείλεται στα χαμηλά επίπεδα του N στα φύλλα και στη μείωση του περιεχομένου της χλωροφύλλης στον φλοιό του καρπού που επέφερε η δακτυλίωση (Fallahi et al. 1985, Fallahi et al. 2018).

Μετά την εφαρμογή της δακτυλίωσης ουσιαστική είναι η διατήρηση της υγείας του δέντρου με αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών, άρδευση και καλή αποστράγγιση, παροχή θρεπτικών και ζιζανιοκτονία (Priestley, 2004), παρόλο που το φυτό έχει την τάση να επουλώνει τον δακτύλιο μέσα στις επόμενες εβδομάδες (Neely, 1988 και Goren et al. 2004). Αν το τμήμα του φλοιού που έχει απομακρυνθεί είναι μεγάλο, τότε μπορεί το δέντρο να παρουσιάσει καχεκτική ανάπτυξη, μάρανση και θάνατο, διότι δυσχεραίνεται η επούλωση της πληγής και η πρόσληψη θρεπτικών ουσιών και ύδατος με την περιορισμένη λειτουργία των ριζών για μεγάλο χρονικό διάστημα (Moore, 2013).

### 1.3.2 Paclobutrazol

Η δραστική ουσία Paclobutrazol (PBZ) είναι ρυθμιστής ανάπτυξης των φυτών που παρουσιάζει πολλές ιδιότητες. Αρχικά, αναστέλλει την παραγωγή γιβεριλλίνης, μέσω της παρέμβασης σε τρία στάδια της τερπενοειδούς οδού, συμβάλλει στην αυξημένη παραγωγή κυτοκινίνης και αμπισικού οξέως και στην περιορισμένη παραγωγή αιθυλενίου, με αποτέλεσμα να μην προκαλείται γήρανση του καρπού επάνω στο φυτό. Μέσω της αναστολής σύνθεσης της γιβεριλλίνης και της καθυστερημένης μεταφοράς ενέργειας στα μιτοχόνδρια, ελαττώνεται η επιμήκυνση των νέων κυττάρων, ενώ τα ήδη υπάρχοντα συνεχίζουν να διαιρούνται, ο αριθμός των φύλλων παραμένει ο ίδιος πάνω στους βλαστούς με αποτέλεσμα να περιορίζεται η βλαστική ανάπτυξη όχι όμως και η φυλλική επιφάνεια (Wilkinson et al. 1991, Fletcher et al. 2000, Pinto et al. 2006, και

Francescangeli et al. 2008). Επιπλέον, ενεργεί για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα στο έδαφος και ελέγχει την ανάπτυξη του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος του φυτού, αφού καθιστά πιο αποτελεσματική τη μεταφορά των φωτοσυνθετικών προϊόντων στο ριζικό σύστημα και οδηγεί σε περιορισμένη συσσώρευση υδατανθράκων στη φυλλοστιβάδα (Reid et al. 1995 και Burrows et al. 1992). Παράλληλα, καθιστά δυνατή την επιβίωση του φυτού κάτω από συνθήκες αβιοτικής καταπόνησης, όπως ψύχους, αλατότητας, ξηρασίας, άρα και έλλειψης νερού, και ασφυξίας λόγω πλημμύρας. Όσον αφορά την αντοχή στην ξηρασία, βρέθηκε ότι προκάλεσε μείωση των επιπέδων προλίνης και της διαρροής ηλεκτρολυτών, διατήρηση της ανάπτυξης και της περιεκτικότητας της υγρασίας των ριζών, καθώς και αυξημένα ποσά των βιταμινών C και E και δραστηριότητας ορισμένων αντιοξειδωτικών ενζύμων (καταλάση και υπεροξειδίου της δισμουτάσης) στα φύλλα τουλίπας. Ακόμη, προκαλεί βελτίωση της ποιότητας των καρπών και αύξηση της απόδοσης των φυτών, καθώς ενισχύει τη δραστηριότητα της φωτοσύνθεσης και της παραγωγής υδατανθράκων και διατηρεί το υδατικό περιεχόμενο των φύλλων στα ιδανικά επίπεδα (Yahia et al. 2019). Σε έρευνα πάνω στον ευκάλυπτο (*Eucalyptus nitens*) διαπιστώθηκε ότι ο συνδυασμός αρκετού ψύχους κατά την περίοδο του χειμώνα μαζί με εφαρμογή του PBZ οδήγησε σε αυξημένη παραγωγή ανθοφόρων οφθαλμών και ως εκ τούτου και αυξημένη παραγωγή καρπών (Moncur και Hasan, 1994). Όμως, η διαφυλλική εφαρμογή της παραπάνω ουσίας οδήγησε σε μειωμένο βάρος και σε χαμηλά ποσά Διαλυτών Στερεών Συστατικών (ΔΣΣ) σε καρπούζια και σε μειωμένη απόδοση σε καλλιέργειες φράουλας (Huang et al. 1989, Jiao et al. 1986). Τέλος, χρήζει ιδιαίτερης προσοχής η χρονική περίοδος και η δοσολογία της εφαρμοζόμενης ποσότητας, καθώς σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών αναστέλλεται η δράση του και συνεπώς η γιβεριλλίνη δρα κανονικά (Merlyn και Jajang, 2016). Τέλος, η καθυστερημένη εφαρμογή αυτού ή εφαρμογή σε μεγαλύτερη της απαραίτητης ποσότητα οδήγησε σε υπερβολική ανάπτυξη του φυτού και επιβράδυνση της ανθοφορίας σε συνδυασμό με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν (Kuai et al. 2017).

### 1.3.3 Αζωτούχος λίπανση

Το άζωτο (N) αποτελεί βασικό στοιχείο θρέψης στη μηλιά. Η μηλιά έχει αυξημένες απαιτήσεις στο στοιχείο αυτό κατά τη διάρκεια της εκβλάστησης την άνοιξη για τη

βλαστική ανάπτυξη και την αρχική ανάπτυξη των καρπιδίων. Γενικά, πρέπει να γίνεται σταδιακή εφαρμογή του αζώτου κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό ενισχύει την αποτελεσματική χρήση του N από το δέντρο, η οποία μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης. Σε πείραμα που διενεργήθηκε στην Βόρεια Ελλάδα σε ακτινιδεώνες βρέθηκε ότι η χρήση των λιπασμάτων αυτών οδήγησε σε αποδοτικότερη χρήση νερού από τα ακτινίδια, σε αυξημένη παραγωγικότητα και βελτιωμένη ποιότητα των καρπών (Sotiropoulos et al. 2013). Αντιθέτως, η υπερβολική ποσότητα N διαθέσιμη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού θα οδηγήσει σε συνεχή ανάπτυξη και ζωηρότητα των βλαστών, με αποτέλεσμα μεγάλα προβλήματα φυτοπροστασίας και υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών. Μετασυλλεκτική εφαρμογή αζώτου το Φθινόπωρο με διαφυλλικούς ψεκασμούς, διότι τα φύλλα χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη ικανότητα απορρόφησης του αζώτου εκείνη την περίοδο, συμβάλλει στην αποθήκευση του στοιχείου στις ρίζες, στους βλαστούς και στους οφθαλμούς του δέντρου. Έτσι, θα χρησιμοποιηθεί για την ανθοφορία, την ανάπτυξη βλαστών και καρπόδεση την επόμενη χρονιά. Επιπλέον, η εφαρμογή ουρίας μετά τη συγκομιδή αποτελεί έναν έμμεσο τρόπο καταπολέμησης του φουζικλαδίου, καθώς ο μύκητας αδυνατεί να διαχειμάσει στα φύλλα που θα πέσουν αργά το φθινόπωρο.

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, η παροχή μεγάλων δόσεων αζώτου το καλοκαίρι έχει σαν αποτέλεσμα δυσμενείς επιπτώσεις στην παραγωγή και στην ποιότητα των καρπών αρκετών ποικιλιών μηλιάς, καθώς αναπτύσσεται έντονος ανταγωνισμός μεταξύ βλαστών και καρπών για την κατανάλωση των φωτοσυνθετικών προϊόντων (Heinicke, 1934). Ακόμα, προκαλείται ευαισθησία των δέντρων στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και σε διάφορες ασθένειες οφειλόμενες σε μύκητες και βακτήρια. Επίσης, αυξάνεται η τάση για εκδήλωση επιφανειακού εγκαύματος ιδίως στην ποικιλία μηλιάς Granny Smith και αυτών της ομάδας Red Delicious, ενώ συχνά παρατηρείται καρπόπτωση πριν από τη συγκομιδή στις τελευταίες και στην Jonagold (Σωτηρόπουλος, 2014). Εκτός αυτού, καθιστά τα μήλα ευπαθή στην πικρή κηλίδωση, με περισσότερο ευπαθή να γίνονται τα μήλα στα οποία το N χορηγείται με αμμωνιακή μορφή απ' ό,τι με νιτρική μορφή (Fisher 1923, Faust and Shear 1968, και Martin et al. 1970). Ο Fallahi και η ομάδα του (2010) παρατήρησαν ότι η συνεκτικότητα, το χρώμα, καθώς και το επίπεδο του καλίου (K) στους καρπούς μειώνονταν, όσο αυξάνονταν η ποσότητα του N που εφαρμόστηκε στα Red Spur Delicious. Η τροφοπενία K που

προκαλείται, οδήγησε σε περιορισμένες αποδόσεις, μειωμένο βάρος, μειωμένη περιεκτικότητα ΔΣΣ και υψηλή οξύτητα καρπών Golden Delicious (Milic et al. 2012). Μειωμένος κόκκινος χρωματισμός στον φλοιό των καρπών παρατηρήθηκε και στις ποικιλίες Gala και Starking Delicious, με την πρώτη να εμφανίζει και μειωμένη συνεκτικότητα και η δεύτερη αυξημένα ποσά αιθυλενίου, που οδηγεί σε γρήγορη ωρίμανση και γήρανση των καρπών (Nielsen et al. 1999a, και Nielsen et al. 1999b). Με τη χορήγηση υψηλών δόσεων N απαιτείται και μεγαλύτερη δόση των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για το αραίωμα των καρπών. Τέλος, το πολύ N μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα των καρπών, μέσω της επιτάχυνσης της ωρίμανσης και της μειωμένης συνεκτικότητας των καρπών, τα οποία θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ικανότητα συντήρησης (Milic et al. 2012).

Σε αντίθεση με τα παραπάνω, η περιορισμένη χορήγηση N φέρει πολλά θετικά αποτελέσματα, αλλά και αρνητικά αποτελέσματα. Κάτω από συνθήκες όπου το άζωτο είναι περιορισμένο παρατηρήθηκε αύξηση της ριζικής ανάπτυξης και της αναλογίας ρίζας/βλαστών σε ένα είδος λεύκας στην Κίνα. Αυτό οφείλεται στη μετακίνηση περισσότερων φωτοσυνθετικών προϊόντων από τα φύλλα στις ρίζες (Zhang et al. 2018 και Zheng, 2009). Είναι άξιο να αναφερθεί ότι σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Wu και τους συνεργάτες του (2021) σε μηλεώνες στην Κίνα, όπου κύρια ποικιλία ήταν η Fuji, διαπιστώθηκε ότι ο συνδυασμός εφαρμογής μειωμένης ποσότητας N και η χρήση μελισσών ως επικονιαστές, βελτίωσε την ποιότητα και αύξησε την ποσότητα των καρπών, ενώ μειώθηκε και το ποσοστό παραμορφωμένων καρπών. Τέλος, η περιορισμένη εφαρμογή αζώτου και η περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού προκαλεί την ανάπτυξη αντοχής των δέντρων σε συνθήκες καταπόνησης από ξηρασία (Wang et al. 2020). Ωστόσο, χρήζει ιδιαίτερης προσοχής η εφαρμοζόμενη ποσότητα N, καθώς μειωμένη διαθεσιμότητα του στοιχείου αυτού κατά τη διάρκεια της άνθισης και καρπόδεσης της μηλιάς προκαλεί μειωμένη καρπόδεση (Σωτηρόπουλος, 2014).

#### 1.3.4 Κλάδεμα

Το κλάδεμα αποτελεί μια από τις βασικότερες καλλιεργητικές τεχνικές στη δενδροκομία. Με το κλάδεμα επιδιώκεται η διαμόρφωση του σχήματος του δέντρου και η ισορροπία της βλαστικής ανάπτυξης και της καρποφορίας με την τοποθέτηση των καρποφόρων οργάνων επάνω σε αυτό. Στους μηλεώνες εκτός από το χειμερινό

κλάδεμα πραγματοποιείται και το θερινό κλάδεμα, ιδίως σε δέντρα με μεγάλη ζωηρότητα. Αυτό συνίσταται στην αφαίρεση των «λαίμαργων» βλαστών, που βρίσκονται στην κορυφή του δέντρου και επιφέρουν σκίαση στο υπόλοιπο τμήμα του, και αποτελεί έτσι έναν τρόπο ελέγχου της έντονης βλαστικής ανάπτυξης. Με την εφαρμογή του θερινού κλαδέματος την περίοδο όπου το δέντρο αναπληρώνει τους χαμένους υδατάνθρακες που καταναλώθηκαν για την ανοιξιάτικη ανάπτυξη βλαστών και καρπών, αφαιρείται φυλλοστιβάδα που φωτοσυνθέτει με αποτέλεσμα να παράγονται λιγότερες ουσίες και να μειώνεται η ζωηρότητα του δέντρου. Συγκριτικά με το χειμερινό, η ανάπτυξη περιορίζεται πολύ περισσότερο με το θερινό κλάδεμα, καθώς απομακρύνεται αρκετά μεγάλο μέρος της φυλλοστιβάδας και περιορίζεται η συσσώρευση και μετακίνηση ουσιών στους ιστούς του ξύλου (Forshey, 1994).

Μέσω της αφαίρεσης μέρους της βλάστησης, εισέρχεται περισσότερο φως εντός του δέντρου, το οποίο συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας των μήλων, αφού αυξάνονται τα παραγόμενα ποσά υδατανθράκων στα φύλλα που βρίσκονται κοντά στους καρπούς και οι καρποί γίνονται πιο δυνατοί 'καταναλωτές'. Συγκεκριμένα, αυξάνεται η περιεκτικότητα του καρπού σε ΔΣΣ και ο κόκκινος χρωματισμός του φλοιού, λόγω παραγωγής υψηλότερων επιπέδων ανθοκυανών. Ακόμη, αυξάνεται η συνεκτικότητα και η συνολική απόδοση, μέσω της αυξημένης διαφοροποίησης και βελτιωμένης ανάπτυξης των ανθοφόρων οφθαλμών. Εκτός αυτού, βοηθά και στην υγιεινή ανάπτυξη του δέντρου μέσω της υψηλής συγκέντρωσης του N στα φύλλα και τις μειωμένες προσβολές από παθογόνα (Junga και Cho, 2010 και Jackson et al. 1971). Σύμφωνα με τον RDA (1997) ο μειωμένος φωτισμός οδήγησε σε προσβολές του φυλλώματος από ασθένειες, εξαιτίας της αναστολής σύνθεσης των πρωτεϊνών, με αποτέλεσμα το επίπεδο των NO<sub>3</sub> στη φυλλοστιβάδα να μην είναι ικανό να βοηθά το φύλλο να αντιστέκεται στις προσβολές.

#### 1.4 Παρενιαιοφορία, μέθοδοι μείωσης του προβλήματος

Η παρενιαιοφορία αποτελεί ένα πάγιο πρόβλημα των καλλιεργητών και ειδικά στη μηλοκαλλιέργεια. Παρενιαιοφορία ονομάζεται το φαινόμενο της υψηλής παραγωγής μια καλλιεργητική περίοδο και της χαμηλής παραγωγής την επόμενη. Στη μηλιά η παρουσία καρπών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, που το δένδρο διαμορφώνει ανθοφόρους οφθαλμούς για την επόμενη χρονιά, οδηγεί στην εκδήλωση του



φαινομένου, καθώς οι παραγόμενοι υδατάνθρακες αξιοποιούνται κυρίως για την υποστήριξη της καρποφορίας. Για τον περιορισμό της χρησιμοποιούνται κάποιες μέθοδοι και τεχνικές, όπως η δακτυλίωση, το κατάλληλο κλάδεμα και συγκεκριμένη θρέψη.

#### 1.4.1 Δακτυλίωση και παρενιαντοφορία

Με τη δακτυλίωση δημιουργούνται περισσότερα αναπαραγωγικά όργανα στο δέντρο, καθώς αυτά επωφελούνται από την ύπαρξη αρκετών υδατανθράκων πάνω από την περιοχή της δακτυλίωσης. Η εφαρμογή της κατά τη διάρκεια της παραγωγικής χρονιάς οδήγησε σε αυξημένη διαφοροποίηση ανθοφόρων οφθαλμών για την επόμενη (Grigorian and Sharemi, 2003).

Η δακτυλίωση έχει πραγματοποιηθεί σε πολλές καλλιέργειες. Ο Agust και η ομάδα του (1992) διαπίστωσαν ότι η δακτυλίωση εφαρμοζόμενη στις ποικιλίες εσπεριδοειδών Σαλουσιτιάνα και Σατσούμα το χρονικό διάστημα μεταξύ τέλη Ιουλίου και τέλη Αυγούστου οδήγησε σε αυξημένη ανθοφορία. Στην ποικ. Σαλουσιτιάνα η παρενιαντοφορία αντιμετωπίστηκε μέσω της δακτυλίωσης με αύξηση της απόδοσης σε πολύ καλά επίπεδα. Σύμφωνα με τον Hassanzadeh Khankahdani και την ομάδα του (2013), ο συνδυασμός της με ελαφρύ κλάδεμα συμβάλλουν σε μείωση της παρενιαντοφορίας σε μανταρινιές Siahoo (*Citrus reticulata* Blanco). Εφαρμογή της δακτυλίωσης πριν τη διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών σε πορτοκαλιές Shamouti στο Ισραήλ, οδήγησε σε αυξημένο αριθμό ταξιανθιών (Erner, 1988). Σε ελαιώνες στο Ισραήλ βρέθηκε ότι η εκτέλεση της δακτυλίωσης τον Ιανουάριο οδήγησε σε αυξημένη παραγωγή. Αυτό, διότι παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός ταξιανθιών και βελτιωμένη καρπόδεση (Lavee et al. 1983). Τέλος, στη φυστικιά ποικιλίας Ohadi η δακτυλίωση ευνόησε καθοριστικά τη μετακίνηση των φωτοσυνθετικών ουσιών στους διαφοροποιημένους ανθοφόρους οφθαλμούς, αποτρέποντας την εξ' ολοκλήρου μεταφορά τους στους καρπούς, γεγονός το οποίο θα προκαλούσε την αποκοπή και πτώση των οφθαλμών (παρενιαντοφορία φυστικιάς) (Talaie et al. 2012). Έτσι, οι οφθαλμοί παρουσίασαν καλύτερη ανάπτυξη και διατήρηση πάνω στο δέντρο με αποτέλεσμα ύπαρξη καρποφορίας την επόμενη χρονιά.

#### 1.4.2 Κλάδεμα και παρενιαιοτοφορία

Η εκτέλεση συγκεκριμένου κλαδέματος συμβάλλει στην καταπολέμηση του φαινομένου της παρενιαιοτοφορίας. Ο Lavee (2007) υποστηρίζει ότι το αυστηρό κλάδεμα την παραγωγική χρονιά της ελιάς, ναι μεν μειώνει την παραγωγή αφού αφαιρούνται πολλοί καρποφόροι κλάδοι, αλλά οδηγεί σε καλή βλαστική ανάπτυξη, ικανή να διαφοροποιήσει αρκετούς ανθοφόρους οφθαλμούς την επόμενη χρονιά. Στις φιστικιές (*Pistacia vera*) βρέθηκε ότι αποτελεσματικό για τη μείωση της παρενιαιοτοφορίας ήταν το κλάδεμα που έγινε πριν τη χρονιά που δεν έχει παραγωγή, αλλά και ο συνδυασμός του με την αραίωση των ανθέων. Με καλή βλαστική ανάπτυξη και αυστηρό κλάδεμα τη χρονιά που δεν έχει καρπούς παράγονται περισσότεροι πλάγιοι καρποφόροι βλαστοί την επόμενη χρονιά, που είναι έτσι και αλλιώς παραγωγική. Αυτοί (οι πλάγιοι καρποφόροι) θα δώσουν καρπούς την επόμενη χρονιά που θα είχε παρενιαιοτοφορία με συνέπεια την αντιμετώπιση του φαινομένου. Το μηχανικό κλάδεμα κορυφής ή ο συνδυασμός του με κλάδεμα κατακόρυφου φυτικού τείχους στη φιστικιά οδήγησε σε σταθερή ετήσια βλαστική ανάπτυξη χωρίς διακυμάνσεις στα ποσοστά των οφθαλμών, που αυτή θα διατηρούσε, με αποτέλεσμα η απόδοση να σταθεροποιηθεί χρόνο με τον χρόνο (Ferguson et al. 1995 και Boler, 1998). Επιπλέον, η εφαρμογή μηχανικού κλαδέματος αφαίρεσης κορυφών σε μάνγκο τη χρονιά της παραγωγής, αμέσως μετά τη συγκομιδή του Ιουνίου, οδήγησε σε καλή βλαστική ανάπτυξη ικανή να παράγει ανθοφόρους οφθαλμούς για την επόμενη χρονιά. Ωστόσο, το αποτέλεσμα ήταν εμφανές με το ριζοπότισμα του Paclobutrazol τον Οκτώβριο, έναν μήνα πριν διαμορφώσουν τα δέντρα τους ανθοφόρους οφθαλμούς, όπου οδήγησε σε ομοιόμορφη ανθοφορία την ακόλουθη καλλιεργητική περίοδο. Αυτό, πιθανόν να οφείλεται στην αναστολή σύνθεσης της γιββερελίνης που αποτρέπει την ανθοφορία (Barman και Mishra, 2018). Τέλος, σε μανταρίνια ποικιλίας Nadorcott βρέθηκε ότι το κλάδεμα αφαίρεσης στο μισό του μήκους των ετήσιων καρποφόρων βλαστών οδήγησε σε μειωμένη παρενιαιοτοφορία και αύξηση της απόδοσης (Mesejo et al. 2019).

#### 1.4.3 Ανόργανη θρέψη και παρενιαιοτοφορία

Στη μηλιά, όπως και σε όλα τα φυτά, η παροχή θρεπτικών στοιχείων είναι πολύ σημαντική, ώστε να επιτευχθεί υψηλή, αλλά και σταθερή παραγωγή βελτιωμένης

ποιότητας καρπών. Όμως, η εκδήλωση του φαινομένου της παρενιαιοφορίας αποτρέπει τη σταθερότητα της παραγωγής και για την αντιμετώπισή της αναπτύσσονται συνεχώς καινοτόμες τεχνικές με την εφαρμογή θρεπτικών στοιχείων σε συγκεκριμένες δοσολογίες και στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης του δέντρου.

Οι Asadi Kangarshahi και Akhlaghi Amiri (2007, 2008, 2012) μέσα από μια σειρά ερευνών στη μανταρινιά Σατσούμα διαπίστωσαν ότι οι διαφυλλικοί ψεκασμοί ουρίας στο φούσκωμα των οφθαλμών περιόρισαν το φαινόμενο της παρενιαιοφορίας, αλλά όταν εφαρμόστηκαν πριν και μετά τη συγκομιδή οδήγησαν στην εξάλειψή του. Στην πρώτη περίπτωση, το γεγονός συσχετίστηκε με την αυξημένη παραγωγή αμινοξέων, τα οποία αύξησαν την ανάπτυξη της γύρης, την επιβίωση των ωοθηκών και την επιτυχημένη επικονίαση, που οδήγησε και σε αυξημένη παραγωγή την μη παραγωγική χρονιά. Στη δεύτερη περίπτωση αυτό συνέβη λόγω των απωλειών του εφαρμοζόμενου αζώτου κατά τη διάρκεια της παραγωγικής χρονιάς και της τροφοδοσίας του φυτού με αυτό για την επόμενη χρονιά, και συγκεκριμένα κατά το χρονικό διάστημα που η δραστηριότητα του ριζικού συστήματος ήταν περιορισμένη και όταν ήταν απαραίτητο για την επαγωγή της άνθισης. Επιπλέον, σε πείραμα με μάνγκο η συνδυασμένη εφαρμογή βορίου (B) και αζώτου (N) συνέβαλε σε περιορισμό του φαινομένου. Η εφαρμογή αμμωνιακού N κατά τη διάρκεια της παραγωγικής χρονιάς και η διαφυλλική εφαρμογή βορίου με τη μορφή του βορικού οξέος κατά τη διάρκεια της μη παραγωγικής χρονιάς αύξησαν την απόδοση. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε στα αυξημένα επίπεδα ανθοφορίας και μήκους ταξιανθίας, αλλά και στην επιτυχή καρπόδεση που αυτά προκάλεσαν. Συγκεκριμένα, το B μετακινείται από τη φυλλοστιβάδα στα άνθη, το οποίο ευνοεί τη βιωσιμότητα της γύρης, τη βλάστηση των γυρεοκόκκων, και την ανάπτυξη των γυρεοσωλήνων, με συνέπεια τα αυξημένα επίπεδα καρπόδεσης και απόδοσης σε καρπό (El-Motaium, 2019). Τέλος, η εφαρμογή ορυκτών και οργανικών λιπασμάτων ήταν πολύ αποτελεσματική στη μείωση της παρενιαιοφορίας στο πεκάν. Η εφαρμογή συγκεκριμένων δόσεων που οδηγεί σε ισορροπημένη σχέση μεταξύ των N και  $K_2O$ , καθώς και η εφαρμογή  $P_2O_5$  και υγρού χούμου επέφεραν τη μείωση του φαινομένου, καθώς και την αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας των καρπών (Noperi-Mosqueda, 2020). Παρατηρήθηκε ότι η διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ του N και του K αύξησε την παρενιαιοφορία. Αυτό, διότι η υπερβολική εφαρμογή N συμβάλλει στην έντονη βλαστική ανάπτυξη και στην

τροφοπενία Κ. Ενδεχόμενη έλλειψη Κ έχει ως αποτέλεσμα την αργοπορημένη ανθοφορία, η οποία έχει αντίκτυπο στην παραγωγή.

### 1.5 Ηλιακό έγκαυμα καρπών και αντιμετώπισή του

Η παρατεταμένη έκθεση των καρπών στο ηλιακό φως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σε συνδυασμό με την υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του καρπού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση του ηλιακού εγκαύματος. Εκδηλώνεται με αλλοίωση του χρώματος του φλοιού μέχρι την εμφάνιση καφέ σκούρων κηλίδων σε ακραίες περιπτώσεις. Παρατηρείται κυρίως σε αδύναμα δέντρα που είναι ανεπτυγμένα πάνω σε νάνα υποκείμενα, καθώς η βλάστηση είναι λιγοστή ώστε να προστατέψει επαρκώς τα μήλα. Το ηλιακό έγκαυμα υποβαθμίζει την ποιότητα των μήλων, με αποτέλεσμα να υφίσταται απώλειες ο παραγωγός στην εμπορεύσιμη ποσότητα. Για την αντιμετώπιση του ηλιακού εγκαύματος υιοθετούνται διάφορες τεχνικές και μέθοδοι, όπως διαφυλλικοί ψεκάσμοι με ζεόλιθο και ατταπουλγίτη και διαβροχή των δέντρων με καταιονιστές πάνω από την κόμη τους.

#### 1.5.1 Ζεόλιθος και ηλιακό έγκαυμα καρπού

Ο ζεόλιθος είναι αργυλοπυριτιτικό ορυκτό με τρισδιάστατη δομή, ανήκει στην ομάδα των αλκαλίων και χρησιμοποιείται ευρέως στη γεωργία. Με εφαρμογή του στο έδαφος έχει ως αποτέλεσμα να βελτιώσει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, την απορρόφηση νερού από την καλλιέργεια και την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Ακόμη, ο ζεόλιθος εφοδιάζει τα φυτά με Ν και Κ μόνο όταν αυτά τα χρειάζονται, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό στην αποφυγή προσθήκης περίσσειας ποσότητας θρεπτικών στοιχείων ή απωλειών (Mumpton, 1999, Milosevic και Milosevic, 2009). Έτσι, ενσωμάτωση του ζεόλιθου στο έδαφος οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης σε καλλιέργειες τομάτας και μηλιάς (Olczyk, 2005 και Torii, 1978).

Εκτός από την αύξηση της απόδοσης, φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα και στη μετασυλλεκτική διάρκεια ζωής των καρπών. Σύμφωνα με τον Milosevic και τους συνεργάτες του (2013), ο ζεόλιθος στο έδαφος οδήγησε σε αυξημένη ποσότητα φλαβονοειδών, λόγω καλύτερης διαθεσιμότητας Κ, και σε

αυξημένο βάρος καρπών βερικοκιάς Roxana όταν συνδυάστηκε μαζί με ουρία και λίπασμα 15-15-15. Στα μήλα Red Delicious ο ψεκασμός σκόνης ζεόλιθου κατά τη συντήρησή τους συνέβαλε στην αύξηση της μετασυλλεκτικής διάρκειας ζωής τους. Η απώλεια βάρους των καρπών ήταν μικρότερη, καθώς ο ζεόλιθος με την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα, του οξυγόνου, των υδρατμών και του αιθυλενίου ελέγχει την αναπνοή και ως εκ τούτου η απώλεια νερού από τους καρπούς είναι μικρότερη (Khosravi et al. 2015).

Διαφυλλικοί ψεκασμοί των καλλιεργειών με ζεόλιθο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού συμβάλλουν στον περιορισμό των απωλειών από τα ηλιακά εγκαύματα, καθώς ο ζεόλιθος προστατεύει το δέντρο από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες UVB και UVC και μειώνει τη θερμοκρασία στην επιφάνεια αυτού. Αυτό οδηγεί στην αυξημένη διαλυτότητα του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και απόδοση του Rubisco, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη παραγωγή των καλλιεργειών (Smedt et al. 2015). Επιπλέον, με τους ψεκασμούς ζεόλιθου αυξάνεται η αντοχή του φυτού σε συνθήκες καταπόνησης οφειλόμενες στην έλλειψη νερού, καθώς δημιουργεί ένα προστατευτικό στρώμα στα στομάτια των φύλλων και δεν απομακρύνεται εύκολα το περιεχόμενο νερό (Reddy, 2012).

Σύμφωνα με τους Smedt και συνεργάτες (2015), ο ψεκαστός ζεόλιθος πιθανόν να αποτελεί και μέσο αντιμετώπισης εχθρών και ασθενειών. Έτσι, συμβάλλει στον περιορισμό χρήσης φυτοπροστατευτικών προϊόντων και οδηγεί σε οικονομικότερες εφαρμογές, λόγω του χαμηλότερου κόστους συγκριτικά με τα φυτοφάρμακα, και σε πιο φιλικές μεθόδους για την υγεία του ανθρώπου και το φυσικό περιβάλλον. Γενικά πάντως, υπάρχει ελάχιστη βιβλιογραφία για την αποτελεσματικότητα του ψεκαστού ζεόλιθου στα φυτά και δη στα δέντρα, ενώ οι παραγωγοί της χώρας το χρησιμοποιούν τακτικά.

### 1.5.2 Ατταπουλγίτης και ηλιακό έγκαυμα καρπού

Ο ατταπουλγίτης είναι αργιλοπυριτιτικό ορυκτό με μαγνήσιο, το οποίο έχει προσροφητικές ιδιότητες (Haden and Schwint, 1967). Παρότι υπάρχει ενδιαφέρον από τους παραγωγούς για τη χρησιμοποίησή του, δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για τα αποτελέσματά του. Γενικά, είναι φιλικός προς το περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου, έχει χαμηλό κόστος, και θεωρείται ως το πιο κατάλληλο ορυκτό για την

παρασκευή λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης. Επίσης, χαρακτηρίζεται από την ικανότητα προσρόφησης και κατακράτησης νερού, και από τη βραδεία αποδέσμευση, διασπορά και ανταλλαγή των ιόντων. Η χρήση λιπασμάτων επικαλυμμένων με ατταπουλγίτη αύξησε την παραγωγή σε σπόρο και βιομάζα του καλαμποκιού στην Κίνα, μείωσε τις απώλειες των θρεπτικών και απελευθέρωσε σταδιακά ποσότητες N και P, καθώς προκαλεί βραδεία αποδέσμευση και ευνοεί τον συγχρονισμό των θρεπτικών αναγκών του φυτού και της διαθεσιμότητας των στοιχείων (Guan et al. 2014).

### 1.5.3 Καταιονισμός και ηλιακό έγκαυμα καρπού

Μια από τις μεθόδους μείωσης του ηλιακού εγκαύματος είναι η χρήση καταιονιστών πάνω από την κόμη των δέντρων για ψεκασμό νερού τις μεσημβρινές ώρες των θερμών ημερών. Το νερό που διαβρέχει τους καρπούς και συσσωρεύεται πάνω στην επιφάνεια τους, εξατμίζεται από τη θερμική ενέργεια που συσσωρεύεται στους καρπούς. Έτσι ελέγχεται το μικροκλίμα στο δέντρο, και η θερμοκρασία στην επιφάνεια των καρπών μειώνεται, με έμμεσο αποτέλεσμα τη μείωση του ηλιακού εγκαύματος (Evans, 1993).

### 1.6 Βελτίωση χρωματισμού του φλοιού των μήλων

Ο χρωματισμός του φλοιού των καρπών αποτελεί ένα από τα βασικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Η μείωση του κόκκινου επιχρώματος στα Fuji οφείλεται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στην έντονη βλαστική ανάπτυξη, που επιφέρει σκίαση στους καρπούς και μειώνει τη μεταφορά υδατανθράκων σε αυτούς. Για τον περιορισμό της χρησιμοποιούνται αρκετές τεχνικές και μέθοδοι. Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε θρέψη των δέντρων με τα οργανικά λιπάσματα TheoVita, Gold Colors και SOLIDEX-CASP και με φωσφοροκάλιο, άρδευση με καταιονιστές κάτω από την κόμη για αύξηση της σχετικής υγρασίας, και συγκεκριμένη τεχνική θερινού κλαδέματος για βελτίωση φωτισμού της κόμης και αποκατάσταση ισορροπίας από τη ζημιά που προκαλείται από το ηλιακό έγκαυμα.

### 1.6.1 Κάλιο και ποιότητα στα μήλα

Το Κάλιο (K) αποτελεί το πιο απαραίτητο στοιχείο λίπανσης στη μηλιά, που επηρεάζει την ποιότητα των καρπών. Είναι ικανό να επιφέρει αύξηση της παραγωγής και της ανάπτυξης του καρπού συμμετέχοντας σε διεργασίες σύνθεσης πρωτεϊνών, βιταμινών, ενζύμων, αμύλου και κυτταρίνης και στη μεταφορά και απορρόφηση άλλων στοιχείων (Nava et al. 2007, Weerahewa και David 2015 και Rogiers et al. 2017). Ακόμη, αυξάνει την αντοχή του φυτού σε συνθήκες βιοτικής και αβιοτικής καταπόνησης και το καθιστά περισσότερο φωτοσυνθετικά ενεργό (Maqsood et al. 2013 και Zörb et al. 2014).

Η σωστή λίπανση του οπωρώνα με K συμβάλλει στη διαμόρφωση της σωστής αναλογίας μεταξύ σακχάρων και οξέων στους καρπούς, στην αύξηση του μεγέθους, της οξύτητας, των ΔΣΣ και του κόκκινου χρωματισμού του φλοιού (Σωτηρόπουλος 2014). Ο Neilsen και οι συνεργάτες του (2004) παρατήρησαν αυξημένο κόκκινο χρωματισμό στους καρπούς Gala, Fuji, Fiesta και Spartan, όταν πραγματοποιήθηκε υδρολίπανση αυτών με K. Επιπλέον, σε πείραμα στην Βραζιλία με Fuji η εφαρμογή του είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού του φλοιού με κόκκινο χρώμα (Nava et al. 2008).

### 1.6.2 Φώσφορος και ποιότητα στα μήλα

Οι απαιτήσεις των δέντρων σε φώσφορο (P) ετησίως είναι πολύ μικρότερες συγκριτικά με αυτές του αζώτου και του καλίου. Η χορήγησή του κρίνεται απαραίτητη σε νεοφυτεμένα δέντρα, όπου η ριζική ανάπτυξη είναι ακόμη περιορισμένη, καθώς και όταν τα ποσά του στοιχείου αυτού στο έδαφος είναι λιγοστά. Πιθανή έλλειψή του P μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τη δημιουργία φύλλων και του σχήματός τους, την ανθοφορία και την παραγωγικότητα του φυτού (Bua et al. 2021). Ο Neilsen και η ομάδα του (1999b) υποστηρίζει ότι ο P προκαλεί αυξημένη απόδοση μήλων κατά τη διάρκεια των πρώτων πέντε παραγωγικών ετών, ενώ δεν προκαλεί μεταβολή στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών όπως το ποσοστό των ΔΣΣ, το μέγεθος και τον κόκκινο χρωματισμό του φλοιού. Τέλος, σημαντική είναι η συμβολή του στη σταθερότητα της μεμβράνης των μήλων, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η αντοχή του καρπού στην υάλωση και στην καστάνωση.

### 1.6.3 Οργανικά λιπάσματα TheoVita, Gold Colors, SOLIDEX-CASP ως βιοδιεγέρτες

Σύμφωνα με την εταιρεία «Theofrastos» το TheoVita είναι υγρό οργανικό λίπασμα που περιέχει 0,001% B/B άζωτο, Μονοσακχαρίτες - Δισακχαρίτες και Πολυσακχαρίτες 5% B/B και Βιταμίνες συμπλέγματος B 5% B/B. Ως βιοδιεγέρτης συμβάλλει στη δημιουργία ισχυρού ριζικού συστήματος, οδηγεί στην παραγωγή αιθυλενίου από το φυτό και ευνοεί την αύξηση των φυτών, καθώς αυξάνει τα επίπεδα οργανικής ουσίας εδάφους η οποία βοηθά τα αναπτυσσόμενα φυτά. Τέλος, αυξάνονται τα ΔΣΣ των καρπών και βελτιώνεται ο χρωματισμός τους.

Το Gold Colors και το SOLIDEX-CASP είναι οργανικά λιπάσματα με εκχυλίσματα φυκιών και φυτών δρόντας επίσης ως βιοδιεγέρτες. Το SOLIDEX-CASP αποτελεί βιοδιεγέρτη αύξησης της παραγωγής δομικών πρωτεϊνών των κυτταρικών τοιχωμάτων κατά τη μίτωση. Συγκεντρώνει κάλιο και ασβέστιο στα κυτταρικά τοιχώματα των καρπών, συμβάλλοντας έτσι στην ορθή ωρίμανση αυτών, χωρίς αυτά να δρουν ανταγωνιστικά. Ακόμη, βελτιώνει την ποιότητα προκαλώντας αύξηση της ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους, όταν εφαρμοστεί μία εβδομάδα πριν τη συγκομιδή των καρπών και επιμηκύνει τη μετασυλλεκτική διάρκεια ζωής του καρπού. Τέλος, αυξάνει το μέγεθος του καρπού όταν χορηγείται στο στάδιο πτώσης των πετάλων και μετά την καρπόδεση (Εταιρεία Biogenus).

Οι βιοδιεγέρτες είναι παρασκευάσματα με βιολογικές δραστικές ουσίες και διεγείρουν τον μηχανισμό άμυνας των φυτών σε συνθήκες καταπόνησης, όπως σε προσβολές από παθογόνα, εχθρούς και με δυσμενείς καιρικές συνθήκες, και έχουν θετική επίδραση στον μεταβολισμό των φυτών. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνουν την ποιότητα και αυξάνουν την ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων (Kocira et al. 2015). Σύμφωνα με τον Moor και την ομάδα του (2009), εφαρμογή του βιοδιεγέρτη Phi (φωσφονίτης) προκάλεσε βελτίωση της ποιότητας των φραουλών, καθώς ώθησε την ενεργοποίηση παραγωγής του ασκορβικού οξέος και των ανθοκυανινών.

Τα φύκια χρησιμοποιούνται ευρέως στη γεωργία ως εδαφοβελτιωτικά και ως οργανικά λιπάσματα. Επίσης, τα εκχυλίσματά τους εφαρμόζονται ως μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα, προωθούν την ανάπτυξη της καλλιέργειας και την απορρόφηση του καλίου, του αζώτου, του φωσφόρου, των βιταμινών και των αμινοξέων. Χρησιμοποιούνται πολύ στη βιολογική γεωργία και προτιμώνται γενικά έναντι των χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων και με διαφυλλικές εφαρμογές. Ανάλογα με



το είδος φυκιών που περιέχονται στο κάθε εκχύλισμα επικρατούν διαφορετικές αναλογίες στις ορμόνες που υπάρχουν σε αυτά. Κύριο ενεργό συστατικό των φυκιών είναι οι κυτοκινίνες, ενώ έχουν βρεθεί και άλλες ορμόνες όπως αυξίνες και γιβεριλλίνες (Sumera και Cajipe, 1981, Williams et al. 1981, Verkleij, 1992, και Osman et al. 2010).

Τα εκχυλίσματα φυκιών βελτιώνουν την ποιότητα των ανθέων και την καρπόδεση στις ποικιλίες μήλων Gala, Golden Delicious και Jonagold και έχουν διαφορετική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καθεμίας. Σύμφωνα με τον Basak (2008), οδήγησαν σε αυξημένα επίπεδα ΔΣΣ και συνεκτικότητας καρπού και βελτίωσαν το κόκκινο επίχρωμα στον φλοιό των μήλων Jonagold. Αντίθετα, προκάλεσαν μείωση στον κόκκινο χρωματισμό φλοιού σε μήλα της Gala Must, μειωμένη συνεκτικότητα και περιεκτικότητα των ΔΣΣ στους καρπούς κατά τη συντήρησή τους, πιθανόν λόγω των υψηλών επιπέδων του N που προκάλεσε η εφαρμογή τους. Η εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών σε βερικοκιές βελτίωσε τη βλαστική ανάπτυξη και αύξησε τα ποσά των χλωροφυλλών, των υδατανθράκων και των N, K, Ca, Fe στη φυλλοστιβάδα (Al-Hadethi και Al-Qatan, 2013 και Al-Hadethi 2015). Τέλος, η διαφυλλική εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών πριν τη συγκομιδή ροδάκινων και μήλων επιμήκυνε τη μετασυλλεκτική διάρκεια ζωής των καρπών (Ponolny, 1969 και Skelton και Senn, 1969).

### 1.7 Σκοπός της παρούσας μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η εφαρμογή εναλλακτικών φιλικών προς το περιβάλλον σκευασμάτων και μεθόδων για τη βελτίωση της καλλιέργειας της ποικιλίας μηλιάς Fuji Kiku, όσον αφορά τη βλαστική ανάπτυξη του δέντρου και την ποιότητα και ποσότητα των παραγόμενων καρπών.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Πειραματικός αγρός

Ο μηλεώνας που χρησιμοποιήθηκε βρίσκεται στην Πολυκάρπη Καστοριάς στην τοποθεσία που έχει συντεταγμένες  $40^{\circ}31'09.81$   $21^{\circ}20'16.82$ . Τα πειραματικά δέντρα είναι ποικιλίας Fuji Kiku, 14 ετών, εμβολιασμένα σε M9 υποκείμενο και με επικονιαστή την Red Chief σε M26 υποκείμενο. Οι αποστάσεις φύτευσης αυτών είναι  $3,5 \times 1,25$  m σε διαμόρφωση μονόκλωνο. Η άρδευση του μηλεώνα πραγματοποιείται με τη στάγδην μέθοδο και η διαχείριση των ζιζανίων με κοπές στους διαδρόμους μεταξύ των γραμμών και με ψεκασμό μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων επί της γραμμής. Τέλος, η θρέψη των φυτών γίνεται με τη μέθοδο της υδρολίπανσης και με τη χρήση λιπασματοδιανομέα.

### 2.2 Μεταχειρίσεις

Για την διενέργεια της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 35 πειραματικά δέντρα χωρισμένα σε 5 μεταχειρίσεις οι οποίες ήταν οι Δακτ Theo Ζεόλ, Theo Ζεόλ, CaSp GoldColors Ζεόλ, Κάλιο (μάρτυρας) και ΠΛ PBZ Ατταπ, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1. Στην μεταχείριση Δακτ Theo Ζεόλ, που αποτελούνταν από 5 δέντρα-επαναλήψεις, εφαρμόστηκε αρχές Μαρτίου κατά την περίοδο του ληθάργου των δέντρων βασική λίπανση 175 g ανά δέντρο θειϊκού καλίου (EXPERT KALI, 0-0-50) με τη χρήση λιπασματοδιανομέα. Στη συνέχεια, 10 ημέρες πριν την πλήρη άνθιση, στα μέσα Απριλίου, εφαρμόστηκε διασυστηματικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο επί της γραμμής με ψεκαστήρα πλάτης και νέκρωσε τα υπάρχοντα ζιζάνια. Αρχές Μαΐου, στην πτώση των πετάλων, πραγματοποιήθηκε δακτυλίωση του κορμού, με αφαίρεση ολόκληρου δακτυλιδιού φλοιού πάχους 8-10 mm περιμετρικά του κορμού σε ύψος 30-40 cm από την επιφάνεια του εδάφους, ακολούθησε κάλυψη της τομής με βορδιγάλειο πάστα και με κολλητική ταινία. Στα δέντρα αυτά έγινε ελαφρύτερο αραίωμα, αφήνοντας 20% περισσότερα μήλα ανά δέντρο, θερινό κλάδεμα με αφαίρεση των λαίμαργων βλαστών σε όλο το ύψος του δέντρου με τη βοήθεια ηλεκτρικού ψαλιδιού και πλατφόρμας, και ψεκασμός 40 g ζεόλιθου ανά δέντρο (σκεύασμα GEOHELLAS) με ψεκαστήρα πλάτης στα τέλη του Ιουνίου. Οι ψεκασμοί με ζεόλιθο συνεχίστηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού και συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν ακόμη τρεις ψεκασμοί, ένας στα μέσα του Ιουλίου, ένας στα τέλη Ιουλίου και ένας μετά το

πρώτο δεκαήμερο του Αυγούστου. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκαν τρεις φορές ανά είκοσι ημέρες κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων μηνών πριν τη συγκομιδή από 13 g ανά δέντρο φωσφοροκαλίου (0-52-34) με ριζοπότισμα, και συγκεκριμένα αρχές Αυγούστου, τέλη Αυγούστου και μέσα Σεπτεμβρίου. Για την εφαρμογή του φωσφοροκαλίου είχε προηγηθεί διάλυση των 13 g του λιπάσματος σε 1 L νερό. Τέλος, έναν μήνα πριν τη συγκομιδή, στα μέσα Σεπτεμβρίου, εφαρμόστηκαν 50 mL οργανικό λίπασμα TheoVita ανά δέντρο με ριζοπότισμα, το οποίο είχε αραιωθεί με 2 L νερό.

Στην μεταχείριση Theo Ζεόλ, αποτελούμενη από 5 δέντρα-επαναλήψεις, εφαρμόστηκαν αρχές Μαρτίου κατά την περίοδο του λήθαργου των δέντρων 175 g ανά δέντρο θειϊκού καλίου (EXPERT KALI, 0-0-50) με τη χρήση λιπασματοδιανομέα. Επίσης, εφαρμόστηκε διασυστηματικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο επί της γραμμής με ψεκαστήρα πλάτης μέσα Απριλίου, 10 ημέρες πριν την πλήρη άνθιση. Στη συνέχεια, τέλη Ιουνίου πραγματοποιήθηκε αραίωμα των δέντρων, θερινό κλάδεμα με αφαίρεση των λαίμαργων σε όλο το ύψος του δέντρου, με ηλεκτρικό ψαλίδι και συρόμενη πλατφόρμα, και ψεκασμός 40 g ζεόλιθου ανά δέντρο με ψεκαστήρα πλάτης. Ακολούθησαν τρεις επιπλέον ψεκασμοί ζεόλιθου στα μέσα του Ιουλίου, στα τέλη Ιουλίου και μετά το πρώτο δεκαήμερο του Αυγούστου. Επιπλέον, έγινε εφαρμογή με ριζοπότισμα, τρεις φορές κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων μηνών πριν τη συγκομιδή ανά είκοσι ημέρες, με 13 g φωσφοροκαλίου ανά δέντρο ανά εφαρμογή και συγκεκριμένα αρχές Αυγούστου, τέλη Αυγούστου και μέσα Σεπτεμβρίου, αφού πρώτα είχε διαλυθεί η απαιτούμενη ποσότητα λιπάσματος σε 1 L νερό. Τέλος, εφαρμόστηκαν έναν μήνα πριν τη συγκομιδή, στα μέσα Σεπτεμβρίου, 50 mL TheoVita ανά δέντρο με ριζοπότισμα (αραιωμένο σε 2 L νερό).

Όσο αφορά τη μεταχείριση CaSp GoldColors Ζεόλ που αποτελούνταν από 10 δέντρα-επαναλήψεις, πραγματοποιήθηκε αρχές Μαρτίου κατά την περίοδο του λήθαργου βασική λίπανση 175 g ανά δέντρο θειϊκού καλίου (EXPERT KALI, 0-0-50) με τη χρήση λιπασματοδιανομέα. Στην συνέχεια, μέσα Απριλίου και 10 ημέρες πριν την πλήρη άνθιση, εφαρμόστηκε διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο επί της γραμμής με ψεκαστήρα πλάτης και νέκρωσε τα υπάρχοντα ζιζάνια. Επιπροσθέτως, έγινε περί τα τέλη Ιουνίου αραίωμα των καρπών των δέντρων, θερινό κλάδεμα αφαίρεσης των λαίμαργων βλαστών σε όλο το ύψος του δέντρου με ηλεκτρικό ψαλίδι και συρόμενη πλατφόρμα, και ψεκασμός 40 g ζεόλιθου ανά δέντρο με ψεκαστήρα πλάτης. Ψεκασμοί με ζεόλιθο επαναλήφθηκαν στα μέσα του Ιουλίου, στα τέλη Ιουλίου και μετά το πρώτο

δεκαήμερο του Αυγούστου. Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων μηνών πριν τη συγκομιδή με μεσοδιάστημα είκοσι ημερών, εφαρμόστηκαν τρεις φορές από 13 g ανά δέντρο φωσφοροκάλιο με ριζοπότισμα, και συγκεκριμένα αρχές Αυγούστου, τέλη Αυγούστου και μέσα Σεπτεμβρίου, αφού είχε προηγηθεί διάλυση των 13 g του λιπάσματος σε 1 L νερό. Τέλος, πραγματοποιήθηκε στα μέσα Σεπτεμβρίου, έναν μήνα πριν τη συγκομιδή, διαφυλλικός ψεκασμός με ψεκαστήρα πλάτης 6 g του σκευάσματος SOLIDEX CA-SP και 5 g GoldColors (οργανικά λιπάσματα με εκχυλίσματα φυκιών και φυτών, εταιρεία BIOGENUS) ανά δέντρο, αφού είχαν διαλυθεί σε 3 L νερό.

Στην μεταχείριση Κάλιο, η οποία αποτελείτο από 10 δέντρα, εφαρμόστηκαν αρχές Μαρτίου κατά την περίοδο του λήθαργου των δέντρων 175 g ανά δέντρο θειϊκού καλίου (EXPERT KALI, 0-0-50) με τη χρήση λιπασματοδιανομέα. Στη συνέχεια μέσα Απριλίου και συγκεκριμένα 10 ημέρες πριν την πλήρη άνθιση, εφαρμόστηκε διασυστηματικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο επί της γραμμής με ψεκαστήρα πλάτης και νέκρωσε τα υπάρχοντα ζιζάνια. Στα δέντρα αυτά έγινε αραίωμα, θερινό κλάδεμα με αφαίρεση των λαίμαργων βλαστών σε όλο το ύψος του δέντρου με τη βοήθεια ηλεκτρικού ψαλιδιού και πλατφόρμας, και ψεκασμός 32 g ατταπουλγίτη ανά δέντρο (εμπορικό σκεύασμα AGLEV SI300) με ψεκαστικό βυτίο στα τέλη του Ιουνίου. Οι ψεκασμοί με ατταπουλγίτη συνεχίστηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού. Συγκεκριμένα, έγιναν τέσσερις ακόμη ψεκασμοί με μεσοδιάστημα εφαρμογής 15 ημερών από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα τέλη Αυγούστου, εκτός από τους δύο πρώτους που είχαν μεσοδιάστημα 5 ημερών.

Στις ανωτέρω μεταχειρίσεις η άρδευση των επιμέρους επαναλήψεων πραγματοποιήθηκε με ατομικά μπεκάκια που διέβρεχαν διάμετρο ενός μέτρου για αύξηση της σχετικής υγρασίας, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.2. Παράλληλα, από τα μέσα Αυγούστου έως και λίγες ημέρες πριν τη συγκομιδή τα ζιζάνια επί της γραμμής και των διαδρόμων, εφόσον είχαν αποκτήσει ύψος 50 cm, κόβονταν με χορτοκοπτικό χειρός αφήνοντας 10 cm ύψος επί της γραμμής και με χορτοκοπτικό παρελκόμενο ελκυστήρα στους διαδρόμους.

Η μεταχείριση ΠΛ PBZ Ατταπ αποτελούσε την τακτική του παραγωγού και αποτελούνταν από 5 δέντρα-επαναλήψεις. Σε αυτά έγινε αρχές Μαρτίου κατά την περίοδο του λήθαργου των δέντρων βασική λίπανση 175 g θειϊκού καλίου (EXPERT KALI, 0-0-50) ανά δέντρο με τη χρήση λιπασματοδιανομέα και ακολούθησε δέκα

ημέρες αργότερα, στο φούσκωμα των οφθαλμών, ριζοπότισμα 5 mL ανά δέντρο Paclobutrazol (PACLOT), αφού είχε διαλυθεί σε 1 L νερού. Στη συνέχεια, μέσα Απριλίου, λίγες ημέρες πριν την ανθοφορία, πραγματοποιήθηκε εφαρμογή διασυστηματικού μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκαν διαφυλλικά 4,4 g ανά δέντρο λιπάσματος με σύνθεση 14-7-28 (εμπορικό σκεύασμα BEST) κατά το πρώτο δεκαήμερο του Μάη όταν η καλλιέργεια είχε περάσει στο στάδιο πτώσης των πετάλων. Διαφυλλική εφαρμογή του προαναφερόμενου λιπάσματος επαναλήφθηκε δέκα ημέρες αργότερα με δόση 2,2 g ανά δέντρο. Τέλη Ιουνίου στα δέντρα αυτά πραγματοποιήθηκε αραίωμα, θερινό κλάδεμα αφαίρεσης των λαίμαργων βλαστών και ψεκασμός 32 g ατταπουλγίτη ανά δέντρο με ψεκαστικό βυτίο. Το καλοκαίρι ακολούθησαν τέσσερις ακόμη ψεκασμοί ατταπουλγίτη με μεσοδιάστημα εφαρμογής 15 ημερών από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα τέλη Αυγούστου, εκτός από τους δύο πρώτους που είχαν μεσοδιάστημα 5 ημερών. Ακόμη, αρχές Σεπτεμβρίου, ενάμιση μήνα πριν τη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε εφαρμογή 35 g λιπάσματος 20-20-20 (POLYFEED) ανά δέντρο με υδρολίπανση.

Η διαχείριση των ζιζανίων στα δέντρα της παραπάνω μεταχείρισης πραγματοποιήθηκε με ψεκασμό διασυστηματικού μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου επί της γραμμής και με κοπές των ζιζανίων στους διαδρόμους με στελεχοκόπτη. Παράλληλα, η άρδυσή τους ελάμβανε χώρα κάθε 10 ημέρες τον Μάιο και κάθε 4-5 μέρες το καλοκαίρι, με τη στάγδην μέθοδο. Τέλος, αρχές Φεβρουαρίου του επόμενου χρόνου διενεργήθηκε το χειμερινό κλάδεμα.

Πίνακας 2.1 Επεξήγηση των μεταχειρίσεων της ερευνητικής διαδικασίας.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ
Δακτ Theo Ζεόλ	Δακτυλίωση + Theovita + Ζεόλιθος + 0-0-50 + 0-52-34
Theo Ζεόλ	Theovita + Ζεόλιθος + 0-0-50 + 0-52-34
CaSp GC Ζεόλ	CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος + 0-0-50 + 0-52-34
Κάλιο	Ατταπουλγίτης + 0-0-50
ΠΛ PBZ Ατταπ	Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης + διάφορα λιπάσματα (0-0-50 + 14-7-28 + 20-20-20)



Εικόνα 2.2 Άρδευση των δέντρων από τις μεταχειρίσεις Δακτ Theo Ζεόλ, Theo Ζεόλ, CaSp GC Ζεόλ και Κάλιο με ατομικά μπεκ.

### 2.3 Μετρήσεις αγρού

Τέλη Οκτωβρίου, μία ημέρα πριν τη συγκομιδή, μετρήθηκε με παχύμετρο και χάρακα η διάμετρος σε cm των κορμών 5 δέντρων-επαναλήψεων από κάθε μεταχείριση στα 30 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Από αυτές τις επαναλήψεις έγινε και η συλλογή των δειγμάτων. Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν 5 τυχαίοι εμπορικοί καρποί από το ανώτερο τμήμα της κόμης του καθενός δέντρου, τοποθετήθηκαν σε πλαστική σακούλα και 5 τυχαίοι εμπορικοί καρποί από το κατώτερο τμήμα του δέντρου, οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε διαφορετική σακούλα. Στη συνέχεια, συγκομίστηκαν όλα τα μήλα κάθε δέντρου, πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των εμπορικών και μη καρπών κάθε μεταχείρισης σε διαφορετικά πλαστικά τελάρα αγροτικής χρήσης, μετρήθηκε ο αριθμός των πλαστικών τελάρων ανά μεταχείριση και ο αριθμός των καρπών που περιέχονταν σε ένα τελάρο. Έτσι, υπολογίζοντας το μέσο βάρος καρπού και γνωρίζοντας τον αριθμό των καρπών ανά τελάρο υπολογίστηκε το βάρος σε kg των

τελάρων με τους συγκομισμένους καρπούς κάθε μεταχείρισης, η εμπορική παραγωγή και παραγωγικότητα κάθε μεταχείρισης, και το ποσοστό % των μη εμπορικών (ηλιοκαμένων) καρπών κάθε μεταχείρισης.

Κατά τη διάρκεια του χειμερινού κλαδέματος πραγματοποιήθηκε, αρχικά, διαχωρισμός των ετήσιων και των παλαιών κλαδιών κάθε δέντρου-επανάληψης καθεμίας μεταχείρισης, από όπου πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή των μήλων. Εν συνεχεία, τοποθετώντας σε ξεχωριστά πλαστικά τελάρα τους ετήσιους και παλαιούς κλάδους κάθε επανάληψης, ζυγίστηκε σε ζυγαριά ακρίβειας ενός γραμμαρίου το βάρος των ετήσιων και των παλιών. Ακόμη, ελήφθησαν 10 δείγματα των 5 cm ετήσιων και 5-6 δείγματα παλαιών βλαστών από 3 όμοια δέντρα κάθε μεταχείρισης και τοποθετήθηκαν σε διαφορετικές χάρτινες σακούλες για μετρήσεις στο εργαστήριο Δενδροκομίας.

#### 2.4 Μετρήσεις Εργαστηρίου

Τα δείγματα των καρπών που συλλέχθηκαν τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες, όπως προαναφέρθηκε, και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δενδροκομίας, όπου και έγιναν μετρήσεις ποιότητας των καρπών. Αρχικά, ζυγίστηκε το βάρος 5 καρπών των 5 επαναλήψεων του ανώτερου και του κατώτερου τμήματος της κόμης καθεμίας μεταχείρισης στον ηλεκτρονικό ζυγό Kern με ακρίβεια 2 δεκαδικών (model EW 4000-ZM, Balingen, Germany) και εκτιμήθηκε το επίχρωμα καθενός καρπού. Επίσης, προσδιορίστηκε το χρώμα του φλοιού των καρπών με το χρωματόμετρο Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan) στην οποία η μέτρηση του χρώματος πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το σύστημα CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Έλαβαν χώρα δύο μετρήσεις του δείκτη φωτεινότητας  $L^*$  και των παραμέτρων  $a^*$  και  $b^*$  στα δύο αντιδιαμετρικά μάγουλα του καθενός καρπού και ο υπολογισμός του μέσου όρου. Προτού γίνει η μέτρηση του χρώματος, γινόταν βαθμονόμηση της συσκευής με τη χρήση άσπρης και μαύρης πλάκας. Οι  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  παράμετροι ορίζουν το χρώμα σε ένα ορθογώνιο, τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων, με την  $L^*$  παράμετρο να βρίσκεται κάθετα στο επίπεδο που δημιουργείται από τις παραμέτρους  $a^*$  και  $b^*$ , οι οποίες βρίσκονται τοποθετημένες στον οριζόντιο και στον κατακόρυφο άξονα αντίστοιχα. Ο δείκτης φωτεινότητας  $L^*$  κυμαίνεται από  $L^*=0$ , στο οποίο αντιστοιχεί το μαύρο έως  $L^*=100$  στο οποίο αντιστοιχεί το λευκό, ενώ τα σημεία  $a^*=0$  και  $b^*=0$

είναι άχρωμα (γκρι). Όταν το  $a^* > 0$  στον οριζόντιο άξονα, εμφανίζει κόκκινη-μωβ απόχρωση, όταν  $a^* < 0$  μπλε-πράσινη απόχρωση, ενώ κάθε φορά που το  $b^* > 0$  στον κατακόρυφο άξονα, δείχνει κίτρινη απόχρωση και όταν το  $b^* < 0$  δείχνει μπλε απόχρωση (McGuire 1992). Τέλος, εκτιμήθηκε και υποκειμενικά ή ένταση και έκταση του κόκκινου επιχρώματος στους καρπούς με κλίμακα από 0 έως 5, όπου 1 ήταν περίπου το 20% της επιφάνειας του φλοιού καλυμμένη με κόκκινο επίχρωμα ικανής έντασης, 2 περίπου το 40% της επιφάνειας, 3 περίπου το 60% της επιφάνειας, 4 περίπου το 80% της επιφάνειας και 5 σχεδόν ολοκληρωτικά καλυμμένος ο φλοιός με κόκκινο χρώμα.

Ακολούθησε μέτρηση της σκληρότητας σάρκας όλων των καρπών (δύο μετρήσεις ανά καρπό στον ισημερινό του φρούτου) με το ηλεκτρονικό πενετρόμετρο Turoni (53205 Digital Fruit Pressure Tester, Forli, Italy) με έμβολο 11 mm, αφού πρώτα είχε αφαιρεθεί με εργαστηριακό ξυράφι ο φλοιός και στις δύο πλευρές των δειγμάτων, και ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού, ΔΣΣ (%). Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν από το πενετρόμετρο εκφράστηκαν σε KgF. Όσον αφορά τη μέτρηση της περιεκτικότητας των ΔΣΣ του χυμού, πάρθηκαν αντιδιαμετρικά δύο τμήματα του περικαρπίου, σάρκα και φλοιός, από τον ποδίσκο έως την κορυφή του καρπού, από κάθε καρπό της επανάληψης. Στην συνέχεια, χυμοποιήθηκαν και μέρος του χυμού τοποθετήθηκε στο επιτραπέζιο ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο ATAGO (Pocket Refractometer Pal-1, Tokyo, Japan) με το οποίο μετρήθηκε ανά επανάληψη η περιεκτικότητα των διαλυτών στερεών συστατικών.

Παράλληλα, μετρήθηκαν το pH και η οξύτητα του χυμού, και η ξηρά ουσία του καρπού (%). Το pH μετρήθηκε με το πεχάμετρο Hanna Instruments (HI 9024 pH meter, Woonsocket, RI, USA), ύστερα από αραιώση 2 mL χυμού, που λήφθηκε από τα δείγματα για την μέτρηση των ΔΣΣ, με 18 mL απιονισμένου νερού. Η οξύτητα του χυμού προσδιορίστηκε τιτλοδοτώντας τον ανωτέρω αραιωμένο χυμό (1:10) με 0,1 N NaOH μέχρι pH=8,2. Εν συνεχεία, χρησιμοποιώντας κατάλληλο συντελεστή, η οξύτητα εκφράστηκε σε ποσοστό % περιεκτικότητας μηλικού οξέος στον χυμό. Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας, έγινε ζύγιση του νωπού βάρους έξι τεμαχίων καρπών από τους πέντε καρπούς της κάθε επανάληψης. Μετά μεταφέρθηκαν στο φούρνο σε θερμοκρασία 80 °C και ζυγίστηκε το ξηρό βάρος, αφού έλαβε τέλος η ξήρανσή τους. Τέλος, υπολογίστηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας.



Συγχρόνως, συσκευάστηκαν 5 δείγματα σάρκας και φλοιού των 5 καρπών σε πλαστικές σακούλες, σφραγίστηκαν, και μεταφέρθηκαν στην κατάψυξη, ώστε να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση των ολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών στο εργαστήριο. Κατά τη συγκεκριμένη ανάλυση πραγματοποιήθηκε ομογενοποίηση 5 g δείγματος με 25 mL μεθανόλης, φυγοκέντρωση στις 4000g για 10 λεπτά και ποσοτικοποίηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας στο υπερκείμενο. Όσον αφορά το ολικά φαινολικά ο προσδιορισμός τους έγινε με κάποιες μετατροπές της μεθόδου η οποία είχε διατυπωθεί αρχικά από τους Swain and Hillis (1959). Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αντίδραση των φαινολικών με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu και δημιουργούν ένα έγχρωμο (κυανό) σύμπλοκο με μέγιστο απορρόφησης στα 760 nm, εφόσον αναλυθούν σε συγκεκριμένες συνθήκες. Έτσι, προστέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 2 mL του εκχυλίσματος, που αναφέρθηκε ανωτέρω, 2 mL απιονισμένου νερού και 10 mL του Folin-Ciocalteu συγκέντρωσης 2 N το οποίο είχε αραιωθεί με νερό (1:10). Στην συνέχεια, το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα ανακινήθηκε στο Vortex για χρονικό διάστημα λίγων δευτερολέπτων. Με το πέρασ 30 δευτερολέπτων έως 8 λεπτών προστέθηκαν σε αυτό 8 mL διαλύματος 1 N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ανακινήθηκαν στο Vortex και τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι στους 30 °C για μία ώρα. Ακολούθως, μεταφέρθηκαν για 5 λεπτά, περίπου, στους 5 °C και μετά παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 5-10 λεπτά. Κατόπιν, μετρήθηκε η απορρόφηση του φωτός στα 760 nm στο φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd). Εν τέλει, εκφράστηκαν οι τιμές των μετρήσεων σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 g νωπού βάρους (NB) καρπού μετά από δημιουργία πρότυπης καμπύλης αναφοράς με μέτρηση της απορρόφησης διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης γαλλικού οξέος, ύστερα από αραιώσεις πυκνού διαλύματος γαλλικού οξέος ( $5 \text{ mg mL}^{-1}$ ).

Όσο αφορά τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών, σάρκας και φλοιού, αυτός πραγματοποιήθηκε με δύο τρόπους οι οποίοι ήταν η μέθοδος της ελεύθερης ρίζας DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) και η δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Ferric ion Reducing Antioxidant Power, FRAP). Το σύνολο της αντιοξειδωτικής ικανότητας προσμετρημένης με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη μέθοδο του Brand-Williams et al. (1995). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην αλληλεπίδραση των αντιοξειδωτικών μορίων

με τη ρίζα DPPH, μία σταθερή ρίζα, μωβ χρώματος και με απορρόφηση στα 517 nm. Με την προσθήκη μιας ουσίας με αντιοξειδωτική δράση πραγματοποιείται αναγωγή της ρίζας η οποία επιφέρει μεταβολή του χρώματος του διαλύματος από μωβ σε κίτρινο, ανάλογη της συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας, και την αντίστοιχη μείωση της οπτικής απορρόφησης στα 517 nm. Η μεταβολή της απορρόφησης μετράται στο φασματοφωτόμετρο και ως εκ τούτου, μεταφέρθηκαν 100  $\mu\text{L}$  από το μεθανολικό εκχύλισμα και 2900  $\mu\text{L}$  DPPH συγκέντρωσης 100  $\mu\text{M}$  σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα. Αφού ανακινήθηκαν τα δείγματα στο Vortex, ακολούθησε η μεταφορά τους στο σκοτάδι για 30 min και αμέσως μετά η μέτρηση της απορρόφησης τους στα 517 nm στο φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd) έναντι του μάρτυρα (100  $\mu\text{L}$  μεθανόλη και 2900  $\mu\text{L}$  DPPH). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ακολούθησε και η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας σύμφωνα τη μέθοδο αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Benzie και Strain, 1996). Στην περίπτωση αυτή έγινε ανάμιξη 2950  $\mu\text{L}$  φρέσκου διαλύματος εργασίας FRAP (300 mM ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος pH=3,6, 10 mM 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine σε 40 mM HCl και 20 mM τριγλωριούχου σιδήρου σε αναλογία 10:1:1) με 50  $\mu\text{L}$  μεθανολικού εκχυλίσματος, ακολούθησε επώαση για 4 min στους 37 °C σε υδατόλουτρο και προσδιορισμός της απορρόφησης του μίγματος στα 593 nm με το φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd). Αξιίζει να σημειωθεί ότι τα εκχυλίσματα είναι ικανά να ανάγουν τον σίδηρο από τρισθενή σε δισθενή ( $\text{Fe}^{+3}$  σε  $\text{Fe}^{+2}$ ) σε όξινες συνθήκες με την ύπαρξη 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) και ως εκ τούτου να επιφέρουν τη δημιουργία μπλε χρώματος συμπλόκου  $\text{Fe}^{+2}$ -TPTZ που απορροφά στα 593 nm. Έτσι και στις δύο περιπτώσεις η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος εκτιμήθηκε βάσει της πρότυπης καμπύλης αναφοράς του L-ασκορβικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα  $\mu\text{mol}$  L-ασκορβικού οξέος ανά g NB καρπού.

Τέλος, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα δείγματα των κλαδευτικών που είχαν μεταφερθεί στο εργαστήριο Δενδροκομίας με το πέρας του χειμερινού κλαδέματος. Συγκεκριμένα, σε 4 δείγματα ετήσιων και 4 παλαιών από τρεις επαναλήψεις κάθε μεταχείρισης μετρήθηκε το βάρος σε g στον ηλεκτρονικό ζυγό Kern με ακρίβεια 2 δεκαδικών (model EW 600-ZM, Balingen, Germany), το μήκος τους σε cm με χάρακα, το πλάτος τους σε mm με τη βοήθεια ηλεκτρονικού παχυμέτρου και ο αριθμός των μεσογονάτιων διαστημάτων των ετήσιων κλαδιών. Υπολογίστηκαν ποικίλες

παράμετροι που σχετίζονται με την ανάπτυξη της βλάστησης κατά τη βλαστική περίοδο και η συσσώρευση ξηράς ουσίας.

## 2.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διενεργήθηκε με το πρόγραμμα SPSS (SPSS 26.0, Chicago, USA). Η μεταχείριση ήταν ο παράγοντας που μελετήθηκε με τη μέθοδο Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (ANOVA), ενώ οι μέσοι όροι διαχωρίστηκαν με τη μέθοδο Duncan ( $P < 0,05$ ).

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Βάρος καρπού και Σκληρότητα σάρκας

Οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο βάρος καρπού με τους καρπούς της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.1). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν μεγαλύτερο βάρος καρπού (και μάλιστα το μεγαλύτερο όλων των μεταχειρίσεων) από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας καρπών. Το βάρος καρπών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μεγαλύτερο από το βάρος καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας καρπών. Το βάρος καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μεγαλύτερο από το βάρος καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας καρπών. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τη μεταχείριση Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος, όπου οι καρποί στις δύο θέσεις είχαν παρόμοιο βάρος καρπού.

Η σκληρότητα καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος βρέθηκε μικρότερη από τη σκληρότητα των καρπών της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.1). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν παρόμοια σκληρότητα με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ η σκληρότητα καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης στην κάτω θέση δειγματοληψίας καρπών ήταν ελαφρά μικρότερη από τη σκληρότητα των καρπών του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν μικρότερη σκληρότητα από τους καρπούς του μάρτυρα (και μάλιστα τη μικρότερη από όλες τις μεταχειρίσεις). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοια σκληρότητα με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην κάτω θέση δειγματοληψίας καρπών, ενώ στην πάνω θέση η σκληρότητα καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν ελαφρά μικρότερη από την αντίστοιχη των

καρπών του μάρτυρα. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν μεγαλύτερη σκληρότητα σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τις μεταχειρίσεις Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης και Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος, όπου η σκληρότητα ήταν παρόμοια στις δύο θέσεις δειγματοληψίας.

Πίνακας 3.1 Επίδραση της μεταχείρισης στο βάρος καρπού και στη σκληρότητα σάρκας μήλων ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=5.

Μεταχείριση	Θέση καρπού	Βάρος καρπού (g)	Σκληρότητα σάρκας (kgF)
Κάλιο	Κάτω	187 d	6,98 a
	Πάνω	211 cd	6,48 b
CaSp GC Ζεόλ	Κάτω	193 d	5,60 cd
	Πάνω	216 c	5,90 c
ΠΛ PBZ Ατταπ	Κάτω	213 c	7,11 a
	Πάνω	280 a	6,24 bc
Δακτ Theo Ζεόλ	Κάτω	230 bc	5,29 d
	Πάνω	218 c	5,23 d
Theo Ζεόλ	Κάτω	214 c	6,85 ab
	Πάνω	242 b	6,40 b
Σημαντικότητα	Μεταχ	***	***
	Θέση	***	**

\*\* 1% σημαντικότητα, \*\*\* 1%ο σημαντικότητα

### 3.2 Χρώμα φλοιού L\*, a\*, b\* και Υποκειμενικό χρώμα

Οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού L\* με τους καρπούς της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.2). Αυτό βρέθηκε στην πάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση δειγματοληψίας οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες +

Ζεόλιθος είχαν μικρότερο χρώμα φλοιού L\* από τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού L\* με τους καρπούς του μάρτυρα. Όμως, και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών το χρώμα φλοιού L\* της μεταχείρισης ήταν ελαφρά μικρότερο από το χρώμα φλοιού L\* των καρπών του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού L\* με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην κάτω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην επάνω θέση οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν μικρότερο χρώμα φλοιού L\* από τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού L\* με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην κάτω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην επάνω θέση οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν μικρότερο χρώμα φλοιού L\* από τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν μικρότερο χρώμα φλοιού L\* σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης στις μεταχειρίσεις CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος και πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης, ενώ οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού L\* με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης στις μεταχειρίσεις Κάλιο, Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος και Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος.

Το χρώμα φλοιού a\* των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν μεγαλύτερο από το χρώμα φλοιού a\* των καρπών του μάρτυρα (Πίν. 3.2). Αυτό βρέθηκε στην κάτω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην επάνω θέση το χρώμα φλοιού a\* των καρπών των δύο μεταχειρίσεων ήταν παρόμοιο. Το χρώμα φλοιού a\* των καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν μεγαλύτερο από το χρώμα φλοιού a\* των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Το χρώμα φλοιού a\* των καρπών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μεγαλύτερο από το χρώμα φλοιού a\* των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Το χρώμα φλοιού a\* των καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μεγαλύτερο από το χρώμα φλοιού a\* των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην πάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση το χρώμα φλοιού a\* των καρπών της μεταχείρισης

Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν παρόμοιο με το χρώμα φλοιού a\* των καρπών του μάρτυρα. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν μεγαλύτερο χρώμα φλοιού a\* σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από την μεταχείριση Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος που ίσχυε το αντίστροφο.

Το χρώμα φλοιού b\* των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν παρόμοιο με το χρώμα φλοιού b\* των καρπών του μάρτυρα (Πίν. 3.2). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Το χρώμα φλοιού b\* των καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν παρόμοιο με το χρώμα φλοιού b\* των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Το χρώμα φλοιού b\* των καρπών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν παρόμοιο με το χρώμα φλοιού b\* των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Το χρώμα φλοιού b\* των καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν παρόμοιο με το χρώμα φλοιού b\* των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν ελαφρά μικρότερο χρώμα φλοιού b\* σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν παρόμοιο με το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών του μάρτυρα (Πίν.3.2). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν ελαφρά καλύτερο από το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην κάτω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην πάνω θέση το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν παρόμοιο με το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών του μάρτυρα. Το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν καλύτερο από το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν καλύτερο από το υποκειμενικό χρώμα φλοιού των καρπών του μάρτυρα (και μάλιστα το καλύτερο όλων

των μεταχειρίσεων). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν καλύτερο υποκειμενικό χρώμα φλοιού σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις, εκτός από τις μεταχειρίσεις Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος και Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος, όπου οι καρποί από τις δύο θέσεις είχαν παρόμοιο υποκειμενικό χρώμα φλοιού.

Πίνακας 3.2 Επίδραση της μεταχείρισης στο χρώμα φλοιού μήλων ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=5.

Μεταχείριση	Θέση καρπού	Χρώμα φλοιού L*	Χρώμα φλοιού a*	Χρώμα φλοιού b*	Υποκειμενικό χρώμα
Κάλιο	Κάτω	61,7 a	5,24 d	26,9 a	2,64 c
	Πάνω	60,6 b	7,05 c	26,0 ab	3,08 bc
CaSp GC Ζεόλ	Κάτω	61,7 a	5,52 d	26,6 ab	2,68 c
	Πάνω	58,5 c	10,99 a	24,5 b	3,12 bc
ΠΛ PBZ Ατταπ	Κάτω	61,2 ab	6,98 c	26,9 a	2,80 c
	Πάνω	59,8 bc	9,64 ab	25,6 ab	3,36 ab
Δακτ Theo Ζεόλ	Κάτω	60,5 b	7,62 c	25,2 b	3,28 ab
	Πάνω	59,9 b	10,53 a	25,5 ab	3,16 b
Theo Ζεόλ	Κάτω	59,6 bc	8,95 b	25,5 ab	3,60 a
	Πάνω	60,5 b	7,48 c	26,0 ab	3,24 b
Σημαντικότητα	Μεταχ	ΜΣ	***	ΜΣ	***
	Θέση	**	***	*	*

ΜΣ μη σημαντική διαφορά, \* 5% σημαντικότητα, \*\* 1% σημαντικότητα, \*\*\* 1%ο σημαντικότητα



### 3.3 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ), Οξύτητα, ΔΣΣ/Οξύτητα και Ξηρά Ουσία

Τα ΔΣΣ των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν παρόμοια με τα ΔΣΣ των καρπών της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.3). Στην επάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, τα ΔΣΣ των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν ελαφρώς υψηλότερα από τα ΔΣΣ των καρπών του μάρτυρα, ενώ στην κάτω θέση τα ΔΣΣ των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν ελαφρώς λιγότερα από αυτά των καρπών του μάρτυρα. Τα ΔΣΣ των καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν υψηλότερα των ΔΣΣ των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Τα ΔΣΣ των καρπών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν υψηλότερα των ΔΣΣ των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Τα ΔΣΣ των καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν παρόμοια με τα ΔΣΣ των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν παρόμοια ΔΣΣ σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τη μεταχείριση Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος, όπου τα ΔΣΣ των καρπών από το επάνω μέρος της κόμης ήταν υψηλότερα των ΔΣΣ των καρπών από το κάτω μέρος της κόμης.

Οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν χαμηλότερη οξύτητα χυμού σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.3). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν ελαφρά υψηλότερη οξύτητα σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (την υψηλότερη όλων των μεταχειρίσεων). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν χαμηλότερη οξύτητα σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν ελαφρά χαμηλότερη οξύτητα σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοια οξύτητα με τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν υψηλότερη

οξύτητα σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.3). Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν παρόμοια σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα με τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν ελαφρώς υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν παρόμοια σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα με τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα (την μεγαλύτερη όλων των μεταχειρίσεων). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν ελαφρώς χαμηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα από τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί από το πάνω μέρος της κόμης είχαν υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα από τους καρπούς του κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις, εκτός των CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος και Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος, όπου βρέθηκε το αντίθετο.

Οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο ποσοστό % ΞΟ με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.3). Αυτό βρέθηκε στην πάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν ελαφρά υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ από τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο ποσοστό % ΞΟ με τους καρπούς του μάρτυρα και στις δύο

θέσεις δειγματοληψίας. Οι καρποί από το επάνω μέρος της κόμης είχαν υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τις μεταχειρίσεις Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης και Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος.

Πίνακας 3.3 Επίδραση της μεταχείρισης στα Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ), στην Οξύτητα, στη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα και στο ποσοστό % Ξηράς ουσίας μήλων ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=5.

Μεταχείριση	Θέση καρπού	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ/Οξύτητα	Ξηρά ουσία (%)
Κάλιο	Κάτω	11,56 c	0,40 ab	29,5 cd	14,5 c
	Πάνω	11,68 bc	0,40 ab	29,8 cd	15,1 bc
CaSp GC Ζεόλ	Κάτω	11,60 bc	0,36 bc	32,7 bc	14,8 c
	Πάνω	11,58 c	0,38 b	30,9 cd	15,4 b
ΠΛ PBZ Ατταπ	Κάτω	12,92 a	0,42 a	31,9 c	16,4 a
	Πάνω	12,80 a	0,42 a	31,4 cd	16,1 a
Δακτ Theo Ζεόλ	Κάτω	12,08 b	0,31 c	39,3 ab	15,5 b
	Πάνω	13,18 a	0,33 c	40,7 a	16,4 a
Theo Ζεόλ	Κάτω	12,10 b	0,35 bc	34,9 b	15,2 bc
	Πάνω	11,72 bc	0,41 ab	28,9 d	14,7 c
Σημαντικότητα	Μεταχ	***	***	***	***
	Θέση	ΜΣ	*	*	**

ΜΣ μη σημαντική διαφορά, \* 5% σημαντικότητα, \*\* 1% σημαντικότητα, \*\*\* 1% σημαντικότητα

### 3.4 Συγκέντρωση Φαινολικών, και αντιοξειδωτικής καταπόνησης DPPH και FRAP

Η συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν χαμηλότερη από τη συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.4). Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση η συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν ελαφρώς χαμηλότερη από τη συγκέντρωση φαινολικών των καρπών. Η συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν χαμηλότερη από τη συγκέντρωση φαινολικών των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειματοληψίας, ενώ στην κάτω θέση η συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν ελαφρώς υψηλότερη από τη συγκέντρωση φαινολικών των καρπών του μάρτυρα. Η συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν υψηλότερη από τη συγκέντρωση φαινολικών των καρπών του μάρτυρα (η υψηλότερη όλων των μεταχειρίσεων). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειματοληψίας των καρπών. Η συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν χαμηλότερη από τη συγκέντρωση φαινολικών των καρπών του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση η συγκέντρωση φαινολικών των καρπών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν ελαφρώς χαμηλότερη από τη συγκέντρωση φαινολικών των καρπών του μάρτυρα. Οι καρποί από το επάνω μέρος της κόμης είχαν υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τη μεταχείριση Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος.

Οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση DPPH σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.4). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση DPPH σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην πάνω θέση δειματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτη είχαν παρόμοια συγκέντρωση DPPH με τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση DPPH σε σχέση με τους

καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση DPPH σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (και μάλιστα τη χαμηλότερη όλων των μεταχειρίσεων). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί από το επάνω μέρος της κόμης είχαν υψηλότερη συγκέντρωση DPPH σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Πίνακας 3.4 Επίδραση της μεταχείρισης στα Φαινολικά, DPPH και FRAP μήλων ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=4.

Μεταχείριση	Θέση καρπού	Φαινολικά	DPPH	FRAP
Κάλιο	Κάτω	0,42 de	2,29 b	2,24 ef
	Πάνω	0,52 b	2,89 a	2,68 bc
CaSp GC Ζεόλ	Κάτω	0,40 e	2,00 c	1,96 g
	Πάνω	0,46 c	2,40 b	2,47 cd
ΠΛ PBZ Ατταπ	Κάτω	0,43 cd	2,23 b	2,21 ef
	Πάνω	0,46 c	2,40 b	2,22 ef
Δακτ Theo Ζεόλ	Κάτω	0,54 b	1,73 d	2,77 b
	Πάνω	0,57 a	1,98 c	3,19 a
Theo Ζεόλ	Κάτω	0,39 e	0,60 e	2,06 fg
	Πάνω	0,40 e	0,66 e	2,41 de
Σημαντικότητα	Μεταχ	***	***	***
	Θέση	***	***	***

\*\*\* 1%ο σημαντικότητα

Οι καρποί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση FRAP από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και

στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση FRAP από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε στην επάνω θέση δειγματοληψίας των καρπών, ενώ στην κάτω θέση οι καρποί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν παρόμοια συγκέντρωση FRAP με τους καρπούς του μάρτυρα. Οι καρποί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν υψηλότερη συγκέντρωση FRAP από τους καρπούς του μάρτυρα (την υψηλότερη όλων των μεταχειρίσεων). Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση FRAP από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις δύο θέσεις δειγματοληψίας των καρπών. Οι καρποί από το επάνω μέρος της κόμης είχαν υψηλότερη συγκέντρωση FRAP σε σχέση με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης. Αυτό βρέθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τη μεταχείριση Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης, όπου οι καρποί από το επάνω μέρος της κόμης είχαν παρόμοια συγκέντρωση FRAP με τους καρπούς από το κάτω μέρος της κόμης.

### 3.5 Συνολική παραγωγή, Εμπορική παραγωγή, ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών και Παραγωγικότητα.

Η συνολική παραγωγή της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν ελαφρώς μικρότερη από τη συνολική παραγωγή της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.5). Η συνολική παραγωγή της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν μικρότερη από τη συνολική παραγωγή του μάρτυρα. Η συνολική παραγωγή της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μεγαλύτερη από τη συνολική παραγωγή του μάρτυρα (και μάλιστα η μεγαλύτερη από όλες τις μεταχειρίσεις). Η συνολική παραγωγή της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν ελαφρώς μικρότερη από τη συνολική παραγωγή του μάρτυρα.

Η μεταχείριση CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος βρέθηκε να έχει μικρότερη εμπορική παραγωγή από τον μάρτυρα (Πίν. 3.5). Η μεταχείριση Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης βρέθηκε να έχει μικρότερη εμπορική παραγωγή από τον μάρτυρα (η μικρότερη από όλες τις μεταχειρίσεις). Η μεταχείριση

Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος βρέθηκε να έχει ελαφρώς μικρότερη εμπορική παραγωγή από τον μάρτυρα. Η μεταχείριση Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος βρέθηκε να έχει μικρότερη εμπορική παραγωγή από τον μάρτυρα. Συνεπώς, ο μάρτυρας είχε τη μεγαλύτερη εμπορική παραγωγή.

Η μεταχείριση CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχε παρόμοιο ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών με τον μάρτυρα (Πίν. 3.5). Η μεταχείριση Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχε μεγαλύτερο ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών από τον μάρτυρα. Η μεταχείριση Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχε μεγαλύτερο ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών από τον μάρτυρα. Η μεταχείριση Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχε παρόμοιο ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών με τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.5 Επίδραση της μεταχείρισης στη Συνολική παραγωγή, στην Εμπορική παραγωγή, στο ποσοστό ηλιοκαμένων και στην Παραγωγικότητα μήλων ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=5.

Μεταχείριση	Συνολική παραγωγή (kg/ δέντρο)	Εμπορική παραγωγή (kg/δέντρο)	Ηλιοκαμένα (% στο σύνολο παραγωγής δέντρου)	Παραγωγικότητα (g cm <sup>-2</sup> TCSA)
Κάλιο	37,9 ab	33,7 a	11,1 b	574 a
CaSp GC Ζεόλ	34,5 b	30,3 b	12,2 b	494 bc
ΠΛ PBZ Ατταπ	30,4 c	25,2 c	16,8 a	395 d
Δακτ Theo Ζεόλ	39,5 a	33,4 ab	15,6 a	518 b
Theo Ζεόλ	34,6 b	30,2 b	12,2 b	462 c
Σημαντικότητα	***	*	***	***

\* 5% σημαντικότητα, \*\*\* 1%ο σημαντικότητα

Η παραγωγικότητα της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν μικρότερη από την παραγωγικότητα του μάρτυρα (Πίν. 3.5). Η παραγωγικότητα της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν μικρότερη

από την παραγωγικότητα του μάρτυρα. Η παραγωγικότητα της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μικρότερη από την παραγωγικότητα του μάρτυρα. Η παραγωγικότητα της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μικρότερη από την παραγωγικότητα του μάρτυρα. Έτσι, ο μάρτυρας βρέθηκε να έχει τη μεγαλύτερη παραγωγικότητα από όλες τις μεταχειρίσεις.

### 3.6 Κλαδευτικά ενός έτους και παλαιότερων ετών

Πίνακας 3.6 Επίδραση της μεταχείρισης στο βάρος κλαδευτικών ενός έτους και στο βάρος κλαδευτικών παλιότερων ετών ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=5.

Μεταχείριση	Κλαδευτικά ενός έτους (kg)	Κλαδευτικά παλαιότερων ετών (kg)
Κάλιο	1,87 bc	2,97 a
CaSp GC Ζεόλ	1,86 bc	2,43 bc
ΠΛ PBZ Ατταπ	1,90 b	2,58 b
Δακτ Theo Ζεόλ	1,77 c	2,27 c
Theo Ζεόλ	2,17 a	3,17 a
Σημαντικότητα	***	***

\*\*\* 1%ο σημαντικότητα

Το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν παρόμοιο με το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.6). Το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν ελαφρώς μεγαλύτερο από το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών του μάρτυρα. Το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν ελαφρώς μικρότερο από το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών του μάρτυρα. Το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης



+ Ζεόλιθος ήταν μεγαλύτερο από το βάρος των ετήσιων κλαδευτικών του μάρτυρα (και μάλιστα το μεγαλύτερο όλων των μεταχειρίσεων).

Το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος ήταν μικρότερο από το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών του μάρτυρα (Πίν. 3.6). Το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης ήταν μικρότερο από το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών του μάρτυρα. Το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν μικρότερο από το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών του μάρτυρα (το μικρότερο από όλες τις μεταχειρίσεις). Το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος ήταν παρόμοιο με το βάρος κλαδευτικών παλαιότερων ετών του μάρτυρα.

### 3.7 Μήκος μεσογονατίου

Πίνακας 3.7 Επίδραση της μεταχείρισης στο μήκος μεσογονατίου ετήσιων βλαστών ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=12.

Μεταχείριση	Μήκος μεσογονατίου (cm)
Κάλιο	3,19 b
CaSp GC Ζεόλ	3,71 a
ΠΛ PBZ Ατταπ	3,00 b
Δακτ Theo Ζεόλ	3,48 a
Theo Ζεόλ	3,16 b
Σημαντικότητα	***

\*\*\* 1%ο σημαντικότητα

Οι βλαστοί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίου από τους βλαστούς της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.7). Οι βλαστοί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν παρόμοιο μήκος μεσογονατίου με τους βλαστούς του μάρτυρα. Οι βλαστοί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν

μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίου από τους βλαστούς του μάρτυρα. Οι βλαστοί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο μήκος μεσογονατίου με τους βλαστούς του μάρτυρα.

### 3.8 Βλαστοί ενός έτους: βάρος ανά μονάδα μήκους, βάρος ανά μονάδα πλάτους, σχέση μήκους/πλάτος

Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν ελαφρώς μικρότερο βάρος ανά μονάδα μήκους από τους ετήσιους βλαστούς της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.8). Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν παρόμοιο βάρος ανά μονάδα μήκους με τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα. Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο βάρος ανά μονάδα μήκους με τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα. Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν ελαφρώς μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα μήκους από τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα (το μεγαλύτερο από όλες τις μεταχειρίσεις).

Πίνακας 3.8 Επίδραση της μεταχείρισης στο βάρος ανά μονάδα μήκους, στο βάρος ανά μονάδα πλάτους και στη σχέση μήκος/πλάτος ετήσιων βλαστών ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=12.

Μεταχείριση	Βάρος ανά μονάδα μήκους (g cm <sup>-1</sup> )	Βάρος ανά μονάδα πλάτους (g mm <sup>-1</sup> )	Μήκος/Πλάτος (cm mm <sup>-1</sup> )
Κάλιο	0,122 ab	0,322 b	2,756
CaSp GC Ζεόλ	0,100 c	0,267 c	2,727
ΠΛ PBZ Ατταπ	0,108 bc	0,283 c	2,756
Δακτ Theo Ζεόλ	0,113 abc	0,328 b	2,927
Theo Ζεόλ	0,125 a	0,372 a	3,037
Σημαντικότητα	**	***	ΜΣ

ΜΣ μη σημαντική διαφορά, \*\* 1% σημαντικότητα, \*\*\* 1%ο σημαντικότητα

Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν μικρότερο βάρος ανά μονάδα πλάτους από τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.8). Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν μικρότερο βάρος ανά μονάδα πλάτους από τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα. Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο βάρος ανά μονάδα πλάτους με τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα. Οι ετήσιοι βλαστοί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα πλάτους από τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα (το μεγαλύτερο από όλες τις μεταχειρίσεις).

Οι ετήσιοι βλαστοί των μεταχειρίσεων CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος, πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης, Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος και Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοια σχέση μήκους/πλάτος με τους ετήσιους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.8).

### 3.9 Βλαστοί δύο ετών: βάρος ανά μονάδα μήκους, βάρος ανά μονάδα πλάτους, σχέση μήκους/πλάτος

Οι διετείς βλαστοί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν ελαφρώς μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα μήκους από τους διετείς βλαστούς της μεταχείρισης Κάλιο (μάρτυρας) (Πίν. 3.9). Οι διετείς βλαστοί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν παρόμοιο βάρος ανά μονάδα μήκους με τους διετείς βλαστούς του μάρτυρα. Οι διετείς βλαστοί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν ελαφρώς μικρότερο βάρος ανά μονάδα μήκους από τους διετείς βλαστούς του μάρτυρα. Οι διετείς βλαστοί της μεταχείρισης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα μήκους από τους διετείς βλαστούς του μάρτυρα (το μεγαλύτερο από όλες τις μεταχειρίσεις).

Οι διετείς βλαστοί της μεταχείρισης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα πλάτους από τους διετείς βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.9). Οι διετείς βλαστοί της μεταχείρισης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα πλάτους από τους διετείς βλαστούς του μάρτυρα. Οι διετείς βλαστοί της μεταχείρισης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοιο βάρος ανά μονάδα πλάτους με τους διετείς

βλαστούς του μάρτυρα. Οι διεικείς βλαστοί της μεταχειρίσης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα πλάτους από τους διεικείς βλαστούς του μάρτυρα (το μεγαλύτερο από όλες τις μεταχειρίσεις).

Οι διεικείς βλαστοί της μεταχειρίσης CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος είχαν παρόμοια σχέση μήκους/πλάτος με τους διεικείς βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.9). Οι διεικείς βλαστοί της μεταχειρίσης Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης είχαν μεγαλύτερη σχέση μήκους/πλάτος από τους διεικείς βλαστούς του μάρτυρα. Οι διεικείς βλαστοί της μεταχειρίσης Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοια σχέση μήκους/πλάτος με τους διεικείς βλαστούς του μάρτυρα. Οι διεικείς βλαστοί της μεταχειρίσης Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος είχαν παρόμοια σχέση μήκους/πλάτος με τους διεικείς βλαστούς του μάρτυρα.

Πίνακας 3.9 Επίδραση της μεταχειρίσης στο βάρος ανά μονάδα μήκους, στο βάρος ανά μονάδα πλάτους και στην σχέση μήκους/πλάτος βλαστών δύο ετών ποικ. Fuji στην περιοχή Καστοριάς. Μεταχειρίσεις: Κάλιο μόνο ως λιπαντική αγωγή (Κάλιο), CaSp+GoldColors βιοδιεγέρτες + Ζεόλιθος (CaSp GC Ζεόλ), Πλήρες λίπασμα + Paclobutrazol + Ατταπουλγίτης (ΠΛ PBZ Ατταπ), Δακτυλίωση + Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Δακτ Theo Ζεόλ), Theonita βιοδιεγέρτης + Ζεόλιθος (Theo Ζεόλ). Καρποί συλλέχθηκαν από το κάτω (περισσότερο σκιαζόμενοι) και το πάνω (περισσότερο φωτιζόμενοι) μέρος της κόμης των δέντρων. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα ανά στήλη διαφέρουν σημαντικά. N=12.

Μεταχειρίση	Βάρος ανά μονάδα μήκους (g cm <sup>-1</sup> )	Βάρος ανά μονάδα πλάτους (g mm <sup>-1</sup> )	Μήκος/Πλάτος (cm mm <sup>-1</sup> )
Κάλιο	0,483 bc	0,746 c	1,658 b
CaSp GC Ζεόλ	0,567 ab	0,881 b	1,568 b
ΠΛ PBZ Ατταπ	0,517 bc	0,881 b	1,917 a
Δακτ Theo Ζεόλ	0,443 c	0,719 c	1,732 b
Theo Ζεόλ	0,631 a	1,003 a	1,604 b
Σημαντικότητα	***	***	***

\*\*\* 1%ο σημαντικότητα

#### 4. Συζήτηση

Είναι γνωστό ότι τα μήλα αναπτύσσονται πολύ αργά για ένα μήνα περίπου από την πλήρη άνθιση, λόγω κυτταροδιαιρέσεων. Στη συνέχεια, αυξάνεται ο ρυθμός ανάπτυξης για αρκετούς μήνες, κυρίως λόγω της διόγκωσης των υπαρχόντων κυττάρων, ενώ κοντά στη συγκομιδή ελαττώνεται ξανά έως την ωρίμανση. Οι απαιτήσεις σε θρεπτικά είναι ανάλογες με τον ρυθμό ανάπτυξης, και για αυτό πραγματοποιήθηκαν εφαρμογές ανάλογων ποσοτήτων τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα. Εξαιτίας της έντονης βλαστικής ανάπτυξης που παρουσιάζουν τα δέντρα της ποικιλίας που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία, επιλέχθηκε η από εδάφους χορήγηση του Paclobutrazol στο στάδιο φουσκώματος των οφθαλμών σε μερικά δέντρα για τον περιορισμό της, ώστε να αρχίσει η δράση του με την έναρξη της βλαστικής ανάπτυξης. Όμως, η ουσία αυτή έχει μεγάλη υπολλειματικότητα στο έδαφος και ενεργεί για μεγάλο χρονικό διάστημα (Reid et al. 2015). Έτσι λοιπόν, μελετήθηκε σε άλλα δέντρα μια εναλλακτική μέθοδος περιορισμού της βλαστικής ανάπτυξης και βελτίωσης της ποιότητας των καρπών, η δακτυλίωση. Αυτή εφαρμόστηκε με την έναρξη της βλαστικής ανάπτυξης, ώστε να διακοπεί η μετακίνηση των παραγόμενων υδατανθράκων προς το ριζικό σύστημα, αυτό να αποδυναμωθεί για μια περίοδο, ώστε να περιοριστεί η μετακίνηση N και λοιπών ανόργανων θρεπτικών από τις ρίζες προς το υπέργειο τμήμα του δέντρου. Επιπρόσθετα, για τη μείωση της βλάστησης εφαρμόστηκε στάγδην άρδευση στα δέντρα της τακτικής του παραγωγού, καθώς με τη διαβροχή μικρότερου όγκου ρίζας περιορίζεται η ανάπτυξη των βλαστών (Richards και Rowe, 1977). Στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις η άρδευση των δέντρων γινόταν με ατομικά μπεκ, που διέβρεχαν διάμετρο ενός μέτρου, προκειμένου να αυξηθεί η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας γύρω από τα δέντρα. Στην αύξηση της σχετικής υγρασίας συνέβαλλε και η διαχείριση των ζιζανίων κοντά στη συγκομιδή, τα οποία θερίζονταν περιοδικά ώστε να παραμένει ύψος αυτών περίπου 10 cm. Η αυξημένη σχετική υγρασία αναμένονταν να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας των καρπών, η ακριβής επίδραση της οποίας θα μπορούσε να είναι αντικείμενο μελλοντικών μελετών. Κατά τη διάρκεια που η ανάπτυξη των καρπών είναι ταχεία, το καλοκαίρι, αυτοί είναι ευάλωτοι στο ηλιακό έγκαυμα, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν, και οι διαφυλλικές εφαρμογές ζεόλιθου και ατταπουλγίτη το διάστημα αυτό αποσκοπούσαν στην αποφυγή αυτού του φαινομένου που καθιστά τους καρπούς μη εμπορικούς.

Οι εφαρμογές βιοδιεγερτών στην σύγχρονη δένδροκομία ολοένα και αυξάνουν, καθώς έχουν θετική επίδραση στον μεταβολισμό των φυτών, βελτιώνοντας έτσι την αύξηση, την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα αυτών (Kocira et al. 2015). Παρόλα αυτά, η χορήγηση των βιοδιεγερτών CaSp και Gold Colors (εκχυλίσματα φυτών και φυκιών) σε συνδυασμό με τον ζεόλιθο στην παρούσα εργασία οδήγησε στη δημιουργία κατώτερης γευστικής ποιότητας μήλων. Συγκεκριμένα, η χορήγηση των συγκεκριμένων βιοδιεγερτών είχε σαν αποτέλεσμα καρπούς με σχετικά μικρό βάρος και χαμηλή σκληρότητα, στην ανάπτυξη κατώτερου χρωματισμού φλοιού, χαμηλών ΔΣΣ, % ΞΟ και οξύτητας. Αυτά πιθανόν να οφείλονται στα υψηλά επίπεδα του N που προκάλεσε η εφαρμογή των φυκιών, όπως διαπίστωσε και ο Basak (2008) με αντίστοιχα αποτελέσματα σε μήλα ποικιλίας Gala. Ο κατώτερος χρωματισμός φλοιού αποδίδεται ίσως και στον βαθμό σχηματισμού κόκκινου επιχρώματος από την κάθε ποικιλία, αλλά και την ποσότητα του ηλιακού φωτός που διείσδυε μέσα στην κόμη. Επίσης, η χορήγηση των συγκεκριμένων βιοδιεγερτών συνέβαλλε σε χαμηλή συγκέντρωση φαινολικών και αντιοξειδωτικών στους καρπούς, αν και συνήθως οι βιοδιεγέρτες αυξάνουν την αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτών (Vernieri et al. 2006). Στα δέντρα που δέχθηκαν τους ανωτέρω βιοδιεγέρτες η εμπορική παραγωγή και παραγωγικότητα ήταν μικρότερες και η συνολική παραγωγή ελαφρά μικρότερη από τις αντίστοιχες του μάρτυρα, ενώ το ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών ήταν παρόμοιο με το ποσοστό % ηλιοκαμένων του μάρτυρα. Παρόμοιο ποσοστό % ηλιοκαμένων παρατηρήθηκε και στους καρπούς της μεταχείρισης Theo Zeól, γεγονός που δείχνει την ίδια αποτελεσματικότητα του ζεόλιθου με τον αταπουλγίτη στην προστασία από τα ηλιακά εγκαύματα, μέσω μείωσης της θερμοκρασίας στην επιφάνεια των καρπών και ανάκλασης της UVB και UVC ακτινοβολίας (Smedt et al. 2015). Η χορήγηση των συγκεκριμένων βιοδιεγερτών κατέληξε σε μεγάλο μήκος μεσογονατίου και στους λεπτότερους ετήσιους βλαστούς όλων των μεταχειρίσεων. Τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται στη δράση των κυτοκινινών που αποτελούν κύριο συστατικό του εκχυλίσματος φυκιών και οι οποίες προωθούν την ανάπτυξη των φυτών (Stirk et al. 2003 και Sumera και Cajipe, 1981). Επιπλέον, τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά βλαστού μπορεί να επηρεάστηκαν από τη σκίαση που δημιούργησε ο ζεόλιθος που ψεκάζονταν στα δέντρα.

Η παροχή θρεπτικών στοιχείων πραγματοποιείται με βασική λίπανση, με διαφυλλικούς ψεκασμούς και με υδρολίπανση, με τις τελευταίες δύο να θεωρούνται

πολύ αποτελεσματικές στη δενδροκομία. Στην παρούσα έρευνα η εφαρμογή των θρεπτικών διαφυλλικά και με υδρολίπανση σε συνδυασμό με την εφαρμογή του Paclobutrazol οδήγησε σε υψηλή ποιότητα καρπών, χωρίς όμως ιδιαίτερη βελτίωση του χρώματος φλοιού. Ειδικά, οι διαφυλλικές και με υδρολίπανση εφαρμογές θρεπτικών σε συνδυασμό με το Paclobutrazol κατέληξαν στο μεγαλύτερο βάρος καρπών, η σκληρότητα ήταν ικανοποιητική, τα ΔΣΣ, η οξύτητα, το ποσοστό % ΞΟ ήταν τα υψηλότερα και η σχέση ΔΣΣ/οξύτητα βρέθηκε υψηλή. Πολύ σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε η χορήγηση του Paclobutrazol, καθώς περιόρισε μερικώς τη βλαστική ανάπτυξη των δέντρων, μέσω της αναστολής σύνθεσης της γιββεριλλίνης, και ενίσχυσε τη φωτοσύνθεση των υπαρχόντων φύλλων (Wilkinson and Richards, 1991, Yahia et al. 2019). Έτσι, με τον περιορισμό ορισμένων «καταναλωτών» (βλαστοί) οι παραγόμενοι υδατάνθρακες μεταφέρονται σε μεγαλύτερο βαθμό στους καρπούς και οδηγούν στην παραγωγή υψηλής ποιότητας καρπών. Αυτή είναι και η βάση της σύγχρονης δενδροκομίας, που περιγράφεται ως η ύπαρξη της απαραίτητης μόνο βλάστησης (και όχι υπερβολικής) και η μετακίνηση περισσότερων φωτοσυνθετικών προϊόντων προς τους αναπτυσσόμενους καρπούς. Το χρώμα του φλοιού και η σκληρότητα ίσως να βελτιωνόταν με την χορήγηση λιγότερης δόσης N, καθώς ο Neilsen και η ομάδα του (1999b) παρατήρησαν ελλιπή χρωματισμό και μειωμένη σκληρότητα στα μήλα ποικ. Gala όταν εφαρμόζονταν υψηλή δόση N, η οποία προκαλεί τροφοπενία K (Σωτηρόπουλος, 2014). Αν και με τη μειωμένη βλαστική ανάπτυξη αναμενόταν υψηλή παραγωγή, εντούτοις η συνολική παραγωγή, η εμπορική παραγωγή και η παραγωγικότητα ήταν οι μικρότερες στη μεταχείριση με Paclobutrazol. Επίσης, το ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών ήταν υψηλό, το οποίο οφειλόταν στην εκτεταμένη έκθεση των καρπών στο ηλιακό φως και στην μη επαρκή σκίαση από τους λιγοστούς βλαστούς. Η εφαρμογή του ατταπουλγίτη για την προστασία των καρπών από το ηλιακό έγκαυμα φαίνεται να μην είχε ουσιαστική αποτελεσματικότητα, και ίσως η εφαρμογή του θα πρέπει να συνδυάζεται με μια πιο ισορροπημένη σχέση βλαστικής ανάπτυξης και καρπών, όπως στην περίπτωση των καρπών του μάρτυρα, όπου η εφαρμογή της κόνεως με ισορροπημένη σχέση βλαστών-καρπών οδήγησε σε μικρό ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών. Οι συγκεντρώσεις των καρπών σε φαινολικά, DPPH και FRAP ήταν χαμηλές στη μεταχείριση με διαφυλλικές και με υδρολίπανση εφαρμογές θρεπτικών σε συνδυασμό με το Paclobutrazol, αν και το Paclobutrazol έχει βρεθεί να ενισχύει την αντιοξειδωτική ικανότητα και την δραστηριότητα ορισμένων αντιοξειδωτικών ενζύμων των φυτών (Yahia et al. 2019). Αυτές οι μειωμένες

συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών συχνά σχετίζονται και με τη μειωμένη καταπόνηση των καρπών λόγω του ατταπουλγίτη, όπως φάνηκε με τη μειωμένη εμφάνιση ηλιοκαμένων καρπών. Όσο αφορά τα κλαδευτικά και τα χαρακτηριστικά των βλαστών, παρατηρήθηκε μια μείωση στο μήκος του μεσογονατίου, όπως υποστήριζε η εταιρεία του διακινεί το Paclobutrazol και έχουν παρατηρήσει οι παραγωγοί που το χρησιμοποιούν στη μηλιά στην Καστοριά, ενώ στη μείωση του μήκους βλαστών μπορεί να συνέβαλλε και η στάγδην άρδευση.

Όπως είναι γνωστό, η ποικιλία Fuji παρουσιάζει ζωνρή ανάπτυξη που συμβάλλει στη δημιουργία μειωμένου κόκκινου επιχρώματος στον φλοιό των καρπών και σε μειωμένη παραγωγή (Marsh et al. 1996). Για την αποφυγή των αρνητικών συνεπειών εφαρμόστηκε δακτυλίωση σε συνδυασμό με το οργανικό λίπασμα TheoVita. Φαίνεται ότι η δακτυλίωση σταμάτησε τη μεταφορά των παραγόμενων υδατανθράκων από τη φυλλοστιβάδα προς το ριζικό σύστημα για κάποια περίοδο και οδήγησε στη συσσώρευσή τους πάνω από την ζώνη εφαρμογής της. Έτσι, οι υδατάνθρακες ήταν διαθέσιμοι για τους παραγόμενους καρπούς με αποτέλεσμα αυτοί να είναι καλού χρωματισμού και υψηλής διατροφικής αξίας, αλλά φαίνεται ότι η δακτυλίωση προκάλεσε επιτάχυνση της ωρίμανσης. Συγκεκριμένα, τα μήλα των δέντρων που δέχθηκαν δακτυλίωση και TheoVita είχαν υψηλά ΔΣΣ και % ΞΟ, πολύ χαμηλή οξύτητα, την υψηλότερη σχέση ΔΣΣ/οξύτητα, λιγότερο πρασινωπό χωρίς άλλες διαφορές στο χρώμα φλοιού (αλλά υποκειμενικά είχαν καλύτερο χρωματισμό), μέτριο βάρος, χαμηλή σκληρότητα και υψηλές συγκεντρώσεις σε φαινολικά, FRAP και DPPH. Η βελτίωση στον χρωματισμό οφείλεται στα χαμηλά επίπεδα του N που πιθανόν επέφερε η δακτυλίωση, που μπορεί να είχε και συνέπεια στη μείωση του περιεχομένου της χλωροφύλλης στον φλοιό του καρπού και στη διαθεσιμότητα του K (Fallahi et al. 1985, Fallahi et al. 2018). Επιπρόσθετα, έπαιξε κάποιο ρόλο και το TheoVita, που σύμφωνα με την εταιρεία Θεόφραστος ως βιοδιεγέρτης συμβάλλει στην ανάπτυξη καλού χρωματισμού των καρπών, ενώ γενικά οι βιοδιεγέρτες αυξάνουν την αντοχή των φυτών σε καταπονήσεις. Η εφαρμογή του βιοδιεγέρτη Phi (φωσφονίτης) από τον Moore και τους συνεργάτες του (2009) σε φράουλες οδήγησε σε αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα και ποιότητα καρπών, με την αυξημένη παραγωγή ασκορβικού οξέος και ανθοκυανινών. Η συνολική παραγωγή των δέντρων της συγκεκριμένης μεταχείρισης ήταν η μεγαλύτερη και η εμπορική παραγωγή με την παραγωγικότητα υψηλές. Αυτά δικαιολογούνται και από το ελαφρύτερο αραίωμα



καρπών που υπέστησαν τα δέντρα, αφού λόγω της δακτυλίωσης οι διαθέσιμοι υδατάνθρακες θα ήταν περισσότεροι, οπότε θα μπορούσαν να κατανεμηθούν σε περισσότερους καρπούς. Η υψηλή παραγωγικότητα είναι αποτέλεσμα που προκάλεσε η δακτυλίωση, όπως διαπίστωσε και ο Fallahi με τους συνεργάτες του (2018) σε έρευνα σε μηλώνες με την ποικιλία Fuji οι οποίοι παρατήρησαν επίσης μειωμένη βλαστική ανάπτυξη. Σε αυτήν, που συνέβαλλε και σε μεγαλύτερη έκθεση των καρπών στο φως του ήλιου, και στην προφανώς μειωμένη αποτελεσματικότητα της εφαρμογής του ζεόλιθου, αποδίδεται το υψηλό ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών που παρατηρήθηκε. Ίσως η συχνότητα εφαρμογής του ορυκτού στην παρούσα εργασία θα έπρεπε να είναι μεγαλύτερη, ή η εφαρμοζόμενη δόση υψηλότερη, ή ο ζεόλιθος δεν είναι χρήσιμος για τη μείωση του ηλιοκαύματος στα μήλα. Ουσιαστικά, δεν υπάρχει άλλη έρευνα να μελετά τον διαφυλλικά εφαρμοζόμενο ζεόλιθο ως προστατευτικό του ηλιοκαύματος σε δέντρα, αλλά αυτός χρησιμοποιείται από διάφορους δενδροκαλλιεργητές. Η δακτυλίωση επιφέρει διακοπή στη μετακίνηση ορισμένων οργανικών μορίων από τις ρίζες προς το επάνω τμήμα του δέντρου για ορισμένο χρονικό διάστημα, όπως αμινοξέα και ορμόνες, με αποτέλεσμα το βάρος των κλαδευτικών να είναι μειωμένο, αλλά το μήκος μεσογονατίου των ετήσιων βλαστών να είναι μεγαλύτερο, λόγω των συσσωρευμένων υδατανθράκων πάνω από την ζώνη της δακτυλίωσης (Holmes, 1984). Στη μείωση του βάρους των κλαδευτικών ίσως να διαδραμάτισε και κάποιο ρόλο η μη χορήγηση του N, αφού το στοιχείο αυτό σχετίζεται άμεσα με την βλαστική ανάπτυξη.

Η βελτίωση του χρώματος στις μερικώς κόκκινες ποικιλίες μήλων αποτελεί βασικό στόχο πολλών καλλιεργητών. Φαίνεται ότι η χορήγηση του οργανικού λιπάσματος TheoVita οδήγησε στην επίτευξη του στόχου αυτού με σχετικά καλό χρωματισμό φλοιού του καρπού. Βέβαια, σε αυτό συνείσφερε σημαντικά και η χορήγηση του K, το οποίο βελτιώνει τον χρωματισμό του φλοιού των καρπών και γενικά την ποιότητα των καρπών, αλλά και η καλύτερη αφομοίωσή του από τα δέντρα, που ίσως προκάλεσε το οργανικό λίπασμα. Άμεσο αποτέλεσμα αυτών ήταν οι καρποί της μεταχείρισης TheoVita να έχουν καλό βάρος καρπού με σχετικά καλό χρωματισμό φλοιού, μεγάλη σκληρότητα και καλή (όχι άριστη) γευστική ποιότητα. Αν και αναμενόταν μια αύξηση στη συγκέντρωση των καρπών σε φαινολικά, FRAP και DPPH λόγω του βιοδιεγέρτη, αυτό δεν επετεύχθη. Η συνολική παραγωγή και η παραγωγικότητα της μεταχείρισης TheoVita δεν επηρεάστηκαν από τις παραπάνω εφαρμογές, παρά μόνο η εμπορική ποιότητα που αξιολογήθηκε ως βελτιωμένη. Όμως, η μεταχείριση αυτή είχε τα

περισσότερα κλαδευτικά, με πολύ βαρείς σχετικά ετήσιους και διετεείς βλαστούς. Αυτό οφείλεται στην πολλή παραγόμενη ξηρά ουσία της βλάστησης από την εφαρμογή του TheoVita, καθώς η εταιρεία παραγωγής του υποστηρίζει ότι η εφαρμογή του ευνοεί την αύξηση των φυτών, μέσω του αζώτου, των υδατανθράκων και των βιταμινών που προσφέρει σε αυτά.

Το κάλιο αποτελεί βασικό στοιχείο λίπανσης της μηλιάς, καθώς συμμετέχει σε διάφορες διεργασίες που σχετίζονται με την απόδοση, την ανάπτυξη και την αντοχή του δέντρου σε συνθήκες καταπόνησης, και με την ποιότητα του καρπού. Ωστόσο, η εφαρμογή 87,5 g K ανά δέντρο στην μεταχείριση κάλιο +ατταπουλγίτης μπορεί τελικά να είναι λιγότερη για να επιφέρει θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα των καρπών. Έτσι, τα μήλα της συγκεκριμένης μεταχείρισης ήταν κατώτερης γευστικής ποιότητας, καθώς είχαν το μικρότερο βάρος, τον λιγότερο χρωματισμό, μεγάλη σκληρότητα, χαμηλά ΔΣΣ και % ΞΟ και σχετικά υψηλή οξύτητα. Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, τα δέντρα της ποικιλίας παρουσιάζουν πολύ ζωηρή ανάπτυξη. Το χαρακτηριστικό αυτό δεν επιτρέπει τη διείσδυση μεγάλης ποσότητας ηλιακού φωτός στην κόμη των δέντρων, με αποτέλεσμα οι καρποί να μην είναι εκτεθειμένοι σε αυτό και να οδηγούνται σε λιγότερο σχηματισμό κόκκινου επιχρώματος και σε λιγότερη ζημιά από ηλιακό έγκαυμα. Στην προστασία από το ηλιακό έγκαυμα πιθανόν συνεισέφερε και η διαφυλλική εφαρμογή του ατταπουλγίτη, ο οποίος φαίνεται ότι προστάτευσε τα εκτεθειμένα μήλα σε συνδυασμό με τη βλαστική ανάπτυξη. Η συνολική παραγωγή ήταν υψηλή και η εμπορική παραγωγή και παραγωγικότητα υψηλότερες στη μεταχείριση κάλιο + ατταπουλγίτη από όλες τις μεταχειρίσεις. Αυτό αποδεικνύει ότι η εφαρμοζόμενη ποσότητα του K δεν επηρέασε αρνητικά την παραγωγή, αλλά, όπως περιγράφηκε ανωτέρω, επηρέασε αρνητικά την ποιότητα καρπού. Βέβαια, υπάρχει πάντα η ισορροπία μεταξύ του αριθμού καρπών και της ποιότητας καρπού, καθώς πολλοί καρποί στο δέντρο καταλήγουν σε κατώτερης ποιότητας καρπούς. Είναι πιθανόν να χρειαζόνταν να εφαρμοστεί μεγαλύτερη ποσότητα K. Το αποτέλεσμα βρίσκεται σε συμφωνία με την έρευνα του Neilsen και της ομάδας του (2004) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η χορήγηση 15 g K σε δέντρα Fuji με M9 υποκείμενο οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης. Επιπλέον, στην παρούσα εργασία η συγκέντρωση των καρπών σε φαινολικά, FRAP και DPPH ήταν αυξημένη που σημαίνει ότι η ποσότητα του K ήταν ικανοποιητική για την παραγωγή καρπών υψηλής διατροφικής αξίας. Τέλος, το K δεν επηρεάζει τη βλαστική ανάπτυξη σε αντίθεση με το N, το οποίο όταν εφαρμοστεί

κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης, προκαλεί αύξηση της βλαστικής ανάπτυξης και επικρατεί ανταγωνισμός μεταξύ βλαστών και καρπών για την πρόσληψη των φωτοσυνθετικών προϊόντων (Heinicke, 1934). Έτσι, οι τιμές των κλαδευτικών και των χαρακτηριστικών των βλαστών έμειναν ανεπηρέαστες, αφού δεν χορηγήθηκε καθόλου N στα δέντρα της συγκεκριμένης μεταχείρισης.

Κλείνοντας, ήταν αναμενόμενο να υπάρχουν διαφορές στην ποιότητα των καρπών μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας. Στο πάνω μέρος του δέντρου, που είναι πιο φωτιζόμενο και τα φύλλα λειτουργούν καλύτερα, οι καρποί ήταν πιο βαρείς και μαλακοί, με καλύτερο χρωματισμό με λιγότερο πράσινο και πιο σκούρο χρώμα, με παρόμοια ΔΣΣ και υψηλότερη οξύτητα, άρα με κατώτερη σχέση ΔΣΣ/Οξύτητα (λιγότερο γλυκά στη γεύση), αλλά με υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ σε σχέση με τα μήλα από τα κατώτερα μέρη του δέντρου. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι τα φύλλα στο πάνω μέρος της κόμης φωτίζονται καλύτερα και αναμένεται να φωτοσυνθέτουν καλύτερα. Τέλος, οι καρποί από το πάνω μέρος του δέντρου είχαν σχεδόν σε όλες τις μεταχειρίσεις υψηλότερες συγκεντρώσεις φαινολικών και αντιοξειδωτικών από τους καρπούς του κάτω μέρους του δέντρου. Και αυτό είναι αποτέλεσμα του καλύτερου φωτισμού, που προκαλεί και περισσότερη καταπόνηση.

## Συμπεράσματα

Όπως ήταν αναμενόμενο, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές των μετρηθέντων παραμέτρων μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων. Η κάθε μεταχείριση επηρέασε είτε θετικά είτε αρνητικά τις παραμέτρους αυτές.

Η χορήγηση του K με ατταπουλγίτη δεν βελτίωσε την ποιότητα των καρπών, παρά μόνο τη διατροφική τους αξία. Ακόμη, παρατηρήθηκε μειωμένο ποσοστό % ηλιοκαμένων μήλων, μεγάλη παραγωγικότητα (η μεγαλύτερη από όλες τις μεταχειρίσεις) και μέτρια βλαστική ανάπτυξη.

Η διαφυλλική εφαρμογή των βιοδιεγερτών CaSp και Gold Colors με ζεόλιθο κατέληξε στον σχηματισμό κατώτερης εμπορικής, γευστικής και διατροφικής ποιότητας μήλων, σε μέτρια παραγωγικότητα και αδύναμους βλαστούς.

Ο συνδυασμός πλήρους λίπανσης με raclobutrazol και ατταπουλγίτη οδήγησε στην καλύτερη εμπορική και γευστική ποιότητα καρπών, και σχετικά χαμηλή διατροφική αξία, σε μικρότερη παραγωγικότητα με αυξημένο ποσοστό ηλιοκαμένων καρπών και μέτρια βλαστική ανάπτυξη.

Η εφαρμογή της δακτυλίωσης σε συνδυασμό με το οργανικό λίπασμα και τον ζεόλιθο οδήγησε σε μείωση της βλαστικής ανάπτυξης, σε πρωίμιση της ωρίμανσης με βελτιωμένη ποιότητα καρπών (πιο γλυκείς καρπούς), στην καλύτερη παραγωγικότητα, αλλά σε υψηλό ποσοστό % ηλιοκαμένων καρπών.

Η εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος και ζεόλιθου δεν συνέβαλλε στην παραγωγή καλής γευστικής ποιότητας και ικανοποιητικής διατροφικής αξίας μήλων. Συγκεκριμένα, οδήγησε σε καλή εμπορική ποιότητα καρπών, σε μέτρια παραγωγικότητα και πολλή ξηρά ουσία στους βλαστούς.

Με βάση τα παραπάνω, είναι προφανές ότι καμία από τις μεταχειρίσεις δεν βελτίωσε όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για βελτιωμένη ποιότητα και αυξημένη ποσότητα παραγωγής εμπορικών μήλων. Κρίνεται χρήσιμη η διαφυλλική εφαρμογή μίας εκ των δύο κόνεων για την προστασία από το ηλιακό έγκαυμα, η οποία θα αποτελούσε ενδιαφέρον αντικείμενο μελλοντικής μελέτης, αφού δεν υπάρχουν αρκετά

επιστημονικά δεδομένα για τη χρησιμότητά τους σήμερα αν και υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον από τους παραγωγούς.

## Βιβλιογραφία

### Ξενόγλωσση

Agusti M., Almela V. and Pons J., 1992. Effects of girdling on alternate bearing in citrus. *Journal of Horticultural Science* 67:203–210.

Agusti M., Andreu I., Juan M., Almela V. and Zacarias L., 1998. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73:537-540.

Akhlaghi Amiri N. and Asadi Kangarshahi A., 2012. Alternate bearing in Satsuma mandarin and the ways of its reduction in north of Iran. *Acta Horticulturae* 928: 291-292.

Al-Hadethi M., 2015. Effect of different fertilization sources and the growth regulator (Brassinosteroids) on growth and yield of apricot trees. Ph.D. Dissertation, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. pp. 153.

Al-Hadethi M. and Al-Qatan Y., 2013. Effect of algae extract and ascorbic acid spray with different levels on yield and growth of apricot trees. *Egyptian Journal of Applied Science* 28:93-101.

Al-Rawi W., Al-Hadethi M. and Abdul-Kareem A., 2016. Effect of foliar application of gibberellic acid and seaweed extract spray on growth and leaf mineral content on peact trees. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences* 47:98-105.

Asadi Kangarshahi A. and Akhlaghi Amiri N., 2007. Possibility of reducing alternate bearing in Satsuma mandarin by urea spraying, before and after harvest. *Proceedings 5<sup>th</sup> Iranian Congress of Horticultural Science, Shiraz, Iran.*

Asadi Kangarshahi A. and Akhlaghi Amiri N., 2008. Decrease of alternate bearing in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) by balance nutrition and urea foliar application. *Proceedings 11<sup>th</sup> International Citrus Congress. Wuhan, China.*

Barman P. and Mishra D., 2018. Tip pruning for synchronized vegetative growth and controlling alternate bearing in mango (*Mangifera indica*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 88:621-627.

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

Benzie I.F. and Strain J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239:70-76.

Boler K., 1998. Effects of fruit bud thinning and pruning on alternate bearing and nut quality of pistachio (*Pistacia vera* l.). *Acta Horticulturae* 470:507-509.

Brand-Williams W., Cuvelier M.E. and Berset C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 28:25-30.

- Bua W., Wang F., Zhang C., Bruelheide H., Fang X., Wang H. and Chen F., 2021. The contrasting effects of nitrogen and phosphorus fertilizations on the growth of *Cunninghamia lanceolata* depend on the season in subtropical China. *Forest Ecology and Management* 482:118874
- Burrows G.E., Boag T.S. and Stewart W.P., 1992. Changes in leaf, stem, and root anatomy of chrysanthemum cv. Lillian Hoek following paclobutrazol application. *Journal of Plant Growth Regulation* 11:189-194.
- El-Motaium R., Shaban A., Badawy S. and Ibrahim A., 2019. Alleviation of alternate bearing phenomenon in mango (*Mangifera indica* L.) trees using boron and nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition* 42:2861-2872.
- Erner Y., 1988. Effects of girdling on the differentiation of inflorescence types and fruit set in 'Shamouti' orange trees. *Israel Journal of Botany* 37:173-180.
- Evans R.G., 1993. Part one: Designing and operating over-tree evaporative cooling systems for apples. *Good Fruit Grower* 6:23-27.
- Fallahi E., Fallahi B., Neilsen G.H., Neilsen D. and Peryea F. J., 2010. Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. *Acta Horticulturae*. 868:49-60.
- Fallahi E., Kiester M. J., Fallahi B., and Mahdavi S., 2018. Rootstock, canopy architecture, bark girdling, and scoring influence on growth, productivity, and fruit quality at harvest in "Aztec Fuji" apple. *HortScience* 53:1629-1633.
- Fallahi E., Richardson D.G., Westwood M.N. and Chaplin M.H., 1985. Relationships among mineral nutrition, ethylene and post-harvest physiology in apples on six rootstocks. *Scientia Horticulturae* 25:163-175.
- Faust M. and Shear C.B., 1968. Corking disorders of apples: A physiological and biochemical review. *Botanical Review* 34:441-469.
- Ferguson L., Maranto J. and Beed R., 1995. Mechanical topping mitigates alternate bearing of 'Kerman' pistachios (*Pistacia vera* L.). *HortScience* 30:1369-1372.
- Fisher D.F., 1923. Water core. *Proceedings of Washington State Horticultural Association* 19:98-104.
- Fletcher R.A., Gill A., Davis T.D. and Sankhla N., 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews* 24:55-138.
- Forshey C.G., 1994. *Training and Pruning Apple Trees*. Cornell e-commons.
- Francescangeli N. and Zagabria A., 2008. Paclobutrazol for control of petunias. *Chilean Journal of Agricultural Research* 68:309-314.
- Goren R., Huberman M. and Goldschmidt E., 2004. Girdling: physiological and horticultural aspects. *Horticultural Reviews* 30:1-36.

Grigorian V. and Bidarigh Sharemi S., 2003. Study on effective methods for reducing the alternate bearing in Golden Delicious apple cultivar. *Journal of Agricultural Science & Technology* 5:31-37.

Guan Y., Song C., Gan Y. and Li F., 2014. Increased maize yield using slow-release attapulgite-coated fertilizers. *Agronomic Sustainable Development* 34:657-665.

Hassanzadeh Khankahdani H., Aboutalebi A. and Ahmari-Rad M., 2013. Evaluate the possibility of alternate bearing regulation of Siahoo mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) by using pruning and girdling. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 4:321-325.

Heinicke A.J., 1934. Photosynthesis in apple leaves during late fall and its significance in annual bearing. *Proceedings of American Society of Horticultural Science* 32:77-85.

Holmes F., 1984. Effects on maples of prolonged exposure by artificial girdling roots. *Journal of Arboriculture* 10:40-44.

Huang H., Yin W. and Zheng G., 1989. The effect of paclobutrazol on watermelon growth. *Scientia Horticulturae* 39:9-14.

Jackson J.E., Sharples R.O. and Palmer, J.W., 1971. The influence of shade and within tree position on apple fruit size, colour and storage quality. *Journal of Horticultural Science* 46: 277–287.

Jiao J., Tsujita M.J. and Murr D.P., 1986. Effects of paclobutrazol and A-Rest on growth, flowering, leaf carbohydrate and leaf senescence in ‘Nellie White’ Easter lily (*Lilium longiflorum* Thunb.). *Scientia Horticulturae* 30:135-141.

Junga S.K. and Cho H.S., 2010. Light penetration, growth, and fruit productivity in ‘Fuji’ apple trees trained to four growing systems. *Scientia Horticulturae* 125: 672-678.

Jungklang J., Saengnil K. and Uthaibutra J., 2017. Effects of water-deficit stress and paclobutrazol on growth, relative water content, electrolyte leakage, proline content and some antioxidant changes in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. cv. Chiang Mai Pink. *Saudi Journal of Biological Sciences* 24:1505-1512.

Khosravi F., Khosravi M. and Pourseyedi E., 2015. Effect of nano zeolite and potassium permanganate on shelf life and quality of cut apple. *International Journal of Life Sciences* 9:55-60.

Kocira S., Sujak A., Kocira A., Wójtowicz A. and Oniszczyk A., 2015. Effect of Fylloton application on photosynthetic activity of Moldavian Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 7:108-112.

Kuai J., Li X., Yang Y. and Zhou G., 2017. Effects of paclobutrazol on biomass production in relation to resistance to lodging and pod shattering in *Brassica napus* L.. *Journal of Integrative Agriculture* 16:2470-2481.

Lavee S., 2007. Biennial bearing in olive (*Olea europaea*). *Series on History of Nature* p. 101-112.



Lavee S., Haskal A. and Ben Tal Y., 1983. Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. I. Methods, timing and direct tree response. *Journal of Horticultural Science* 58:209-218.

Maqsood M., Shehzad M., Wahid A. and Butt A., 2013. Improving drought tolerance in maize (*Zea mays*) with potassium application in furrow irrigation systems. *International Journal of Agriculture and Biology* 15:1193-1198.

Marsh K., Volz R., Cashmore W. and Reay P., 1996. Fruit colour, leaf nitrogen level, and tree vigour in “Fuji” apples. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 24:393-399.

Martin D., Lewis T.L. and Cerny J., 1970. Postharvest treatments of apples for storage disorders. 1967. *Florida State Research Division on Plant Industries* 9:25-36.

McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27:1254-1255.

Merlyn M. and Jajang H., 2016. Growth and yield of *Solanum tuberosum* at medium plain with application of paclobutrazol and paranet shade. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9:26-30.

Mesejo C., Martínez-Fuentes A., Reig C., Balasch S., Primo-Millo E., and Agustí M., 2019. Mechanical pruning attenuates alternate bearing in “Nadorcott” mandarin. *Scientia Horticulturae* 261:108993.

Milic B., Cabilovski R., Keserovic Z., Manojlovic M., Magazin N. and Doric M., 2012. Nitrogen fertilization and chemical thinning with 6-benzyladenine affect fruit set and quality of golden delicious apples. *Scientia Horticulturae* 140:81-86.

Milosevic T. and Milosevic N., 2009. The effect of zeolite, organic and inorganic fertilisers on soil chemical properties, growth and biomass yield of apple trees. *Plant and Soil Environment* 55:528-535.

Milosevic T., Milosevic N. and Glisi I., 2013. Tree growth, yield, fruit quality attributes and leaf nutrient content of ‘Roxana’ apricot as influenced by natural zeolite, organic and inorganic fertilisers. *Scientia Horticulturae* 156:131-139.

Moncur M.W. and Hasan O., 1994. Floral induction in *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden). *Tree Physiology* 14:1303-1312.

Moor U., Põldma P., Tõnutare T., Karp K., Starast M. and Vool E., 2009. Effect of phosphite fertilization on growth, yield and fruit composition of strawberries. *Scientia Horticulturae* 119:264-269.

Moore G.M., 2013. Ring-barking and girdling: how much vascular connection do you need between roots and crown? *Proceedings 14<sup>th</sup> National Street Tree Symposium*. Adelaide, Australia, pp. 87-96.

Mumpton F., 1999. La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of National Academy of Science* 96:3463-3470.

- Nava G, Dechen A. and Nachtigall G., 2007. Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 39:96-107.
- Neely D., 1988. Tree wound closure rates on trees. *Journal of Arboriculture* 14:250-254.
- Neilsen G.H., Hogue E.J. and Meheriuk M., 1999a. Nitrogen fertilization and orchard floor vegetation management affect growth, nutrition and fruit quality of ‘Gala’ apple. *Canadian Journal of Plant Science* 79:397-385.
- Neilsen G.H., Neilsen D., Herbert L.C. and Hogue E.J., 2004. Response of apple fertigation of N and K under conditions susceptible to the development of K deficiency. *Journal of American Society of Horticultural Science* 129:26-31.
- Neilsen G.H., Neilsen D. and Peryea F., 1999b. Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen, phosphorus, and potassium. *HortTechnology* 9:393-401.
- Noperi-Mosqueda L., Soto-Parra J., Sanchez E., Navarro-Leon E., Perez-Leal R., Flores-Cordova M., Salas-Salazar N. and Yanez-Munoz R., 2020. Yield, quality, alternate bearing and long-term yield index in pecan, as a response to mineral and organic nutrition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 48:342-353.
- Olczyk, T., 2005. Vegetarian Newsletter. Horticultural Sciences Department: A vegetable crops extension publication, April 2005.
- Osman S., Khamis M. and Thorya A., 2010. Effect of mineral and Bio-NPK soil application on vegetative growth, flowering, fruiting and leaf chemical composition of young olive trees. *Research Journal of Agricultural & Biological Sciences* 6:54-63.
- Pinto A.C.R., Graziano T.T., Barbosa, J.C. and Lasmar, F.B., 2006. Growth retardants on production of flowering potted Thai tulip. *Bragantia* 65:369-380.
- Povolny M., 1969. Einfluss des extraktes von seealgen auf die lagerungsfähigkeit von äpfeln. *Proceedings 6<sup>th</sup> International Seaweed Symposium*. Secretaria de La Mercante Marina, Madrid, pp. 703-713.
- Priestley S., 2004. The effects of Girdling and Ringbarking on Young Trees: a Preliminary Study. Industry Project Report. University of Melbourne, Burnley Campus.
- RDA, 1997. General introduction of fruit tree pests. In: *Fruit Tree Pest Management*. Suwon, pp. 49-69.
- Reddy P., 2012. Disguising the leaf surface. In: *Recent Advances in Crop Protection* (ed.), Springer Publisher, New York, pp. 91-102.
- Reid J.B., Hasan O., Moncur M.W. and Hetherington S., 1995. Paclobutrazol as a management tool for tree breeders to promote early and abundant seed production. In: Potts B.M. (ed). *Proceedings of the IUFRO symposium “Eucalypt Plantations: Improving Fibre Yield and Quality”*. Tasmania, Australia, pp. 293-298.

- Rogiers S.Y., Coetzee Z.A., Walker R.R., Deloire A., and Tyerman S.D., 2017. Potassium in the grape (*Vitis vinifera* L.) berry: Transport and function. *Frontiers in Plant Science* 8:1629.
- Richards D. and Rowe R., 1977. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. *Annals of Botany* 41:729-740.
- Skelton B. and Senn T., 1969. Effect of seaweed sprays on quality and shelf life of peaches. *Proceedings 6<sup>th</sup> International Seaweed Symposium*. Secretaria de La Mercante Marina, Madrid, pp. 731-735.
- Smedt C., Someus E. and Spanoghe P., 2015. Potential and actual uses of zeolites in crop protection. *Pest Management Science* 71:1355-1367.
- Sotiropoulos T., Ebert G., Pavlakos S., Petridis A., Giannakoula A., Koundouras S., Koukourikou-Petridou M., Ilias I. and Therios I., 2013b. Efficacy of various fertilization strategies (pre- and post- harvest) on productivity, several fruit quality attributes, photosynthetic parameters and nutritional status of kiwifruit vines. *Proceedings 17<sup>th</sup> International Plant Nutrition Colloquium 'Plant nutrition for nutrient and food security'*. Istanbul, Turkey, pp. 741-742.
- Stirk W., Novak M. and Van Staden J., 2003. Cytokinins in macroalgae. *Plant Growth Regulation* 41:13-24.
- Sumera F. and Cajipe G., 1981. Extraction and partial characterization of auxin-like substances from *Sargassum polycystum*. *Journal Agricultura Botanica Marina* 24:157-163.
- Swain T. and Hillis W.E., 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 10:63-68.
- Talaie A., Lesani H., Esmaeilzadeh M., and Dashti H., 2012. Effect of girdling, crop load, zinc sulfate and carbohydrate foliar application on inflorescence bud abscission and nut quality of “Ohadi” pistachio. *Acta Horticulturae* 940:97-103.
- Torii K., 1978. Utilization of natural zeolites in Japan. In: L.B. Sand and F.A. Mumpton (Eds.), *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use*. Pergamon Publishers, USA, pp. 441-450.
- Veberic R., Zadavec P., and Stampar F., 2007. Fruit quality of “Fuji” apple (*Malus domestica* Borkh.) strains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87:593-599.
- Verkleij F., 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. *Biological Agriculture & Horticulture* 8:309-324.
- Vernieri P., Borghesi E., Tognoni F., Serra G., Ferrante A. and Piagessi A., 2006. Use of bio-stimulants for reducing nutrient solution concentration in floating system. *Acta Horticulturae* 718:477-484.

Wang Q., Liu C., Huang D., Dong Q., Li P., Nocker S. and Ma F., 2020. Physiological evaluation of nitrogen use efficiency of different apple cultivars under various nitrogen and water supply conditions. *Journal of Integrative Agriculture* 19:709-720.

Weerahewa H.L.D. and David D., 2015. Effect of silicon and potassium on tomato anthracnose and on the postharvest quality of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*. 43:273-280.

Wilkinson R. and Richards, D., 1991. Influence of paclobutrazol on growth and flowering of rhododendron 'Sir Robert Peal'. *HortScience* 26:282-284.

Williams D., Brain K., Blunden G., Wildgoose P. and Jewers K., 1981. Plant growth regulatory substances in commercial seaweed extracts. *Proceedings 8<sup>th</sup> International Seaweed Symposium*. The Marine Science Laboratories, Menai Bridge, pp. 761-763.

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.

Wu P., Tschardtke T., Westphal C., Wang M., Olhnuud A., Xu H., Yu Z., Werf W. and Liu Y., 2021. Bee abundance and soil nitrogen availability interactively modulate apple quality and quantity in intensive agricultural landscapes of China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 305:107168.

Yahia E.M., Gardea-Béjar A., Ornelas-Paz J., Maya-Meraz I., Rodriguez-Roque M., Rios-Velasco C., Ornelas-Paz J. and Salas-Marina M., 2019. Preharvest factors affecting postharvest quality. In: *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*. Woodhead Publishing, Cambridge, pp. 99-128.

Zhang C., Meng S., Li M., Zhao Z., 2018. Transcriptomic insight into nitrogen uptake and metabolism of *Populus simonii* in response to drought and low nitrogen stresses. *Tree Physiology* 38:1672-1684.

Zheng Z.L., 2009. Carbon and nitrogen nutrient balance signaling in plants. *Plant Signaling & Behaviour* 4:584-591.

Zörb C., Senbayram M. and Peiter E., 2014. Potassium in agriculture-Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology* 171:656-669.

### Ελληνόγλωσση

Πετρίδη Α., Σωτηρόπουλος Θ., Στυλιανίδης Δ. και Κουκουρικού-Πετρίδου Μ., 2008. Προκαταρκτικές παρατηρήσεις επί της ποικιλίας μηλιάς Fuji. *Φρουτονέα*.

Σωτηρόπουλος Θ., 2014. Θρέψη και λίπανση γιγαρτόκαρπων οπωροφόρων. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 6:140-147.

Σωτηρόπουλος Θ., 2014. Οι ποικιλίες της μηλιάς. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 6:40-46.

Ηλεκτρονικές πηγές

[www.fao.org](http://www.fao.org)

<https://theofrastos.com/>

<https://biogenus.eu/>

<https://www.alfagro.gr/>