



**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**‘Εναλλακτική θρέψη δύο ποικιλιών αμυγδαλιάς με στόχο τη
βελτίωση της ποιότητας καρπού’**

Ονοματεπώνυμο φοιτητή: Κοσμάς Νικόλαος

Επιβλέπων Καθηγητής: Νάνος Γεώργιος

Βόλος 2025

Τίτλος πτυχιακής εργασίας:

‘Εναλλακτική θρέψη δύο ποικιλιών αμυγδαλιάς με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας καρπού’

Τίτλος στην αγγλική γλώσσα:

‘Alternative almond tree nutrition to improve nut quality’

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

- **Νάνος Γεώργιος, Καθηγητής Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)**
- **Μαλέτσικα Περσεφόνη, Επίκουρος Καθηγήτρια Δενδροκομίας-Ελαιοκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**
- **Παυλή Ουρανία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

Υπεύθυνη δήλωση

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος».

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της πτυχιακής μου διατριβής, κ. Νάνο Γεώργιο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, για την καθοριστική συμβολή του από τη σύλληψη έως και την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην Επίκουρο Καθηγήτρια Δενδροκομίας-Ελαιοκομίας κα. Μαλέτσικα Περσεφόνη για τη συνεχή διαθεσιμότητα και τις πολύτιμες συμβουλές της.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Παναγιωτάκη Ευαγγελία, μέλος Ε.ΔΙ.Π του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη βοήθεια που παρείχε κατά τη πραγματοποίηση των εργαστηριακών μετρήσεων στο Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά μου ευγνωμοσύνη προς την οικογένειά μου, για τη συνεχή στήριξη και ενθάρρυνση, που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Ο καρπός της αμυγδαλιάς αναπτύσσεται ραγδαία από την άνθιση μέχρι τη σκλήρυνση του ενδοκαρπίου. Οι καρποί αναπτύσσονται σε μέγεθος με την ορθή λίπανση με άζωτο, αλλά κύρια με κάλιο. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επιπλέον διαφυλλική εφαρμογή καλίου ή βιοδιεγερτών με την προσθήκη και πλήρους λιπάσματος την άνοιξη με σκοπό την επιτάχυνση της ανάπτυξης και την αύξηση του τελικού μεγέθους του αμύγδαλου στις δύο κύριες ποικιλίες, που καλλιεργούνται τις τελευταίες δεκαετίες στην Ελλάδα, την ποικιλία Ferragnes και την ποικιλία Texas. Το μέγεθος των αμυγδάλων και των δύο ποικιλιών αυξήθηκε από τον Ιούλιο στον Αύγουστο. Και στις δύο ποικιλίες η ξηρά ουσία του αμυγδάλου και του σπέρματος, καθώς επίσης και το ποσοστό % ξηράς ουσίας στον καρπό και στο σπέρμα αυξήθηκαν από τον Ιούνιο στον Ιούλιο και τον Ιούνιο σε σχέση με τον Μάιο. Στη συγκομιδή η λίπανση με κάλιο βελτίωσε το νωπό βάρος όλων των τμημάτων του καρπού και το ξηρό βάρος περικαρπίου και σπέρματος· στην Texas, βελτιώθηκε επίσης και το ξηρό βάρος ενδοκαρπίου. Στην ποικιλία Ferragnes μεγάλωσε ο καρπός στη συγκομιδή με την εφαρμογή καλίου την άνοιξη και βελτιώθηκε ακόμα και το ποσοστό % σπέρματος στο ξηρό κόκκαλο, ένα σημαντικό εμπορικό χαρακτηριστικό. Στην ποικιλία Texas μεγάλωσε ο καρπός στη συγκομιδή με την εφαρμογή καλίου, αλλά στο ξηρό κόκκαλο βρέθηκε το μικρότερο ποσοστό σπέρματος, καθώς το ποσοστό % ξηράς ουσίας στο σπέρμα ήταν μικρότερο σε σχέση με τον μάρτυρα και τη μεταχείριση με βιοδιεγέρτες. Οι διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών την άνοιξη βελτίωσαν επίσης όλα τα χαρακτηριστικά των καρπών συνήθως σε μικρότερο βαθμό από τη λίπανση με κάλιο, αλλά στην Texas η βελτίωση του ξηρού βάρους σπέρματος και το ποσοστό % αυτού στο σπέρμα ήταν υψηλότερα και από τη μεταχείριση με λίπανση καλίου. Συνοπτικά, η επιπλέον διαφυλλική λίπανση με κάλιο ή με μίγμα βιοδιεγερτών βελτίωσαν τα εμπορικά χαρακτηριστικά των αμυγδάλων και των δύο ποικιλιών και, μετά από οικονομική ανάλυση, μπορούν να θεωρηθούν χρήσιμες μεταχειρίσεις για αύξηση της εμπορικής αξίας της παραγωγής αμυγδάλων.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη.....	5
1.Εισαγωγή	10
1.1. Ιστορική εξημέρωση και εξάπλωση της αμυγδαλιάς στη Μεσόγειο	10
1.2. Η παγκόσμια και ελληνική σημασία της αμυγδαλοκαλλιέργειας και οι προκλήσεις της παραγωγής.....	10
1.3. Συστηματική Ταξινόμηση	14
1.4. Βοτανικά Χαρακτηριστικά.....	14
1.4.1. Μορφολογία δέντρου	14
1.4.2. Ριζικό σύστημα	14
1.4.3. Φύλλα.....	15
1.4.5. Ροζέτες και Οφθαλμοί.....	15
1.4.6.Καρπός	16
1.5. Ποικιλίες αμυγδαλιάς και αξιολόγησή τους.....	16
1.5.1. Texas (Mission)	17
1.5.2. Ferragnes.....	17
1.5.3. Ferraduel.....	18
1.5.4. Tuono	18
1.5.5. Ρέτσου	19
1.5.6 Νέες ποικιλίες στην Ελλάδα	19
1.6. Φυσιολογία και φαινολογία ανάπτυξης του καρπού	20
1.6.1. Εποχική εξέλιξη και φαινολογικά στάδια.....	20
1.6.2. Βλαστική ανάπτυξη.....	20
1.6.3 Αναπαραγωγική Ανάπτυξη.....	21
1.6.3.1 Σχηματισμός ανθέων.....	22
1.6.3.2 Άνθιση	22
1.6.3.3. Ανάπτυξη και ωρίμανση καρπού	23
1.7. Θρέψη και θρεπτικές απαιτήσεις	25
1.7.1. Άζωτο	26
1.7.2. Φώσφορος.....	27
1.7.3. Κάλιο	28
1.7.4. Βόριο.....	29
1.7.5. Ψευδάργυρος.....	30
1.7.6. Ασβέστιο και Μαγνήσιο.....	30

1.8. Τεχνικές εφαρμογής λιπασμάτων και αποτελεσματικότητά τους	31
1.8.1. Εδαφική Λίπανση.....	32
1.8.2. Υδρολίπανση	32
1.8.3. Διαφυλλική λίπανση.....	33
1.9. Ποιότητα ξηρών καρπών – Κριτήρια και επιδράσεις.....	34
1.9.1. Κριτήρια ποιότητας	34
1.9.2. Επίδραση καλλιεργητικών φροντίδων και περιβαλλοντικών παραγόντων στην ποιότητα	35
1.9.3. Διατροφικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμυγδάλου	35
1.10. Σκοπός της εργασίας.....	37
2. Υλικά και Μέθοδοι	38
2.1. Πειραματικά τεμάχια και Επιλογή Πειραματικού Σχεδίου	38
2.2. Μεταχειρίσεις.....	40
2.3. Σχεδιασμός και εκτέλεση πειραματικών εφαρμογών	41
2.4. Βασικές καλλιεργητικές φροντίδες	41
2.4.1. Λίπανση	41
2.4.2. Φυτοπροστασία	42
2.4.3. Διαχείριση Ζιζανίων.....	43
2.4.4. Άρδευση	43
2.4.5. Κλάδεμα	45
2.4.6. Ενίσχυση επικονίασης με μελισσοκομικές πρακτικές.....	46
2.5.Αποτύπωση θρεπτικής συνεισφοράς των εφαρμογών ανά μεταχείριση.....	46
2.6. Καταγραφή φαινολογικών σταδίων	48
2.7. Μετεωρολογικά Δεδομένα	50
2.8. Δειγματοληψίες.....	51
2.8.1. Δειγματοληψίες Καρπών	51
2.8.2. Δειγματοληψίες φύλλων	52
2.9. Μετρήσεις Εργαστηρίου.....	52
2.9.1. Μετρήσεις ανάπτυξης καρπών στο χρόνο	52
2.9.2. Μετρήσεις ποιότητας καρπών μετά τη συγκομιδή	53
2.10. Στατιστική Επεξεργασία	55
3. Αποτελέσματα.....	56
3.1. Επίδραση των μεταχειρίσεων στη θρεπτική κατάσταση των ποικιλιών Texas και Ferragnes.....	56
3.1.1. Ποικιλία Texas	56
3.1.2. Ποικιλία Ferragnes	58
3.2. Texas	60
3.2.1. Ανάπτυξη και μεταβολές του καρπού σε σχέση με τον χρόνο	60

3.2.1.1 Μήκος Καρπού.....	60
3.3.1.2. Μήκος Σπέρματος.....	63
3.2.1.3. Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού.....	65
3.2.1.4 Νωπό Βάρος Σπέρματος.....	67
3.2.1.5. Σχετική Συμβολή Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού.....	70
3.2.1.6. Ξηρό Βάρος Καρπού	72
3.2.1.7. Ξηρό Βάρος Σπέρματος.....	74
3.2.1.8.Σχετική Συμβολή Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού.....	76
3.2.1.9 Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στον Καρπό.....	79
3.2.1.10. Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα.....	81
3.2.2 Επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποιότητα των καρπών στην ποικιλία Texas στη συγκομιδή.	83
3.2.2.1 Νωπό Βάρος καρπού και τμημάτων του.....	84
3.2.2.2. Ξηρό Βάρος τμημάτων καρπού	85
3.2.2.3. Ποσοστιαία Κατανομή Νωπού Βάρους των τμημάτων του καρπού.....	87
3.2.2.4. Ποσοστιαία Κατανομή Ξηρού Βάρους τμημάτων του καρπού.....	89
3.2.2.5. Αναλογία Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου	91
3.2.2.6. Περιεκτικότητα τμημάτων σε ξηρή ουσία	93
3.3. Ferragnes	95
3.3.1. Ανάπτυξη Καρπού με χρόνο.....	95
3.3.1.1. Μήκος Καρπού.....	95
3.3.1.2 Μήκος Σπέρματος.....	98
3.3.1.3 Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού.....	100
3.3.1.4. Νωπό Βάρος Σπέρματος.....	103
3.3.1.5. Σχετική Συμβολή Νωπού Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού	105
3.3.1.6. Ξηρό Βάρος Καρπού	107
3.3.1.7. Ξηρό Βάρος Σπέρματος.....	110
3.3.1.8. Σχετική Συμβολή Ξηρού Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού	112
3.3.1.9. Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στον Καρπό (%)	114
3.3.1.10. Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα	116
3.3.2. Επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποιότητα των καρπών στην ποικιλία Ferragnes στη συγκομιδή.....	118
3.3.2.1. Νωπό Βάρος καρπού και τμημάτων του.....	119
3.3.2.2. Ξηρό Βάρος τμημάτων καρπού	120
3.3.2.3. Ποσοστιαία Κατανομή Νωπού Βάρους των τμημάτων του καρπού.....	122
3.3.2.4. Ποσοστιαία Κατανομή Ξηρού Βάρους των τμημάτων του καρπού	124

3.2.2.5. Αναλογία Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου	126
3.3.2.6. Περιεκτικότητα τμημάτων σε ξηρή ουσία	128
4. Συζήτηση	131
5. Συμπεράσματα	142
6. Βιβλιογραφία	143

1.Εισαγωγή

1.1. Ιστορική εξημέρωση και εξάπλωση της αμυγδαλιάς στη Μεσόγειο

Η αμυγδαλιά αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα εξημερωμένα δενδρώδη είδη, με καταγωγή από ξηρές και ημίξηρες περιοχές της Κεντρικής και Νοτιοδυτικής Ασίας. Το είδος ταξινομήθηκε από τους πρώτους βοτανικούς, ως *Amygdalus communis* και θεωρείται ο πρόγονος της σημερινής καλλιεργούμενης μορφής, *Prunus dulcis* (Mil.) D.A. Webb (Ladizinsky 1999). Η εξημέρωση χρονολογείται πριν το 4.000 π.Χ, μέσω της ανθρώπινης επιλογής φυτών με γλυκιά ψίχα προερχόμενων κατά βάση από άγριους, πικρόσπερμους πληθυσμούς (Kester et al. 1996a). Επιπλέον, γενετικά δεδομένα υποδεικνύουν ένα χωρικά κατανεμημένο μοντέλο εξημέρωσης με πολλαπλές ανεξάρτητες διασταυρώσεις μεταξύ άγριων μορφών και καλλιεργούμενων ποικιλιών (Delplancke et al. 2013).

Σύμφωνα με τους Delplancke et al. (2013), η σπορόφυτη καλλιέργεια της αμυγδαλιάς έχει μακρά παρουσία στη Μεσόγειο, τουλάχιστον τα τελευταία 2.500 χρόνια. Η διάδοση της αμυγδαλιάς προς τη δυτική Μεσόγειο, πραγματοποιήθηκε γύρω στον 5^ο αιώνα π.Χ., περνώντας και από την Ελλάδα (Kester et al. 1996a), ως απόρροια της ανθρώπινης διασποράς και της πολιτισμικής αλληλεπίδρασης. Επιπρόσθετα, η εξάπλωση της αμυγδαλιάς ευνοήθηκε και από το γεωγραφικό προσανατολισμό της περιοχής. Ειδικότερα, στον οριζόντιο άξονα Ανατολής - Δύσης, παρέχονταν περιοχές με παρόμοιο γεωγραφικό πλάτος και βιοκλιματικά γνωρίσματα, με αποτέλεσμα τη διευκόλυνση της επιβίωσης των εξημερωμένων φυτών, δίχως ανάγκη περαιτέρω προσαρμογής στο νέο περιβάλλον (Delplancke et al. 2013).

Στο πλαίσιο αυτό, η ανθεκτικότητα της αμυγδαλιάς στην ξηρασία και τα φτωχά εδάφη, επέτρεψε την καλλιέργεια σε περιθωριακές εκτάσεις, με προστασία από ενδεχόμενους παγετούς, συνήθως χωρίς άρδευση και ιδιαίτερη φροντίδα (Kester et al. 1996a).

1.2. Η παγκόσμια και ελληνική σημασία της αμυγδαλοκαλλιέργειας και οι προκλήσεις της παραγωγής.

Η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς κατέχει εξέχουσα θέση στις δενδροκομικές καλλιέργειες παγκοσμίως, εξαιτίας της υψηλής οικονομικής της σημασίας και της διαρκώς αυξανόμενης ζήτησης. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της Διεθνούς ένωσης Ξηρών Καρπών και Αποξηραμένων Φρούτων (INC) (2023), τα αμύγδαλα, υπολογισμένα σε καθαρή ψίχα, κατατάσσονται στο σημαντικότερο ξηρό καρπό παγκοσμίως, καταλαμβάνοντας το 27% της παγκόσμιας παραγωγής ξηρών καρπών.

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), όπως παρουσιάζονται από το Our World in DATA, για το 2023, η συνολική παραγωγή αμυγδάλων (με το κέλυφος) ανήλθε στους 3,5 εκατομμύρια τόνους περίπου, καταγράφοντας αύξηση +19% μέσα σε μία δεκαετία (2013 – 2023). Στο πλαίσιο της γεωγραφικής κατανομής της παραγωγής για το 2023, οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής - και κύρια η Καλιφόρνια – παρέμειναν σε κυρίαρχη θέση με 51% της παγκόσμιας παραγωγής, ακολουθούμενες από την Ισπανία, την Αυστραλία, την Τουρκία και το Μαρόκο.

Όσον αφορά τη χρήση γης, το 2023 η παγκόσμια έκταση συγκομιδής αμυγδάλων κάλυπτε 2,1 – 2,2 εκατομμύρια εκτάρια. Η Ισπανία κατείχε το μεγαλύτερο ποσοστό σε εκτάσεις αμυγδαλοκαλλιέργειας (36%), αλλά με ιδιαίτερα χαμηλή αποδοτικότητα ανά εκτάριο (0,39 t/ha). Αντιθέτως, το Ισραήλ, παρότι είχε ελάχιστο μερίδιο στην παγκόσμια παραγωγή (0,003%) βρέθηκε στην πρώτη θέση σε απόδοση ανά εκτάριο (22,8 t/ha), ενώ ο παγκόσμιος μέσος όρος αποδόσεων κυμαίνεται στα 1,9 t/ha (FAO 2023, OWID 2023). Μέσω του συγκεκριμένου δείκτη παραγωγικότητας του Ισραήλ, αναδεικνύεται η αναπτυξιακή δυναμική μέσω της αξιοποίησης τεχνολογικών πρακτικών με εντατικά συστήματα καλλιέργειας, ορθολογική χρήση εισροών και προσαρμοστικότητα στις εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Σχετικά με την κατανάλωση των αμυγδάλων διεθνώς, παρουσιάζεται σταθερά αυξητική τάση. Το 2020 ανήλθε στους 4,2 εκατομμύρια τόνους, καταγράφοντας αύξηση +57% σε βάθος πενταετίας (2015-2020). Αντίστοιχα με τα πρότυπα της παραγωγής, οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής συγκέντρωσαν σχεδόν το ήμισυ της παγκόσμιας ζήτησης (49%), ακολουθούμενες από την Ισπανία (10%) και την Αυστραλία (5,4%). Σύμφωνα με το διεθνές εμπόριο, οι Ηνωμένες Πολιτείες κατέχουν ηγετική θέση στις εξαγωγές (81% το 2020), ενώ ως κύριος εισαγωγέας εμφανίζεται η Ινδία απορροφώντας το 63% των παγκόσμιων εισαγωγών. Ωστόσο, παρά την εμπορική

δραστηριότητα, οι διεθνείς ροές παραμένουν σχετικά περιορισμένες, καθώς η πλειονότητα των χωρών καλύπτουν τις ανάγκες της ζήτησης από την εγχώρια παραγωγή (Indexbox 2025).

Σε επίπεδο μελλοντικών προοπτικών, το αμύγδαλο κατατάσσεται στις αναπτυσσόμενες και υποσχόμενες αγορές, με τα αντίστοιχα προϊόντα του να έχουν υψηλή και αυξανόμενη κατά κεφαλήν κατανάλωση (542kg ανά 1000 άτομα) (Indexbox 2025).

Στα πλαίσια της διεθνούς αγοράς αμυγδάλου, η Ελλάδα κατατάσσεται στην 14^η θέση της παγκόσμιας παραγωγής, για το 2023, ενώ σε βάθος της πενταετίας 2018-2023 παρατηρήθηκε αύξηση της παραγωγής κατά +38%. Αναφορικά με τη συνολική καλλιεργούμενη έκταση, ανήλθε στα 18.680ha (FAO 2023), ενώ το 2020 σημειώθηκε αύξηση της τάξης του +104% συγκριτικά με το 2014 (Indexbox 2025). Η καλλιέργεια εκτείνεται σε περιοχές με περιορισμένους ανοιξιάτικους παγετούς, στους νομούς Πιερίας, Λάρισας, Σερρών, Μαγνησίας, Καβάλας, Αρκαδίας, Θεσσαλονίκης και Κιλκίς (Θερίος κ.ά. 2013).

Παράλληλα, η εγχώρια κατανάλωση αμυγδάλου αυξήθηκε κατά +29% το 2020 σε σχέση με τη προηγούμενη χρονιά. Η ζήτηση καλύφθηκε κυρίως από την εγχώρια παραγωγή, με ένα αμελητέο ποσό εισαγόμενου προϊόντος, σε όγκο και αξία. Μολονότι οι εισαγωγές ήταν ελάχιστες υπερέβαιναν σταθερά τις εξαγωγές καθ' όλη την περίοδο του 2007 – 2020 (Indexbox 2025). Με άλλα λόγια, το εμπορικό ισοζύγιο της χώρας βρίσκεται σε μία αντίρροπη ισορροπία, εφόσον παραμένει καθαρός εισαγωγέας, ενώ για την κάλυψη της εσωτερικής ζήτησης επαρκεί η εγχώρια παραγωγή.

Παρά την αυξητική τάση της παραγωγής και της κατανάλωσης, η μέση απόδοση ανά εκτάριο σημειώνει πτωτική πορεία φτάνοντας το 2023 στο 1,97 t/ha (Εικ.1.2.), γεγονός που αντικατοπτρίζει συνολικά την Ευρωπαϊκή πραγματικότητα στην αμυγδαλοκαλλιέργεια. Σύμφωνα με δεδομένα του FAO και την επεξεργασία από το Our World in Data, σε επίπεδο ηπείρων η Ευρώπη κατατάσσεται στην τελευταία θέση μέσης απόδοσης ανά εκτάριο.

Οι μεσογειακές χώρες, ως κύριοι παραγωγοί αμυγδάλων στην Ευρώπη, πλήττονται ιδιαίτερα από την κλιματική αλλαγή. Η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας, κύρια το χειμώνα, για διάφορα είδη πυρηνοκάρπων, διαταράσσει την

ισορροπία των ωρών ψύχους και θερμών ωρών που απαιτούνται για την έκπτυξη οφθαλμών και τη συνολική ομαλή ανάπτυξη (Benmoussa et al. 2017). Επιπρόσθετα, η μείωση των βροχοπτώσεων, δεδομένης και της δυσκολίας πρόσβασης σε αρδευτικό νερό δυσχεραίνουν την κατάσταση. Ακόμα, η αυξημένη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων όπως οι εαρινοί παγετοί, επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγή. Όσον αφορά τις διεθνείς εμπορικές ροές, η Ευρώπη δέχεται ισχυρό ανταγωνισμό από χώρες με χαμηλότερο κόστος παραγωγής.

Ειδικότερα στην ελληνική πραγματικότητα, η κατάσταση επιδεινώνεται από την περιορισμένη υιοθέτηση σύγχρονων πρακτικών γεωργίας ακριβείας και γενετικής βελτίωσης των ποικιλιών, γεγονός που ενισχύει την ευπάθεια σε ασθένειες και την αδυναμία προσαρμογής στα νέα κλιματικά δεδομένα. Ακόμα, ο μικρός σχετικά κλήρος, επιφέρει πολυτεμαχισμό των εκμεταλλεύσεων και στην ύπαρξη πολλών μικροκαλλιεργητών. Παράλληλα, ο περιορισμένος αριθμός εμπόρων ξηρών καρπών, (Νάνος, 2023) μειώνει τις δυνατότητες για οργανωμένη εμπορική δραστηριότητα. Κατά συνέπεια, καθίσταται επιτακτική ανάγκη η διαμόρφωση ενώσεων και ομάδων παραγωγών σε συνδυασμό με τη συνεργασία με πολιτικούς φορείς. Σε παγκόσμιο επίπεδο, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Almond Board of California (ABC), αναδεικνύοντας την ολιστική υποστήριξη της γραμμής παραγωγής από τη βελτίωση της παραγωγής μέχρι την ενίσχυση της εμπορίας (Freitas et al. 2023).

Almond yields, 1985 to 2023

Yield is the amount produced per unit of land used, measured in tonnes per hectare.



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025)

CC BY

Εικόνα 1.2. Εξέλιξη της μέσης απόδοσης της αμυγδαλοκαλλιέργειας ανά εκτάριο στην Ελλάδα (1985-2023) σε τόνους ανά εκτάριο (t/ha). Η απόδοση αφορά την ποσότητα που παράγεται ανά μονάδα καλλιεργούμενης έκτασης. Τα δεδομένα προέρχονται από τον FAO, όπως αποτυπώνονται στο Our World in Data.

1.3. Συστηματική Ταξινόμηση

Η αμυγδαλιά ανήκει στα Αγγειόσπερμα, στην τάξη Rosales, την οικογένεια Rosaceae και το γένος *Prunus*. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία, το βοτανικό όνομα αναφέρεται ως *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb, το οποίο καθιερώθηκε από την παλαιότερη ονομασία *Prunus amygdalus* Batsch, που θεωρείται συνώνυμο. Κατά την ταξινόμησή της στο γένος *Prunus*, αναγνωρίζεται η ταξινομική της συγγένεια βάσει μορφολογικών και γενετικών χαρακτηριστικών με τα υπόλοιπα είδη, καθώς επίσης και η καταγεγραμμένη δυνατότητα υβριδισμού της με βερίκοκα, ροδάκινα και ορισμένα δαμάσκηνα (Gradziel, 2009, όπως αναφέρεται σε Alghamdi & Alsabehi, 2024).

1.4. Βοτανικά Χαρακτηριστικά

1.4.1. Μορφολογία δέντρου

Η αμυγδαλιά είναι φυλλοβόλο δέντρο, με ύψος που κυμαίνεται από 3 – 7 μέτρα, ανάλογα με την ποικιλία και τις καλλιεργητικές συνθήκες. Ο φλοιός των νεαρών βλαστών είναι πράσινος έως κοκκινωπός (κύρια σε τμήματα που εκτίθενται άμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία) και λείος με λίγα φακίδια. Με την πάροδο του χρόνου, πραγματοποιείται σταδιακά η ξυλοποίηση των βλαστών και αποκτούν γκρίζο – καστανό χρώμα μέχρι που τελικά γίνονται πιο σκούροι εμφανίζοντας ρηγματώσεις.

1.4.2. Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα της αμυγδαλιάς απαρτίζεται από λίγες σχετικά ρίζες μεγάλης διαμέτρου, που εκτείνονται οριζόντια και κατακόρυφα, διαμορφώνοντας τον κύριο σκελετό. Έπειτα, αναπτύσσονται λεπτότερες ρίζες, οι οποίες καταλήγουν σε πολυάριθμες τριχοειδείς απολήξεις. Οι συγκεκριμένες ρίζες με διάμετρο μικρότερη των

2mm, έχουν καταλυτικό ρόλο στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων (Catlin, 1996).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ριζών εντοπίζεται σε βάθος 0,7 – 1,0m, ενώ οι πλευρικές επεκτάσεις ενδέχεται να ξεπεράσουν τα 15m και το βάθος να φτάσει στα 4m σε καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη. Ο λόγος ριζικού συστήματος προς κόμη (root : shoot ratio), κυμαίνεται από 0.10 έως 0.25, με τον υπέργειο όγκο να υπερτερεί σαφώς (Catlin, 1996).

1.4.3. Φύλλα

Τα φύλλα της αμυγδαλιάς είναι απλά, λογχοειδή με ελαφρώς πριονωτή περιφέρεια, ενώ το μήκος τους κυμαίνεται από 8 έως 12cm ανάλογα την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης (Βασιλακάκης, 2016). Ακόμα, χαρακτηρίζονται από γυαλιστερή όψη και το χρώμα τους ποικίλλει από ανοιχτές έως σκούρες αποχρώσεις πράσινου. Η ανάπτυξή τους αρχίζει αμέσως μετά την ανθοφορία και η διάταξή τους στους κλάδους είναι εναλλάξ.

Τα άνθη της αμυγδαλιάς είναι τέλεια, ερμαφρόδιτα, λευκού ή λευκορόδινου χρώματος, μονήρη και περίγυνα, καθώς εμφανίζονται σε ετήσιους βλαστούς ή και ροζέτες. Ο σχηματισμός τους πραγματοποιείται από 5 σέπαλα, 5 πέταλα και τουλάχιστον 30 στήμονες μικρότερους σε ύψος από το στίγμα. Ακόμα, εντοπίζονται ένας ύπερος με δύο σπερμοβλάστες, ωστόσο, τα μορφολογικά αυτά γνωρίσματα του άνθους ενδέχεται να διαφέρουν μεταξύ των ποικιλιών (Θεριός κ.ά. 2013, Νάνος 2024).

1.4.5. Ροζέτες και Οφθαλμοί

Η αμυγδαλιά φέροντας επάκριο βλαστοφόρο οφθαλμό, χαρακτηρίζεται από πλαγιοκαρπία, κατά συνέπεια η καρποφορία περιορίζεται κύρια στους πλάγιους οφθαλμούς, ανάλογα την ποικιλία. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί είναι πιο διογκωμένοι σε σχέση με τους βλαστοφόρους και είναι μονήρεις, παράγοντας συνήθως ένα άνθος ανά οφθαλμό. Ως προς τη θέση τους στους βλαστούς, εντοπίζονται κατά γόνατο και κυμαίνονται από έναν έως τρεις παράπλευρους οφθαλμούς. Ωστόσο, η συγκέντρωση περισσότερων οφθαλμών στο ίδιο γόνατο, οδηγεί στη δημιουργία ροζέτας (Θεριός κ.ά. 2013).

Ειδικότερα, η ροζέτα είναι ημιμόνιμο καρποφόρο όργανο, το οποίο αποτελεί κύρια παραγωγική δομή. Διαμορφώνεται από βραχύ βλαστό με μερικούς ανθοφόρους οφθαλμούς και έναν κεντρικό βλαστοφόρο, ο οποίος εξασφαλίζει τη συνέχιση της ανάπτυξής της. Οι ροζέτες, σχηματίζονται στα πλάγια του περυσινού βλαστού και ανθίζουν σε βλαστούς τριετούς ηλικίας (Νάνος 2024).

1.4.6. Καρπός

Ο καρπός της αμυγδαλιάς είναι δρύπη, με περικάρπιο που αποτελείται από λεπτό, δερματώδες εξωκάρπιο και σαρκώδες μεσοκάρπιο στα πρώιμα τουλάχιστον, στάδια ανάπτυξης. Κατά την ωρίμανση του καρπού, το μεσοκάρπιο ξηραίνεται και σχίζεται απελευθερώνοντας το ενδοκάρπιο. Το τελευταίο, αναλόγως την ποικιλία εμφανίζει διαφοροποίηση ως προς τη σκληρότητά του, από ιδιαίτερα σκληρό μέχρι ημίσκληρο και εύθραυστο (Νάνος 2024). Το σπέρμα εντοπίζεται εντός του ενδοκαρπίου, ενώ το βρώσιμο τμήμα του σπόρου, δηλαδή το έμβρυο (πυρήνας) διακρίνεται σε γλυκό και πικρό.

Τα γλυκά αμύγδαλα είναι βρώσιμα, ενώ αντιθέτως τα πικρά αμύγδαλα, εξαιτίας της περιεκτικότητάς του σε αμυγδαλίνη, η οποία μέσω υδρόλυσής αποδίδει 4-9mg κυανιούχου υδρογόνου (HCN) ανά καρπό, καθίστανται κατάλληλα προς χρήση στην Ιατρική και την Κοσμητολογία με τη μορφή εκχυλισμάτων (Θεριός κ.ά. 2013)

1.5. Ποικιλίες αμυγδαλιάς και αξιολόγησή τους

Οι ποικιλίες αμυγδαλιάς κατατάσσονται βάσει διαφόρων κριτηρίων, όπως η σκληρότητα του κελύφους (σκληροκέλυφες, ημι-σκληροκέλυφες, απαλοκέλυφες), η εποχή άνθισης (πρώιμες, μεσοπρώιμες, όψιμες), η περιεκτικότητα του καρπού σε ψίχα και ο τρόπος γονιμοποίησης (αυτογόνιμες και σταυρογονιμοποιούμενες) (Νάνος, 2024). Στο πλαίσιο της παρακάτω ολιστικής προσέγγισης, επικεντρώνεται στην ελληνική αμυγδαλοκαλλιέργεια, παραθέτοντας ευρέως τις χρησιμοποιούμενες ποικιλίες.

Υπό το πρίσμα αυτό, οι προωθούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα είναι οι Texas, Ferragnes, Ferraduel, Tuono και Ρέτσου. Μάλιστα, ιδιαίτερα συχνό φαινόμενο είναι η εγκατάσταση αμιγών αμυγδαλεώνων με μία μόνο ποικιλία ή με συνδυασμό δύο σταυρογονιμοποιούμενων ποικιλιών, δίχως ωστόσο την παρουσία επικονιάστριων

ποικιλιών. Απόρροια αυτού, η αστάθεια στην επικονίαση και η μειωμένη παραγωγικότητα των αμυγδαλεώνων (Νάνος, 2013).

1.5.1. Texas (Mission)

Η Texas αποτελεί μία από τις κύριες καλλιεργούμενες ποικιλίες της Ελλάδας, αμερικανικής προέλευσης και κατατάσσεται στις ημίσκληρες, οψιμανθείς, μη αυτογόνιμες ποικιλίες. Το δέντρο έχει ορθόκλαδη ανάπτυξη και εμφανίζει ικανοποιητική ανθεκτικότητα στη μονília (Βασιλακάκης 2016). Ο καρπός της είναι μετρίου μεγέθους, ιδιαίτερα γευστικός και η απόδοση σε ψίχα κυμαίνεται σε ποσοστό 40-50%, αναλόγως των καλλιεργητικών συνθηκών. Καλοί επικονιαστές της συγκεκριμένης ποικιλίας είναι οι Ρέτσου και Truoito (Θερίος κ.ά. 2013) .

Ένα εκ των κύριων προβλημάτων της ποικιλίας, είναι η μη παρασιτική νέκρωση των πλάγιων οφθαλμών (Noninfectious Bud Failure). Πρόκειται για φαινόμενο που εκδηλώνεται με αδυναμία έκπτυξης των περισσότερων πλάγιων οφθαλμών, με συνέπεια τα δέντρα να εμφανίζονται γυμνά από πλάγια βλάστηση και σημαντική μείωση της παραγωγής. Η εμφάνισή του συνδέεται με υψηλές θερμοκρασίες τον Ιούνιο συνδυαστικά με έλλειψη υγρασίας, ενώ αρχικώς αποδίδεται στους οφθαλμούς του εμβολιαστικού υλικού που αναπτύχθηκαν υπό δυσμενείς θερμοκρασιακές συνθήκες (Νάνος 2024).

1.5.2. Ferragnes

Η ποικιλία Ferragnes (Φυρανιά), καλλιεργείται ευρέως σε όλες τις χώρες της Μεσογείου, προέρχεται από την Γαλλία και κατατάσσεται στις σκληροκέλυφες, οψιμανθείς, μη αυτογόνιμες ποικιλίες. (Βασιλακάκης 2016). Το δέντρο έχει ορθόκλαδη, ζωηρή ανάπτυξη και χαρακτηρίζεται από υψηλή παραγωγικότητα, εμφανίζοντας μεγάλη αντοχή στο πολύστιγμα, αλλά μικρή ευπάθεια στη μονília (Νάνος 2024).

Η μέση απόδοση σε ψίχα ανέρχεται σε ποσοστό 30-39% (Θερίος κ.ά. 2013), αλλά η συγκεκριμένη ποικιλία τυγχάνει υψηλής εμπορικής αποδοχής εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους καρπού και της εξαιρετικής ποιότητας ψίχας. Ακόμα, σημαντικό ρόλο στην εδραίωσή της διαδραμάτισε η οψιμανθής άνθιση, η οποία την καθιστά ιδανική για εγκατάσταση σε ορεινές περιοχές προς αποφυγή των ενδεχόμενων ζημιών

από όψιμους παγετούς. Ειδικότερα, η ποικιλία Ferragnes ανθίζει 7 περίπου ημέρες αργότερα από την Texas και συγκομίζεται 9 ημέρες νωρίτερα (Νάνος 2024). Καλοί επικονιαστές της είναι οι ποικιλίες Ferraduel, Αι και Φυλλίς (Βασιλακάκης 2016).

Ωστόσο, καίριο ζήτημα για την καλλιέργεια της ποικιλίας αυτής στην Ελλάδα και αιτία αποτροπής της εγκατάστασής της, αποτελεί η ασθένεια του έλκους των κλαδίσκων (φόμοψη). Ειδικότερα, τα συμπτώματά της αφορούν κάθε τμήμα του δέντρου από τους κλαδίσκους μέχρι και τους καρπούς. Ειδικότερα, διακρίνεται η παρουσία καστανών ελκών στους κλαδικούς, συνήθως συνοδευόμενη από έκκριση κόμμεος, που επιφέρει τη ξήρανσή τους. Επιπλέον, προκαλείται αδυναμία έκπτυξης οφθαλμών ή αδύναμα άνθη που νεκρώνονται. Το παθογόνο αίτιο της ασθένειας, που αποδυναμώνει καθοριστικά το δέντρο και επηρεάζει την παραγωγικότητά του, είναι το *Fusicoccum amygdali* (Παναγόπουλος Χ. Γ. 2007).

1.5.3. Ferraduel

Η Ferraduel είναι γαλλικής προέλευσης που κατατάσσεται στις σκληροκέλυφες, πολύ οψιμανθείς και αυτογόνιμες ποικιλίες (Θεριός κ.ά. 2013). Στο πλαίσιο αυτό, κύρια στην Ελλάδα, χρησιμοποιείται ως επικονιάστρια της ποικιλίας Ferragnes. Επιπρόσθετα, διαθέτει ποσοστό ψίχας 29%, εμφανίζει τάση παρενιαντοφορίας, ενώ το μέγεθος της ψίχας της είναι μικρότερο από την Ferragnes (Βασιλακάκης 2016). Πρόκειται για ιδιαίτερα παραγωγική ποικιλία, η οποία εμφανίζει ιδιαίτερη αντοχή στην ξηρασία, αλλά ευαίσθησία στο ευρύτομο (Νάνος 2024).

1.5.4. Tuono

Η Tuono, αναφερόμενη λανθασμένα στον Θεριό κ.ά. (2013) ως Truoito, είναι ποικιλία ιταλικής προέλευσης, κατατασσόμενη στις ημίσκληρες και αυτογόνιμες (Βασιλακάκης 2016). Μολονότι επεκτείνεται στην ελληνική αμυγδαλοκαλλιέργεια, σε διεθνές επίπεδο η συγκεκριμένη ποικιλία αξιοποιείται ως γονέας σε προγράμματα βελτίωσης και διασταυρώσεων, εξαιτίας της αυτογονιμότητάς της (Νάνος 2024). Παρουσιάζει πρωιμότερη άνθιση από τη Ferragnes, η οποία βρίσκεται ενδιάμεσα μεταξύ Ρέτσου και Τέξας (Θεριός κ.ά. 2013). Η απόδοση σε ψίχα κυμαίνεται σε ποσοστό 35-40%, αλλά η ψίχα είναι μικρότερη και λιγότερο γευστική συγκριτικά με την Texas, γεγονός που δυσχεραίνει την εμπορική της προτίμηση (Νάνος 2024).

1.5.5. Ρέτσου

Η Ρέτσου αποτελεί ελληνική απαλοκέλυφη ποικιλία, η οποία ανθίζει όψιμα, λίγες ημέρες μετά την Texas και χρησιμοποιείται κυρίως ως επικονιάστρια αυτής. (Θεριός κ.ά. 2013) Το δέντρο χαρακτηρίζεται από ζωνρή ανάπτυξη και παρουσιάζει υψηλή και σταθερή παραγωγικότητα κάθε έτος, με απόδοση σε ψίχα από 50 – 60% (Βασιλακάκης 2016). Ο καρπός είναι επιμήκης και μπορεί να διατεθεί με το ενδοκάρπιο, διότι εξαιτίας της μορφολογίας του, εγκυμονεί κίνδυνος θραύσης κατά την αποφλοίωση (Νάνος 2013).

1.5.6 Νέες ποικιλίες στην Ελλάδα

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, παρατηρείται η εγκατάσταση ποικιλιών, κύρια ισπανικής προέλευσης, όπου κατά τη γενετική τους βελτίωση επικεντρώνονται μεταξύ άλλων στην αυτογονιμότητα, την οψιμότερη ανθοφορία, την ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Ωστόσο, οι ποικιλίες αυτές δεν έχουν μελετηθεί στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται προβλήματα ως προς τη διάθεση στο εμπόριο, εξαιτίας υποδεέστερης γευστικής ποιότητας, μη ικανοποιητικού μεγέθους καρπού και μειωμένου ποσοστού ψίχας (Νάνος 2024). Ενδεικτικά, κάποιες από τις νέες ποικιλίες που προτιμώνται προς νέες φυτεύσεις είναι οι εξής:

- Guara: γενετικά όμοια με την Tuono. Είναι αυτογόνιμη, αλλά παρουσιάζει κατώτερη γευστική ποιότητα (Βασιλακάκης 2016 και Νάνος 2024)
- Vairo: αυτογόνιμη ποικιλία, μεγάλης ζωνρότητας. Είναι σκληροκέλυφη, ανθίζει όψιμα και ωριμάζει πρώιμα (Θεριός κ.ά. 2013). Η αναλογία ψίχας της ανέρχεται σε ποσοστό 28% (Νάνος 2024).
- Soleta: αυτογόνιμη, με περιορισμένη δυναμικότητα, συναντάται σε πυκνές εντατικές φυτεύσεις (Νάνος 2024). Είναι σκληροκέλυφη και ιδιαίτερα όψιμη στην ωρίμανση (Θεριός κ.ά. 2013).
- Lauranne: η μοναδική γαλλικής προέλευσης, που αποτελεί διασταύρωση μεταξύ Ferragnes x Tuono (Νάνος 2024). Εμφανίζει μεγάλη διάρκεια ανθοφορίας, ενώ το ποσοστό αυτογονιμοποίησης δεν υπερβαίνει το 20%. Επομένως, δεν επαρκεί για ικανοποιητική καρποφορία, δίχως επικονιάστρια ποικιλία (Θεριός κ.ά. 2013).

1.6. Φυσιολογία και φαινολογία ανάπτυξης του καρπού

1.6.1. Εποχική εξέλιξη και φαινολογικά στάδια

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας των Sakar et al. (2019), η φαινολογική εξέλιξη της αμυγδαλιάς αποτυπώνεται μέσω της εκτεταμένης κλίμακας BBCH, συνιστώντας ένα αξιόπιστο σύστημα αναφοράς, που παρέχει τον ακριβή χρονισμό και αποτελεσματικό συγχρονισμό των καλλιεργητικών επεμβάσεων. Σύμφωνα με το ενιαίο αυτό σύστημα περιγραφής, τα στάδια ανάπτυξης του είδους χωρίζονται σε βλαστική και αναπαραγωγική φαινολογία.

Ειδικότερα, η βλαστική φάση περιλαμβάνει τη διαφοροποίηση και εκβλάστηση των οφθαλμών, τη σταδιακή ανάπτυξη του φυλλώματος, την αύξηση και επιμήκυνση των βλαστών, καθώς επίσης και την έναρξη της διαδικασίας γήρανσης και εισόδου στο λήθαργο. Αναφορικά με την αναπαραγωγική φάση, τα στάδια αυτής αφορούν την έκπτυξη της ταξιανθίας, την άνθιση, την καρπόδεση και αύξηση του καρπού και τέλος σε διακριτό στάδιο την τελική ωρίμανσή του.

Στο σύγγραμμα Almond Production Manual (1996), η παραγωγή των αμυγδάλων παρουσιάζεται ως τελικό αποτέλεσμα ενός διετούς κύκλου ανάπτυξης, ο οποίος αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 1.6. Τα χρονικά όρια των φαινολογικών σταδίων έχουν προσαρμοστεί στα ελληνικά δεδομένα, τονίζοντας τη σημασία της πορείας των θερμοκρασιών και άλλων κλιματικών παραμέτρων για την εξέλιξη της καλλιέργειας.

1.6.2. Βλαστική ανάπτυξη

Η βλαστική ανάπτυξη της αμυγδαλιάς αφορά τις διεργασίες κυτταρικής διαίρεσης και επιμήκυνσης, που οδηγούν σε σταδιακή αύξηση του μεγέθους και του όγκου του δέντρου. Η διαδικασία αυτή υποκινείται μέσω τριών κύριων μηχανισμών, που σχετίζονται με την ανάπτυξη των βλαστών, του καμβίου και του ριζικού συστήματος. Η πορεία της ανάπτυξης παρουσιάζει αρχικά βραδεία αύξηση, έπειτα μία περίοδο έντονης και ταχείας ανάπτυξης και ολοκληρώνεται εκ νέου με μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης. Ο ετήσιος κύκλος βλαστικής ανάπτυξης περιλαμβάνει τα στάδια : έναρξη

της ανάπτυξης, επιμήκυνση βλαστών, παύση ανάπτυξης, λήθαργο και επανενδολήθαργο.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι βλαστοφόροι οφθαλμοί βρίσκονται σε ενδολήθαργο (endodormancy), όπου παρατηρείται αναστολή της ανάπτυξης, λόγω εσωτερικών φυσιολογικών μηχανισμών. Εφόσον οι οφθαλμοί εκτεθούν σε έναν ικανοποιητικό συνδυασμό ωρών ψύχους και θερμομονάδων, είναι ικανοί να εξέλθουν από την κατάσταση αυτή και να εκβλαστήσουν. Η διάρκεια του ενδοληθάργου εξαρτάται από την ποικιλία και τις θερμοκρασίες και διαρκεί συνήθως από τέλη Οκτωβρίου έως αρχές Φεβρουαρίου. Πριν την εκβλάστηση, οι μεταφορικοί αγωγοί του ξυλώματος και του φλοιώματος, εμπλουτίζονται με καίρια αποθέματα υποστηρικτικά για την ανάπτυξη, όπως υδατάνθρακες, ρυθμιστικές ουσίες και αμινοξέα.

Με την αύξηση της θερμοκρασίας, οι κορυφαίοι και πλάγιοι οφθαλμοί δίνουν νέους βλαστούς, ενώ στους καρποφόρους βλαστούς σχηματίζονται οι πρόδρομοι ανθοφόροι αλλά και βλαστοφόροι οφθαλμοί, οι οποίοι πρόκειται να διαφοροποιηθούν κατά την αναπαραγωγική φάση και να εκβλαστήσουν την επόμενη χρονιά (Διάγ.1.6.).

Κατά την περίοδο Απριλίου – Ιουνίου, παρατηρείται η ταχεία ανάπτυξη των βλαστών επιβραδύνεται, παρατηρείται πάχυνση και ξυλοποίησή τους, ενώ η κυριαρχία της κορυφής αναστέλλει την περαιτέρω ανάπτυξη των πλάγιων οφθαλμών. Στα τέλη Οκτωβρίου - Νοέμβριο, οι οφθαλμοί εισέρχονται σε ενδολήθαργο, ολοκληρώνοντας τον κύκλο ανάπτυξης του πρώτου έτους. Στο πλαίσιο αυτό, μέσω της βλαστικής ανάπτυξης του πρώτου έτους καθορίζεται το δυναμικό καρποφορίας του φυτού, δηλαδή η δυνατότητα των οφθαλμών να ανθίσουν και να καρποφορήσουν την επόμενη χρονιά. (Kester et al. 1996b)

1.6.3 Αναπαραγωγική Ανάπτυξη

Ο αναπαραγωγικός κύκλος του αμυγδάλου μπορεί να διακριθεί σε τρεις φάσεις: το σχηματισμό των ανθέων, την άνθιση και την ανάπτυξη των καρπών (Kester et al. 1996b). Το πρώτο στάδιο της αναπαραγωγικής ανάπτυξης, εντοπίζεται κατά τη διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών, που διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης.

1.6.3.1 Σχηματισμός ανθέων

Ειδικότερα, παρουσιάζονται δύο διακριτά στάδια: στο πρώτο, που πραγματοποιείται η καταβολή των ανθοφόρων οφθαλμών, που διαρκεί από Μάιο – Ιούνιο έως τα μέσα Αυγούστου και καθορίζει τη δομή των ανθικών μερών. Έπειτα, από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου, τα προγεννητικά κύτταρα των ανθοφόρων οφθαλμών εξελίσσονται και αποθηκεύουν θρεπτικά αποθέματα, ολοκληρώνοντας τη μορφολογική και φυσιολογική προετοιμασία τους για την επόμενη χρονιά (Θερίος κ.ά. 2013). Κατά χρονολογική σειρά, πρώτα σχηματίζονται τα σέπαλα, τα πέταλα και έπειτα οι στήμονες και η ωοθήκη (Kester et al. 1996b).

Για την ομαλή μετάβαση στο στάδιο της άνθισης, οι θερμοκρασιακές ανάγκες που απαιτούνται για την κανονική διακοπή του ληθάργου των ανθοφόρων οφθαλμών, διακρίνονται σε ώρες ψύχους (ώρες με θερμοκρασίες 0-7°C), αλλά και θερμοώρες (ώρες με θερμοκρασίες 10-14 °C). Ειδικότερα, οι ανθοφόροι οφθαλμοί πρέπει να συσσωρεύσουν 180-350 ώρες ψύχους, καθώς επίσης και 500-1000 θερμοώρες (Νάνος 2021).

1.6.3.2 Άνθιση

Σχετικά με το στάδιο της άνθισης, ο χρόνος της αποτελεί καίριο παράγοντα στην καλλιέργεια της αμυγδαλιάς, με διττή επιρροή στην ευπάθεια της καλλιέργειας απέναντι στους ανοιξιότικους παγετούς αλλά και στην ανάγκη για επιλογή ποικιλιών για διασταυρώμενη γονιμοποίηση. Ειδικότερα, η τελευταία πρόκειται να καθορίσει το ανώτατο όριο σχηματισμού ανθέων, οδηγώντας στη βέλτιστη γονιμοποίηση και συνεπώς στο μέγιστο αναπαραγωγικό δυναμικό (Kester et al. 1996b). Όσον αφορά τη διάρκεια άνθισης, εμφανίζει χαμηλή κληρονομικότητα, υποδηλώνοντας την εξάρτησή της από τις κλιματικές συνθήκες, ιδιαίτερα τη θερμοκρασία (Dicenta et al., 1993, όπως αναφέρεται στο Sakar et al., 2019).

Η διαδικασία της άνθισης ολοκληρώνεται με τη γονιμοποίηση, από την οποία σχηματίζεται το έμβρυο, το βρώσιμο μέρος του μελλοντικού καρπού. Με άλλα λόγια, η ωοθήκη εξελίσσεται σταδιακά σε ολόκληρο τον καρπό και τα τοιχώματά της διαφοροποιούνται και διαμορφώνουν τα τρία κύρια μέρη του αμυγδάλου: το εξωκάρπιο, το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο (Kester et al. 1996b).

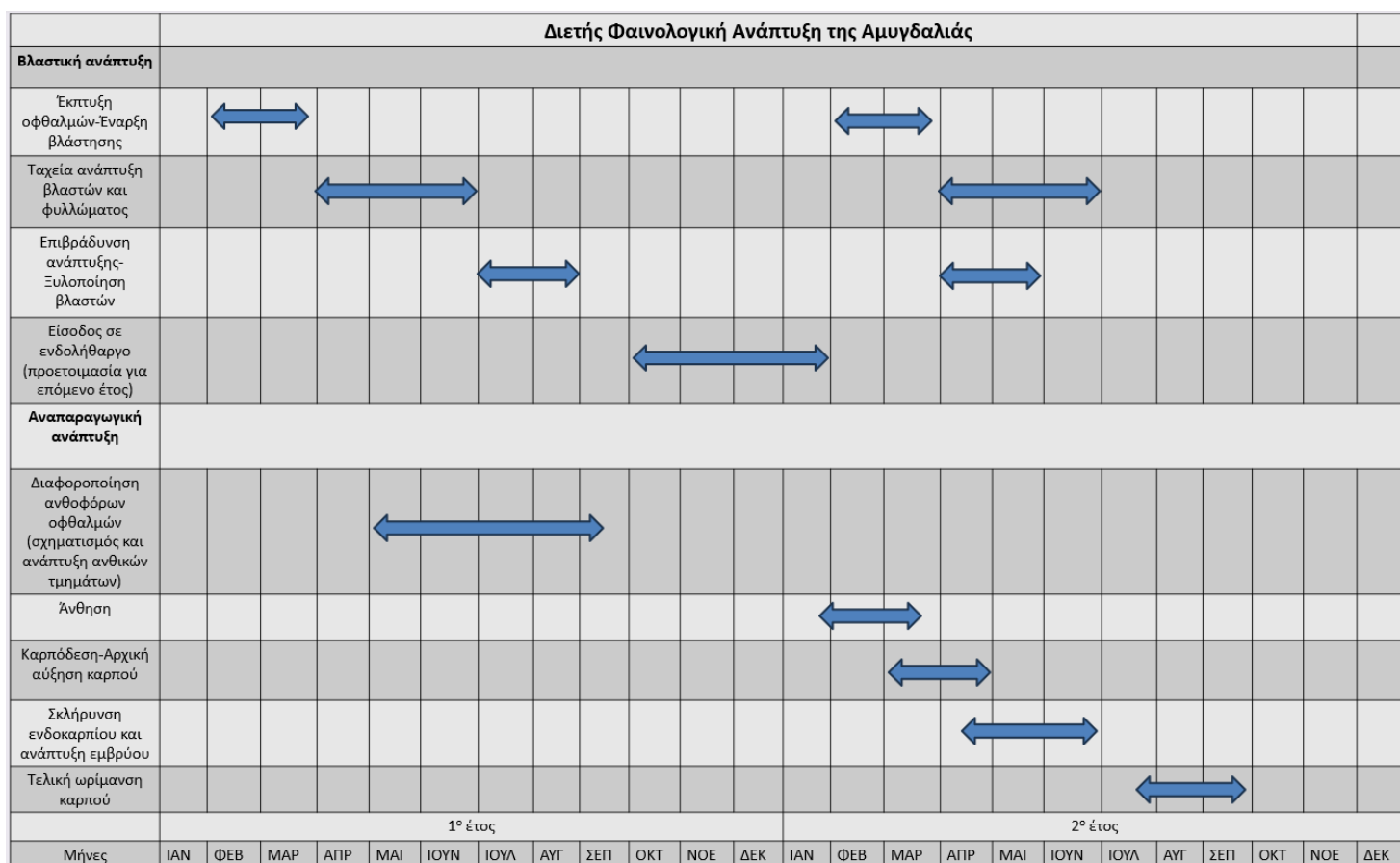
1.6.3.3. Ανάπτυξη και ωρίμανση καρπού

Η καμπύλη αύξησης των αμυγδάλων είναι απλή σιγμοειδής σύμφωνα με τον Θεριό κ.ά. (2013), ενώ έχει χαρακτηριστεί και ως οριακά εκθετική (Almond Board of Australia, 2008) (Εικ. 1.6.). Η ανάπτυξη του καρπού, του πυρήνα και του σπόρου της αμυγδαλιάς περιλαμβάνει τρεις φάσεις.

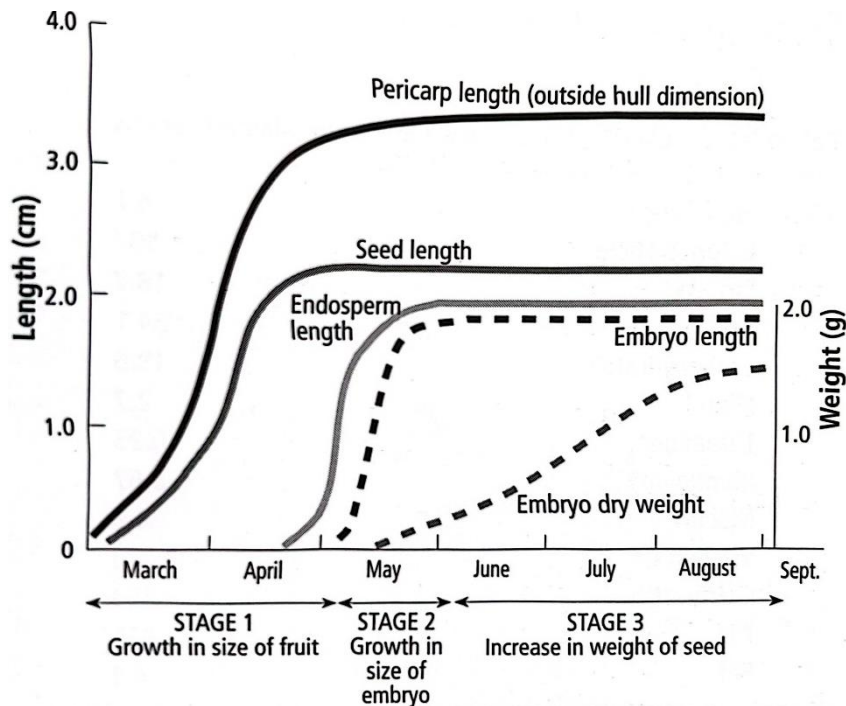
Αμέσως μετά την καρπόδεση, την περίοδο Μαρτίου–Απριλίου, διακρίνεται η ανάπτυξη του φλοιού, του κελύφους και του ενδοσπέρμιου, κύρια μέσω κυτταρικών διαιρέσεων. Ο μη γονιμοποιημένος καρπός, διατηρείται μαλακός με ζελατινώδη μορφή. Το αποχωριστικό στρώμα σχηματίζεται (Kester et al. 1996b), επιτελώντας ρόλο σημείου αποκοπής από το φυτό είτε στο τελικό στάδιο ωρίμανσης, είτε πρόωρα σε περίπτωση ανεπαρκούς ανάπτυξης, περιορίζοντας την περιττή δαπάνη ενέργειας. Η ολοκλήρωση της κυτταρικής διαίρεσης ακολουθείται από την επιμήκυνση των υπαρχόντων κυττάρων, συντελώντας στην ταχεία εξωτερική αύξηση. Η διαδικασία του πρώτου σταδίου, συνεχίζεται έως ότου επιτευχθούν οι μέγιστες δυνατές διαστάσεις του καρπού (φλοιός και κέλυφος), αλλά και του σπόρου (πυρήνας) (Kester et al. 1996b).

Μετά το πέρας 3-4 εβδομάδων από την καρπόδεση, στο χρονικό διάστημα Απριλίου-Ιουνίου, παρατηρείται η σκλήρυνση του ενδοκαρπίου και η ανάπτυξη του εμβρύου. Ειδικότερα, η ταχύτητα αύξησης του καρπού μειώνεται, ενώ το έμβρυο φτάνει στο τελικό του μέγεθος, μεταξύ 30-40 ημερών. Κατά τη σκλήρυνση του ενδοκαρπίου, το ενδοσπέρμιο (κύρια αποτελούμενο από νερό) τροφοδοτεί με θρεπτικά στοιχεία το έμβρυο και σταδιακά εκφυλίζεται, την ίδια στιγμή της ανάπτυξης των κοτυληδόνων, με αποτέλεσμα ο πυρήνας να καταλάβει το χώρο του καρπού (Martinez-Gomez et al. 2006).

Σχετικά με το τελικό στάδιο της ωρίμανσης του καρπού, την περίοδο Ιουλίου – Αυγούστου, ολοκληρώνεται η μορφολογική διαφοροποίηση των δομικών μερών του καρπού, σε διακριτά μέρη. Πλέον έχει πραγματοποιηθεί η πλήρης μετατροπή του καρπού από ομοιογενή μάζα ιστών σε εξωκάρπιο, μεσοκάρπιο και ενδοκάρπιο. Παράλληλα, μέσω της φωτοσύνθεσης, πραγματοποιείται η τροφοδοσία του καρπού με υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και αμινοξέα, μέχρι και την ολοκλήρωση της ωρίμανσης του καρπού κατά τη συγκομιδή (Kester et al. 1996b). Όταν ο καρπός αρχίσει να ωριμάζει, τότε το δερματώδες περικάρπιο, ξηραίνεται, ανοίγει και αποκολλάται από το σκληρό ενδοκάρπιο.



Διάγραμμα 1.6. Το διάγραμμα απεικονίζει την φαινολογική εξέλιξη της αμυγδαλιάς σε διετή κύκλο, βασισμένο στο Almond Production Manual (Kester et al. 1996) και στην κλίμακα BBCH (Sakar et al. 2019) . Οι ημερομηνίες έχουν προσαρμοστεί στα ελληνικά δεδομένα και απεικονίζουν όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικά το χρονισμό των φαινολογικών σταδίων. Η διάρκεια κάθε σταδίου μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, την περιοχή και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ο διετής κύκλος είναι συνεχής και τα στάδια του 2^{ου} έτους επικαλύπτονται με το 1^ο έτος της επόμενης διετούς ακολουθίας.



Εικόνα 1.6. Διαγραμματική απεικόνιση των τριών σταδίων ανάπτυξης του καρπού της αμυγδαλιάς και του βάρους των επιμέρους τμημάτων του (περικάρπιο, ενδοσπέρμιο, σπέρμα, έμβρυο). Στο στάδιο 1 σημειώνεται η ταχεία αύξηση στο μέγεθος του καρπού, έπειτα στο στάδιο 2 παρατηρείται η ανάπτυξη του εμβρύου. Στο στάδιο 3, καταγράφεται η αύξηση του ξηρού βάρους του σπέρματος. (Πηγή: Almond Production Manual, 1996)

1.7. Θρέψη και θρεπτικές απαιτήσεις

Τα μακροθρεπτικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορος, κάλιο, θείο και μαγνήσιο) μπορούν να διακινηθούν προς τις αναπτυσσόμενες περιοχές του φυτού είτε απευθείας από το έδαφος είτε μέσω της επαναμετακίνησης των αποθεμάτων από τα παλαιότερα φύλλα. Αντίθετα, τα υπόλοιπα σημαντικά θρεπτικά στοιχεία (ασβέστιο, βόριο, σίδηρος, ψευδάργυρος και χαλκός, απορροφώνται κύρια από το έδαφος.

Οι ανόργανες απαιτήσεις των φυτών εξαρτώνται από τα στάδια ανάπτυξης τους και διαφοροποιούνται χρονικά, με αποτέλεσμα να καθορίζουν τον τρόπο και τη στιγμή εφαρμογής των θρεπτικών στοιχείων.

Ειδικότερα, η αμυγδαλιά παρουσιάζει φαινολογική μετάβαση από την έντονη βλαστική ανάπτυξη στη μεταβολική συντήρηση, γεγονός που υποδηλώνει τη μεταβολή στο ρυθμό και το είδος των θρεπτικών αναγκών (Sperling et al. 2020).

1.7.1. Άζωτο

Το άζωτο είναι θεμελιώδες στοιχείο για τις κρίσιμες φυσιολογικές διεργασίες της αμυγδαλιάς, μεταξύ των οποίων, η ανάπτυξη του δέντρου, η φωτοσύνθεση και σύνθεση πρωτεϊνών, οι οποίες αποτελούν βασικό συστατικό του καρπού. Με στόχο την αποτελεσματικότερη δυνατή αξιοποίηση των εισροών αζώτου, κρίνεται αναγκαίο να λαμβάνονται υπόψη, η παροχή αζώτου μέσω λιπασμάτων, η συνεισφορά της οργανικής ουσίας και οι απαιτήσεις του δέντρου ανά τα διάφορα φαινολογικά στάδια (Brown et al. 2020).

Τα λιπάσματα αζώτου που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι η ουρία ($[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$), το αμμώνιο (NH_4^+) και το νιτρικό άζωτο (NO_3^-). Ωστόσο, σύμφωνα με ευρήματα της έρευνας των Saa Silva S. et al. (2012), υπό συνθήκες ελαχιστοποίησης των απωλειών και ισόποσης εφαρμογής αζώτου, οι επιδράσεις αυτών των λιπασμάτων στην απόδοση δεν εμφανίζουν διαφορές. Η διαφορά μεταξύ των τριών μορφών σχετίζεται με τη συμπεριφορά τους στο έδαφος, καθώς επηρεάζονται από τη μορφολογία του εδάφους, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την άρδευση. Ειδικότερα, το νιτρικό άζωτο είναι ιδιαίτερα κινητικό και εμφανίζει κίνδυνο έκπλυσης. Το αμμώνιο, μολονότι είναι λιγότερο κινητικό, μετατρέπεται σε νιτρικό άζωτο μέσω νιτροποίησης, ενώ παρουσιάζει και πτητικότητα ως αμμωνία. Τέλος, η ουρία εμφανίζει σχετική κινητικότητα, αλλά μετατρέπεται γρήγορα σε αμμώνιο (Geisseler 2021).

Αναφορικά, με τη διαφυλλική εφαρμογή αζώτου, υπάρχει δυνατότητα ψεκασμού την άνοιξη ή το φθινόπωρο, αλλά τα υπάρχοντα δεδομένα υποδεικνύουν ότι δέντρα με επάρκεια σε θρεπτικά στοιχεία δεν επωφελούνται σημαντικά από επιπλέον αζωτούχο θρέψη στα φύλλα (Geisseler 2021).

Κατά τη φάση της άνθισης, η θρεπτική κάλυψη των απαιτήσεων σε άζωτο, προέρχεται κύρια από τα αποθέματα που είναι αποθηκευμένα στους πολυετείς ιστούς του δέντρου (Brown et al. 2020). Η πρόσληψη αζώτου από το έδαφος σηματοδοτείται μετά την έκπτυξη των φύλλων, καθώς η λειτουργία της διαπνοής δημιουργεί το ανοδικό ρεύμα νερού και θρεπτικών στοιχείων προς τα ανώτερα τμήματα του δέντρου. Κατά το χρονικό διάστημα πρώτου εκπτυχθούν τα φύλλα, η πρόσληψη είναι περιορισμένη, γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα έκπλυσης των νιτρικών (Weinbaum et al. 1984, όπως αναφέρεται στο Geisseler 2021).

Το μεγαλύτερο ποσοστό του αζώτου απορροφάται από το δέντρο, στο διάστημα Μαρτίου-Ιουνίου. Ειδικότερα στα τέλη Ιουνίου, κατά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του περικαρπίου, έχει ήδη καλυφθεί το 30% της εποχιακής πρόσληψης αζώτου. Κατά τη διάρκεια πλήρωσης του καρπού τον Ιούνιο έως και Ιούλιο, η απορρόφηση του αζώτου ανέρχεται στο 55%, ενώ με την ολοκλήρωση της αύξησης του βάρους του καρπού την περίοδο Ιουλίου-Αυγούστου, το συνολικό ποσοστό απορρόφησης διακρίνεται στο 85%. Η εδαφική απορρόφηση Ν ολοκληρώνεται από το διάστημα σχισίματος του περικαρπίου έως και τρεις εβδομάδες μετά τη συγκομιδή (Brown et al. 2020). Μετά από αυτό το διάστημα, τα αποθέματα αζώτου αναδιανέμονται προς τους πολυετείς ιστούς για αποθήκευση, προ του ληθαργικού σταδίου.

Αναφορικά με ένα πρότυπο εφαρμογών και δόσεων αζωτούχου λίπανσης, η χορήγηση του στοιχείου είναι σύμφωνη με τη χρονική πορεία απορρόφησης από το δέντρο. Συγκεκριμένα, προτείνεται η εφαρμογή του 20% των ετήσιων αναγκών, από το πέρας της άνθισης μέχρι και την πλήρη έκπτυξη των φύλλων. Έπειτα, κατά την ανάπτυξη του καρπού έως και τη ξυλοποίηση του ενδοκαρπίου συνίσταται η εφαρμογή του 30%, ενώ μέχρι το διάστημα σχισίματος του περικαρπίου αντιστοιχεί επίσης σε ποσοστό 30%. Τέλος, το υπολειπόμενο 20% της ετήσιας δόσης εφαρμόζεται την περίοδο Αυγούστου-Σεπτεμβρίου, κυρίως μετασυλλεκτικά, υποστηρίζοντας την ανάπτυξη της επόμενης χρονιάς (Saa Silva S. et al. 2012). Στο πλαίσιο αυτό, οι συχνές και στοχευμένες εφαρμογές μικρών δόσεων αζώτου, μειώνουν τον κίνδυνο απωλειών, αλλά και υπερεπάρκειας του στοιχείου.

1.7.2. Φώσφορος

Ο φώσφορος αποτελεί απαραίτητο μακροθρεπτικό στοιχείο για τη φυσιολογία της αμυγδαλιάς, καθώς συμμετέχει στο σχηματισμό νέων κυττάρων μέσω της διαίρεσης και επιμήκυνσής τους, στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και στη μεταφορά υδατανθράκων. Επιπρόσθετα, συμβάλλει στη νεαρή βλάστηση και στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, ενισχύει την άνθιση και την παραγωγή, καθώς επιταχύνει και την ωρίμανση των αμυγδάλων (SLTEC, n.d.).

Η συμπεριφορά του φωσφόρου στο έδαφος χαρακτηρίζεται από την ακινητοποίησή του εξαιτίας των ανόργανων συστατικών του εδάφους, ιδιαίτερα στα

ασβεστούχα εδάφη, όπου δεσμεύεται και δεν καθίσταται διαθέσιμο προς απορρόφηση από το ριζικό σύστημα του δέντρου (Νάνος 2024). Στο πλαίσιο αυτό, προτείνεται η μηχανική ενσωμάτωση του φωσφόρου στο έδαφος, μέσω διάνοιξης αυλακιών βάθους 15-20cm, είτε εκατέρωθεν της γραμμής φύτευσης (Beutel J., et al. 1976), είτε πριν την εγκατάσταση του αμυγδαλώνα κατά μήκος της μελλοντικής δεντροστοιχίας (Νάνος 2024).

Ακόμα, η διαφυλλική εφαρμογή αποτελεί μία ακόμα μέθοδο χορήγησής του, παρακάμπτοντας τον κίνδυνο δέσμευσης στο έδαφος, καθώς στοχεύει στην άμεση πρόσληψη μέσω του φυλλώματος (Νάνος 2024). Ωστόσο, οι επιδράσεις των διαφυλλικών εφαρμογών στερούνται επαρκούς έρευνας και τα υπάρχοντα δεδομένα υποδεικνύουν ότι δέντρα με ικανοποιητική συγκέντρωση φωσφόρου δεν επηρεάζονται σημαντικά από πρόσθετες εφαρμογές (Geisseler 2021).

Οι απαιτήσεις της αμυγδαλιάς σε φώσφορο, είναι σαφώς χαμηλότερες σε σχέση με το άζωτο και το κάλιο (Νάνος 2024). Ωστόσο, κρίνεται αναγκαίο να διασφαλιστεί η ικανοποιητική επάρκεια του στοιχείου, 3-4 εβδομάδες πριν τη διόγκωση των οφθαλμών, μέχρι και την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του καρπού (SLTEC, n.d). Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου στο δέντρο διαφοροποιούνται σύμφωνα με το φαινολογικό του στάδιο, ενώ υψηλά ποσοστά συγκεντρώσεων, μπορεί να παρατηρηθούν τόσο σε συνθήκες έλλειψης όσο και υπερβολικής διαθεσιμότητας. Συγκεκριμένα, υπό συνθήκες έλλειψης το φυτό αναστέλλει την ανάπτυξή του και περιορίζει την κατανάλωση των φωτοσυνθετικών προϊόντων και των αποθεμάτων φωσφόρου, ενώ στην περίπτωση υπερεπάρκειας, ο φώσφορος συσσωρεύεται, κύρια σε ανόργανη μορφή (Head G. C. 1967, όπως αναφέρεται στο Speriling O. et al., 2020)

1.7.3. Κάλιο

Το κάλιο αποτελεί θεμελιώδη μακροθρεπτικό στοιχείο για την αμυγδαλοκαλλιέργεια, συμμετέχοντας σε φυσιολογικούς μηχανισμούς, όπως η ενζυμική ενεργοποίηση, η λειτουργία της χλωροφύλλης, η σύνθεση των πρωτεϊνών και η μεταφορά σακχάρων, λιπών και υδατανθράκων (SLTEC, n.d.). Η επάρκεια σε κάλιο μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη ποιότητα και ποσότητα αμυγδάλων, ενώ ενισχύει την αντοχή των δέντρων υπό συνθήκες ξηρασίας ή χαμηλών θερμοκρασιών (Νάνος 2024). Αντιθέτως, μη ικανοποιητικές εισροές καλίου προκαλούν ανεπαρκή ανάπτυξη των καρπών και μειωμένη περιεκτικότητα σε λιπαρά (SLTEC, n.d.).

Όσον αφορά τη φάση απορρόφησης του καλίου, σύμφωνα με στοιχεία της έρευνας των Brown et al. (2012), 70% του καλίου έχει συσσωρευτεί στους καρπούς των αμυγδάλων μέχρι τα μέσα Ιουνίου, γεγονός που υποδεικνύει ότι ο χρονισμός των εφαρμογών πρέπει να επικεντρωθεί στο διάστημα μεταξύ της άνθισης και της ξυλοποίησης του καρπού. Οι μορφές των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται ευρέως για την καλιούχο λίπανση είναι το θεικό κάλιο (K_2SO_4), το θεικό καλιομαγνήσιο ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$) και το νιτρικό κάλιο (KNO_3). Σχετικά με το θεικό κάλιο, καθίσταται ικανό να καλύψει τις βασικές ανάγκες του δέντρου, μέσω της χορήγησης κατά τον Φεβρουάριο (Νάνος 2024) και ως κοκκώδες σκεύασμα συνίσταται να χορηγηθεί επιφανειακά κατά μήκος της σειράς φύτευσης και της αρδευόμενης ζώνης. Αναφορικά με το νιτρικό κάλιο, σε αμυγδαλεώνες με στάγδην άρδευση προτείνεται εφαρμογή μέσω υδρολίπανσης ή διαφυλλικά, για άμεση πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων στα τέλη της άνοιξης και το καλοκαίρι (Νάνος 2024).

1.7.4. Βόριο

Η παρουσία του βορίου είναι σημαντική σε κρίσιμες φυσιολογικές διεργασίες της αμυγδαλιάς όπως η κυτταρική διαίρεση, ο σχηματισμός πρωτεϊνών και ορμονών και ο μεταβολισμός των υδατανθράκων. Ακόμα, το συγκεκριμένο θρεπτικό στοιχείο είναι απαραίτητο για την επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα, συμβάλλοντας στην άνθιση και την καρπώδεση. Στο πλαίσιο αυτό, η ανεπάρκεια βορίου επηρεάζει αρνητικά τη βιωσιμότητα της γύρης και κατά συνέπεια επιφέρει μειωμένη καρπώδεση και παραγωγή (SLTEC, n.d.).

Η κρίσιμη περίοδος για την επάρκεια βορίου εκτείνεται από τα τέλη Ιανουαρίου-αρχές Φεβρουαρίου, κατά την έναρξη της ενεργοποίησης του δέντρου μετά το λήθαργο, έως 3-4 εβδομάδες μετά την άνθιση, στο διάστημα τέλη Μαρτίου-αρχές Απριλίου. Σε αυτό το χρονικό διάστημα διαμορφώνεται η πιθανότητα εκδήλωσης συμπτωμάτων έλλειψης βορίου, τα οποία ενισχύονται υπό συνθήκες ελαφρών και φτωχών σε οργανική ουσία εδαφών, ενώ επιδεινώνονται και από εναλλαγή παρατεταμένης ξηρασίας με ψυχρές και υγρές συνθήκες (Νάνος 2024).

Όσον αφορά τις πρακτικές εφαρμογές, σκευάσματα βορίου σε κοκκώδη μορφή εφαρμόζονται στο έδαφος, συνήθως κατά το φθινόπωρο. Η συγκεκριμένη χορήγηση μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση των επιπέδων βορίου στα περικάρπια της επόμενης

καλλιεργητικής περιόδου, ενώ σε κατάλληλες δόσεις μπορεί να βελτιώσει και τη θρεπτική κατάσταση στα άνθη του δεύτερου έτους (Niederholzer 2012 , όπως αναφέρεται σε Geisseler 2021). Εφόσον παρατηρηθεί υπερβολική τροφοπενία βορίου συνίσταται εφαρμογή βορίουχου λίπανσης από το έδαφος.

Ωστόσο, η διαφυλλική εφαρμογή βορίου μετασυλλεκτικά, συμβάλλει στη διαδικασία της γονιμοποίησης και συνεπώς της καρπόδεσης (Nyomora et al. 2000). Ειδικότερα, ο κατάλληλος χρόνος για τη διαφυλλική εφαρμογή είναι μετά το σχίσσιμο του περικαρπίου έως τα φύλλα να σταματήσουν τη δραστηριότητά τους, ενώ οι συγκεκριμένες εφαρμογές συνίσταται να πραγματοποιούνται σε ετήσια βάση (Geisseler 2021).

1.7.5. Ψευδάργυρος

Ο ψευδάργυρος διαδραματίζει ουσιώδη ρόλο στη διαμόρφωση πρωτεϊνών, υδατανθράκων και φυτικών ορμονών, ενώ συμβάλλει στην ενζυμική δραστηριότητα αλλά και τη προστασία της κυτταρικής μεμβράνης. Η έλλειψη ψευδαργύρου εκδηλώνεται με συμπτώματα μικροφυλλίας και περιορισμένης ανάπτυξης βλαστού (SLTEC, n.d.), επηρεάζοντας την καρπόδεση, την ποσότητα και την ποιότητα των αμυγδάλων.

Η κύρια πρακτική εφαρμογής ψευδαργύρου στις αμυγδαλιές είναι ο χειμερινός ψεκασμός με θειικό ψευδάργυρο ($ZnSO_4$), διασφαλίζοντας την ικανοποιητική θρέψη. Ωστόσο, κατά την τροφοδοσία, συνίσταται η αποφυγή καλλιεργητικών παρεμβάσεων δύο εβδομάδες πριν και δύο εβδομάδες μετά τον ψεκασμό (Νάνος 2024).

1.7.6. Ασβέστιο και Μαγνήσιο

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τη λειτουργικότητα των βλαστών και ιδιαίτερα των ριζών, ενισχύει τα κυτταρικά τοιχώματα και ρυθμίζει τη διαπερατότητα των μεμβρανών. Ακόμα, το ασβέστιο συμβάλλει στην αντοχή των δομικών τμημάτων του αμυγδάλου, ενώ συνηθίζεται για την κάλυψη των αναγκών του δέντρου, η χρήση σκευασμάτων όπως το νιτρικό ασβέστιο [$Ca(NO_3)_2$] (Almond Board of Australia, 2025).

Το μαγνήσιο διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης καθώς αποτελεί σημαντικό συστατικό της χλωροφύλλης. Επίσης, διακρίνεται η συμμετοχή του στη σύνθεση πρωτεϊνών και η δημιουργία αμύλων και σακχάρων (SLTEC, n.d.).

Επιπρόσθετα, η επάρκεια των δύο θρεπτικών στοιχείων προάγει την υγιή δομή του εδάφους. Ειδικότερα, είναι καθοριστικά για την κατιονική εναλλακτική ικανότητα (C.E.C: Cation Exchange Capacity), η οποία επηρεάζει την κατακράτηση και τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών του εδάφους, ιδιαίτερα σε αμμώδη εδάφη με περιορισμένη ικανότητα. Στο πλαίσιο αυτό, η παρουσία επαρκών ποσοτήτων ασβεστίου και μαγνησίου συμβάλει στο μηχανισμό τροφοδοσίας του δέντρου και συνεπώς στη συνολική υγεία και παραγωγικότητά του (Almond Board of Australia, 2025).

1.8. Τεχνικές εφαρμογής λιπασμάτων και αποτελεσματικότητά τους

Η ολοκληρωμένη διαχείριση της θρέψης του φυτού προϋποθέτει πρακτικές που εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων θρεπτικών πόρων. Συγκεκριμένα, η ορθολογική λίπανση βασίζεται στην ακριβή εκτίμηση των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία, στο σωστό χρονισμό, ώστε η διαθεσιμότητα των στοιχείων να συμπίπτει με τις απαιτήσεις τους, καθώς επίσης και στην κατάλληλη επιλογή τύπου λιπάσματος και σημείου εφαρμογής του (Θερίος 2021). Η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης, εξαρτάται επίσης από τις εδαφικές ιδιότητες του οπωρώνα και τη διαθεσιμότητα και ποιότητα του αρδευτικού νερού (Νάνος 2023).

Βάσει αυτού του μοντέλου διαχείρισης, επιτυγχάνεται υψηλότερη αποτελεσματικότητα λίπανσης, η οποία εκφράζεται ως παραγομένη ποσότητα προϊόντων ανά μονάδα λιπάσματος (Θερίος 2021), ενώ παράλληλα εξασφαλίζεται η διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους (Νάνος 2023). Στο πλαίσιο αυτό, έχουν καθιερωθεί τρεις κύριες τεχνικές εφαρμογής λιπασμάτων: η εδαφική λίπανση, η υδρολίπανση και η διαφυλλική λίπανση.

1.8.1. Εδαφική Λίπανση

Η χορήγηση λιπασμάτων μέσω του εδάφους αποτελεί την πιο διαδεδομένη και ευρύτερα εφαρμοζόμενη μέθοδο θρέψης των καλλιεργειών. Τα θρεπτικά διαλύονται στο εδαφικό διάλυμα και διατίθενται προς απορρόφηση από το ριζικό σύστημα του φυτού, ενώ στη συνέχεια μετακινούνται μέσω του ρεύματος διαπνοής στο ξύλωμα, καταλήγοντας στα υπέργεια όργανα του φυτού. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης χορήγησης, είναι αλληλεξαρτώμενη με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Ειδικότερα, καίριο ρόλο διαδραματίζουν: η περιεκτικότητα σε άργιλο, χούμο και οργανική ουσία στο έδαφος, το εδαφικό pH, οι εδαφικοί μικροοργανισμοί (Νάνος 2023), σε συνδυασμό με κλιματικούς παράγοντες όπως η υγρασία και η θερμοκρασία.

Μέσω της ορθολογικής εφαρμογής ενός δυναμικού συστήματος ανόργανων και οργανικών λιπασμάτων, λαμβάνοντας υπόψη τη μικροβιακή ποικιλότητα και την εδαφική δομή, μπορεί να επιτευχθεί η κάλυψη των βασικών αναγκών του φυτού σε μακροθρεπτικά στοιχεία και η βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, μακροπρόθεσμα. Έτσι, προκύπτει η βέλτιστη απόδοση της καλλιέργειας με την πλήρη αξιοποίηση των οικολογικών λειτουργιών (Xing et al. 2025).

Ωστόσο η συγκεκριμένη μέθοδος, ανάλογα τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν, ενδέχεται να προκαλέσει μαζικές απώλειες θρεπτικών στοιχείων, εξαιτίας έκπλυσης, ακινητοποίησης ή και απελευθέρωσης στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να εντείνεται ο περιβαλλοντικός τους αντίκτυπος. Επιπλέον, η εδαφική λίπανση λόγω της σχετικά αργής πρόσληψης από τις ρίζες, δεν ενδείκνυται για την άμεση αντιμετώπιση τροφοπενιών.

1.8.2. Υδρολίπανση

Σε αντιπαράθεση με την εδαφική λίπανση, η υδρολίπανση βασίζεται στη χορήγηση λιπάσματος μέσω του νερού άρδευσης και τη διοχέτευσή του απευθείας στο ριζικό σύστημα, μέσω του αρδευτικού συστήματος, κύρια με στάγδην άρδευση. Στο πλαίσιο αυτό, έχοντας επίγνωση τις απαιτήσεις του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία και νερό, παρέχεται στην καλλιέργεια ένα αποτελεσματικό σύστημα εισροών με χρονική και χωρική ακρίβεια. Με άλλα λόγια, μέσω της εξοικονόμησης εισροών,

πραγματοποιείται στοχευμένη εφαρμογή στη ζώνη των ριζών και χορήγηση των θρεπτικών συστατικών με ήπιο, αλλά συχνό ρυθμό (Incrocci et al. 2017). Έτσι, αποτρέπεται το ενδεχόμενο σημαντικής απώλειας των θρεπτικών στοιχείων, όπως μέσω έκπλυσης, και ενισχύεται η πρόσληψή τους από το φυτό, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της λίπανσης. Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης των Jain et al. (2023), μέσω της υδρολίπανσης σε δενδρώδεις καλλιέργειες, ενισχύθηκε η ανάπτυξη και η παραγωγικότητα των φυτών, ενώ παράλληλα εξοικονομήθηκε αρδευτικό νερό σε ποσοστό 30%.

Ωστόσο, κρίνεται αναγκαίο να λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα του αρδευτικού νερού, κυρίως ως προς την αλατότητα, το pH και την περιεκτικότητα σε άλατα ή διαλυμένα ιόντα, καθώς ενδέχεται να αλληλοεπιδράσουν ανταγωνιστικά με τα εφαρμοζόμενα θρεπτικά. Ακόμα, συνεπάγεται υψηλότερο κόστος εγκατάστασης για τη συγκεκριμένη μέθοδο λίπανσης, διατρέχοντας τον κίνδυνο απόφραξης των εκτοξευτήρων ή σταλακτών, εξαιτίας καθίζησης αλάτων, γεγονός που δυσχεραίνει την ομοιόμορφη κατανομή του λιπάσματος (Incrocci et al. 2017).

1.8.3. Διαφυλλική λίπανση

Η διαφυλλική λίπανση αφορά την εφαρμογή σκευασμάτων θρέψης μέσω ψεκασμού του φυλλώματος, ώστε αυτά να παρέχονται απευθείας από τους φυτικούς ιστούς κατά τα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης. Ειδικότερα, ο μηχανισμός της συγκεκριμένης μεθόδου περιλαμβάνει την είσοδο από τα επιμέρους τμήματα του φυτού τόσο με ενεργητική όσο και παθητική απορρόφηση. Αρχικά, κατά το πρώτο στάδιο τα στοιχεία εισέρχονται μέσω των στομάτων, των τριχιδίων και διαπερνούν την εφυμενίδα. Εν συνεχεία, κινούνται παθητικά κατά μήκος του αποπλάστη της επιδερμίδας και του μεσόφυλλου είτε απορροφώνται ενεργητικά μέσω του πλασμαλήμματος, με σύστημα παρόμοιο με αυτό που λειτουργεί στις ρίζες. Έπειτα, μεταφέρονται κατά μήκος του συμπλάστη, μέχρι να φθάσουν στην ηθμώδη μοίρα, διασφαλίζοντας τη διανομή τους στο φυτό (Θερίος 2021).

Σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μεθόδου, καθορίζεται από φυσιολογικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η γωνία επαφής των σταγονιδίων με το έλασμα, καθώς επίσης και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της φυλλικής επιφάνειας, επηρεάζουν τη διαβρεξιμότητα και συνεπώς την πρόληψη από το φυτό.

Επίσης, η χημική μορφή του σκευάσματος και η δομή των εφαρμοζόμενων ενώσεων, το pH του διαλύματος (με τη μέγιστη διαπερατότητα σε pH 5-7), έχουν αντίκτυπο στην απορρόφηση (Θεριός 2021). Ακόμα, περιβαλλοντικοί παράγοντες κατά τη στιγμή του ψεκασμού, όπως η θερμοκρασία, η ένταση του ανέμου και του φωτισμού και η υγρασία, επηρεάζουν σημαντικά την αποδοτικότητα της μεθόδου εφαρμογής.

Η απόφαση για εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου προκύπτει εξαιτίας της δυνατότητας για άμεση και στοχευμένη τροφοδότηση θρεπτικών ουσιών, οι οποίες εξαιτίας δυσχερών εδαφοκλιματικών παραγόντων δεν είναι διαθέσιμες από το φυτό ή το τελευταίο αδυνατεί να τις απορροφήσει από το έδαφος. Ακόμα, σε ιδιαίτερα συχνή βάση παρατηρείται ο συνδυασμός ενός ψεκασμού με φυτοπροστατευτικό χαρακτήρα και τουλάχιστον ενός διαφυλλικού σκευάσματος θρέψης.

Ωστόσο, κρίνεται επιτακτική ανάγκη να ληφθεί υπόψη το μέγεθος του οικονομικού κινδύνου είτε σε περίπτωση αποτυχίας της απόπειρας για στοχευμένη θρέψη είτε αντίστοιχα σε επιτυχίας της διαφυλλικής εφαρμογής. Μολονότι η περίπτωση που απαιτεί διόρθωση ορισμένης τροφοπενίας είναι σαφής, η εκτίμηση της μέγιστης αποδοτικότητας της διαφυλλικής εφαρμογής καθίσταται αβέβαιη (Fernandez et al. 2013).

1.9. Ποιότητα ξηρών καρπών – Κριτήρια και επιδράσεις

Η ποιότητα των οπωροκηπευτικών, συμπεριλαμβανομένων των ξηρών καρπών, χαρακτηρίζεται ως το σύνολο των γνωρισμάτων ενός προϊόντος, που επιτρέπουν το διαχωρισμό του μεταξύ άλλων και σχετίζονται άμεσα με την αντίληψη και την κρίση του καταναλωτή κατά την επιλογή του (Βασιλακάκης 2023). Η ποιότητα έχει πολυδιάστατο χαρακτήρα και προσδιορίζεται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών.

1.9.1. Κριτήρια ποιότητας

Η γενική εμφάνιση και τα εξωτερικά χαρακτηριστικά, όπως το βάρος, το μέγεθος και η μορφή αντιπροσωπεύουν την εκάστοτε ποικιλία, ενώ φυσικά και ανατομικά χαρακτηριστικά, όπως η τραγανότητα και η σκληρότητα, σχετίζονται με την υφή και την ικανότητα μάσησης του καρπού. Ακόμα, ως κριτήριο για την ποιότητα, αποτελούν η γεύση (γλυκύτητα, στυφότητα) και το άρωμα. Η θρεπτική αξία

καθορίζεται από την περιεκτικότητα σε φυτοφαρμακευτικές ουσίες, φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και λιπαρά οξέα. Τέλος, ουσιαστικό ρόλο κατέχει η ασφάλεια προς τον καταναλωτή, που συνδέεται με την υπολειμματικότητα φυτοφαρμάκων ή την παρουσία μυκοτοξινών (Βασιλακάκης 2023), όπως οι αφλατοξίνες,

1.9.2. Επίδραση καλλιεργητικών φροντίδων και περιβαλλοντικών παραγόντων στην ποιότητα

Η ποιότητα των ξηρών καρπών διαμορφώνεται από ένα σύστημα αλληλεπιδρώντων παραγόντων, όπως τα γενετικά χαρακτηριστικά (ποικιλία και υποκείμενο), οι εδαφοκλιματικές συνθήκες, οι καλλιεργητικές παρεμβάσεις, το στάδιο ωρίμανσης κατά τη συγκομιδή, καθώς και οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί. Ειδικότερα, η γονιμότητα και η σύσταση του εδάφους καθορίζουν τη θρέψη του δέντρου και συνεπώς την ανάπτυξη και παραγωγή του καρπού. Στο πλαίσιο αυτό, η λίπανση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη θρέψη του φυτού, και επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα των καρπών, όπως αντίστοιχα και η περίσσεια μαγνησίου και καλίου, που ανταγωνίζεται τη διαθεσιμότητα του ασβεστίου. Επιπλέον, η συγκεκριμένη ανισορροπία μεταξύ των τριών θρεπτικών στοιχείων, ευθύνεται για την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών στους καρπούς, ενώ επηρεάζει αρνητικά και τη συντηρησιμότητά τους.

Εξίσου ουσιαστικό ρόλο διαδραματίζουν οι καλλιεργητικές φροντίδες βάση ενός αποτελεσματικού και στοχευμένου προγράμματος επεμβάσεων. Η ορθολογική άρδευση, το ισορροπημένο κλάδεμα και η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία συνιστούν καίριους παράγοντες για τη διασφάλιση υψηλής ποιότητας καρπών (Βασιλακάκης 2023).

1.9.3. Διατροφικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμυγδάλου

Το αμύγδαλο αποτελεί ένα ξηρό καρπό μεγάλης εμπορικής σημασίας, δεδομένης της υψηλής διατροφικής και θρεπτικής αξίας (Πίν. 1.9.). Αρχικά, στον καρπό διακρίνεται υψηλό ποσοστό λιπαρών οξέων και κύρια σε μονοακόρεστη μορφή. Τέτοιου τύπου περιεκτικότητες συμβάλλουν στην πρόληψη καρδιοπαθειών, διαβήτη

και υπέρτασης, ενώ τα πολυακόρεστα λιπαρά, αν και λιγότερο επιδραστικά, βοηθούν στη μείωση των καρδιαγγειακών νοσημάτων (Βασιλακάκης 2023).

Αναφορικά με τη βιοδιαθεσιμότητα των λιπαρών οξέων, καθοριστικοί παράγοντες αποτελούν η μέθοδος επεξεργασίας που υποβλήθηκαν οι καρποί, πρωτού καταναλωθούν και η αποτελεσματικότητα της μάσησης κατά την κατανάλωσή τους. Συγκεκριμένα, η μάσηση καταστρέφει μηχανικά τα κυτταρικά τοιχώματα των καρπών, γεγονός που οδηγεί σε υψηλότερο ποσοστό απελευθέρωσης λιπιδίων, που καθίστανται διαθέσιμα (Mori et al. 2011). Σε επίπεδο φυτοφαρμακευτικών ουσιών, τα αμύγδαλα αποτελούν πλούσια πηγή σε βιταμίνη E (Βασιλακάκης 2023). Στα πλαίσια της αντιοξειδωτικής δράσης των αμυγδάλων, ενισχύεται η προστασία των κυττάρων από οξειδωτικές βλάβες που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες και συνδέονται με ασθένειες και τη γήρανση (Mushtaq et al. 2015). Ακόμα, η θρεπτική σύσταση των αμυγδάλων παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα μαγνησίου, το οποίο βοηθά στη σταθεροποίηση των σακχάρων στο αίμα, ενώ συμβάλλει στην εύρυθμη λειτουργία της ινσουλίνης (Javaid et al. 2019).

Συμπερασματικά, ο συνδυασμός των υψηλών ποσοστών σε φυτικές ίνες, ακόρεστα λιπαρά, πρωτεΐνες και αντιοξειδωτικά, προσδίδει πληθώρα λειτουργικών ιδιοτήτων στο αμύγδαλο. Σύμφωνα με δεδομένα που αναφέρονται στον Mushtaq et al. (2015), το αμύγδαλο έχει δράση αντιγηραντική, αντικαταθλιπτική και ενισχυτική της μνήμης. Επιπλέον, η κατανάλωση του καρπού συμβάλλει στη μείωση βάρους, καθώς ενισχύεται το αίσθημα κορεσμού και αυξάνεται ελαφρώς ο μεταβολισμός (Javaid et al. 2019).

Πίνακας 1.9. Θρεπτική σύσταση αμυγδάλων ανά 100 g, τα οποία έχουν υποστεί ψήσιμο, χωρίς προσθήκη αλατιού. Τα θρεπτικά συστατικά που χαρακτηρίζουν το θρεπτικό χαρακτήρα του αμυγδάλου είναι οι πλούσιες περιεκτικότητες σε βιταμίνη E, ακόρεστα λιπαρά, φυτικές ίνες και πρωτεΐνες. Τα στοιχεία προέρχονται από τη βάση δεδομένων του United States Department of Agriculture (USDA), Nutrient Database for Standard Reference, Release 20 (2007), όπως αναφέρονται στο Mori A. et al. 2011.

Θρεπτικό Συστατικό	Ποσότητα (ανά 100 g)
Ενέργεια	598 kcal
Υδατάνθρακες	19,3 g
Πρωτεΐνη	22,1 g

Συνολικά λιπαρά	52,2 g
Κορεσμένα λιπαρά	4,0 g
Μονοακόρεστα λιπαρά	33,6 g
Πολυακόρεστα λιπαρά	12,7 g
Διαιτητικές ίνες	11,8 g
Ασβέστιο	266,0 mg
Σίδηρος	4,5 mg
Φώσφορος	489,0 mg
Κάλιο	746,0 mg
Μαγνήσιο	287,0 mg
Βιταμίνη E	26,1 mg

1.10. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης επαναλαμβανόμενων διαφυλλικών ψεκασμών θρέψης σε δύο ποικιλίες αμυγδαλιάς, αποσκοπώντας στην προώθηση της ανάπτυξης των αμυγδάλων. Η μελέτη επικεντρώθηκε στην αύξηση του μεγέθους των καρπών, καθώς και στη βελτίωση άλλων παραμέτρων της ποιότητας του αμυγδάλου. Επιπλέον, καταγράφηκε η πορεία ανάπτυξης του καρπού σε όλη την πειραματική διάρκεια, ώστε να αξιολογηθεί η εξέλιξη και η δυναμική του ανά το χρόνο.

Λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας δεδομένων για την αποτελεσματικότητα των διαφυλλικών ψεκασμών θρέψης, η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε επίσης στο στοχευμένο χρονισμό των εφαρμογών, σε σχέση με το φαινολογικό στάδιο των δέντρων και τις θρεπτικές τους ανάγκες, προκειμένου να καθοριστούν πρακτικές που μεγιστοποιούν την εμπορική αξία του καρπού.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Πειραματικά τεμάχια και Επιλογή Πειραματικού Σχεδίου

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από τον Μάρτιο έως τον Σεπτέμβριο του 2024 σε δύο αγροτεμάχια, έκτασης 5 και 6 στρεμμάτων, που βρίσκονται στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου στον νομό Μαγνησίας. Τα δύο αγροτεμάχια απείχαν μεταξύ τους απόσταση 0,65 χιλιόμετρα και παρουσίαζαν παρόμοιες εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Αρχικά ο πειραματικός αγρός στον οποίο διεξήχθη το πείραμα για την ποικιλία Texas, βρισκόταν σε συντεταγμένες 39°14'29.74'' Βόρειου Πλάτους και 22°46'53.20'' Ανατολικού Πλάτους (WGS84) και αποτελούνταν από δέντρα ηλικίας 9 ετών, εμβολιασμένα σε υποκείμενο GF-677, με αποστάσεις φύτευσης 6m επί της γραμμής και 6m μεταξύ των γραμμών. Ακόμα, τα δέντρα ήταν διαμορφωμένα σε ελεύθερο κυπελλοειδές σχήμα. Το έδαφος της περιοχής όπου πραγματοποιήθηκε η πειραματική διαδικασία ήταν αργιλοαμμοπηλώδες, με pH, που κυμάνθηκε από 7,5 έως 8.

Η αρχική εγκατάσταση του πειράματος προγραμματίστηκε αποκλειστικά για το πρώτο αγροτεμάχιο, όμως εξαιτίας έντονης προσβολής στα δέντρα της ποικιλίας Ferragnes, από τον μύκητα *Fusicoccum amygdali*, κρίθηκε αναγκαία η μεταφορά σε γειτονικό αγροτεμάχιο, με υγιή δέντρα της συγκεκριμένης ποικιλίας, διασφαλίζοντας και την επαρκή ποσότητα καρπών.

Επομένως, ο πειραματικός αγρός στον οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα για την ποικιλία Ferragnes, βρισκόταν σε συντεταγμένες 39° 14'57.26'' Βόρειου Πλάτους και 22° 46'28.78'' Ανατολικού Πλάτους (WGS84). Επίσης, ο οπωρώνας περιλάμβανε δέντρα των ποικιλιών Ferragnes και Texas, ηλικίας 7 ετών εμβολιασμένα σε υποκείμενο GF-677, με αποστάσεις φύτευσης 6m επί της γραμμής και 6m μεταξύ των γραμμών. Αντιστοίχως, οι αμυγδαλιές ήταν διαμορφωμένες σε ελεύθερο κυπελλοειδές σχήμα. Επίσης, το έδαφος του συγκεκριμένου αγροτεμαχίου ήταν ελαφρώς αλκαλικό και αργιλοαμμοπηλώδες.

Κατά την επιλογή των πειραματικών δέντρων, σε κάθε αγροτεμάχιο, εξαιρέθηκαν οι περιμετρικές σειρές του αμυγδαλεώνα, έτσι ώστε να αποφευχθούν

εξωτερικές επιδράσεις από την περιφέρεια του αγρού και ανεπιθύμητη παραλλακτικότητα. Από κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν πέντε επαναλήψεις, βάσει της εντελώς τυχαιοποιημένης διάταξης (CRD). Τα δέντρα στα δύο αγροτεμάχια παρουσίασαν μορφολογική ομοιογένεια, γεγονός που επέτρεψε την εφαρμογή της συγκεκριμένης πειραματικής διάταξης. Ενδεικτικά, η διάταξη των δέντρων στο πειραματικό αγροτεμάχιο της ποικιλίας Ferragnes αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.1.1..



Εικόνα 2.1.1. Χωροθέτηση των πειραματικών δέντρων στο αγροτεμάχιο με συντεταγμένες $39^{\circ} 14' 57.26'' \text{B}$, $22^{\circ} 46' 28.78'' \text{A}$ (WGS84). Η δορυφορική απεικόνιση προέρχεται από Google Earth και φέρει επικάλυψη του πειραματικού σχεδίου φύτευσης για το πειραματικό αγροτεμάχιο της ποικιλίας Ferragnes. Τα γράμματα M,

Κ και Β εντός των ελλειψοειδών σχημάτων, αντιπροσωπεύουν το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον θρέψη με κάλιο και τη διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών, αντίστοιχα. Το βέλος με την ένδειξη «Β», υποδηλώνει τη διεύθυνση του Βορρά.

2.2. Μεταχειρίσεις

Το πείραμα περιλάμβανε 3 συνολικά μεταχειρίσεις, οι οποίες ήταν οι εξής: α) ο μάρτυρας, β) η μεταχείριση θρέψης με κάλιο και γ) η μεταχείριση διαφυλλικών ψεκασμών με βιοδιεγέρτες.

Ειδικότερα, σχετικά με τη μεταχείριση θρέψης με κάλιο παρασκευάστηκε για κάθε εφαρμογή διάλυμα 50 λίτρων ψεκαστικού υγρού, με την προσθήκη ενός κιλού κρυσταλλικό θειικό κάλιο K_2SO_4 , περιεκτικότητας 50% w/w οξειδίου του καλίου (K_2O) και 17% w/w θείου (S) και ενός κιλού πλήρους υδατοδιαλυτού λιπάσματος Murtonic Gold. Το τελευταίο ήταν της μορφής 20-20-20 + TE και περιείχε 20% w/w άζωτο (N), 20% w/w οξείδιο του καλίου (K_2O), 20% w/w πεντοξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5) και ιχνοστοιχεία βορίου (B), χαλκού (Cu), σιδήρου (Fe), ψευδαργύρου (Zn) και μαγγανίου (Mn).

Αναφορικά με τη μεταχείριση βιοδιεγερτών, δημιουργήθηκε για κάθε ψεκασμό διάλυμα 50 λίτρων ψεκαστικού υγρού, με την προσθήκη 100 mL σκευάσματος Ocean HF, 100 mL σκευάσματος Nutristimulator Plus και ενός κιλού Murtonic Gold (20-20-20 + TE). Συγκεκριμένα, το πρώτο σκεύασμα ήταν ένα αζωτούχο οργανικό - μεταλλικό λίπασμα, προερχόμενο από την ανάμειξη φουλβικών οξέων με εκχύλισμα φυκιών. Επιπροσθέτως, η περιεκτικότητά του ήταν 10% w/w άζωτο (9% w/w ουρικό άζωτο και 1% w/w οργανικό άζωτο) και 4% w/w οργανικός άνθρακας βιολογικής προέλευσης.

Όσον αφορά το σκεύασμα Nutristimulator Plus, ήταν ένα υγρό οργανικό λίπασμα αμινοξέων και οργανικών ουσιών φυτικής προέλευσης. Ειδικότερα, η σύνθεση του ήταν 5% w/w οργανικό άζωτο (N), 16% w/w οργανικός άνθρακας (C), 20% w/w συνολικά αμινοξέα, 12% w/w ελεύθερα αμινοξέα και 4% w/w γλυκίνη μπεταΐνες.

Τα υπόλοιπα δέντρα του κάθε οπωρώνα δεν ψεκάστηκαν με κανένα από τα παραπάνω σκευάσματα, όμως έλαβαν τις εφαρμογές του παραγωγού που

περιγράφονται στην ενότητα 2.4 Βασικές καλλιεργητικές φροντίδες. Επομένως, κατά την επιλογή των πειραματικών δέντρων, πέντε εξ αυτών θεωρήθηκαν οι μάρτυρες του πειράματος.

2.3. Σχεδιασμός και εκτέλεση πειραματικών εφαρμογών

Ο σχεδιασμός του πειράματος, αφορούσε τέσσερις διαφυλλικούς ψεκασμούς από τις αρχές Απριλίου έως και τα μέσα Ιουνίου. Η χρονική κατανομή των εφαρμογών αποσκοπούσε στη στήριξη της φυτικής ανάπτυξης και τη βελτίωση της ποιότητας των καρπών στα κρίσιμα στάδια ανάπτυξής τους έως και πριν την ξυλοποίησή τους. Ειδικότερα, οι διαφυλλικοί ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με χρονολογική σειρά στις: 5 Απριλίου 2024, στις 26 Απριλίου 2024, στις 20 Μαΐου 2024 και στις 12 Ιουνίου 2024.

Αναφορικά με τη χρονική επιλογή των εφαρμογών, οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 8:00 και 10:00 π.μ. Στο χρονικό αυτό πλαίσιο, υπήρξε αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών και διασφάλιση συνθηκών σχετικής άπνοιας. Ακόμα, στο χρονικό διάστημα των ψεκασμών τα στόματα των φύλλων ήταν ανοιχτά, βελτιώνοντας την απορρόφηση των εφαρμοζόμενων ουσιών.

Οι τελευταίες, πραγματοποιήθηκαν με χειροκίνητη διανομή του ψεκαστικού υγρού μέσω μάνικας συνδεδεμένης στην τουρμπίνα ψεκασμού. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής ο γεωργικός ελκυστήρας ήταν σε κατάσταση ρελαντί, με μόνο τον δυναμοδότη σε λειτουργία, διασφαλίζοντας σταθερή πίεση. Κατά συνέπεια, προέκυψε ομοιόμορφη και ισομερής κάλυψη της κόμης των πειραματικών δέντρων, μειώνοντας τις απώλειες και το ενδεχόμενο ψεκασμού δέντρων εκτός μεταχείρισης.

2.4. Βασικές καλλιεργητικές φροντίδες

Για την καλλιεργητική περίοδο 2023-2024, ακολουθούν οι καλλιεργητικές φροντίδες που πραγματοποιήθηκαν και στους δύο πειραματικούς αγρούς.

2.4.1. Λίπανση

Στις 25 Οκτωβρίου 2023, πραγματοποιήθηκε μετασυλλεκτική εφαρμογή κοκκώδους λιπάσματος ουρίας [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] (46-0-0). Η δόση εφαρμογής ήταν 4 kg ανά

στρέμμα, που αντιστοιχεί περίπου σε 35g στο κάθε δέντρο. Η συγκεκριμένη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε μέσω μηχανικής ράμπας ψεκασμού.

Στις 2 Φεβρουαρίου 2024, εφαρμόστηκε βασική λίπανση με κοκκώδες σύνθετο λίπασμα με βάση το θειικό κάλιο (SOP). Το συγκεκριμένο σκεύασμα περιείχε 21% w/w άζωτο (N), 5%w/w πεντοξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5), 10%w/w οξείδιο του καλίου (K_2O), 3%w/w οξείδιο του μαγνησίου (MgO) και ιχνοστοιχεία (TE) (21-5-10 (+3+TE)). Η ποσότητα που εφαρμόστηκε ήταν 25kg ανά στρέμμα το οποίο αντιστοιχεί περίπου σε 1,04 kg λιπάσματος ανά δέντρο. Επιπροσθέτως, η συγκεκριμένη επέμβαση πραγματοποιήθηκε μέσω λιπασματοδιανομέα.

Ακόμα, στις 5 και 15 Απριλίου 2024, πραγματοποιήθηκε διαφυλλική λίπανση συνδυαστικά με τους ψεκασμούς καταπολέμησης του ευρύτομου. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε κρυσταλλικό λίπασμα 30-12-8, το οποίο περιείχε 30%w/w άζωτο (N), 12%w/w πεντοξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5) και 8%w/w οξείδιο του καλίου (K_2O). Η εφαρμοσμένη δόση της διαφυλλικής εφαρμογής ήταν 0,2kg ανά στρέμμα και πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια τουρμπίνας ψεκασμού.

2.4.2. Φυτοπροστασία

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2023-2024, οι φυτοπροστατευτικοί ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν μέσω τουρμπίνας ψεκασμού. Ειδικότερα, το Φθινόπωρο του 2023, πραγματοποιήθηκαν προληπτικοί ψεκασμοί καλύψεως φυλλώματος για την καταπολέμηση του Εξώασκου (*Taphrina deformans*) και το Κορύνεου (*Wilsonomyces carpophilus*). Οι εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν μετά την πτώση του 75% των φύλλων (15 και 30 Οκτωβρίου) και τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν της μορφής τριβασικού θειικού χαλκού (40% w/w Cu) και βορδιγάλειου πολτού (20% w/w Cu), κατά του Εξώασκου και του Κορύνεου, αντίστοιχα.

Έπειτα, κατά την άνοιξη του 2024 πραγματοποιήθηκαν επαναλαμβανόμενες προληπτικές φυτοπροστατευτικές εφαρμογές χαλκούχων σκευασμάτων. Συγκεκριμένα, στις 5 και 20 Φεβρουαρίου 2024, καθώς και στις 5 και 20 Μαρτίου 2024 εφαρμόστηκε χαλκούχο μυκητοκτόνο περιεκτικότητας 35% w/w οξυχλωριούχου χαλκού. Οι εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν για την προστασία έναντι των κυριότερων μυκητολογικών και βακτηριακών ασθενειών, όπως η μονίλια (*Monilinia laxa*), το

βακτηριακό έλκος (*Pseudomonas syringae*) και η κλαδοσπορίωση (*Cladosporium carpophilum*).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι εφαρμογές συνέπεσαν χρονικά με τρία κρίσιμα φαινολογικά στάδια των δύο ποικιλιών (Πίν. 2.6.1., Πίν.2.6.2.), τα οποία αναφέρονται ως εξής: α) έναρξη της ανθοφορίας (λευκή η ρόδινη κορυφή), β) πλήρης άνθιση (50% - 70% των ανθέων), γ) πτώση των πετάλων.

Ακολούθως στις 5 και 15 Απριλίου 2024, πραγματοποιήθηκαν δύο ψεκασμοί με σκεύασμα με πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο, περιεκτικότητας 2,5% w/v deltamethrin. Οι συγκεκριμένες επεμβάσεις αφορούσαν την καταπολέμηση του Ευρύτομου (*Eurytoma amygdali*).

2.4.3. Διαχείριση Ζιζανίων

Κατά το προανθικό στάδιο την περίοδο του Φεβρουαρίου 2024, πραγματοποιήθηκε διαχείριση των ζιζανίων τόσο στη γραμμή φύτευσης, όσο και στους διαδρόμους. Ειδικότερα, εφαρμόστηκε χορτοκοπή με παρελκόμενο καταστροφέα με σφυριά μεταξύ των διαδρόμων και επί της γραμμής με δίχρονο χορτοκοπτικό. Έπειτα, εφαρμόστηκε χημική καταπολέμηση με διασυστηματικό, μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών ζιζανίων με δραστική ουσία glyphosate 36% w/v, χρησιμοποιώντας μηχανή πλάτης. Τον Απρίλιο 2024, πραγματοποιήθηκε εκ νέου χορτοκοπή εντός της γραμμής και κατεργασία στους διαδρόμους με καταστροφέα. Έπειτα, ακολούθησε ψεκασμός με το ίδιο ζιζανιοκτόνο επί της γραμμής στα τέλη Μαΐου 2024. Τέλος, στα τέλη Ιουλίου 2024 ακολουθήθηκε η ίδια τακτική καταπολέμησης με τον Φεβρουάριο, χρησιμοποιώντας χορτοκοπή στη γραμμή φύτευσης και μηχανική κατεργασία μεταξύ των διαδρόμων.

2.4.4. Άρδευση

Σχετικά με την εισροή του νερού στα δύο πειραματικά αγροτεμάχια, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της στάγδην άρδευσης. Ειδικότερα, τα δύο αγροτεμάχια ποτίστηκαν με την ίδια ηλεκτροδοτούμενη πομόνα και παρακάτω αναγράφονται (Πίν.2.4.1, Πίν.2.4.2) η ημερομηνία και η διάρκεια κάθε ποτίσματος, καθώς επίσης

υπολογίστηκε και το ύψος νερού (σε mm) που εφαρμόστηκε στο εκάστοτε αγροτεμάχιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι, κατά το χρονικό διάστημα από τέλη Ιουνίου έως μέσα Ιουλίου 2024 παρουσιάστηκε βλάβη στην πομόνα, γεγονός που καθυστέρησε την άρδευση των δύο χωραφιών – αλλά και των υπόλοιπων γειτονικών αγρών - σε μία κρίσιμη για την καλλιέργεια φάση.

Αρχικά, από την ένδειξη του υδρομέτρου της πομόνας υπολογίστηκε ότι η παροχή ήταν $22 \text{ m}^3/\text{h}$. Επομένως, για κάθε πότισμα ο συνολικός όγκος νερού V καταγράφηκε ως:

$$V = Q \times t \text{ (m}^3\text{)}$$

όπου Q η μετρούμενη παροχή και t είναι οι ώρες λειτουργίας της πομόνας.

Το αντίστοιχο ύψος νερού επί της επιφάνειας υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$h \text{ (mm)} = \frac{V \text{ (m}^3\text{)}}{A \text{ (m}^2\text{)}} \times 1000$$

όπου h είναι το συνολικό ύψος νερού, με V συμβολίζεται ο όγκος νερού και με A , η επιφάνεια του κάθε αγρού.

Τέλος, οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με την παραδοχή ότι η παροχή της πομόνας ήταν σταθερή (σε $22 \text{ m}^3/\text{h}$) , σε όλη τη διάρκεια λειτουργίας της, καθώς επίσης και το γεγονός ότι το νερό κατανεμήθηκε ομοιόμορφα στους σταλάκτες, δίχως απώλειες.

Συνολικά στο διάστημα Απριλίου – Αυγούστου 2024, ο πειραματικός αγρός για την ποικιλία Texas έλαβε 154 mm νερού άρδευσης, ενώ για την ποικιλία Ferragnes εφαρμόστηκαν 142 mm.

Πίνακας 2.4.1. Ημερομηνίες άρδευσης, διάρκεια άρδευσης (σε h) και εφαρμοζόμενο ύψος νερού (σε mm), στο πειραματικό αγροτεμάχιο της ποικιλίας Texas, έκτασης 5 στρεμμάτων. Τα mm νερού αντιστοιχούν στο συνολικό ύψος νερού που εφαρμόστηκε σε όλη την επιφάνεια του αγρού και οι τιμές υπολογίστηκαν με την παραδοχή σταθερής παροχής (σε $22 \text{ m}^3/\text{h}$) και ομοιόμορφης διανομής, δίχως απώλειες.

Πειραματικός αγρός	Ημερομηνία Άρδευσης	Διάρκεια άρδευσης (h)	Ύψος νερού (mm)
Texas	18/4/2024	8,5	37,4 mm
	1/6/2024	9,0	39,6 mm
	28/6/2024	8,5	37,4 mm
	1/8/2024	9,0	39,6 mm
Σύνολο (mm)			154,0 mm

Πίνακας 2.4.2. Ημερομηνίες ποτίσματος, διάρκεια άρδευσης (σε h) και εφαρμοζόμενο ύψος νερού (σε mm), στο πειραματικό αγροτεμάχιο της ποικιλίας Ferragnes, έκτασης 6 στρεμμάτων. Τα mm νερού αντιστοιχούν στο συνολικό ύψος νερού που εφαρμόστηκε σε όλη την επιφάνεια του αγρού και οι τιμές υπολογίστηκαν με την παραδοχή σταθερής παροχής (σε 22 m³/h) και ομοιόμορφης διανομής, δίχως απώλειες.

Πειραματικός αγρός	Ημερομηνία Άρδευσης	Διάρκεια άρδευσης (h)	Ύψος νερού (mm)
Ferragnes	21/4/2024	9.5	34,8 mm
	2/6/2024	10.0	36,7 mm
	29/6/2024	10.0	36,7 mm
	4/8/2024	9.5	34,8 mm
Σύνολο (mm)			142,0 mm

2.4.5. Κλάδεμα

Το χειμερινό κλάδεμα των δέντρων πραγματοποιήθηκε αρχές Νοεμβρίου του 2023, με στόχο τη διαμόρφωσης της κόμης σε ελεύθερο κύπελλο. Ειδικότερα, μέσω του κλαδέματος εξασφαλίστηκε η διατήρηση του σχήματος, η ρύθμιση της ισορροπίας μεταξύ καρποφορίας και βλάστησης και ο αερισμός της κόμης. Ακολούθως, η διαχείριση των υπολειμμάτων του κλαδέματος πραγματοποιήθηκε μέσω παρελκόμενου καταστροφέα με σφυριά.

2.4.6. Ενίσχυση επικοινωνίας με μελισσοκομικές πρακτικές

Λίγο πριν την έναρξη της ανθοφορίας, και συγκεκριμένα στις 10 Φεβρουαρίου 2024 τοποθετήθηκαν συνολικά 15 μελίσσια (*Apis mellifera*) εντός των δύο πειραματικών αγροτεμαχίων. Η παρουσία των μελισσιών διατηρήθηκε μεταξύ των δέντρων, έως τις 14 Μαρτίου 2024, καλύπτοντας έτσι τα βασικά φαινολογικά στάδια άνθισης των δύο ποικιλιών, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.6.1. και Πίνακα 2.6.2.

Πριν την εγκατάστασή τους, προηγήθηκε ζιζανιοκτονία όπως περιγράφεται στο αντίστοιχο υποκεφάλαιο (2.4.3 Διαχείριση Ζιζανίων), με σκοπό την ελαχιστοποίηση ανθισμένων ζιζανίων που θα αποτελούσαν ανταγωνιστική πηγή νέктar, μειώνοντας την επισκεψιμότητα των μελισσών στα άνθη των αμυγδαλιών. Ακόμα, κατά την περίοδο της άνθισης οι ψεκασμοί φυτοπροστασίας εφαρμόστηκαν βραδινές ώρες, όταν οι μέλισσες δεν κυκλοφορούσαν, αποκλείοντας το ενδεχόμενο για άμεση επαφή με δραστικές ουσίες.

Παρότι στα δύο πειραματικά αγροτεμάχια δεν υπήρχαν επικοινωνίστριες ποικιλίες, γεγονός που ενδεχομένως επηρέασε αρνητικά την επικοινωνία και την καρπόδεση - η ενίσχυση του πληθυσμού των μελισσών, συνιστά παρέμβαση για τη βελτιστοποίηση των συνθηκών επικοινωνίας, παρά την απουσία γενετικά συμβατής γύρης.

2.5.Αποτύπωση θρεπτικής συνεισφοράς των εφαρμογών ανά μεταχείριση

Στο πλαίσιο του πειράματος καταγράφηκε η συνολική θρεπτική συνεισφορά των εφαρμογών ανά μεταχείριση. Αρχικά, και οι τρεις μεταχειρίσεις έλαβαν τις εφαρμογές του παραγωγού από το έδαφος (2.4.1 Λίπανση), οι οποίες περιλάμβαναν μετασυλλεκτική εφαρμογή κοκκώδους λιπάσματος ουρίας και βασική λίπανση με κοκκώδες σύνθετο λίπασμα με βάση το θειικό κάλιο. Μέσω των σκευασμάτων αυτών κάθε πειραματικό δέντρο έλαβε συνολικά 234g αζώτου (16g από την εφαρμογή ουρίας), 23g φωσφόρου, 86g καλίου και 19g μαγνησίου.

Ωστόσο, η διαφοροποίηση μεταξύ των μεταχειρίσεων οφείλεται στις διαφορετικού τύπου διαφυλλικές εφαρμογές που δέχθηκαν. Συγκεκριμένα, όλα τα δέντρα του μάρτυρα έλαβαν αποκλειστικά δύο διαφυλλικές εφαρμογές με κρυσταλλικό

θεικό λίπασμα 30-12-8. Η εφαρμογή αυτή πραγματοποιήθηκε σε όλα τα δέντρα των τριών μεταχειρίσεων, έτσι ανά δέντρο έπесαν 120 g αζώτου, 21 g φωσφόρου και 27 g καλίου.

Αναφορικά με τη μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο μέσω τεσσάρων πρόσθετων διαφυλλικών εφαρμογών με θεικό κάλιο και πλήρες υδατοδιαλυτό λίπασμα (20-20-20 + TE), προσδίδοντας συνολικά ανά δέντρο 800 g αζώτου, 349 g φωσφόρου, 2324 g καλίου και 170 g θείου.

Επιπρόσθετα, κατά τη μεταχείριση των διαφυλλικών εφαρμογών με βιοδιεγέρτες, οι τέσσερις πρόσθετοι ψεκασμοί περιλάμβαναν εκχυλίσματα φυκιών, φουλβικά οξέα, αμινοξέα και πλήρες υδατοδιαλυτό λίπασμα (20-20-20 + TE), χορηγώντας κάθε πειραματικό δέντρο με 860 g αζώτου, 349 g φωσφόρου και 664 g καλίου. Παρακάτω παρατίθεται πίνακας (Πίν. 2.5) με τις συνολικές ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που εφαρμόστηκαν διαφυλλικά, ανά μεταχείριση σε κάθε πειραματικό δέντρο.

Ακόμα, αξίζει να σημειωθεί ότι στις δύο μεταχειρίσεις των επιπλέον διαφυλλικών εφαρμογών, πέραν των μακροθρεπτικών στοιχείων, τα πειραματικά δέντρα έλαβαν μικροθρεπτικά στοιχεία (B, Cu, Fe, Zn), μέσω του Murtonic Gold, καθώς και φυτοενεργές οργανικές ενώσεις, μέσω των Nutristimulator Plus και Ocean HF. Παρότι οι ενώσεις αυτές δεν περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίν. 2.5) συνιστούν ουσιώδες τμήμα της συνολικής θρεπτικής συνεισφοράς.

Πίνακας 2.5. Συγκεντρωτικές τιμές των μακροστοιχείων (σε g) που εφαρμόστηκαν μέσω διαφυλλικών ψεκασμών ανά πειραματικό δέντρο για το μάρτυρα, την επιπλέον θρέψη με κάλιο και την εφαρμογή με βιοδιεγέρτες. Στις δύο τελευταίες μεταχειρίσεις με τις πρόσθετες διαφυλλικές εφαρμογές αθροίστηκαν και τα στοιχεία από τις βασικές διαφυλλικές εφαρμογές του παραγωγού.

Μεταχειρίσεις	Αζωτο (N) [g]	Φώσφορος (P) [g]	Κάλιο (K) [g]
Μάρτυρας	120 g	21 g	27 g
Θρέψη με κάλιο	920 g	370 g	2351 g
Βιοδιεγέρτες	980 g	370 g	691 g

2.6. Καταγραφή φαινολογικών σταδίων

Κατά τη διάρκεια του καλλιεργητικού έτους 2023-2024 παρακολουθήθηκε η εξέλιξη των βασικών φαινολογικών σταδίων και καταγράφηκαν οι ενδεικτικές ημερομηνίες για το καθένα. Γενικότερα, τους χειμερινούς μήνες επικράτησαν ήπιες θερμοκρασίες, φαινόμενο που συνεχίστηκε και κατά την άνοιξη. Με αυτόν τον τρόπο, επιταχύνθηκε η εξέλιξη των πρώτων φαινολογικών σταδίων και επήλθε γενικευμένη πρωιμότητα των αμυγδαλέων. Επίσης, οι δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν, παρουσίασαν διακριτές φαινολογικές αποκλίσεις, που παρουσιάζεται σε δύο ξεχωριστούς πίνακες (Πίν. 2.6.1., Πίν. 2.6.2).

Ειδικότερα, στην ποικιλία Texas παρατηρήθηκε η διόγκωση των οφθαλμών 1 Φεβρουαρίου 2024 και η πράσινη κορυφή των οφθαλμών στις 8 Φεβρουαρίου 2024. Ακολούθως, η ρόδινη κορυφή καταγράφηκε στις 15 Φεβρουαρίου 2024 και η πλήρης άνθιση, σημειώθηκε στις 23 Φεβρουαρίου 2024. Έπειτα, η πτώση των πετάλων, ξεκίνησε γύρω στις 6 Μαρτίου 2024, όπως αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.6.1., έως τις 16 Μαρτίου 2024. Σχετικά με την ξυλοποίηση του καρπού, η έναρξή της εντοπίστηκε στις 28 Μαΐου 2024 και η πλήρης ξυλοποίησή του πραγματοποιήθηκε στις 10 Ιουνίου 2024. Τέλος, η ωρίμανση των αμυγδάλων και η ετοιμότητα για εμπορική συγκομιδή ήταν στις 30 Αυγούστου 2024.

Αναφορικά με την ποικιλία Ferragnes, εισήλθε στο στάδιο της διόγκωσης των οφθαλμών στις 4 Φεβρουαρίου 2024. Εν συνεχεία, η πράσινη κορυφή καταγράφηκε στις 10 Φεβρουαρίου 2024 και η ρόδινη κορυφή στις 18 Φεβρουαρίου 2024. Έπειτα, η πλήρης άνθιση καταγράφηκε στις 27 Φεβρουαρίου 2024 και η πτώση των πετάλων πραγματοποιήθηκε μεταξύ 9 και 19 Μαρτίου 2024. Μολονότι στα υπόλοιπα φαινολογικά στάδια υπήρξαν διακριτές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ποικιλιών, η περίοδος ξυλοποίησης ήταν παρόμοια στο πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου 2024. Τέλος, η ωρίμανση των καρπών επήλθε στις 23 Αυγούστου 2024.

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε σε πλήρη φυσιολογική ωρίμανση, σύμφωνα με τα εμπορικά κριτήρια, κατά τις ημερομηνίες 25 Αυγούστου και 31 Αυγούστου 2024 για τις ποικιλίες Ferragnes και Texas αντίστοιχα.



Εικόνα 2.6.1. Πειραματικός αμυγδαλεώνας με συντεταγμένες $39^{\circ}14'29.74''$ Β και $22^{\circ}46'53.20''$ Α (WGS84). Στα αριστερά διακρίνονται οι αμυγδαλιές της ποικιλίας Texas, οι οποίες αποτέλεσαν τα πειραματικά δέντρα, ενώ δεξιά η ποικιλία Ferragnes με εμφανώς μειωμένη ανθοφορία εξαιτίας προσβολής από το μύκητα *Fusicoccum amygdali*. Το στιγμιότυπο λήφθηκε στις 6 Μαρτίου 2024 κατά την έναρξη της πτώσης των πετάλων.

Πίνακας 2.6.1. Κρίσιμα φαινολογικά στάδια της ποικιλίας Texas κατά τη διάρκεια του 2024. Αναγράφονται τα βασικά στάδια ανάπτυξης, από την έναρξη διόγκωσης των οφθαλμών μέχρι την ωρίμανση των καρπών, με τις αντίστοιχες ημερομηνίες παρατήρησης.

Στάδιο	Ημερομηνία Παρατήρησης
Έναρξη Διόγκωσης Οφθαλμών	1 Φεβρουαρίου 2024
Πράσινη κορυφή	8 Φεβρουαρίου 2024
Ρόδινη κορυφή	15 Φεβρουαρίου 2024
Πλήρης άνθιση	23 Φεβρουαρίου 2024
Πτώση πετάλων	6 – 16 Μαρτίου 2024
Έναρξη ξυλοποίησης	28 Μαΐου 2024
Πλήρης ξυλοποίηση	10 Ιουνίου 2024
Ωρίμανση	30 Αυγούστου 2024

Πίνακας 2.6.2. Κρίσιμα φαινολογικά στάδια της ποικιλίας Ferragnes κατά τη διάρκεια του 2024. Αναγράφονται τα βασικά στάδια ανάπτυξης, από την έναρξη διόγκωσης των οφθαλμών μέχρι την ωρίμανση των καρπών, με τις αντίστοιχες ημερομηνίες παρατήρησης.

Στάδιο	Ημερομηνία Παρατήρησης
Έναρξη Διόγκωσης Οφθαλμών	4 Φεβρουαρίου 2024
Πράσινη κορυφή	10 Φεβρουαρίου 2024
Ρόδινη κορυφή	18 Φεβρουαρίου 2024
Πλήρης Άνθιση	27 Φεβρουαρίου 2024
Πτώση πετάλων	9 – 19 Μαρτίου 2024
Έναρξη ξυλοποίησης	28 Μαΐου 2024
Πλήρης ξυλοποίηση	10 Ιουνίου 2024
Ωρίμανση	23 Αυγούστου 2024

2.7. Μετεωρολογικά Δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για την περίοδο Μάρτιος 2024 – Αύγουστος 2024 συλλέχθηκαν από τον πλησιέστερο διαθέσιμο αγρομετεωρολογικό σταθμό πεδίου,

τύπου Meteobot Mini, εγκατεστημένο στην περιοχή των δύο πειραματικών αγρών. Έτσι, τη χρονική αυτή περίοδο καλύπτονται όλα τα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης της αμυγδαλιάς, από την έκπτυξη των οφθαλμών έως και την ωρίμανση των καρπών (Πίν. 2.7.).

Πίνακας 2.7. Μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή των πειραματικών αγρών στην περίοδο Μαρτίου – Αυγούστου 2024. Παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας (Tmax, Tmin, σε °C), η μέση σχετική υγρασία (RH %), οι ώρες ηλιοφάνειας και το ύψος υετού (σε mm).

Μήνας	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Σχ. Υγρασία RH (%)	Ηλιοφάνεια (ώρες)	Υετός (mm)
Μάρτιος	18,2	6,8	74,8	7,1	236
Απρίλιος	23,9	10,2	59,9	8,8	525
Μάιος	23,7	13,6	64,4	7,9	236
Ιούνιος	32,8	19,8	49,2	11,0	0
Ιούλιος	34,7	22,5	44,7	11,7	4
Αύγουστος	33,6	21,5	52,4	10,9	216

2.8. Δειγματοληψίες

2.8.1. Δειγματοληψίες Καρπών

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος υπήρξαν δύο διαφορετικά σεντ μετρήσεων, τα οποία αφορούσαν την παρακολούθηση στην ανάπτυξη των αμυγδάλων των δύο ποικιλιών στο χρόνο και τέλος την αξιολόγηση της ποιότητας στη συγκομιδή. Για τον λόγο αυτό, διενεργήθηκαν τέσσερις δειγματοληψίες καρπών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών και μία κατά τη συγκομιδή. Ειδικότερα, οι ημερομηνίες των διαδοχικών δειγματοληψιών ήταν: 2 Μαΐου 2024, 13 Μαΐου 2024, 7 Ιουνίου 2024 και 12 Ιουλίου 2024.

Σε κάθε δειγματοληψία, συλλέγονταν 12 καρποί από κάθε μεταχείριση, ήτοι δύο από εκάστοτε πειραματικό δέντρο και δύο επιπλέον καρποί από τυχαία επιλεγμένα

πειραματικά δέντρα στις μεταχειρίσεις. Το ύψος που βρίσκονταν οι καρποί που συλλέγονταν ήταν παρόμοιο και κυμαίνονταν από 1,60cm έως 1,80cm. Έπειτα, τοποθετούνταν σε πλαστικές σακούλες, διακριτά για κάθε μεταχείριση και την ίδια μέρα μεταφέρονταν στο εργαστήριο για ανάλυση. Σε περιπτώσεις καθυστέρησης στις ανάλυσης, διατηρούνταν σε ψύξη στις 5 βαθμούς κελσίου (°C).

Αναφορικά με τη συγκομιδή, δεδομένης στις διαφορές στο χρόνο ωρίμανσης των ποικιλιών, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στις 25 Αυγούστου 2024 για την ποικιλία Ferragnes και στις 30 Αυγούστου 2024 για την Texas. Ακόμα, οι καρποί που συλλέχθηκαν ήταν 12 ανά επανάληψη, επομένως 60 καρποί ανά μεταχείριση.

2.8.2. Δειγματοληψίες φύλλων

Στις 4 Αυγούστου 2024, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων, με σκοπό τη διενέργεια φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης. Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν πενήντα πλήρως ανεπτυγμένα, υγιή φύλλα, προερχόμενα από το μέσο τμήμα ετήσιων, ήρεμων βλαστών, ανά μεταχείριση (δέκα φύλλα ανά πειραματικό δέντρο). Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν σε ιδιωτικό εργαστήριο, όπου διενεργήθηκε ανάλυση περιεκτικότητας θρεπτικών στοιχείων, βάσει αναγνωρισμένων μεθόδων φυλλοδιαγνωστικού ελέγχου. Συγκεκριμένα, το άζωτο (N) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Kjeldahl, ο φώσφορος (P) και το βόριο (B) με φασματοσκοπία, το κάλιο (K) και το ασβέστιο (Ca) με φλογοφωτομετρία, ενώ το μαγνήσιο (Mg), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), ο σίδηρος (Fe) και το μαγγάνιο (Mn) με φασματομετρία ατομικής απορρόφησης (A.A.S.).

2.9. Μετρήσεις Εργαστηρίου

2.9.1. Μετρήσεις ανάπτυξης καρπών στο χρόνο

Στα πλαίσια της ανάλυσης, μετά τη στοίχιση των καρπών ανά μεταχείριση, σε διάταξη 3x4, ακολουθούσε η μέτρηση των διαστάσεων ολόκληρου του καρπού. Ειδικότερα, μετρήθηκε το ύψος και το πλάτος του καρπού τόσο στον εγκάρσιο άξονα όσο και στη ραφή, με ηλεκτρονικό παχύμετρο, για τα δύο τελευταία αμύγδαλα της κάθε

στήλης. Αντιθέτως, οι δύο πρώτοι καρποί, αξιοποιήθηκαν για τη μέτρηση των διαστάσεων του σπέρματος. Το τελευταίο απομονώθηκε από τα υπόλοιπα μέρη του καρπού (περικάρπιο και ενδοκάρπιο), μέσω εργαλείων (σφυρί, μαχαίρι). Σημειώνεται ότι, όσο προχωρούσε η ωρίμανση και πλησίαζε η ξυλοποίηση, η διαδικασία διαχωρισμού του σπέρματος καθίστατο δυσκολότερη.

Έπειτα για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους των καρπών, ζυγίστηκε ολόκληρος ο καρπός (περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα) σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern (model EW 600-ZM, Balingen, Germany) με δύο δεκαδικά ψηφία. Όσον αφορά τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους ολόκληρου του καρπού και του σπέρματος, τα δείγματα προς ανάλυση τοποθετούνταν σε δίσκους Petri (Εικ. 2.9.1.2) και εισάγονταν στον ξηραντήρα στους 80 °C, μέχρι πλήρους απομάκρυνσης της υγρασίας.



Εικόνα 2.9.1.2. Δείγματα ολόκληρων καρπών και σπερμάτων αμυγδαλιάς από τη δειγματοληψία στις 13/5/2024, πριν την τοποθέτηση στον ξηραντήρα.

2.9.2. Μετρήσεις ποιότητας καρπών μετά τη συγκομιδή

Ακολούθως της συγκομιδής, πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές μετρήσεις με σκοπό την αξιολόγηση ποιοτικών παραμέτρων των καρπών. Αρχικά, για εκάστοτε δείγμα ζυγίστηκε ολόκληρος ο καρπός, έτσι ώστε να προσδιοριστεί το νωπό βάρος του

καρπού. Για όλες τις μετρήσεις που αφορούσαν βάρος, χρησιμοποιήθηκε η ίδια ηλεκτρονική ζυγαριά Kern (μοντέλο EW 600-ZM, Balingen, Germany), με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

Έπειτα, ο καρπός διαχωρίστηκε στα επιμέρους μέρη. Πρώτα, αφαιρέθηκε το περικάρπιο, το οποίο ζυγίστηκε ξεχωριστά για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους περικαρπίου. Εν συνεχεία, αφαιρέθηκε το ενδοκάρπιο από το σπέρμα και ακολούθησε η αντίστοιχη ζύγιση για την καταγραφή του νωπού βάρους του ενδοκαρπίου. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά με τη βοήθεια εργαλείων (σφυρί, μαχαίρι) όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω. Έτσι, πραγματοποιήθηκε η ζύγιση και καταγραφή του νωπού βάρους του σπέρματος.

Όσον αφορά τον προσδιορισμό της ξηρής μάζας, κάθε τμήμα τοποθετήθηκε σε διακριτούς δίσκους Petri (Εικ.2.9.2.) και έπειτα σε φούρνο ξήρανσης στους 80 °C, μέχρι να απομακρυνθεί πλήρως η υγρασία. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ζύγιση στην ίδια ηλεκτρονική ζυγαριά για το εκάστοτε τμήμα του καρπού. Αναφορικά με το συνολικό ξηρό βάρος του καρπού, υπολογίστηκε από το άθροισμα των ξηρών βαρών των τριών επιμέρους τμημάτων του (περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα).

Ακολούθως, υπολογίστηκε η κατανομή του νωπού βάρους μεταξύ περικαρπίου, ενδοκαρπίου και σπέρματος, εκφρασμένη ως ποσοστό (%) επί του συνολικού νωπού βάρους του καρπού. Για την εκτίμηση της ξηρής ουσίας, η αναλογία του ξηρού προς το νωπό βάρος εκφράστηκε ως ποσοστό ξηράς ουσίας (%). Η ίδια διαδικασία ακολούθηθηκε και για τα περικάρπιο και ενδοκάρπιο, ώστε να προσδιοριστεί το αντίστοιχο ποσοστό ξηρής ουσίας για κάθε τμήμα του καρπού.



Εικόνα 2.9.2. Δείγματα από τη συγκομιδή καρπών της ποικιλίας Texas στις 31 Αυγούστου. Σε ξεχωριστούς δίσκους Petri παρουσιάστηκαν τα περικάρπια, τα ενδοκάρπια και τα σπέρματα, ταξινομημένα σε διακριτές σειρές ανά τμήμα και μεταχείριση.

2.10. Στατιστική Επεξεργασία

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SPSS Statistics (Έκδοση 26.0 IBM Corp., Armonk, NY, USA). Για την επίδραση των διαφορετικών μεταχειρίσεων στην ποιότητα των καρπών εφαρμόσθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς (One-Way ANOVA). Σχετικά με την επίδραση των μεταχειρίσεων αλλά και της χρονικής εξέλιξης στην ποιότητα των καρπών, πραγματοποιήθηκε διπαραγοντική ανάλυση διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (Two-Way Repeated Measures ANOVA). Τέλος, η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο Tukey και με την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Ε.Σ.Δ, LSD) για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στους πίνακες των αποτελεσμάτων (Κεφάλαιο 3.), είναι τα εξής :

NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά

* : στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

** : στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 1%

***: στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 1‰

3. Αποτελέσματα

3.1. Επίδραση των μεταχειρίσεων στη θρεπτική κατάσταση των ποικιλιών Texas και Ferragnes.

3.1.1. Ποικιλία Texas

Η αξιολόγηση της θρεπτικής κατάστασης των δέντρων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης. Τα θρεπτικά όρια των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στοιχείων σε φυλλικά δείγματα αμυγδαλιάς, συνεκτιμήθηκαν κυρίως από το Almond Production Manual (Brown et al. 1996), όπως παρουσιάζονται επίσης στις σύγχρονες οδηγίες λίπανσης του UC Davis (Geisseller 2021) ενώ για ορισμένα στοιχεία που δίνονται μόνο κατώτατα όρια, τα εύρη συμπληρώθηκαν από τον Κουκουλάκη (όπως αναφέρονται στον Νάνο 2024). Οι κρίσιμες τιμές που παρουσιάζονται, αντιστοιχούν σε τιμές που προήλθαν από φύλλα αμυγδαλιάς συλλεγμένα κατά τον Ιούλιο.

Τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης εκφράζονται ποσοστιαία (%) για τα μακροθρεπτικά στοιχεία (Πίν.3.1.1.1.) και ως μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) για τα μικροθρεπτικά στοιχεία (Πίν.3.1.1.2.), βάσει ξηρού βάρους αποξηραμένων φύλλων.

Συνολικά, η ποικιλία Texas εμφάνισε ικανοποιητική θρεπτική επάρκεια, όσον αφορά τα μακροθρεπτικά στοιχεία. Πιο αναλυτικά, η συγκέντρωση του αζώτου (N) ήταν σε επαρκή επίπεδα, με τη διαφυλλική εφαρμογή των βιοδιεγερτών να ενισχύει αισθητά τη διαθεσιμότητά του. Αναφορικά με το φώσφορο (P), παρατηρήθηκαν οριακά υψηλότερες τιμές από το ελάχιστο αποδεκτό όριο, σε κάθε μεταχείριση. Το κάλιο (K) εμφάνισε επίσης υψηλά επίπεδα επάρκειας, έχοντας αυξητική τάση κατά τις μεταχειρίσεις των επιπλέον διαφυλλικών εφαρμογών καλίου αλλά και βιοδιεγερτών. Όσον αφορά το ασβέστιο (Ca), καταγράφηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα επάρκειας, με αισθητά θετική επίδραση μέσω της επιπλέον θρέψης με κάλιο και κύρια της εφαρμογής των βιοδιεγερτών.

Αναφορικά με τα ιχνοστοιχεία, οι συγκεντρώσεις του ψευδαργύρου (Zn) υπερέβησαν σημαντικά τα απαιτούμενα όρια, δίχως την αξιοσημείωτη επίδραση

κάποιας μεταχείρισης. Σχετικά με τον χαλκό (Cu), οι τιμές ήταν επίσης υψηλότερες των ορίων επάρκειας, με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών να αυξάνει αισθητά τη συγκέντρωση αυτού. Στην περίπτωση του σιδήρου (Fe), πλησίασε τα ανώτερα όρια επάρκειας σε κάθε μεταχείριση, ενώ το μαγγάνιο (Mn), τα ξεπέρασε κατά πολύ, σε όλες τις πειραματικές ομάδες. Τέλος, το βόριο (B), παρά την περιορισμένη αυξητική τάση κατά την επίδραση των βιοδιεγερτών, παρουσίασε συνολικά έλλειψη στη συγκέντρωση του στα επιλεγμένα φύλλα.

Πίνακας 3.1.1.1. Συγκεντρώσεις μακροθρεπτικών στοιχείων (% ξηρής ουσίας) σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικιλίας Texas, υπό τις μεταχειρίσεις του μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), της επιπλέον διαφυλλικής εφαρμογής καλίου (Κάλιο) και της διαφυλλικής εφαρμογής οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Παρατίθενται και τα διεθνώς αποδεκτά όρια επάρκειας για κάθε στοιχείο (Brown et al. 1996, Geisseller 2021, Νάνος 2024).

Ποικιλία	Στοιχείο	Μάρτυρας	Κάλιο	Βιοδιεγέρτες	Όρια Επάρκειας (%)
Texas	Αζωτο (N%)	2,40	2,40	2,80	2,2 - 2,5
	Φώσφορος (P%)	0,36	0,40	0,43	0,1 - 0,3
	Κάλιο (K%)	2,22	2,56	2,63	1,4 - 2,0
	Ασβέστιο (Ca%)	2,65	2,93	3,55	2,0 - 3,0
	Μαγνήσιο (Mg%)	0,38	0,39	0,39	0,25 - 0,30

Πίνακας 3.1.1.2. Συγκεντρώσεις μικροθρεπτικών στοιχείων (ppm) σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικιλίας Texas, υπό τις μεταχειρίσεις του μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), της επιπλέον διαφυλλικής εφαρμογής καλίου (Κάλιο) και της διαφυλλικής εφαρμογής οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Παρατίθενται και τα διεθνώς αποδεκτά όρια επάρκειας για κάθε στοιχείο (Brown et al. 1996, Geisseller 2021, Νάνος 2024).

Ποικιλία	Στοιχείο	Μάρτυρας	Κάλιο	Βιοδιεγέρτες	Όρια Επάρκειας (ppm)
Texas	Ψευδάργυρος (Zn ppm)	35,6	36,3	36,6	15 - 20

	Χαλκός (Cu ppm)	17,1	19,2	21,3	4 - 6
	Σίδηρος (Fe ppm)	155	148	149	75 - 150
	Μαγγάνιο (Mn ppm)	61,3	60,2	69,3	20 - 30
	Βόριο (B ppm)*	25,6	24,3	27,1	30 - 60

* Η δειγματοληψία φύλλων δεν είναι τόσο αξιόπιστη για τον προσδιορισμό υπερβολικών επιπέδων βορίου, όσο η ανάλυση του περικαρπίου κατά τη συγκομιδή.

3.1.2. Ποικιλία Ferragnes

Η αξιολόγηση των επιπέδων επάρκειας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την ίδια μέθοδο φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης και τα ίδια κριτήρια που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη υποενότητα (3.1.1 Ποικιλία Texas).

Τα δεδομένα των μακροθρεπτικών εκφράζονται σε ποσοστά (%) ξηράς ουσίας (Πίν. 3.1.2.1.) σε αντίθεση με τις συγκεντρώσεις των μικροθρεπτικών στοιχείων (Πίν. 3.1.2.2.), που αναφέρονται σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm).

Συνολικά, η ποικιλία Ferragnes εμφάνισε ικανοποιητική θρεπτική επάρκεια σε κάθε μακροθρεπτικό στοιχείο ανεξαρτήτου μεταχείρισης. Ειδικότερα, η συγκέντρωση του αζώτου (N) παρουσίασε υψηλότερες τιμές του ανωτέρου ορίου επάρκειας, ιδιαίτερα υπό την επίδραση της εφαρμογής βιοδιεγερτών. Σχετικά με το φώσφορο (P), τα φύλλα κάθε μεταχείρισης βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις άνω των αποδεκτών επιπέδων, ειδικά κατά τις επιπλέον εφαρμογές με κάλιο και βιοδιεγέρτες. Επίσης, το κάλιο (K) παρουσίασε τιμές με αυξητική τάση υπέρβασης των ορίων επάρκειας, με την παρέμβαση των μεταχειρίσεων της επιπλέον θρέψης με κάλιο και βιοδιεγερτών. Επιπρόσθετα, τα επίπεδα του ασβεστίου (Ca) κρίθηκαν ικανοποιητικά και ελαφρώς αυξημένα υπό των μεταχειρίσεων των επιπλέον διαφυλλικών ψεκασμών. Τέλος, το μαγνήσιο (Mg) παρέμεινε σε επαρκή όρια επάρκειας, ανεξαρτήτου μεταχείρισης.

Όσον αφορά τα μικροθρεπτικά στοιχεία, οι συγκεντρώσεις του ψευδαργύρου υπερέβησαν τα όρια επάρκειας, χωρίς να επηρεαστούν σημαντικά από τις επεμβάσεις. Ωστόσο, ο χαλκός, ο σίδηρος και το μαγγάνιο παρουσίασαν γενικά ικανοποιητική θρέψη, αλλά και αισθητή αύξηση με τις εφαρμογές βιοδιεγερτών. Τέλος το βόριο, παρότι παρουσίασε αυξητική τάση, κύρια εξαιτίας της λίπανσης, παρουσίασε έλλειψη στα φύλλα, σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Πίνακας 3.1.2.1. Συγκεντρώσεις μακροθρεπτικών στοιχείων (% ξηρής ουσίας) σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικιλίας Ferragnes, υπό τις μεταχειρίσεις του μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), της επιπλέον διαφυλλικής εφαρμογής καλίου (Κάλιο) και της διαφυλλικής εφαρμογής οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Παρατίθενται και τα διεθνώς αποδεκτά όρια επάρκειας για κάθε στοιχείο (Brown et al. 1996, Geisseller 2021, Νάνος 2024).

Ποικιλία	Στοιχείο	Μάρτυρας	Κάλιο	Βιοδιεγέρτες	Όρια Επάρκειας (%)
Ferragnes	Άζωτο(N%)	2,60	2,55	2,90	2,2 - 2,5
	Φώσφορος (P%)	0,35	0,40	0,43	0,1 - 0,3
	Κάλιο (K%)	2,21	2,69	3,15	1,4 - 2,0
	Ασβέστιο (Ca%)	3,15	3,44	3,52	2,0 - 3,0
	Μαγνήσιο (Mg%)	0,32	0,34	0,39	0,25 - 0,30

Πίνακας 3.1.2.2. Συγκεντρώσεις μικροθρεπτικών στοιχείων (ppm) σε φύλλα αμυγδαλιάς ποικιλίας Ferragnes υπό τις μεταχειρίσεις του μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), της επιπλέον διαφυλλικής εφαρμογής καλίου (Κάλιο) και της διαφυλλικής εφαρμογής οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Παρατίθενται και τα διεθνώς αποδεκτά όρια επάρκειας για κάθε στοιχείο (Brown et al. 1996, Geisseller 2021, Νάνος 2024).

Ποικιλία	Στοιχείο	Μάρτυρας	Κάλιο	Βιοδιεγέρτες	Όρια Επάρκειας (ppm)
Ferragnes	Ψευδάργυρος (Zn ppm)	39,2	38,6	40,3	15 - 20

	Χαλκός (Cu ppm)	18,3	19,1	22,1	4 - 6
	Σίδηρος (Fe ppm)	154,3	149,6	189,6	75 - 150
	Μαγγάνιο (Mn ppm)	58,6	59,2	66,4	20 - 30
	Βόριο (B ppm)*	24,2	26,6	25,3	30 - 60

* Η δειγματοληψία φύλλων δεν είναι τόσο αξιόπιστη για τον προσδιορισμό υπερβολικών επιπέδων βορίου, όσο η ανάλυση του περικάρπιο κατά τη συγκομιδή.

3.2. Texas

3.2.1. Ανάπτυξη και μεταβολές του καρπού σε σχέση με τον χρόνο

3.2.1.1 Μήκος Καρπού

Η επιπλέον θρέψη με κάλιο εμφάνισε οριακά σημαντική αυξητική τάση στο μήκος των αμυγδάλων προς τα μέσα Μαΐου. Έπειτα, ακολούθησε σημαντική πτώση των τιμών την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου, ενώ παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη αύξηση του μήκους των ώριμων καρπών κατά τον Αύγουστο (Πίν.3.2.1.1., Διάγ.3.2.1.1.).

Η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών οδήγησε σε σχετικά σταθερές τιμές σε όλη τη χρονική διάρκεια των μετρήσεων, με ήπια μείωση στα μέσα του καλοκαιριού μέχρι τη σημαντική αύξηση του μήκους των αμυγδάλων κατά την ωρίμανση τον Αύγουστο.

Σχετικά με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα, αντίστοιχα παρατηρήθηκαν σταθερές τιμές μέχρι τον Ιούνιο, ακολουθούμενες από σημαντική μείωση του μήκους τον Ιούλιο και έπειτα παρουσίασαν αύξηση τέλη Αυγούστου.

Όσον αφορά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων ανά χρονική στιγμή, η επιπλέον θρέψη με κάλιο δεν διαφοροποίησε σημαντικά το μήκος των καρπών στις αρχές Μαΐου σε σχέση με το μάρτυρα, όμως υπερείχε στα μέσα του ίδιου μήνα. Έπειτα, τον Ιούνιο παρατηρήθηκαν παρόμοιες τιμές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, ωστόσο τον Ιούλιο

και κύρια τον Αύγουστο η επιπλέον θρέψη με κάλιο αύξησε σημαντικά το μήκος των καρπών έναντι του μάρτυρα.

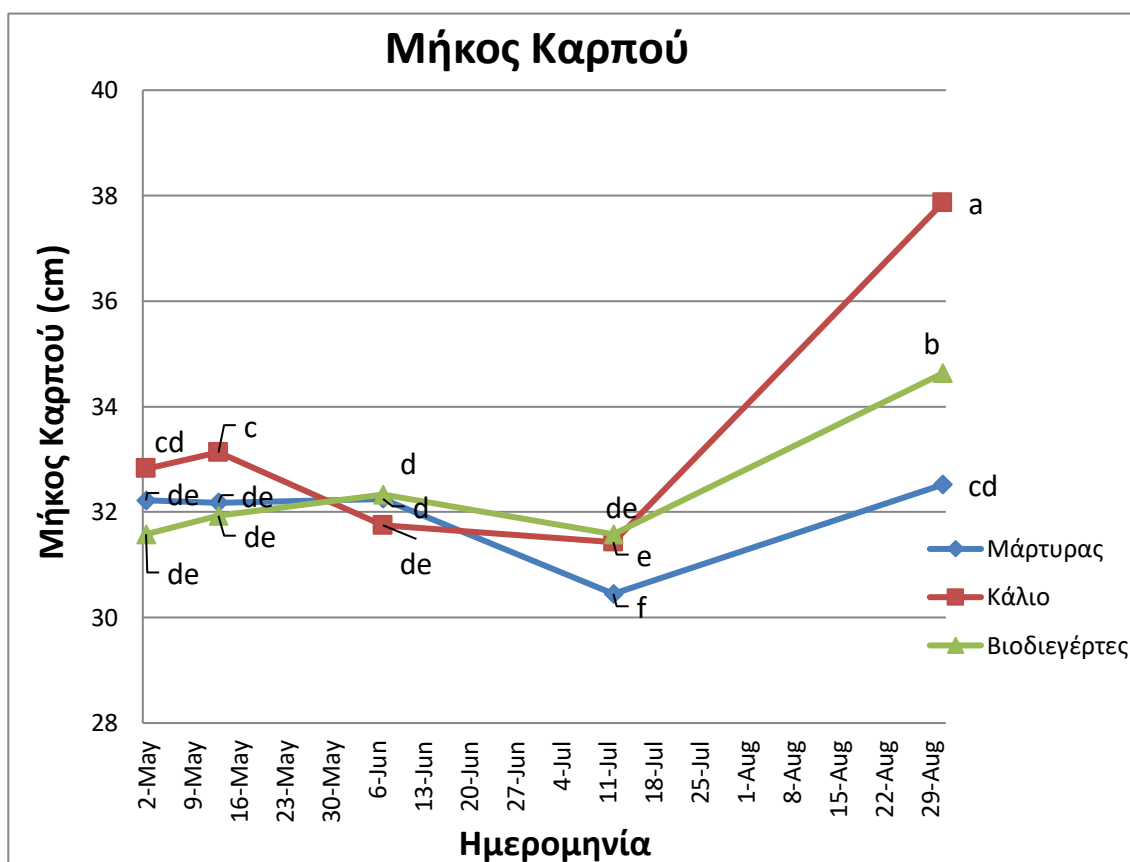
Αναφορικά με τη διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών σε σύγκριση με το μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις τιμές μέχρι τον Ιούνιο 2024. Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε η θετική επίδραση της επιπλέον εφαρμογής βιοδιεγερτών, καθώς αύξησε σημαντικά το μήκος των καρπών από τον Ιούλιο μέχρι και τον Αύγουστο σε σχέση με το μάρτυρα.

Μεταξύ των δύο πρόσθετων διαφυλλικών εφαρμογών, στις αρχές Μαΐου εμφάνισαν παρόμοιες τιμές, με την καλιούχο θρέψη να υπερέχει της εφαρμογής βιοδιεγερτών τον Μάιο. Εν συνεχεία, τον Ιούνιο και τον Ιούλιο οι διαφορές στο μήκος των καρπών ήταν αμελητέες, όμως τον Αύγουστο παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση υπό την επίδραση της επιπλέον θρέψης με κάλιο.

Πίνακας 3.2.1.1. Μήκος Καρπού (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Μήκος Καρπού (cm)
2/5/2024	Μάρτυρας	32,22de
	Κάλιο	32,82cd
	Βιοδιεγέρτες	31,58de
13/5/2024	Μάρτυρας	32,18de
	Κάλιο	33,13c
	Βιοδιεγέρτες	31,93de
7/6/2024	Μάρτυρας	32,25d
	Κάλιο	31,75de
	Βιοδιεγέρτες	32,33d
12/7/2024	Μάρτυρας	30,45f

	Κάλιο	31,43e
	Βιοδιεγέρτες	31,58de
31/8/2024	Μάρτυρας	32,52cd
	Κάλιο	37,86a
	Βιοδιεγέρτες	34,63b
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,79



Διάγραμμα 3.2.1.1. Γραφική απεικόνιση Μήκους Καρπού (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.2. Μήκος Σπέρματος

Η μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο ξεκίνησε με υψηλό μήκος σπέρματος στις αρχές Μαΐου, το οποίο μειώθηκε σημαντικά από τα μέσα του μήνα και διατηρήθηκε σχετικά σταθερό μέχρι και τον Ιούνιο. Τον Ιούλιο, παρατηρήθηκε αύξηση της τιμής, η οποία μεγιστοποιήθηκε κατά τον Αύγουστο (Πίν. 3.3.1.2, Διάγ.3.3.1.2).

Σχετικά με το μήκος σπέρματος των δέντρων που δέχθηκαν διαφυλλικές εφαρμογές με βιοδιεγέρτες, αυξήθηκε οριακά μέσα στον Μάιο. Έπειτα, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση τον Ιούνιο, με τις τιμές να παραμένουν σταθερές μέχρι και τα μέσα Ιουλίου. Κατά την ωρίμανση τον Αύγουστο, το μήκος του σπέρματος αυξήθηκε σημαντικά.

Οι καρποί των δέντρων του μάρτυρα εμφάνισαν σταδιακή μείωση του μήκους σπέρματος από τις αρχές Μαΐου έως και τον Ιούνιο. Στη συνέχεια, παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη αύξηση τον Ιούλιο, η οποία συνεχίστηκε μέχρι και την τελική ωρίμανση των αμυγδάλων.

Κατά την αξιολόγηση της επίδρασης στο μήκος σπέρματος μεταξύ των μεταχειρίσεων, η καλιούχος θρέψη ήταν σημαντικά υψηλότερη από το μάρτυρα μέχρι και τον Ιούνιο. Έπειτα, τον Ιούλιο οι τιμές των δύο μεταχειρίσεων ήταν παρόμοιες, ενώ τον Αύγουστο, η υπεροχή της θρέψης με κάλιο ήταν αισθητή έναντι του μάρτυρα.

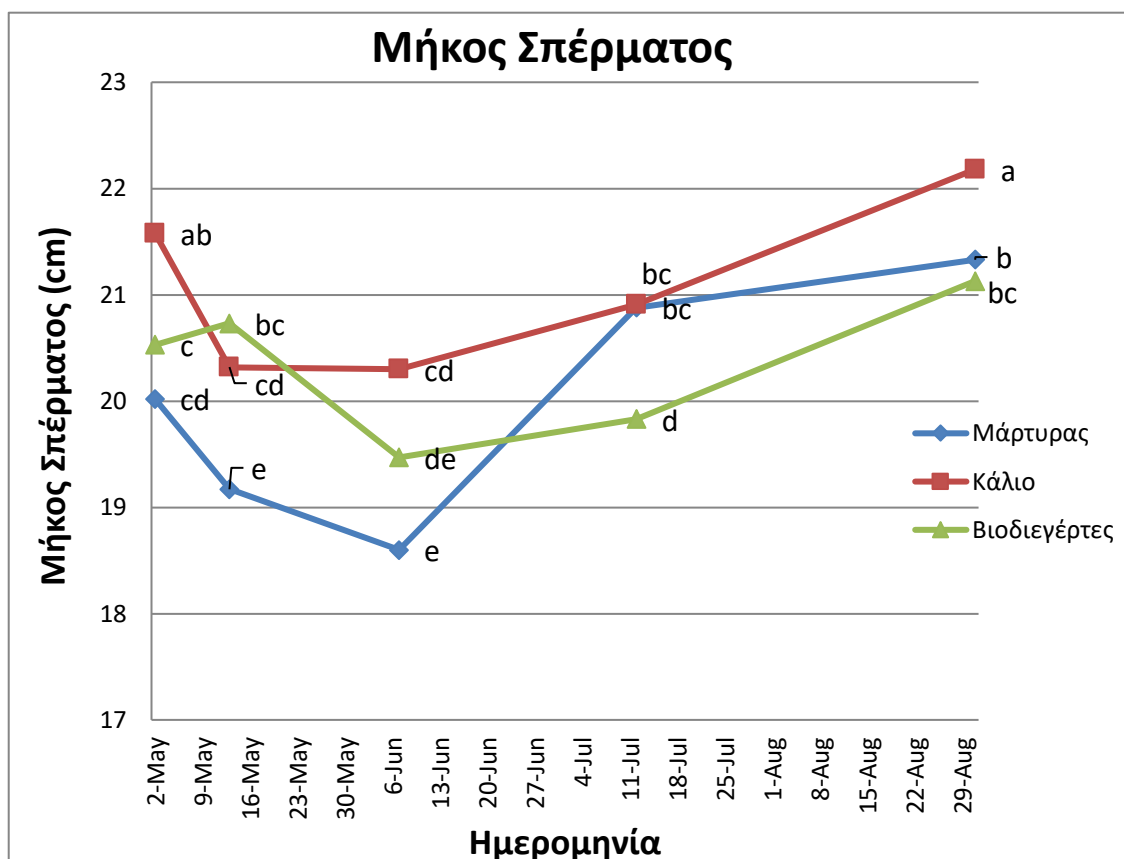
Η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών μέχρι τις αρχές Ιουνίου, εμφάνισε υψηλότερες τιμές σε σχέση με το μάρτυρα. Ωστόσο, οι μετρήσεις στα μέσα Ιουλίου κατέγραψαν αύξηση του μάρτυρα, η οποία μέχρι την τελική ωρίμανση των αμυγδάλων ήταν οριακά σημαντική συγκριτικά με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών.

Μεταξύ των δύο επιπλέον διαφυλλικών εφαρμογών, στις αρχές Μαΐου η θρέψη με κάλιο παρουσίασε υψηλότερο μήκος σπέρματος, ενώ στα μέσα Μαΐου και τον Ιούνιο οι διαφορές ήταν μη σημαντικές. Αντιθέτως, από τα μέσα Ιουλίου μέχρι και τον Αύγουστο η λίπανση με κάλιο οδήγησε σε σημαντικά μεγαλύτερο μήκος σπέρματος έναντι της εφαρμογής βιοδιεγερτών.

Πίνακας 3.3.1.2. Γραφική απεικόνιση Μήκους Σπέρματος (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών

ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Μήκος Σπέρματος (cm)
2/5/2024	Μάρτυρας	20,02cd
	Κάλιο	21,58ab
	Βιοδιεγέρτες	20,53c
13/5/2024	Μάρτυρας	19,17e
	Κάλιο	20,32cd
	Βιοδιεγέρτες	20,73bc
7/6/2024	Μάρτυρας	18,6e
	Κάλιο	20,3cd
	Βιοδιεγέρτες	19,47de
12/7/2024	Μάρτυρας	20,88bc
	Κάλιο	20,91bc
	Βιοδιεγέρτες	19,83d
31/8/2024	Μάρτυρας	21,33b
	Κάλιο	22,18a
	Βιοδιεγέρτες	21,13bc
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,65



Διάγραμμα 3.3.1.2. Γραφική απεικόνιση Μήκους Σπέρματος (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.1.3. Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού

Η μεταχείριση της πρόσθετης λίπανσης με κάλιο παρουσίασε σημαντική αύξηση του νωπού βάρους ολόκληρου του καρπού στα μέσα Μαΐου, ενώ ακολούθησαν τιμές χωρίς αξιοσημείωτες διαφορές, έχοντας όμως ήπια πτωτική τάση για την υπόλοιπη διάρκεια του πειράματος (Πίν.3.2.1.3., Διάγ.3.2.1.3.).

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν διαφυλλικές εφαρμογές με βιοδιεγέρτες διατήρησαν σχετικά σταθερό νωπό βάρος καρπού μεταξύ αρχών και μέσων Μαΐου.

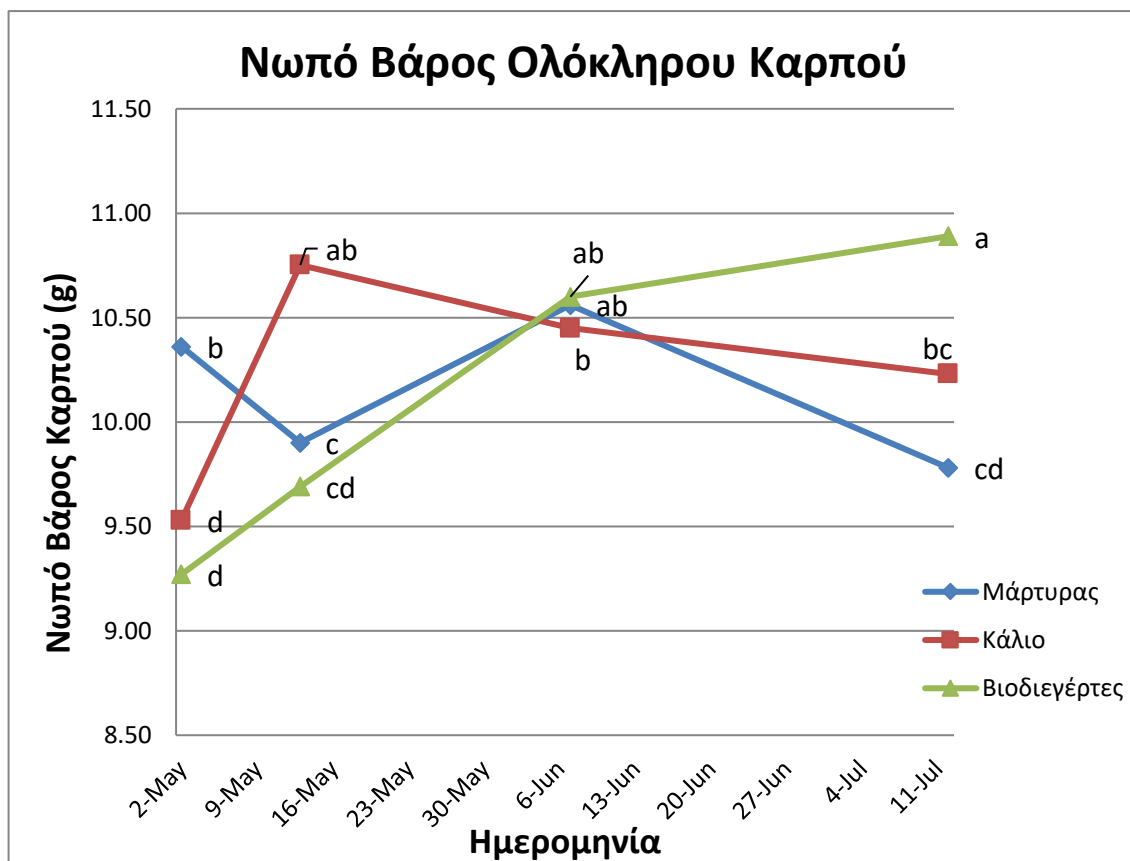
Ακολουθώς, σημειώθηκε σημαντική αύξηση των τιμών στις αρχές Ιουνίου, με μία οριακή αύξηση μέχρι τα μέσα Ιουλίου.

Όσον αφορά τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα, το νωπό τους βάρος μειώθηκε σημαντικά έως τα μέσα Μαΐου και αυξήθηκε αισθητά κατά τις αρχές Ιουνίου. Όμως, κατά τα μέσα Ιουλίου παρατηρήθηκε εκ νέου σημαντική μείωση του νωπού βάρους του καρπού.

Σχετικά με τη σύγκριση των μεταχειρίσεων ανά δεδομένη χρονική στιγμή, δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.2.1.3. Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	10,36b
	Κάλιο	9,53d
	Βιοδιεγέρτες	9,27d
13/5/2024	Μάρτυρας	9,90c
	Κάλιο	10,75ab
	Βιοδιεγέρτες	9,69cd
7/6/2024	Μάρτυρας	10,56ab
	Κάλιο	10,45b
	Βιοδιεγέρτες	10,60ab
12/7/2024	Μάρτυρας	9,78cd
	Κάλιο	10,23bc
	Βιοδιεγέρτες	10,89a
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	NS
	LSD _{0,05}	0,34



Διάγραμμα 3.2.1.3. Γραφική απεικόνιση Νωπού Βάρους Ολόκληρου Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.1.4 Νωπό Βάρος Σπέρματος

Στους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν επιπλέον θρέψη με κάλιο, σημειώθηκε αύξηση του νωπού βάρους σπερμάτων από τις αρχές έως τα μέσα Μαΐου. Στη συνέχεια, παρατηρήθηκε πτώση των τιμών στις αρχές Ιουνίου και διατήρηση αυτών μέχρι τα μέσα Ιουλίου (Πίν..3.2.1.4., Διάγ.3.2.1.4.).

Η μεταχείριση των διαφυλλικών εφαρμογών βιοδιεγερτών οδήγησε σε σημαντική αύξηση του νωπού βάρους του σπέρματος μέσα στον Μάιο, η οποία

συνεχίστηκε εκ νέου μέχρι τις αρχές του Ιουνίου. Αντιθέτως, στα μέσα Ιουλίου καταγράφηκε αξιοσημείωτη μείωση για τη συγκεκριμένη παράμετρο.

Αναφορικά με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα, εμφάνισαν παρόμοιες τιμές τον Μάιο, σημαντική αύξηση του νωπού βάρους του σπέρματος κατά τον Ιούνιο, ενώ στα μέσα Ιουλίου παρατηρήθηκε αισθητή μείωση.

Σε επιμέρους χρονικές στιγμές, η σύγκριση μεταξύ της επιπλέον θρέψης με κάλιο και του μάρτυρα κατέδειξε αρχική υπεροχή της πρώτης μέχρι τα μέσα Μαΐου, ενώ τον Ιούνιο παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές του νωπού βάρους σπέρματος της μεταχείρισης του μάρτυρα. Στην τελική μέτρηση του Ιουλίου, οι τιμές ήταν παρόμοιες για τις δύο μεταχειρίσεις.

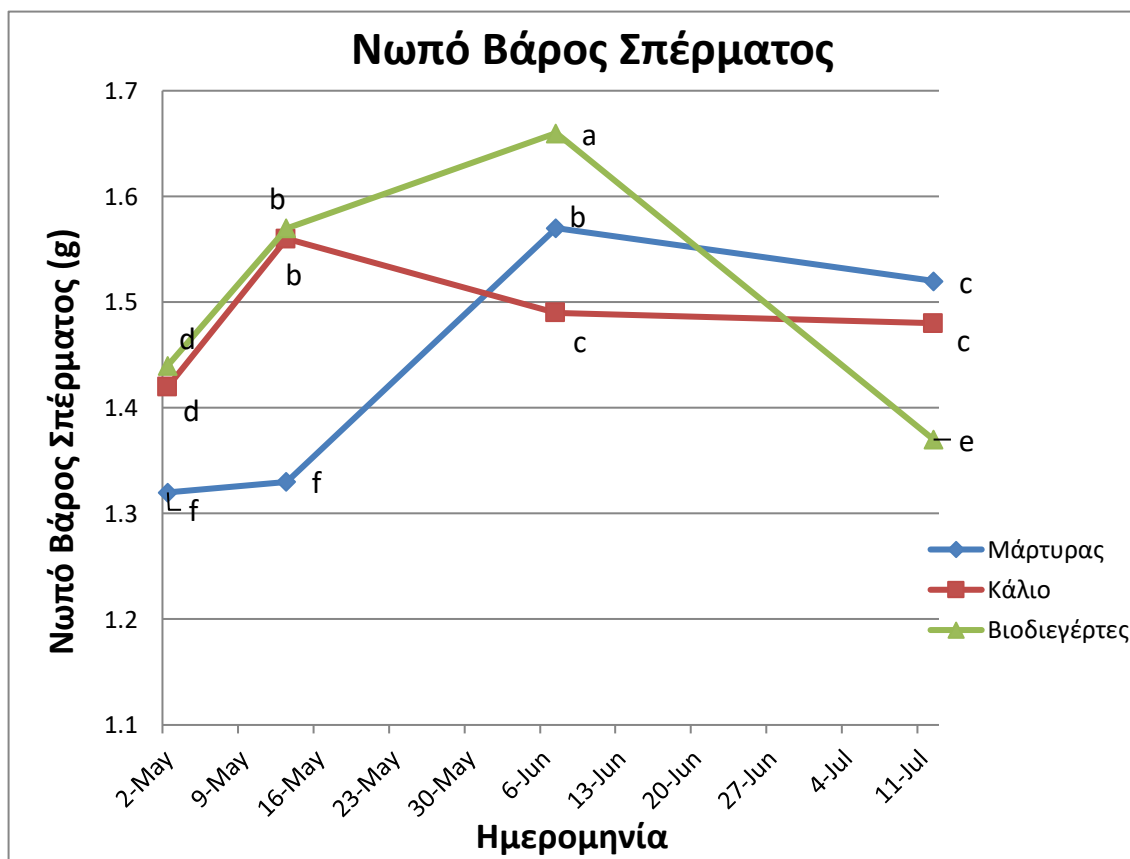
Οι διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών έναντι του μάρτυρα οδήγησαν σε σημαντικά αυξημένες τιμές νωπού βάρους σπέρματος από τις αρχές Μαΐου μέχρι τις αρχές Ιουνίου. Αντιθέτως, τον Ιούλιο καταγράφηκε η υπεροχή του μάρτυρα συγκριτικά με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών.

Τέλος, κατά τη σύγκριση μεταξύ των δύο πρόσθετων διαφυλλικών λιπάνσεων, παρατηρήθηκαν παρόμοιες τιμές τον Μάιο, ενώ στις αρχές Ιουνίου σημειώθηκε σημαντική αύξηση υπέρ της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών. Ωστόσο, τον Ιούλιο παρατηρήθηκε η υπεροχή της επίδρασης της καλιούχου θρέψης στο νωπό βάρος σπέρματος.

Πίνακας 3.2.1.4. Νωπό Βάρος Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Νωπό Βάρος Σπέρματος (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	1,32f
	Κάλιο	1,42d
	Βιοδιεγέρτες	1,44d
13/5/2024	Μάρτυρας	1,33f

	Κάλιο	1,56b
	Βιοδιεγέρτες	1,57b
7/6/2024	Μάρτυρας	1,57b
	Κάλιο	1,49c
	Βιοδιεγέρτες	1,66a
12/7/2024	Μάρτυρας	1,52c
	Κάλιο	1,48c
	Βιοδιεγέρτες	1,37e
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,04



Διάγραμμα 3.2.1.4. Γραφική απεικόνιση Νωπού Βάρους Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους

όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.1.5. Σχετική Συμβολή Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού

Στους καρπούς που δέχθηκαν πρόσθετη θρέψη με κάλιο, η σχετική συμβολή του σπέρματος στο συνολικό νωπό βάρος του καρπού, σημείωσε μείωση από τις αρχές έως τα μέσα Μαΐου, ενώ στη συνέχεια διατηρήθηκε στα ίδια επίπεδα για την υπόλοιπη διάρκεια του πειράματος (Πίν.3.2.1.5., Διάγ.3.2.1.5.). Η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών οδήγησε σε αύξηση των τιμών από τις αρχές έως τα μέσα Μαΐου, οι οποίες στη συνέχεια παρέμειναν οριακά σταθερές με ήπια μείωση τον Ιούνιο, ενώ την περίοδο του Ιουλίου εμφάνισαν σημαντική μείωση.

Στη μεταχείριση του μάρτυρα, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση σε κάθε χρονική στιγμή μέτρησης από τις αρχές Μαΐου έως και τα μέσα Ιουλίου.

Κατά τη σύγκριση της καλιούχου θρέψης με το μάρτυρα, κατά τον Μάιο η πρόσθετη λίπανση οδήγησε σε υψηλότερες τιμές, ενώ από τις αρχές Ιουνίου μέχρι και τον Ιούλιο υπερείχε ο μάρτυρας.

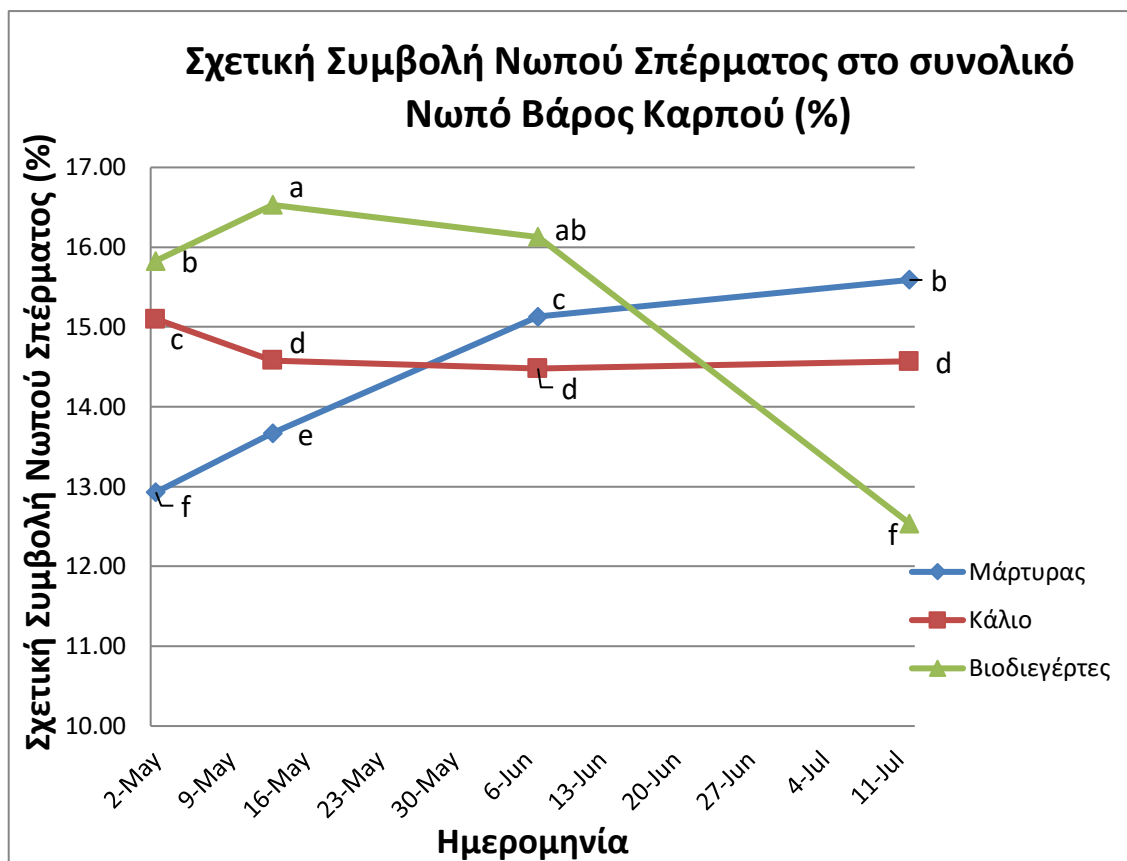
Σχετικά με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών σε σχέση με το μάρτυρα, παρουσίασε υψηλότερες τιμές από τον Μάιο έως και τον Ιούνιο, αλλά στην τελική μέτρηση του Ιουλίου ο μάρτυρας κατέγραψε σημαντικά υψηλότερες τιμές.

Παρομοίως, στη σύγκριση μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων επιπλέον θρέψης με κάλιο ή βιοδιεγέρτες, η τελευταία κατέδειξε υψηλότερες τιμές μέχρι και τις αρχές Ιουνίου, ενώ τον Ιούλιο η καλιούχος θρέψη παρουσίασε σημαντικά υψηλότερες τιμές.

Πίνακας 3.2.1.5. Σχετική συμβολή (%) Νωπού Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας.

Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Σχετική Συμβολή Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού (%)
2/5/2024	Μάρτυρας	12,93f
	Κάλιο	15,10c
	Βιοδιεγέρτες	15,83b
13/5/2024	Μάρτυρας	13,67e
	Κάλιο	14,58d
	Βιοδιεγέρτες	16,53a
7/6/2024	Μάρτυρας	15,13c
	Κάλιο	14,48d
	Βιοδιεγέρτες	16,13ab
12/7/2024	Μάρτυρας	15,59b
	Κάλιο	14,57d
	Βιοδιεγέρτες	12,54f
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,4



Διάγραμμα 3.2.1.5 Γραφική απεικόνιση της σχετικής συμβολής (%) Νωπού Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

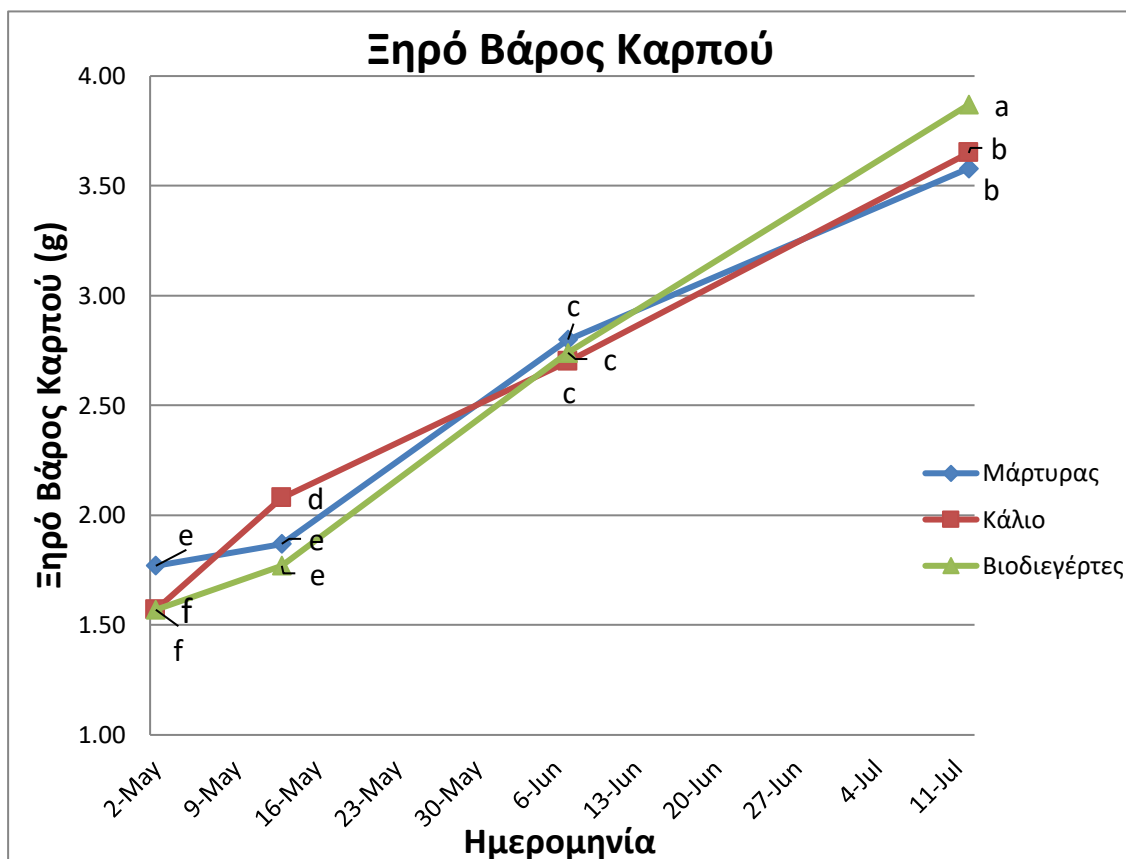
3.2.1.6. Ξηρό Βάρος Καρπού

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν πρόσθετη λίπανση με κάλιο, παρουσίασαν σταδιακή αύξηση του ξηρού βάρους τους κατά την περίοδο Μαΐου – Ιουλίου. Παρομοίως, η μεταχείριση των διαφυλλικών εφαρμογών με βιοδιεγέρτες οδήγησε σε αυξητική πορεία, καταγράφοντας την υψηλότερη τελική τιμή μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων. Αντιστοίχως, οι καρποί των δέντρων του μάρτυρα εμφάνισαν επίσης σταθερή αύξηση του ξηρού βάρους του καρπού από τις αρχές Μαΐου έως και τον Ιούλιο (Πιν. 3.2.1.6., Διάγ.3.2.1.6.).

Κατά τη σύγκριση μεταξύ των μεταχειρίσεων σε κάθε χρονική στιγμή, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.2.1.6. Ξηρό Βάρος Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ξηρό Βάρος Καρπού (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	1,77e
	Κάλιο	1,57f
	Βιοδιεγέρτες	1,57f
13/5/2024	Μάρτυρας	1,87e
	Κάλιο	2,08d
	Βιοδιεγέρτες	1,77e
7/6/2024	Μάρτυρας	2,80c
	Κάλιο	2,70c
	Βιοδιεγέρτες	2,74c
12/7/2024	Μάρτυρας	3,58b
	Κάλιο	3,65b
	Βιοδιεγέρτες	3,87a
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	NS
	LSD _{0,05}	0,16



Διάγραμμα 3.2.1.6. Γραφική απεικόνιση του Ξηρού Βάρους Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.1.7. Ξηρό Βάρος Σπέρματος

Οι καρποί των δέντρων που δέχτηκαν επιπλέον καλιούχο θρέψη κατέγραψαν σταδιακή αύξηση του ξηρού βάρους του σπέρματος από τα μέσα Μαΐου μέχρι και τον Ιούλιο (Πίν.3.2.1.7., Διάγ.3.2.1.7.). Παρομοίως, η μεταχείριση των βιοδιεγερτών είχε αντίστοιχα αποτελέσματα, με παρόμοιες τιμές τον Μάιο και σημαντική αύξηση του ξηρού βάρους του σπέρματος μέχρι και τον Ιούλιο. Τα αμύγδαλα των δέντρων του μάρτυρα, εμφάνισαν ανάλογη πορεία αυξητικής τάσης.

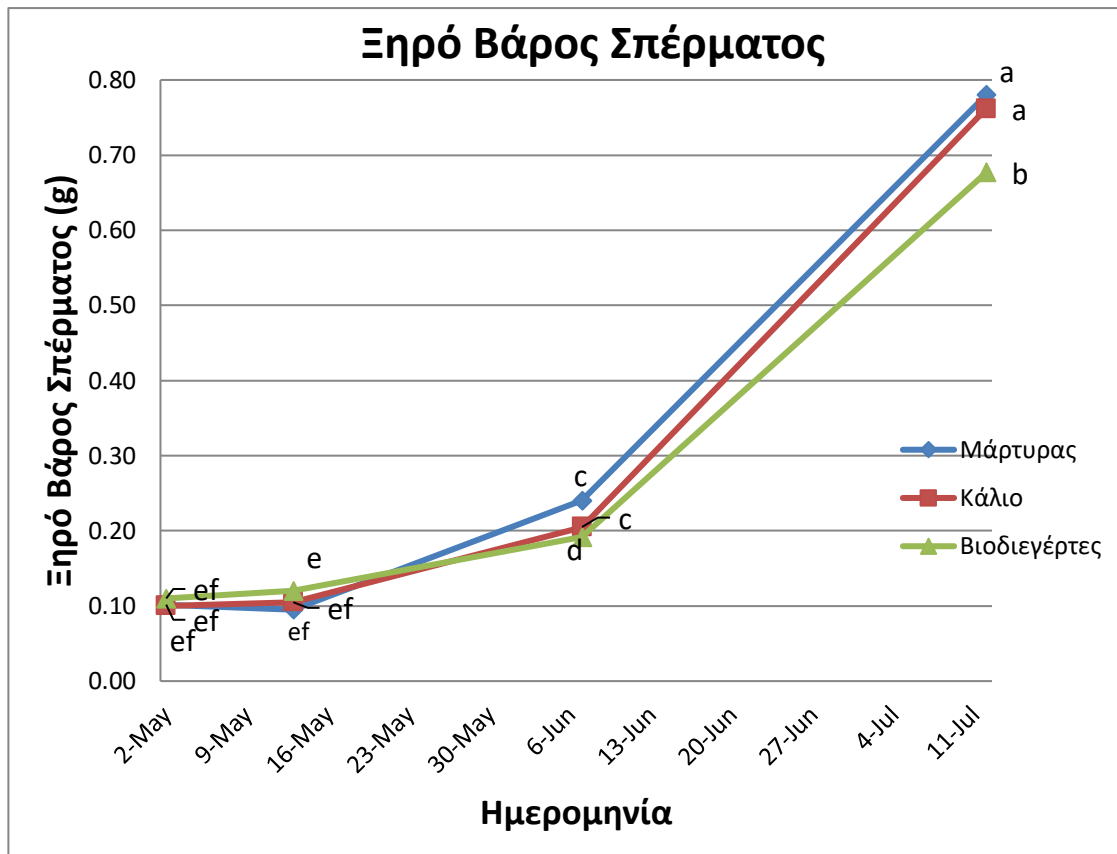
Κατά τη σύγκριση της καλιούχου θρέψης με το μάρτυρα, σε όλα τις επιμέρους χρονικές στιγμές των μετρήσεων καταγράφηκαν παρόμοιες τιμές για τις δύο μεταχειρίσεις. Στη σύγκριση των εφαρμογών με βιοδιεγέρτες σε σχέση με το μάρτυρα, σημειώθηκαν παρόμοιες τιμές ξηρού βάρους σπέρματος κατά τον Μάιο, ενώ στα μέσα Μαΐου παρατηρήθηκε ήπια αύξηση υπό την επίδραση των βιοδιεγερτών. Έπειτα, τον Ιούνιο τα αμύγδαλα του μάρτυρα εμφάνισαν υψηλότερες τιμές, οι οποίες διατηρήθηκαν μέχρι και τον Ιούλιο.

Τέλος, μεταξύ των δύο πρόσθετων λιπάνσεων με κάλιο ή με βιοδιεγέρτες σημειώθηκε ίδια εικόνα με την προηγούμενη σύγκριση. Αρχικά, ίδιες τιμές και ελαφρώς υπεροχή της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών στα μέσα Μαΐου, ενώ στο διάστημα Ιουνίου – Ιουλίου τα αμύγδαλα, που δέχθηκαν θρέψη με κάλιο είχαν υψηλότερο ξηρό βάρος σπέρματος.

Πίνακας 3.2.1.7 Ξηρό Βάρος Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ξηρό Βάρος Σπέρματος (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	0,10ef
	Κάλιο	0,10ef
	Βιοδιεγέρτες	0,11ef
13/5/2024	Μάρτυρας	0,10ef
	Κάλιο	0,11ef
	Βιοδιεγέρτες	0,12e
7/6/2024	Μάρτυρας	0,24c
	Κάλιο	0,21c
	Βιοδιεγέρτες	0,19d
12/7/2024	Μάρτυρας	0,78a
	Κάλιο	0,76a
	Βιοδιεγέρτες	0,68b

Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,04



Διάγραμμα 3.2.1.7. Γραφική απεικόνιση Ξηρού Βάρους Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.1.8. Σχετική Συμβολή Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού

Η επιπλέον θρέψη με κάλιο εμφάνισε αρχική μείωση μέσα στον Μάιο της σχετικής συμβολής του σπέρματος στο συνολικό ξηρό βάρος του καρπού. Ωστόσο, ακολούθησαν σημαντικές αυξήσεις των τιμών μέχρι και τον Ιούλιο (Πίν. 3.2.1.8., Διάγ.3.2.1.8.).

Αντίστοιχη χρονική εξέλιξη παρατηρήθηκε και στις διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών, με αρχική ήπια πτώση στα μέσα Μαΐου, ακολουθούμενη από σταδιακή αύξηση των τιμών της συγκεκριμένης παραμέτρου έως τα μέσα Ιουλίου. Παρομοίως, ο μάρτυρας παρουσίασε πτώση στα μέσα Μαΐου και σταθερή άνοδο των τιμών μέχρι τον Ιούλιο.

Στη σύγκριση των μεταχειρίσεων ανά χρονική στιγμή, η καλιούχος θρέψη έναντι του μάρτυρα στις αρχές Μαΐου παρουσίασε υψηλότερες τιμές, οι οποίες εξισορροπήθηκαν μέχρι τα μέσα του μήνα. Ακολουθώς, τον Ιούνιο οι δύο μεταχειρίσεις αύξησαν ισόποσα τη σχετική συμβολή σπέρματος στο συνολικό ξηρό βάρος του καρπού, ενώ τον Ιούλιο ο μάρτυρας εμφάνισε σημαντική υπεροχή.

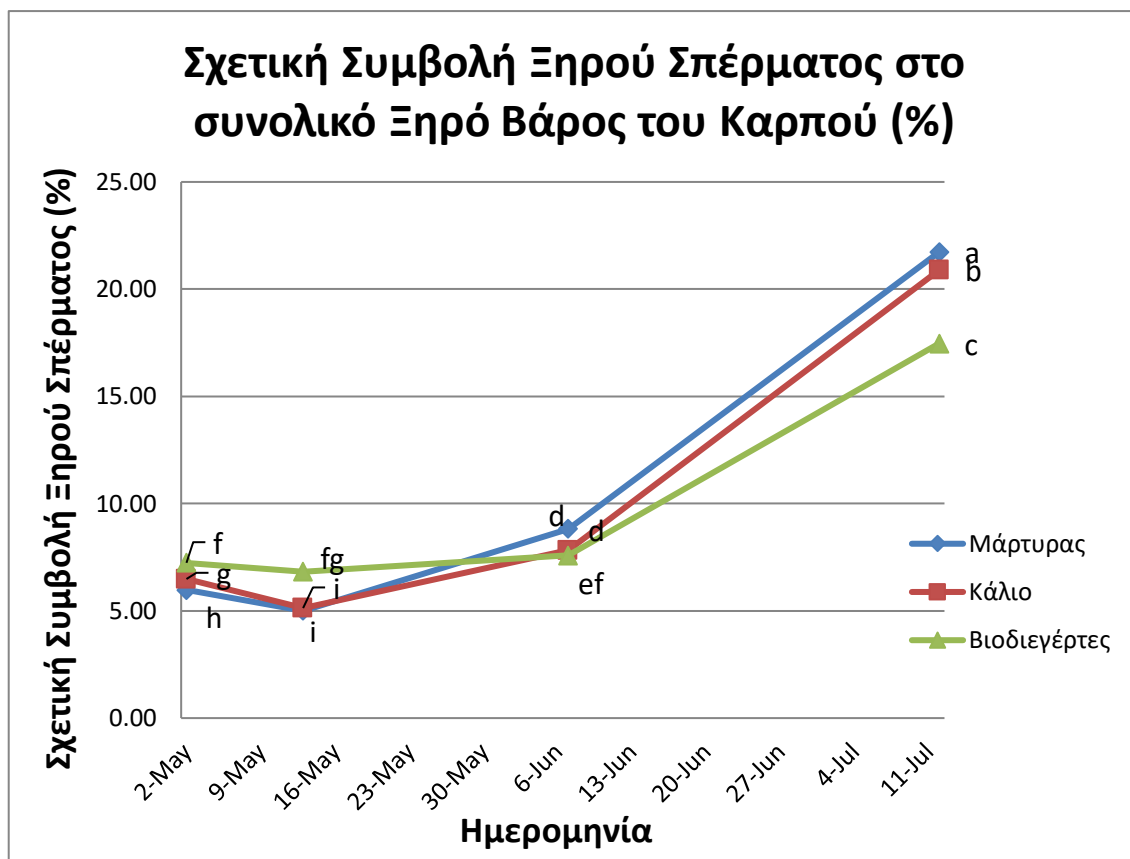
Σχετικά με τις εφαρμογές των βιοδιεγερτών συγκριτικά με το μάρτυρα, τον Μάιο οδήγησαν σε σημαντικά υψηλότερες τιμές, ενώ την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου, ο μάρτυρας εμφάνισε υψηλότερα ποσοστά.

Κατά τη σύγκριση καλιούχου θρέψης και βιοδιεγερτών, τον Μάιο η θρέψη με κάλιο παρουσίασε χαμηλότερα ποσοστά, ενώ τον Ιούνιο εμφάνισε τιμές παρόμοιες με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών. Τέλος, τον Ιούλιο, παρατηρήθηκε σημαντικά υψηλότερη σχετική συμβολή του σπέρματος στο συνολικό ξηρό βάρος των καρπών, που δέχθηκαν εφαρμογές με βιοδιεγέρτες έναντι θρέψης με κάλιο.

Πίνακας 3.2.1.8. Σχετική συμβολή (%) Ξηρού Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Σχετική Συμβολή Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού (%)
2/5/2024	Μάρτυρας	5,97h
	Κάλιο	6,49g
	Βιοδιεγέρτες	7,24f
13/5/2024	Μάρτυρας	5,00i

	Κάλιο	5,13i
	Βιοδιεγέρτες	6,82fg
7/6/2024	Μάρτυρας	8,83d
	Κάλιο	7,83e
	Βιοδιεγέρτες	7,59ef
12/7/2024	Μάρτυρας	21,73a
	Κάλιο	20,89b
	Βιοδιεγέρτες	17,47c
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD	0,46



Διάγραμμα 3.2.1.8 Γραφική απεικόνιση της σχετικής συμβολής (%) Ξηρού Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.1.9 Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στον Καρπό

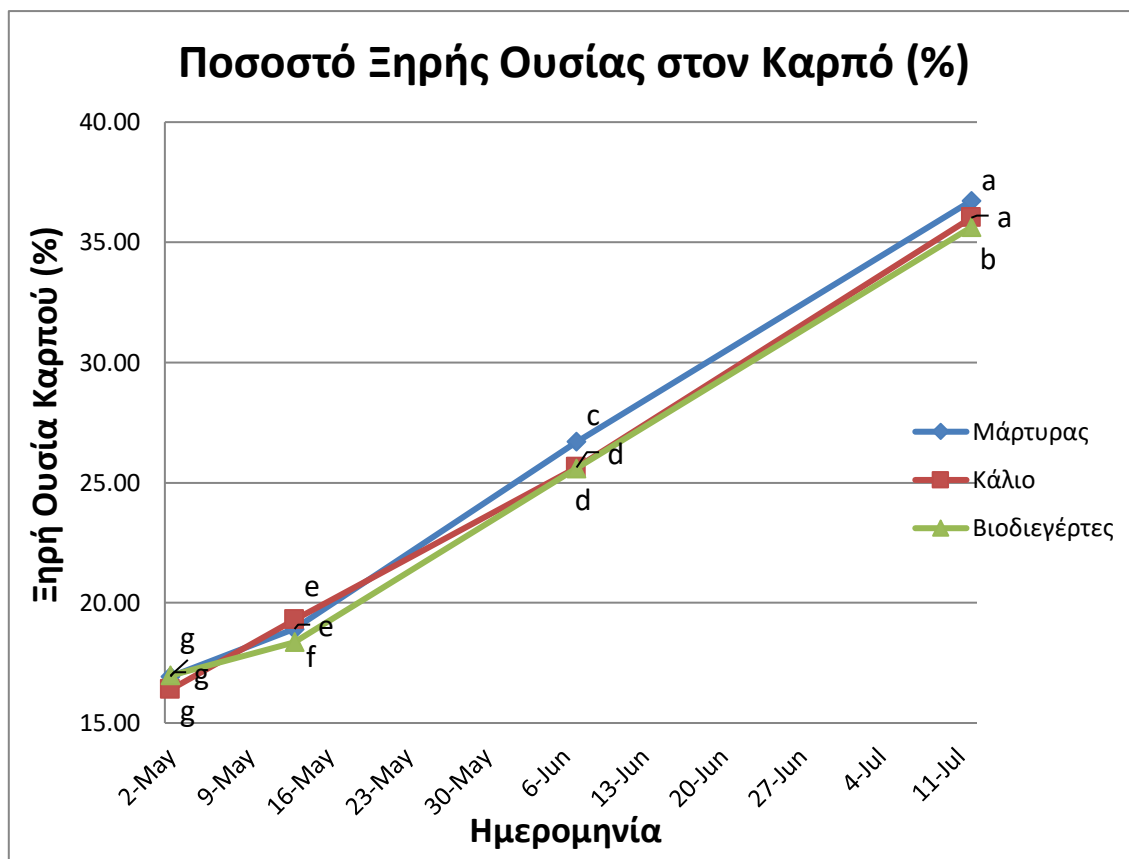
Όλες οι μεταχειρίσεις παρουσίασαν σταθερή και προοδευτική ανοδική πορεία του ποσοστού ξηρής ουσίας στον καρπό από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου (Πίν. 3.2.1.9., Διάγ. 3.2.1.9.).

Κατά τη σύγκριση ανά χρονική στιγμή, η επιπλέον θρέψη με κάλιο σε σχέση με το μάρτυρα, εμφάνισε παρόμοιες τιμές σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, εκτός από τις αρχές Ιουνίου όπου ο μάρτυρας παρουσίασε υπεροχή.

Σχετικά με τις εφαρμογές βιοδιεγερτών, στις αρχές Μαΐου καταγράφηκαν τιμές αντίστοιχες με το μάρτυρα, ενώ από τα μέσα Μαΐου έως και μέσα Ιουλίου σημειώθηκε σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία για τη μεταχείριση του μάρτυρα. Μέσω της σύγκρισης των πρόσθετων διαφυλλικών εφαρμογών προέκυψαν παρόμοια ποσοστά ξηρής ουσίας στους καρπούς, όμως τον Ιούλιο η μεταχείριση της θρέψης με κάλιο παρουσίασε υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τις εφαρμογές βιοδιεγερτών.

Πίνακας 3.2.1.9 Ποσοστό (%) Ξηρής Ουσίας στον Καρπό για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στον Καρπό (%)
2/5/2024	Μάρτυρας	16,93g
	Κάλιο	16,39g
	Βιοδιεγέρτες	16,97g
13/5/2024	Μάρτυρας	18,91e
	Κάλιο	19,30e
	Βιοδιεγέρτες	18,36f
7/6/2024	Μάρτυρας	26,70c
	Κάλιο	25,63d
	Βιοδιεγέρτες	25,59d
12/7/2024	Μάρτυρας	36,72a
	Κάλιο	36,02a
	Βιοδιεγέρτες	35,63b
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD	0,71



Διάγραμμα 3.2.1.9. Γραφική απεικόνιση του ποσοστού (%) Ξηρής Ουσίας στον Καρπό για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.1.10. Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα

Η επιπλέον θρέψη με κάλιο αρχικά παρουσίασε παρόμοιες τιμές μέχρι τα μέσα Μαΐου, με οριακή τάση μείωσης. Ωστόσο, από εκείνο το χρονικό σημείο και έπειτα οδήγησε σε προοδευτική αύξηση της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία στο σπέρμα (Πίν. 3.2.1.10., Διάγ.3.2.1.10.).

Αναφορικά με τις διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών, τον Μάιο εμφάνισαν αντίστοιχα ποσοστά ξηρής ουσίας στο σπέρμα και στη συνέχεια ακολούθησαν ανοδική πορεία μέχρι και τον Ιούλιο. Αντίστοιχα με τη μεταχείριση της θρέψης με κάλιο, οι

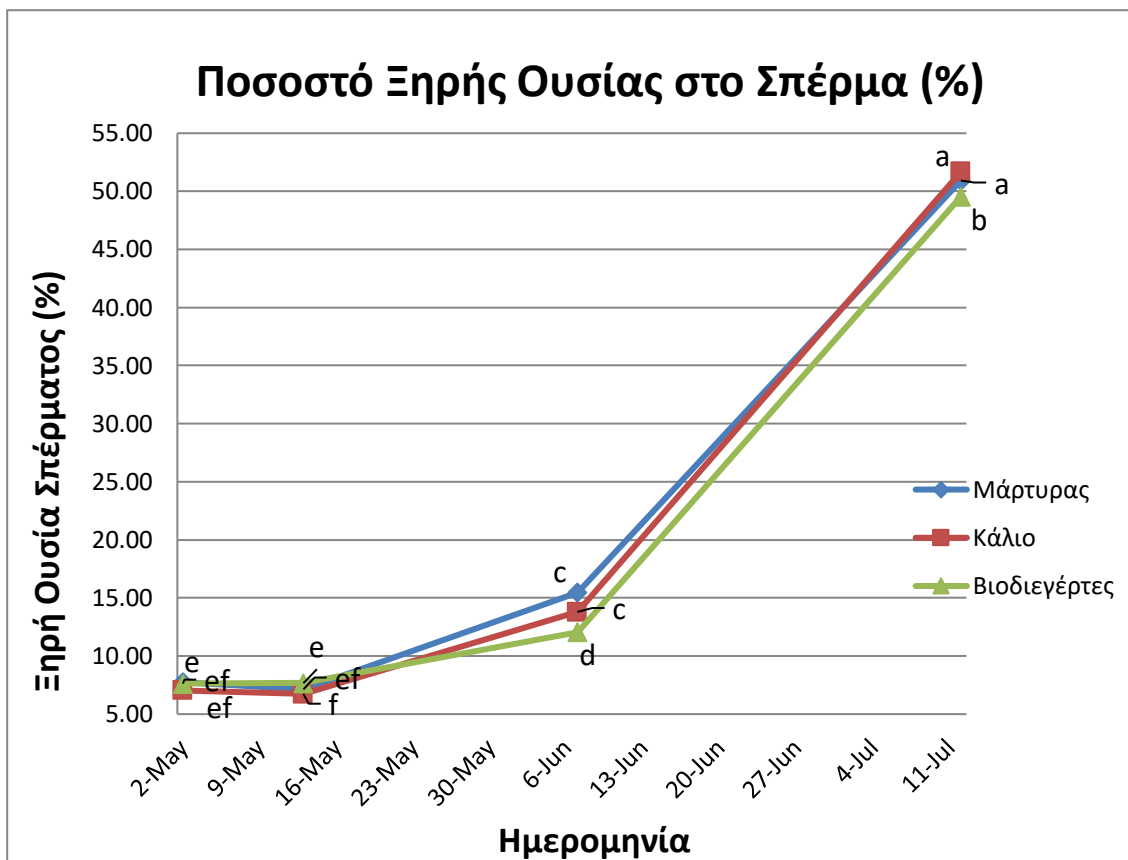
καρποί των δέντρων του μάρτυρα παρουσίασαν παρόμοιες τιμές με ήπια πτωτική τάση κατά τον Μάιο και ακολούθως σημείωσαν αυξητική πορεία έως την τελική μέτρηση.

Αναφορικά με τη σύγκριση ανά χρονική στιγμή, η καλιούχος θρέψη και ο μάρτυρας σε όλη τη διάρκεια του πειράματος εμφάνισαν διαφορές μη σημαντικές μεταξύ τους. Επιπροσθέτως, οι καρποί των δέντρων που έλαβαν διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών εμφάνισαν παρόμοιες τιμές με του μάρτυρα τον Μάιο, στη συνέχεια παρατηρήθηκε μειωμένο ποσοστό ξηρής ουσίας στο σπέρμα για τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών στο διάστημα Ιουνίου – Ιουλίου. Τέλος, στα πλαίσια της σύγκρισης των δύο διαφυλλικών εφαρμογών, αντίστοιχα με την προηγούμενη σύγκριση παρατηρήθηκαν παρόμοια επίπεδα τον Μάιο και υπεροχή της καλιούχου θρέψης την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου.

Πίνακας 3.2.1.10 Ποσοστό (%) Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα (%)
2/5/2024	Μάρτυρας	7,77e
	Κάλιο	7,06ef
	Βιοδιεγέρτες	7,63ef
13/5/2024	Μάρτυρας	7,13ef
	Κάλιο	6,75f
	Βιοδιεγέρτες	7,67e
7/6/2024	Μάρτυρας	15,46c
	Κάλιο	13,80c
	Βιοδιεγέρτες	12,05d
12/7/2024	Μάρτυρας	50,93a
	Κάλιο	51,68a
	Βιοδιεγέρτες	49,55b
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***

	Μεταχείριση	***
	LSD	0,92



Διάγραμμα 3.2.1.10 Γραφική απεικόνιση του ποσοστού (%) Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.2.2 Επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποιότητα των καρπών στην ποικιλία Texas στη συγκομιδή.

Η συγκομιδή των καρπών της ποικιλίας Texas, πραγματοποιήθηκε κατά την εμπορική ημέρα συγκομιδής, στις 30 Αυγούστου 2024 (Κεφ. 2.6., Πίν.2.6.1.) και διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά αξιολογήθηκαν αμέσως μετά.

3.2.2.1 Νωπό Βάρος καρπού και τμημάτων του

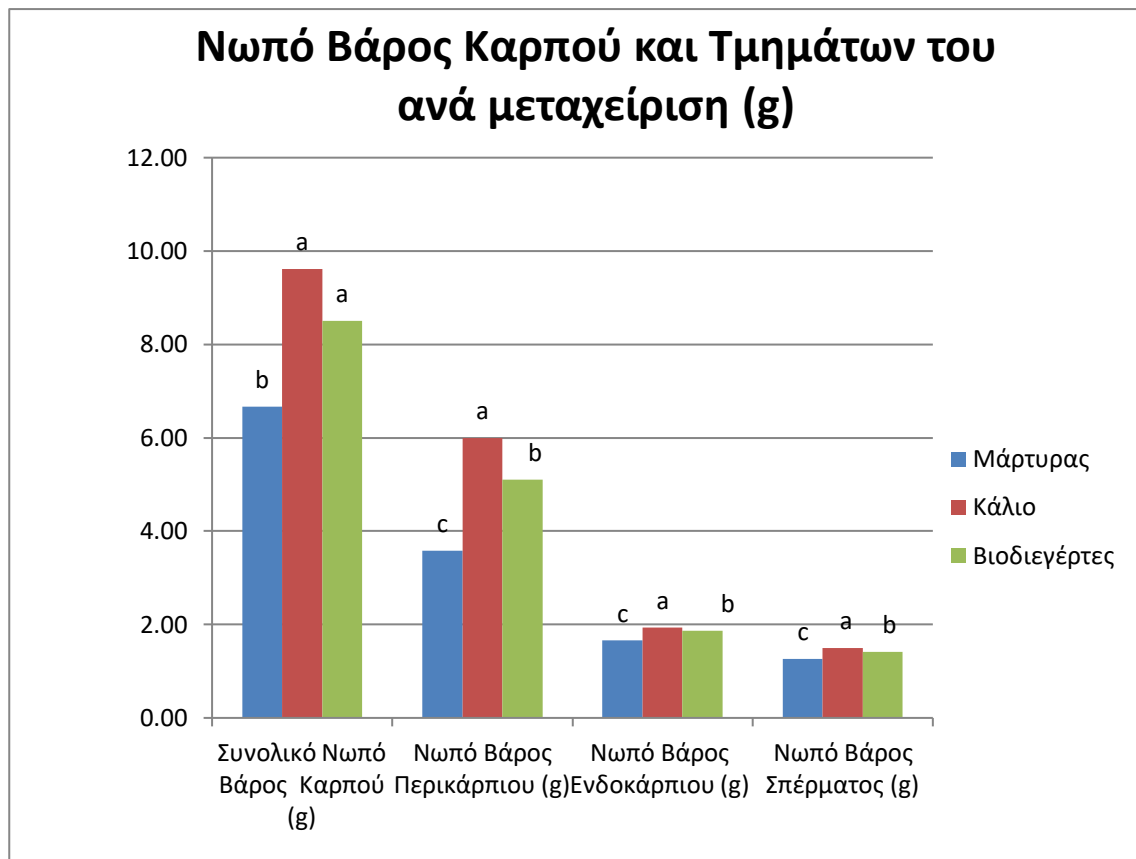
Η μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο οδήγησε σε σημαντικά μεγαλύτερες τιμές για το συνολικό νωπό βάρος καρπού, το νωπό βάρος περικαρπίου, ενδοκαρπίου και σπέρματος, συγκριτικά με το μάρτυρα (Πίν. 3.2.2.1., Διάγρ.3.2.2.1.).

Η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών έδωσε επίσης αυξημένες τιμές στο συνολικό νωπό βάρος καρπού αλλά και στα επιμέρους νωπά όργανά του (περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα) σε σχέση με το μάρτυρα.

Οι καρποί των δέντρων, που δέχθηκαν επιπλέον θρέψη με κάλιο εμφάνισαν υψηλότερες τιμές σε όλα τα νωπά βάρη στα τμήματα του καρπού (περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα) σε σχέση με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών, ενώ το συνολικό νωπό βάρος του καρπού ήταν παρόμοιο στις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 3.2.2.1. Νωπό Βάρος συνολικού Καρπού, Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για τον μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού (g)	Νωπό Βάρος Περικάρπιου (g)	Νωπό Βάρος Ενδοκαρπίου (g)	Νωπό Βάρος Σπέρματος (g)
Μάρτυρας	6,67b	3,58c	1,66c	1,26c
Κάλιο	9,61a	6,00a	1,93a	1,50a
Βιοδιεγέρτες	8,5a	5,10b	1,87b	1,42b
Σημαντικότητα	***	***	***	***



Διάγραμμα 3.2.2.1. Γραφική απεικόνιση του Νωπού Βάρους Καρπού, Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για τον μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.2.2.2. Ξηρό Βάρος τμημάτων καρπού

Η μεταχείριση επιπλέον θρέψης με κάλιο παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερες τιμές στο ξηρό βάρος του ενδοκαρπίου και του σπέρματος, ενώ στο ξηρό βάρος του περικαρπίου, παρατηρήθηκε οριακά αυξημένη τιμή σε σύγκριση με το μάρτυρα (Πιν.3.2.2.2., Διάγ.3.2.2.2.).

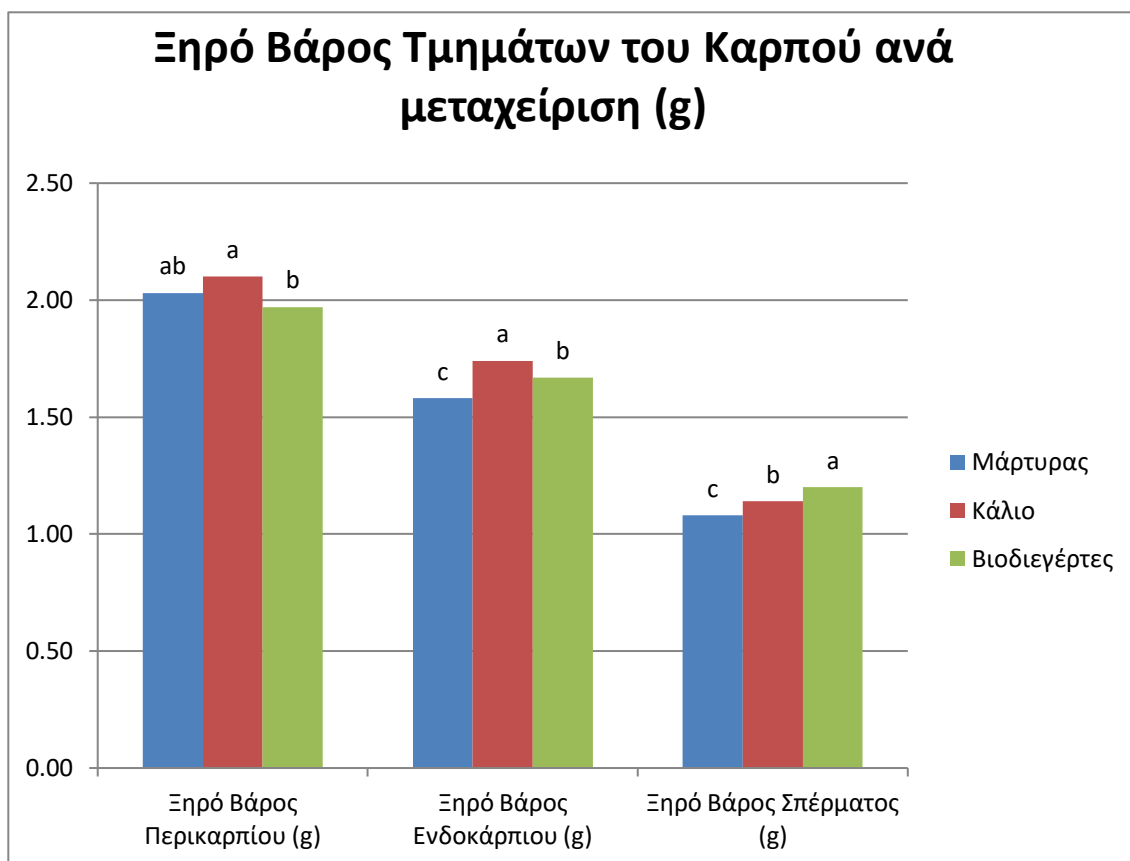
Αντίστοιχα, η μεταχείριση της εφαρμογής βιοδιεγερτών οδήγησε σε σημαντικά υψηλότερες τιμές για το ξηρό βάρος στο ενδοκάρπιο και το σπέρμα συγκριτικά με το

μάρτυρα. Αναφορικά με το ξηρό βάρος του περικαρπίου, εμφανίσθηκε οριακά χαμηλότερο από την τιμή του μάρτυρα.

Σχετικά με τη σύγκριση μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, η επιπλέον θρέψη με κάλιο είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ξηρού βάρους του περικαρπίου και του ενδοκαρπίου, σε αντίθεση με τις διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών που απέδωσαν υψηλότερες τιμές στο ξηρό βάρος του σπέρματος.

Πίνακας 3.2.2.2. Ξηρό Βάρος Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ξηρό Βάρος Περικαρπίου (g)	Ξηρό Βάρος Ενδοκαρπίου (g)	Ξηρό Βάρος Σπέρματος (g)
Μάρτυρας	2,03ab	1,58c	1,08c
Θρέψη	2,10a	1,74a	1,14b
Βιοδιεγέρτες	1,97b	1,67b	1,20a
Σημαντικότητα	**	***	***



Διάγραμμα 3.2.2.2. Γραφική απεικόνιση του Ξηρού Βάρους Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.2.2.3. Ποσοστιαία Κατανομή Νωπού Βάρους των τμημάτων του καρπού

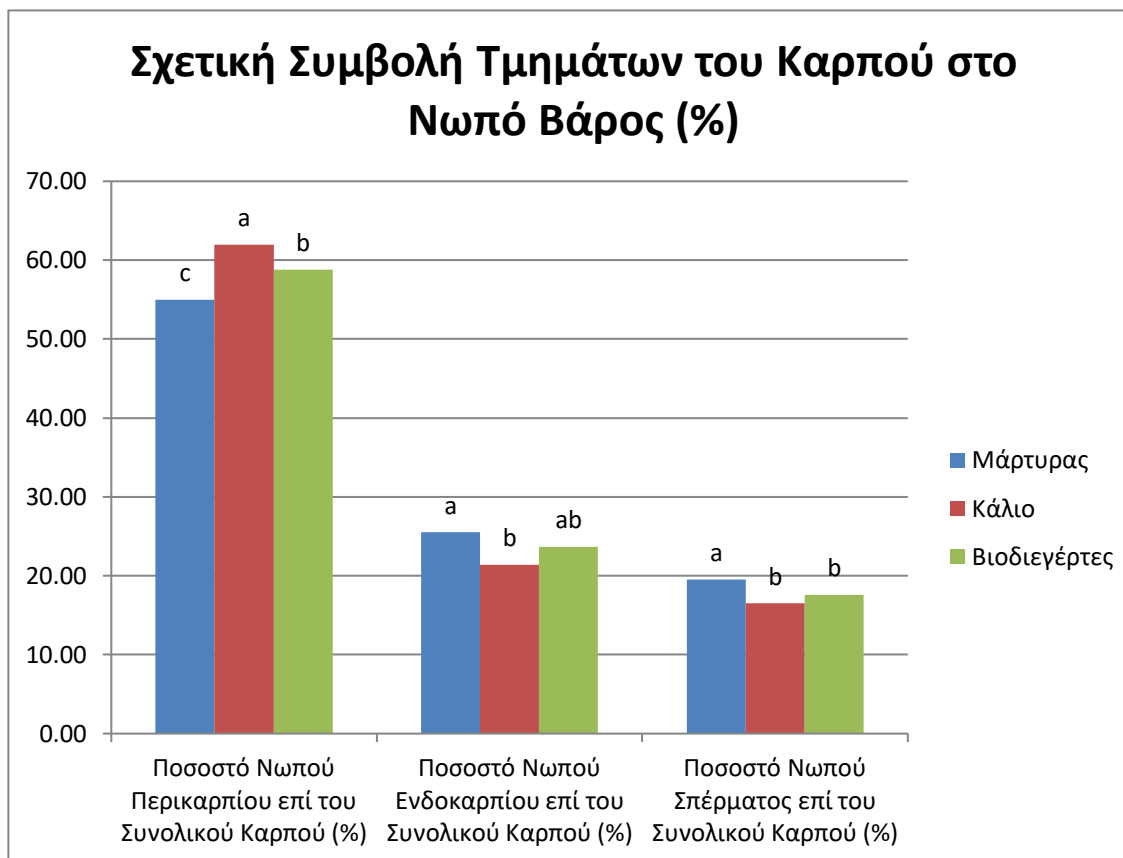
Τα αμύγδαλα των δέντρων στα οποία εφαρμόστηκε επιπλέον θρέψη με κάλιο εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό νωπού περικαρπίου επί του συνολικού βάρους, έναντι των καρπών των δέντρων του μάρτυρα. Αντιθέτως, τα ποσοστά νωπού ενδοκαρπίου και σπέρματος ήταν σημαντικά μειωμένα συγκριτικά με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν.3.2.2.3, Διάγ.3.2.2.3).

Αναφορικά με τη μεταχείριση των διαφυλλικών εφαρμογών με βιοδιεγέρτες σε σχέση με το μάρτυρα, οδήγησε σε υψηλότερες τιμές για τα ποσοστά του νωπού περικάρπιου. Αντιθέτως, το ποσοστό νωπού ενδοκαρπίου επί του συνολικού καρπού, εμφάνισε οριακά σημαντική τάση μείωσης. Τέλος, το ποσοστό νωπού σπέρματος επί του συνολικού καρπού, κατά την επίδραση της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών εμφανίσθηκε σε χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με τον μάρτυρα.

Επιπρόσθετα, η ποσοστιαία κατανομή του νωπού περικαρπίου για τους καρπούς της μεταχείρισης της επιπλέον διαφυλλικής εφαρμογής με κάλιο ήταν υψηλότερη σε σχέση με τους καρπούς της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών. Σχετικά με το ποσοστό του νωπού ενδοκαρπίου, υπό την επίδραση της επιπλέον θρέψης με κάλιο, παρουσιάστηκε οριακά χαμηλότερο, ενώ το ποσοστό νωπού σπέρματος δεν διέφερε σε σύγκριση με τη μεταχείριση της εφαρμογής βιοδιεγερτών.

Πίνακας 3.2.2.3. Ποσοστιαία Κατανομή (%) Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Νωπού Περικαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Νωπού Ενδοκαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Νωπού Σπέρματος επί του Συνολικού Καρπού (%)
Μάρτυρας	55,00c	25,50a	19,50a
Θρέψη	62,00a	21,40b	16,50b
Βιοδιεγέρτες	58,80b	23,70ab	17,60b
Σημαντικότητα	***	***	***



Διάγραμμα 3.2.2.3. Γραφική απεικόνιση της Ποσοστιαίας Κατανομής Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.2.2.4. Ποσοστιαία κατανομή ξηρού βάρους τμημάτων του καρπού

Η μεταχείριση της επιπρόσθετης διαφυλλικής εφαρμογής καλίου παρουσίασε μειωμένο ποσοστό ξηρού περικαρπίου σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ το ποσοστό ξηρού ενδοκαρπίου αυξήθηκε υπό την επίδραση της συγκεκριμένης μεταχείρισης. Αναφορικά με το ποσοστό ξηρού σπέρματος επί του συνολικού καρπού, παρέμεινε σταθερό μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων (Πίν.3.2.2.4., Διάγ.3.2.2.4.).

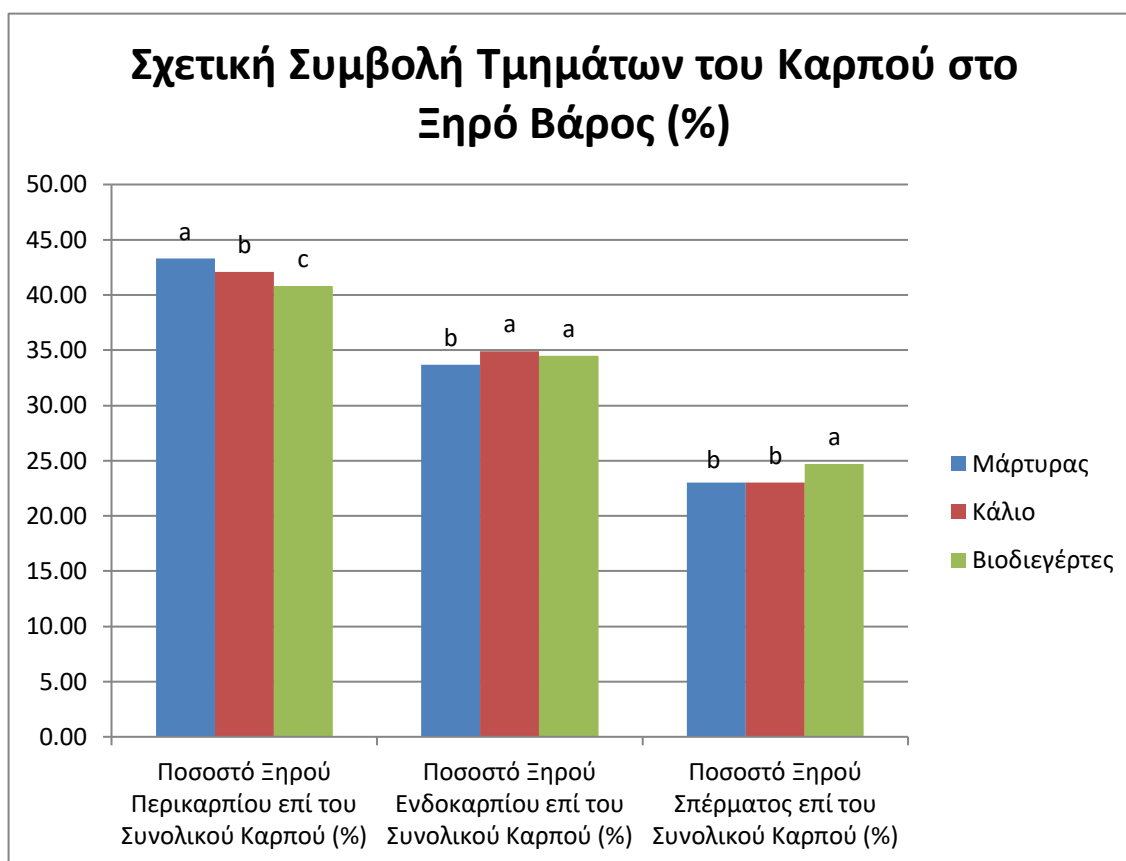
Σχετικά με την μεταχείριση της εφαρμογής βιοδιεγερτών, οδήγησε σε σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό ξηρού περικαρπίου, σε αντίθεση με τα ποσοστά ξηρού

ενδοκαρπίου και σπέρματος, που παρουσίασαν τιμές υψηλότερες σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Στα πλαίσια της σύγκρισης των καρπών των μεταχειρίσεων επιπλέον διαφυλλικής εφαρμογής καλίου και της αντίστοιχης θρέψης με βιοδιεγέρτες, η πρώτη εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό ξηρού περικαρπίου, ενώ το ποσοστό ξηρού ενδοκαρπίου διατηρήθηκε σε παρόμοιες τιμές. Ωστόσο, το ποσοστό ξηρού σπέρματος κατά τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών ήταν σημαντικά υψηλότερο συγκριτικά με τη μεταχείριση της θρέψης με κάλιο.

Πίνακας 3.2.2.4. Ποσοστιαία Κατανομή (%) Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για την ποικιλία Texas, στις τρεις μεταχειρίσεις: μάρτυρας (εφαρμογές παραγωγού), επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρού Περικαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Ξηρού Ενδοκαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Ξηρού Σπέρματος επί του Συνολικού Καρπού (%)
Μάρτυρας	43,30a	33,70b	23,00b
Θρέψη	42,10b	34,90a	23,00b
Βιοδιεγέρτες	40,80c	34,50a	24,70a
Σημαντικότητα	***	**	***



Διάγραμμα 3.2.2.4. Γραφική απεικόνιση της Ποσοστιαίας Κατανομής (%) Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για την ποικιλία Texas στο μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.2.2.5. Αναλογία Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου

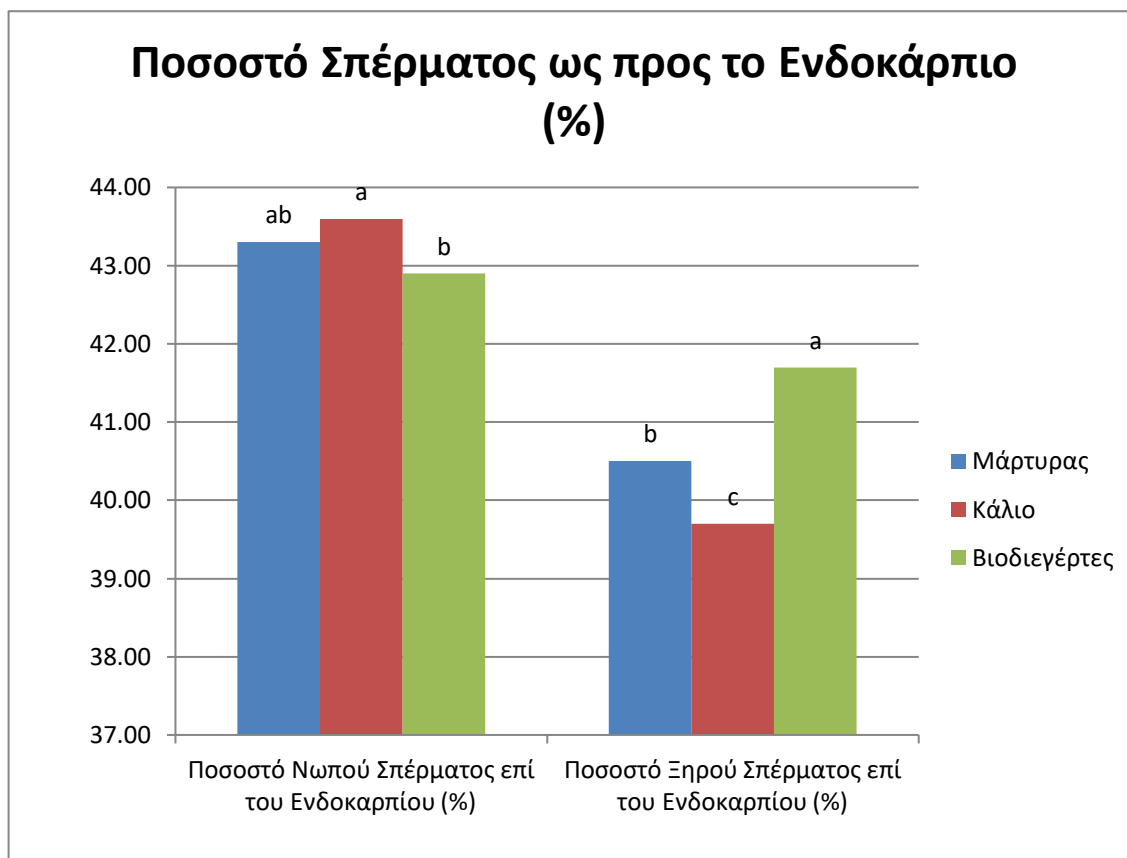
Αναφορικά με την επίδραση των μεταχειρίσεων στην αναλογία του σπέρματος επί του ενδοκαρπίου (κόκκαλου), η εφαρμογή επιπλέον θρέψης με κάλιο οδήγησε στην οριακή αύξηση του ποσοστού νωπού σπέρματος σε αντίθεση με το ποσοστό ξηρού σπέρματος, το οποίο ήταν μειωμένο συγκριτικά με το μάρτυρα (Πίν. 3.2.2.5., Διάγ.3.2.2.5.).

Σχετικά με τη μεταχείριση της εφαρμογής βιοδιεγερτών, παρουσίασε ελαφρώς χαμηλότερο ποσοστό νωπού σπέρματος, ενώ το ποσοστό ξηρού σπέρματος ήταν αυξημένο σε σχέση με το μάρτυρα.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν επιπλέον εφαρμογή καλιούχου λίπανσης παρουσίασαν υψηλότερο ποσοστό νωπού σπέρματος σε σχέση με τους καρπούς των δέντρων που εφαρμόστηκε επιπλέον θρέψη με βιοδιεγέρτες. Αντιθέτως, το ποσοστό ξηρού σπέρματος ήταν σημαντικά αυξημένο κατά την εφαρμογή της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών.

Πίνακας 3.2.2.5. Ποσοστιαία Αναλογία (%) Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου στην ποικιλία Texas, για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Νωπού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου (%)	Ποσοστό Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου (%)
Μάρτυρας	43,30ab	40,50b
Θρέψη	43,60a	39,70c
Βιοδιεγέρτες	42,90b	41,70a
Σημαντικότητα	*	***



Διάγραμμα 3.2.2.5. Γραφική απεικόνιση της Ποσοστιαίας Αναλογίας (%) Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Texas. Οι τιμές αντιστοιχούν σε μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.2.2.6. Περιεκτικότητα τμημάτων σε ξηρή ουσία

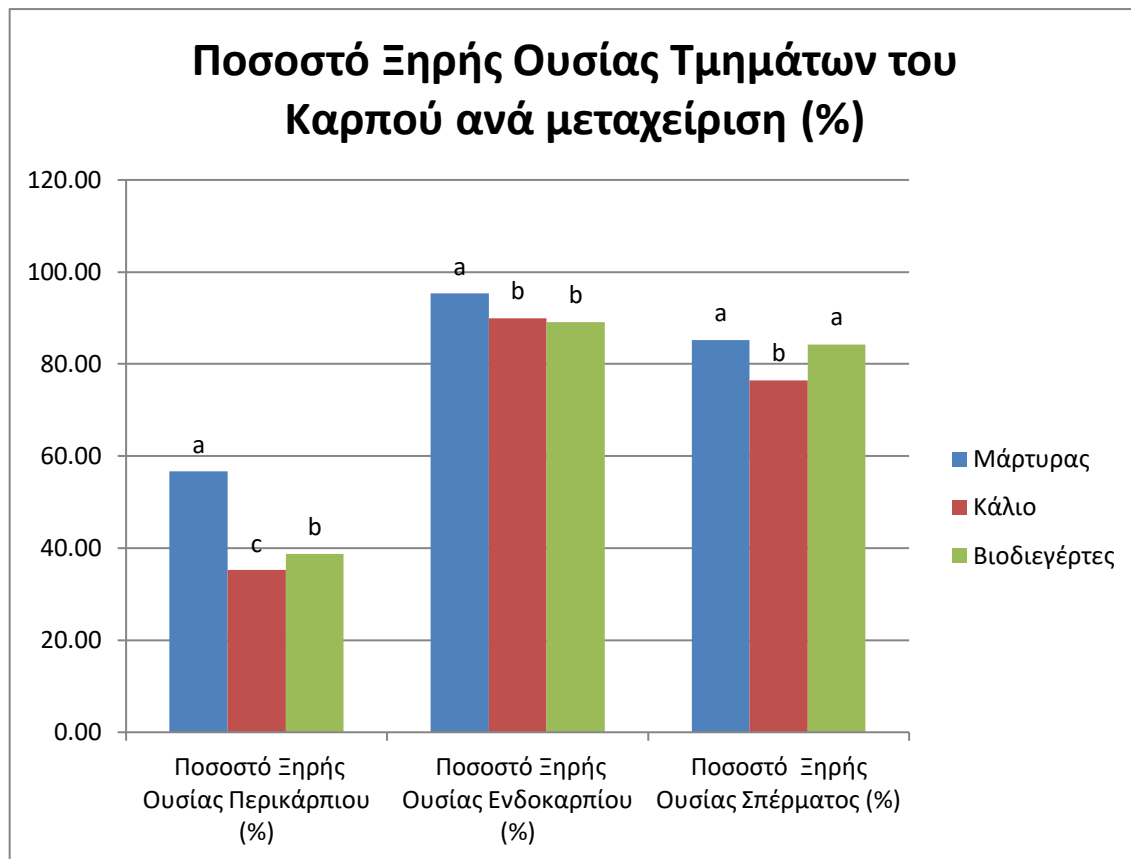
Τα αμύγδαλα των δέντρων που έλαβαν επιπλέον διαφυλλική λίπανση με κάλιο παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό ξηρής ουσίας στο περικάρπιο, ενδοκάρπιο και το σπέρμα έναντι των καρπών των δέντρων του μάρτυρα (Πίν.3.2.2.6, Διάγ.3.2.2.6.).

Η επιπλέον διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών οδήγησε αντίστοιχα σε μείωση της ξηρής ουσίας στο περικάρπιο και το ενδοκάρπιο σε σχέση με τον μάρτυρα. Ωστόσο, το ποσοστό ξηρής ουσίας στο σπέρμα των καρπών της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών δεν εμφάνισε σημαντική διαφορά συγκριτικά με το μάρτυρα.

Κατά τη σύγκριση μεταξύ των μεταχειρίσεων της επιπλέον θρέψης με κάλιο και εφαρμογής βιοδιεγερτών, η τελευταία εμφάνισε σημαντικά υψηλότερες τιμές, στο ποσοστό ξηρής ουσίας του περικαρπίου και του σπέρματος, ενώ στο ποσοστό ξηρής ουσίας του ενδοκαρπίου δεν βρέθηκε αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Πίνακας 3.2.2.6. Ποσοστό (%) Ξηρής ουσίας στα επιμέρους τμήματα του καρπού (Περικάρπιο, Ενδοκάρπιο και Σπέρμα) της ποικιλίας Texas, για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας Περικαρπίου (%)	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας Ενδοκαρπίου (%)	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας Σπέρματος (%)
Μάρτυρας	56,70a	95,30a	85,20a
Θρέψη	35,20c	90,00b	76,50b
Βιοδιεγέρτες	38,70b	89,10b	84,30a
Σημαντικότητα	***	***	***



Διάγραμμα 3.2.2.6. Γραφική Απεικόνιση του Ποσοστού (%) Ξηρής ουσίας στα επιμέρους τμήματα του καρπού (Περικάρπιο, Ενδοκάρπιο και Σπέρμα), της ποικιλίας Texas για τρεις μεταχειρίσεις: το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.3. Ferragnes

3.3.1. Ανάπτυξη Καρπού με χρόνο

3.3.1.1. Μήκος Καρπού

Οι καρποί των δέντρων που έλαβαν επιπλέον λίπανση με κάλιο παρουσίασαν μικρή μείωση στο μήκος τους κατά τον Μάιο. Έπειτα, παρατηρήθηκε σημαντική

αύξηση των τιμών τον Ιούνιο, η οποία παρέμεινε σταθερή και τον Ιούλιο, ενώ τον Αύγουστο καταγράφηκε το μεγαλύτερο μήκος των καρπών (Πίν.3.3.1.1., Διάγ.3.3.1.1).

Αναφορικά με τη διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών, διατήρησε σχετικά σταθερές τις τιμές μήκους των καρπών, εμφανίζοντας μικρή μείωση τον Ιούλιο και ήπια αύξηση κατά την ωρίμανση τον Αύγουστο. Σχετικά με το μάρτυρα, το μήκος των καρπών εμφάνισε μείωση από τις αρχές προς τα μέσα Μαΐου, παρέμεινε σταθερό τον Ιούνιο και μειώθηκε σημαντικά τον Ιούλιο. Τέλος, την περίοδο του Αυγούστου σημειώθηκε αύξηση του μήκους των ώριμων καρπών.

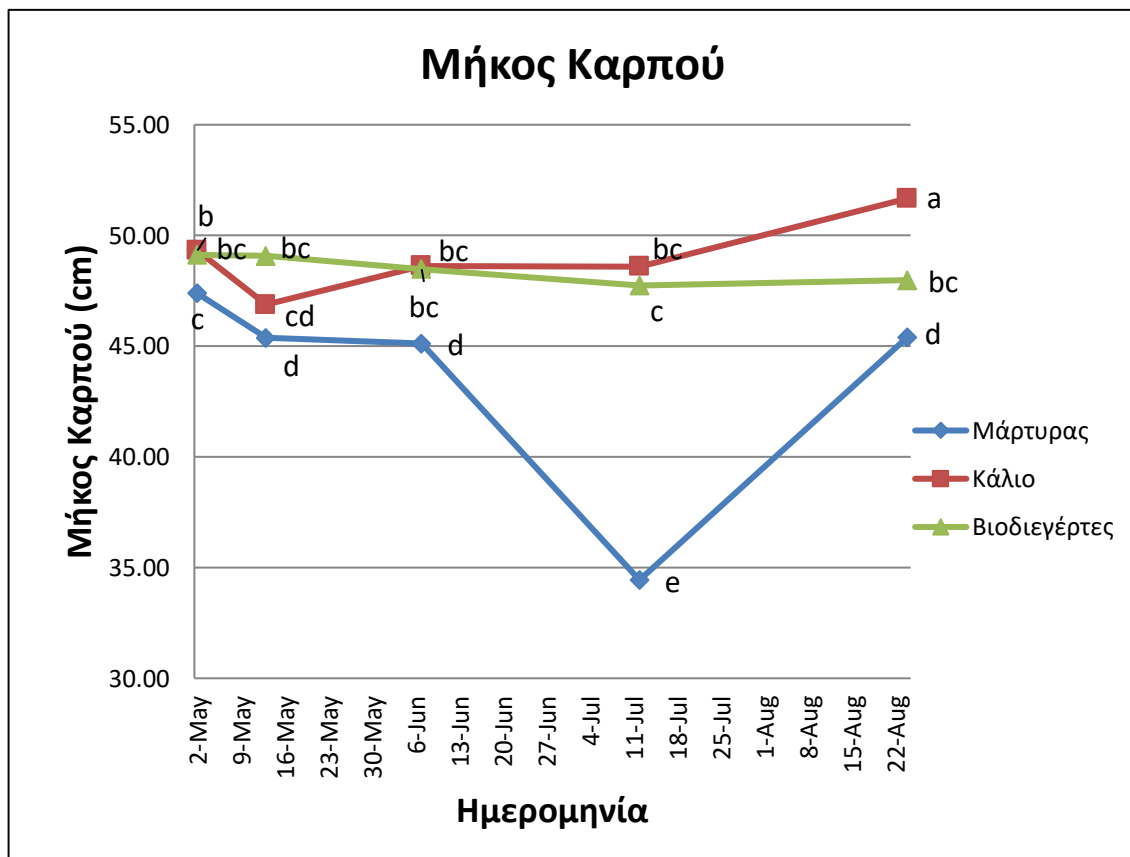
Όσον αφορά τις συγκρίσεις ανά χρονική στιγμή, η επιπλέον θρέψη με κάλιο έναντι του μάρτυρα, οδήγησε σε σημαντική αύξηση του μήκους των αμυγδάλων σε όλη τη διάρκεια των μετρήσεων και κύρια στην περίοδο του Αυγούστου. Επιπρόσθετα, η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών συγκριτικά με το μάρτυρα, παρουσίασε παρόμοιες τιμές στις αρχές Μαΐου, όμως από τα μέσα του μήνα αυτού έως και τον Αύγουστο αύξησε σημαντικά το μήκος των καρπών.

Μεταξύ των δύο επιπλέον διαφυλλικών εφαρμογών θρέψης, οι τιμές ήταν παρόμοιες στις αρχές Μαΐου. Στα μέσα του ίδιου μήνα η μεταχείριση των βιοδιεγερτών εμφάνισε οριακά υψηλότερη τιμή από την καλιούχο θρέψη, χωρίς στατιστική διαφορά. Αντιθέτως, τον Ιούλιο η επιπλέον θρέψη με κάλιο παρουσίασε οριακά υψηλότερη τιμή, ενώ τον Αύγουστο υπερείχε σημαντικά έναντι της εφαρμογής βιοδιεγερτών

Πίνακας 3.3.1.1 Μήκος Καρπού (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Μήκος Καρπού (cm)
2/5/2024	Μάρτυρας	47,38c
	Κάλιο	49,32b
	Βιοδιεγέρτες	49,12bc
13/5/2024	Μάρτυρας	45,38d
	Κάλιο	46,88cd

	Βιοδιεγέρτες	49,07bc
7/6/2024	Μάρτυρας	45,12d
	Κάλιο	48,62bc
	Βιοδιεγέρτες	48,48bc
12/7/2024	Μάρτυρας	34,44e
	Κάλιο	48,60bc
	Βιοδιεγέρτες	47,74c
31/8/2024	Μάρτυρας	45,41d
	Κάλιο	51,67a
	Βιοδιεγέρτες	47,98bc
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD	1,54



Διάγραμμα 3.3.1.1 Γραφική απεικόνιση Μήκους Καρπού (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών

ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση ($n=6$) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.2 Μήκος Σπέρματος

Αρχικά, το μήκος σπέρματος για τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν επιπλέον εφαρμογή με κάλιο, εμφάνισε ήπια αυξητική τάση μέχρι τα μέσα Μαΐου, ενώ αντίστοιχη μείωση παρατηρήθηκε έως τα μέσα Ιουλίου. Ωστόσο, την περίοδο του Αυγούστου σημειώθηκε σημαντική αύξηση των τιμών (Πίν.3.3.1.2, Διάγ.3.3.1.3).

Κατά τη μεταχείριση με διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών, το μήκος σπέρματος διατήρησε σχετικά παρόμοιες τιμές, καθώς εμφανίστηκε οριακή τάση μείωσης μέχρι τις αρχές Ιουνίου και αντίθετα ήπια τάση αύξησης μέχρι την τελική ωρίμανση των καρπών.

Όσον αφορά τους καρπούς του μάρτυρα, παρατηρήθηκαν σταθερές τιμές την περίοδο του Μαΐου, αλλά τον Ιούνιο και κύρια τον Ιούλιο υπήρξε σημαντική μείωση του μήκους του σπέρματος. Τέλος, στη φάση της ωρίμανσης μέχρι τα τέλη Αυγούστου, οι τιμές αυξήθηκαν σημαντικά.

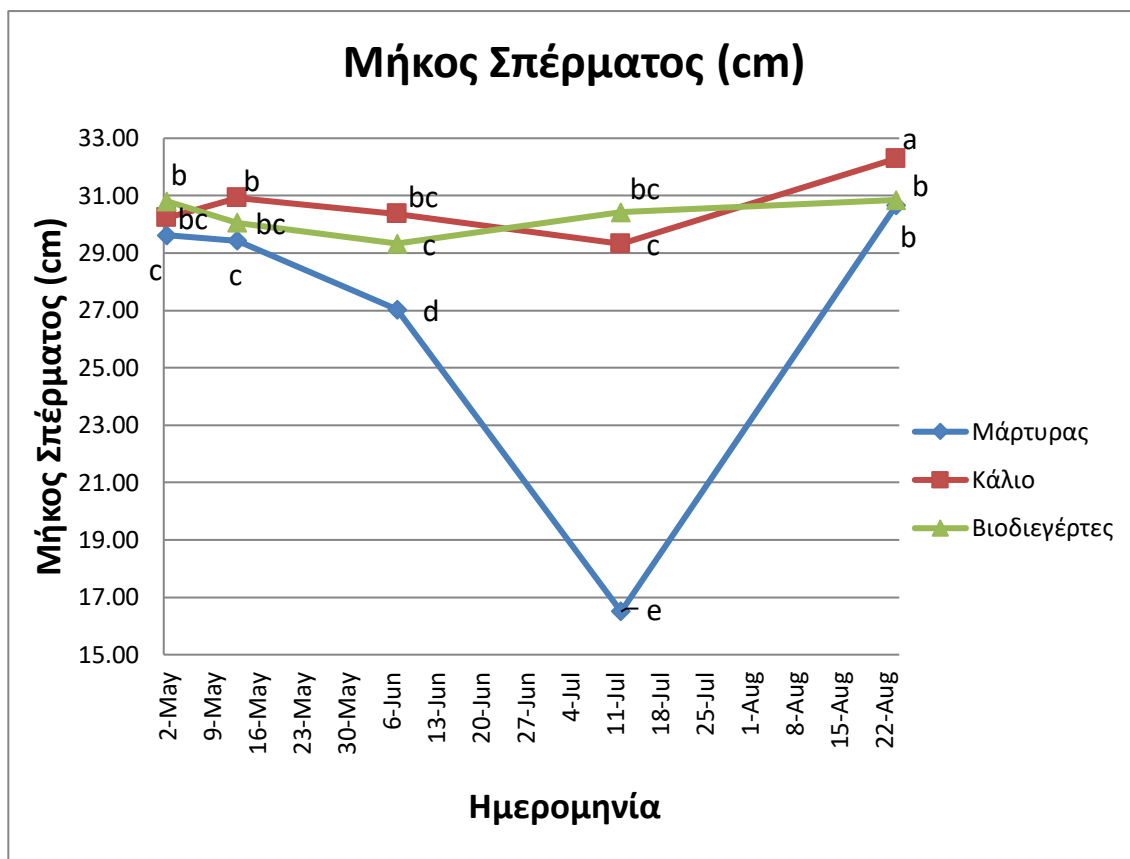
Κατά τη σύγκριση μεταξύ των μεταχειρίσεων ανά δεδομένη χρονική στιγμή, η πρόσθετη λίπανση με κάλιο οδήγησε σε σημαντικά υψηλότερες τιμές μήκους σπέρματος σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Η μεταχείριση των διαφυλλικών εφαρμογών βιοδιεγερτών, σε σχέση με το μάρτυρα παρουσίασε οριακά μεγαλύτερες τιμές την περίοδο του Μαΐου. Εν συνεχεία, την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου παρατηρήθηκαν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές κατά την εφαρμογή βιοδιεγερτών, ενώ τον Αύγουστο το μήκος σπέρματος ήταν παρόμοιο με του μάρτυρα.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν επιπλέον θρέψη με κάλιο δεν εμφάνισαν αξιοσημείωτες διαφορές στο μήκος σπέρματος μέχρι τα μέσα Ιουλίου, συγκριτικά με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών. Όμως, στην τελική μέτρηση παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των τιμών υπό την επίδραση της καλιούχου θρέψης.

Πίνακας 3.3.1.2 Μήκος Σπέρματος (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Μήκος Σπέρματος (cm)
2/5/2024	Μάρτυρας	29,62c
	Κάλιο	30,23bc
	Βιοδιεγέρτες	30,80b
13/5/2024	Μάρτυρας	29,43c
	Κάλιο	30,92b
	Βιοδιεγέρτες	30,05bc
7/6/2024	Μάρτυρας	27,03d
	Κάλιο	30,37bc
	Βιοδιεγέρτες	29,33c
12/7/2024	Μάρτυρας	16,50e
	Κάλιο	29,32c
	Βιοδιεγέρτες	30,43bc
31/8/2024	Μάρτυρας	30,66b
	Κάλιο	32,29a
	Βιοδιεγέρτες	30,85b
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,99



Διάγραμμα 3.3.1.2 Γραφική απεικόνιση Μήκους Σπέρματος (σε cm) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.3 Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού

Η μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο παρουσίασε μείωση του νωπού βάρους ολόκληρου του καρπού στα μέσα Μαΐου, ενώ ακολούθησε σταδιακά σημαντική αύξηση της τιμής του, μέχρι τα μέσα Ιουλίου, δίχως όμως να φτάσει την αρχική τιμή (Πίν. 3.3.1.3, Διάγ.3.3.1.3).

Στη μεταχείριση διαφυλλικών εφαρμογών με βιοδιεγέρτες, το νωπό βάρος παρέμεινε σταθερό δίχως αξιοσημείωτες διαφοροποιήσεις σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Σχετικά με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα, παρουσίασαν αντίστοιχη πορεία στο χρόνο με τη μεταχείριση της πρόσθετης καλιούχου λίπανσης.

Συγκεκριμένα, εμφάνισαν μείωση του νωπού βάρους του καρπού στα μέσα Μαΐου ακολουθούμενη από σταδιακή αύξηση έως και τον Ιούλιο.

Κατά τη σύγκριση των μεταχειρίσεων ανά δεδομένη χρονική στιγμή, η επιπλέον θρέψη με κάλιο οδήγησε σε μεγαλύτερο νωπό βάρος καρπού καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, σε σχέση με το μάρτυρα.

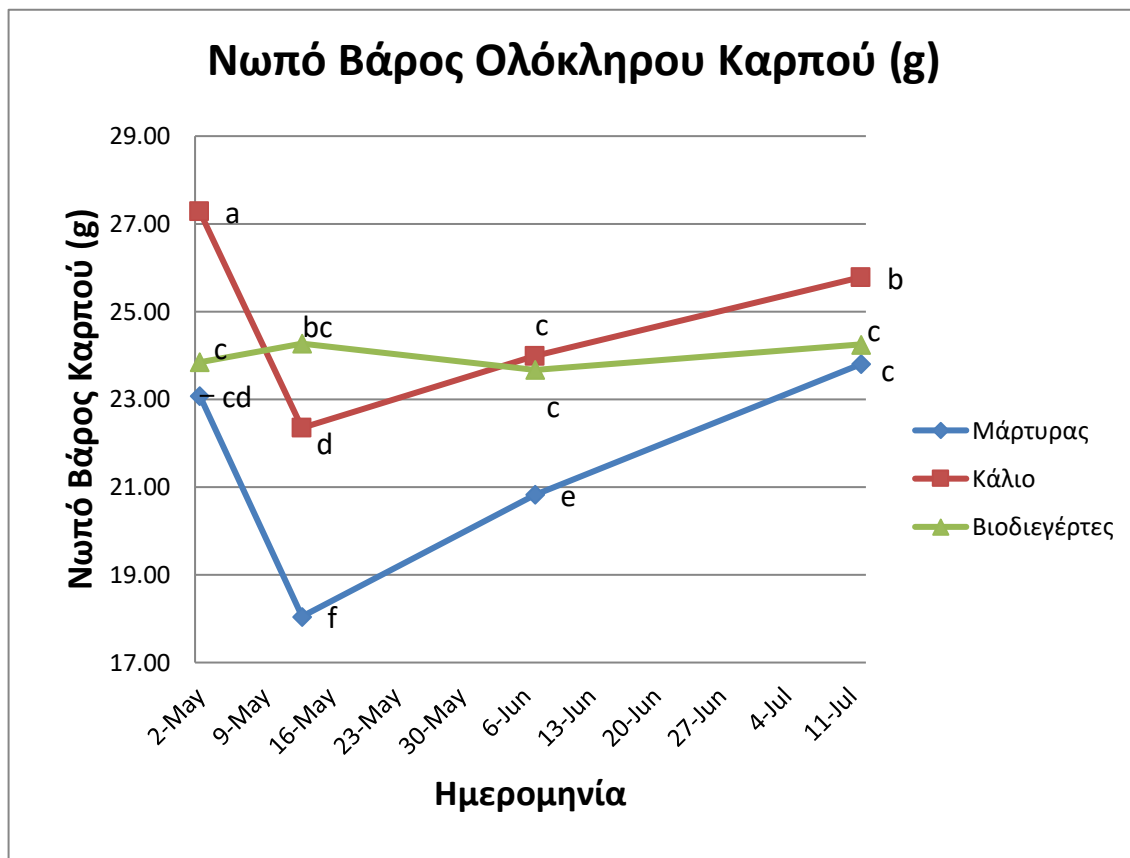
Επιπρόσθετα, το νωπό βάρος του καρπού υπό την επίδραση της εφαρμογής βιοδιεγερτών οδήγησε συγκριτικά με το μάρτυρα, σε υψηλότερες τιμές κατά τη διάρκεια του Μαΐου – Ιουνίου. Τον Ιούλιο το νωπό βάρος για τις δύο μεταχειρίσεις ήταν παρόμοιο.

Τέλος, οι καρποί των δέντρων που έλαβαν πρόσθετη λίπανση με κάλιο είχαν σημαντικά μεγαλύτερο νωπό βάρος στις αρχές Μαΐου, έναντι της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών. Ωστόσο, στα μέσα Μαΐου, παρουσιάστηκε αύξηση του νωπού βάρους των καρπών υπό τις εφαρμογές βιοδιεγερτών, σε σύγκριση με την καλιούχο θρέψη, ενώ τον Ιούνιο εμφάνισαν παρόμοιες τιμές. Ωστόσο, στις μετρήσεις του Ιουλίου η λίπανση με κάλιο υπερείχε σημαντικά έναντι της εφαρμογής βιοδιεγερτών.

Πίνακας 3.3.1.3 Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Νωπό Βάρος Ολόκληρου Καρπού (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	23,08cd
	Κάλιο	27,28a
	Βιοδιεγέρτες	23,85c
13/5/2024	Μάρτυρας	18,05f
	Κάλιο	22,35d
	Βιοδιεγέρτες	24,27bc
7/6/2024	Μάρτυρας	20,83e
	Κάλιο	23,99c

	Βιοδιεγέρτες	23,67c
12/7/2024	Μάρτυρας	23,81c
	Κάλιο	25,78b
	Βιοδιεγέρτες	24,25c
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	1,27



Διάγραμμα 3.3.1.3 Γραφική απεικόνιση Νωπού Βάρους Ολόκληρου Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.4. Νωπό Βάρος Σπέρματος

Στους καρπούς των δέντρων που εφαρμόστηκε πρόσθετη θρέψη με κάλιο, το νωπό βάρος σπέρματος, εμφάνισε ανοδική πορεία στο χρόνο από τις αρχές Μαΐου μέχρι και τον Ιούνιο, ενώ την περίοδο του Ιουλίου παρουσιάστηκε πτώση (Πίν. 3.3.1.4, Διάγ.3.3.1.4).

Η εφαρμογή βιοδιεγερτών αντίστοιχα με την προηγούμενη μεταχείριση, οδήγησε σε σημαντική αύξηση του νωπού βάρους του σπέρματος μέχρι και τις αρχές Ιουνίου. Έπειτα, μέχρι τα μέσα Ιουλίου οι τιμές διατηρήθηκαν στα ίδια επίπεδα.

Αναφορικά με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα, παρατηρήθηκε επίσης σταδιακή αύξηση των τιμών από τις αρχές μέχρι τα μέσα Ιουλίου, έχοντας ωστόσο μικρότερες διακυμάνσεις από τις προηγούμενες μεταχειρίσεις.

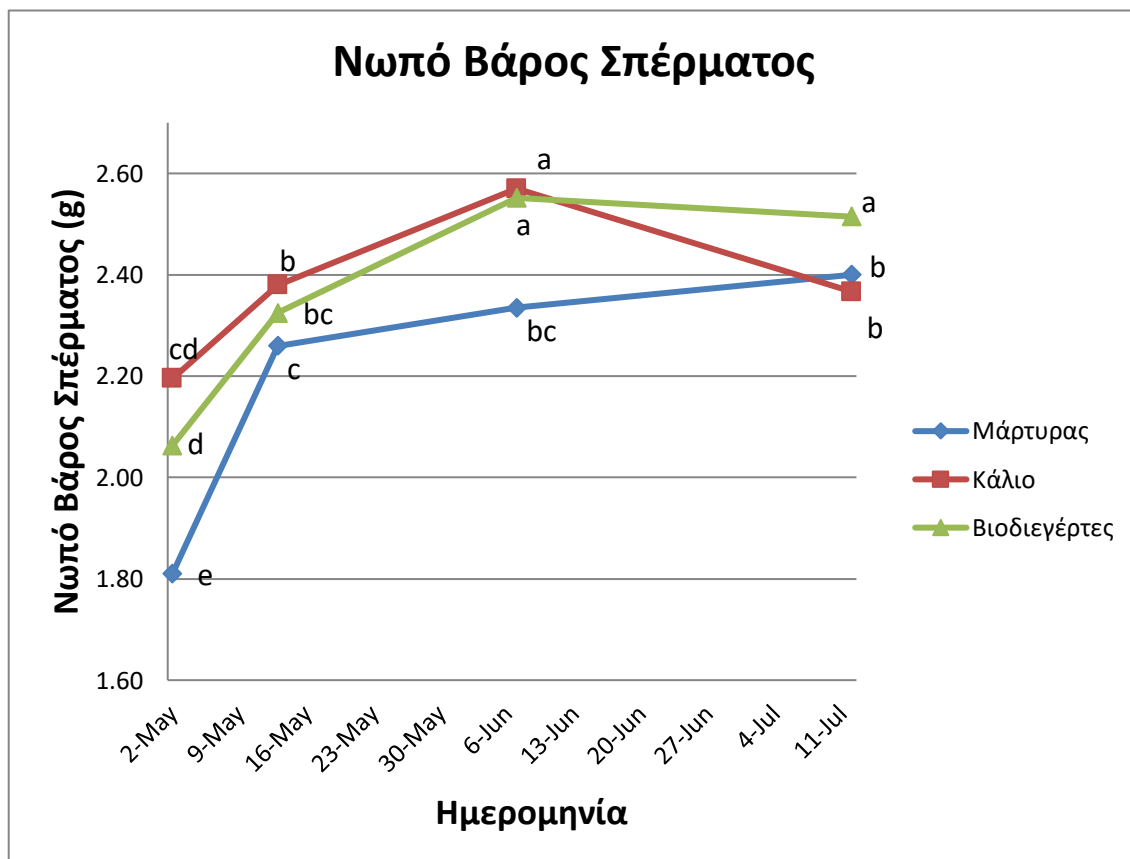
Κατά τις συγκρίσεις ανά χρονική στιγμή μεταξύ επιπλέον θρέψης με κάλιο και μάρτυρα, παρατηρήθηκε η σημαντική υπεροχή του πρώτου, ενώ την τελευταία μέτρηση οι διαφορές μεταξύ των δύο ήταν αμελητέες.

Επιπρόσθετα, η μεταχείριση των εφαρμογών βιοδιεγερτών κατέδειξε σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με το μάρτυρα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, με εξαίρεση τα μέσα Μαΐου, όπου η διαφορά ήταν οριακή.

Τέλος, η πρόσθετη θρέψη με κάλιο εμφάνισε υψηλότερες τιμές σε σχέση με την εφαρμογή βιοδιεγερτών στις αρχές Μαΐου, ενώ μέχρι τα μέσα του μήνα το νωπό βάρος σπέρματος ήταν σε παρόμοιες τιμές. Στη συνέχεια, υπό την επίδραση της κάθε μεταχείρισης δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές κατά τον Ιούνιο, αλλά τον Ιούλιο η εφαρμογή των βιοδιεγερτών εμφάνισε αυξημένες τιμές σε σχέση με την καλιούχο θρέψη.

Πίνακας 3.3.1.4. Νωπό Βάρος Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Νωπό Βάρος Σπέρματος (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	1,81e
	Κάλιο	2,20cd
	Βιοδιεγέρτες	2,06d
13/5/2024	Μάρτυρας	2,26c
	Κάλιο	2,38b
	Βιοδιεγέρτες	2,33bc
7/6/2024	Μάρτυρας	2,34bc
	Κάλιο	2,57a
	Βιοδιεγέρτες	2,55a
12/7/2024	Μάρτυρας	2,40b
	Κάλιο	2,37b
	Βιοδιεγέρτες	2,52a
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,1



Διάγραμμα 3.3.1.4 Γραφική απεικόνιση Νωπού Βάρους Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.5. Σχετική Συμβολή Νωπού Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού

Στους καρπούς των δέντρων που εφαρμόστηκε επιπλέον θρέψη με κάλιο, η σχετική συμβολή του νωπού σπέρματος στο συνολικό νωπό βάρος καρπού παρουσίασε σταδιακή αύξηση από τις αρχές έως τα μέσα Μαΐου, διατηρούμενη σχετικά σταθερή μέχρι τον Ιούνιο και έπειτα τον Ιούλιο παρατηρήθηκε οριακή πτωτική τάση (Πίν.3.3.1.5, Διαγ.3.3.1.5).

Η εφαρμογή βιοδιεγερτών οδήγησε σε σημαντική αύξηση της συγκεκριμένης παραμέτρου από τις αρχές Μαΐου έως και τις αρχές Ιουνίου, ακολουθούμενη από παρόμοιες τιμές με ήπια καθοδική πορεία μέχρι και τον Ιούλιο.

Στη μεταχείριση του μάρτυρα καταγράφηκε ποιοτικά παρόμοια πορεία με την μεταχείριση της καλιούχου θρέψης. Συγκεκριμένα, σημειώθηκε σημαντική αύξηση της σχετικής συμβολής νωπού σπέρματος στο συνολικό νωπό βάρος καρπού έως τα μέσα Ιουνίου. Έπειτα, παρατηρήθηκε πτώση τον Ιούνιο, ακολουθούμενη από εκ νέου μείωση των τιμών κατά τον Ιούλιο.

Σχετικά με τη σύγκριση της επιπλέον λίπανσης με κάλιο και του μάρτυρα, καταγράφηκαν υψηλότερες τιμές στις αρχές Μαΐου για την πρόσθετη θρέψη, ενώ στα τέλη του ίδιου μήνα οι μετρήσεις του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερες. Κατά το διάστημα Ιουνίου - Ιουλίου, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο, αλλά ο μάρτυρας ανέδειξε ήπια υπεροχή.

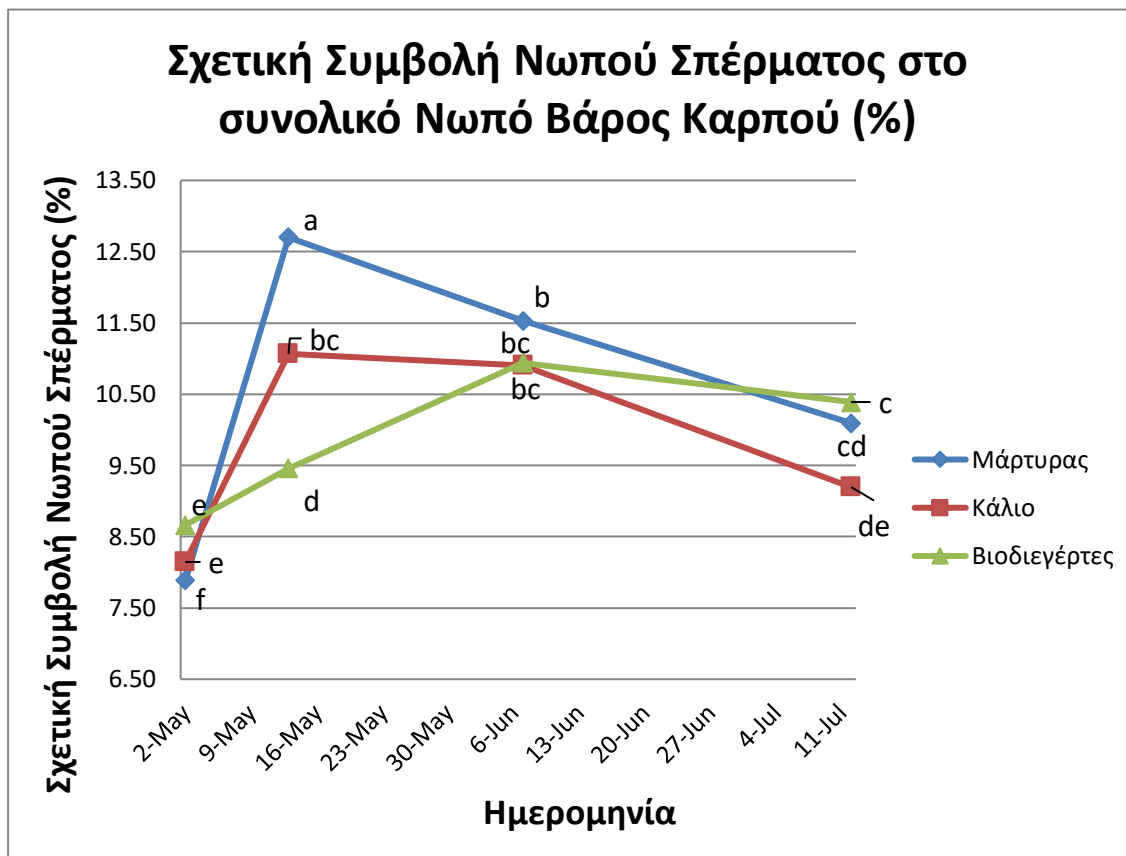
Η μεταχείριση των βιοδιεγερτών σε σχέση με το μάρτυρα, σημείωσε μεγαλύτερες τιμές στις αρχές Μαΐου, όμως μέχρι τα μέσα του μήνα, η σχετική συμβολή του νωπού σπέρματος στο νωπό βάρος των καρπών του μάρτυρα ήταν σημαντικά

υψηλότερη. Στη συνέχεια, μέχρι το τέλος των μετρήσεων τα επίπεδα των τιμών για τις δύο μεταχειρίσεις δεν εμφάνισαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ τους.

Όσον αφορά τη σύγκριση καλιούχου θρέψης και εφαρμογών βιοδιεγερτών, οι πρώτες μετρήσεις δεν ανέδειξαν σημαντικές διαφορές, ενώ κατά τα μέσα Μαΐου παρουσιάστηκε η υπεροχή της διαφυλλικής λίπανσης με κάλιο. Στις αρχές Ιουνίου, οι δύο μεταχειρίσεις οδήγησαν σε παρόμοια αποτελέσματα, όμως στα μέσα Ιουλίου, οι εφαρμογές βιοδιεγερτών ανέδειξαν την υπεροχή τους έναντι της θρέψης με κάλιο.

Πίνακας 3.3.1.5 Σχετική συμβολή (%) Νωπού Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Σχετική Συμβολή Νωπού Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού (%)
2/5/2024	Μάρτυρας	7,89f
	Κάλιο	8,15e
	Βιοδιεγέρτες	8,66e
13/5/2024	Μάρτυρας	12,70a
	Κάλιο	11,07bc
	Βιοδιεγέρτες	9,46d
7/6/2024	Μάρτυρας	11,53b
	Κάλιο	10,90bc
	Βιοδιεγέρτες	10,94bc
12/7/2024	Μάρτυρας	10,09cd
	Κάλιο	9,20de
	Βιοδιεγέρτες	10,39c
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,70



Διάγραμμα 3.3.1.5. Γραφική απεικόνιση της σχετικής συμβολής (%) Νωπού Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.6. Ξηρό Βάρος Καρπού

Οι καρποί των δέντρων που εφαρμόστηκε επιπλέον θρέψη με κάλιο, παρουσίασαν αρχική μείωση από τις αρχές μέχρι τα μέσα Μαΐου και στη συνέχεια ακολούθησε σταδιακή αύξηση μέχρι και τον Ιούλιο, καταγράφοντας την υψηλότερη τελική τιμή μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 3.3.1.6, Διάγ.3.3.1.6).

Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με βιοδιεγέρτες, οδήγησαν σε συνεχόμενη αυξητική πορεία για το ξηρό βάρος του καρπού σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Αντίστοιχα

με την καλιούχο θρέψη, οι καρποί του μάρτυρα παρουσίασαν πτώση στα μέσα Μαΐου, αλλά σταδιακή αύξηση του ξηρού τους βάρους μέχρι και τον Ιούλιο.

Ανά ημερομηνία μέτρησης, η μεταχείριση της πρόσθετης θρέψης με κάλιο παρουσίασε σημαντικά υψηλότερες τιμές ξηρού βάρους καρπού σε σχέση με το μάρτυρα, σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

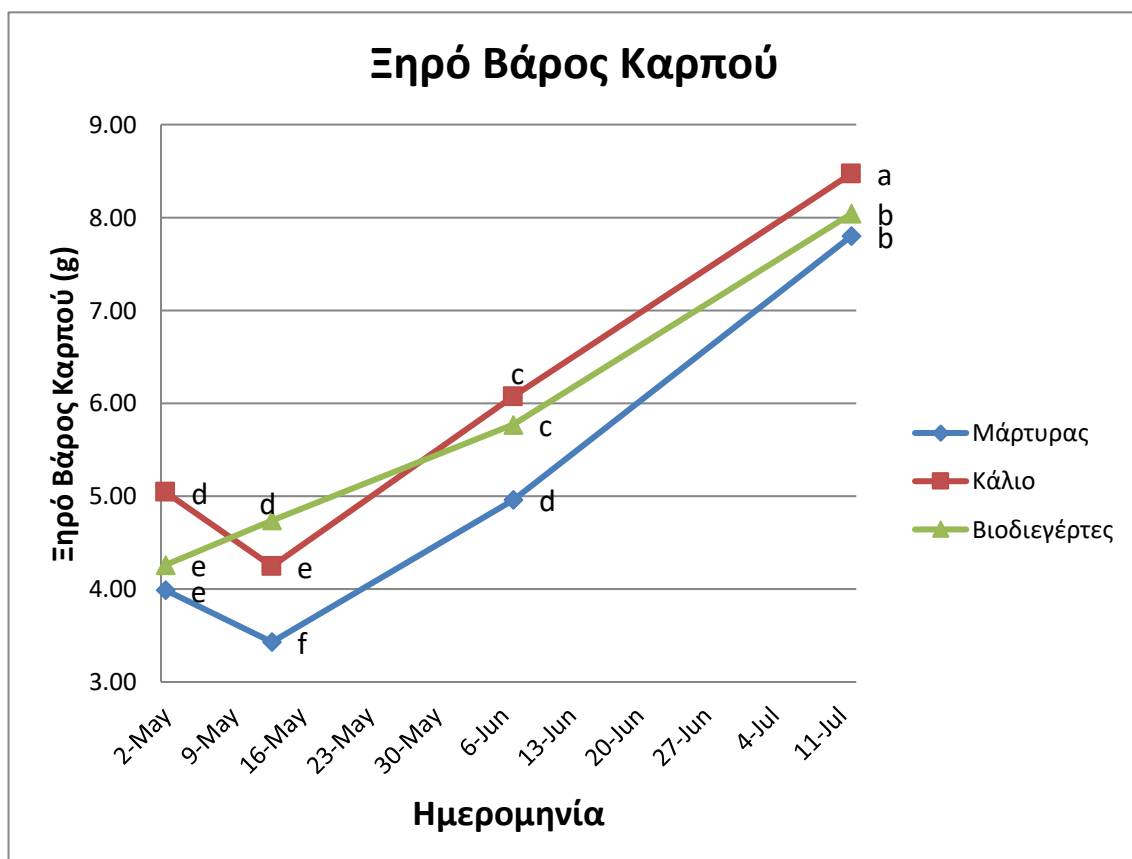
Μεταξύ των διαφυλλικών εφαρμογών με βιοδιεγέρτες και του μάρτυρα, σημειώθηκαν παρόμοιες τιμές στις αρχές Μαΐου, με τη μεταχείριση πρόσθετης λίπανσης να αυξάνει σημαντικά το ξηρό βάρος καρπού από τα μέσα Μαΐου μέχρι και τον Ιούνιο. Τέλος, η περίοδος του Ιουλίου δεν κατέδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Επιπρόσθετα, η πρόσθετη καλιούχος λίπανση σε σχέση με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών εμφάνισε υψηλότερες τιμές στις Μαΐου, ακολουθούμενες από πτώση των τιμών στα μέσα του μήνα και υπεροχή του ξηρού βάρους των καρπών που δέχθηκαν βιοδιεγέρτες. Κατά τον Ιούνιο, παρατηρήθηκαν παρόμοια επίπεδα, ενώ τον Ιούλιο η θρέψη με κάλιο οδήγησε σε σημαντικά υψηλότερο ξηρό βάρος καρπού.

Πίνακας 3.3.1.6 Ξηρό Βάρος Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ξηρό Βάρος Καρπού (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	3,99e
	Κάλιο	5,04d
	Βιοδιεγέρτες	4,26e
13/5/2024	Μάρτυρας	3,43f
	Κάλιο	4,25e
	Βιοδιεγέρτες	4,74d
7/6/2024	Μάρτυρας	4,96d
	Κάλιο	6,07c
	Βιοδιεγέρτες	5,77c

12/7/2024	Μάρτυρας	7,80b
	Κάλιο	8,47a
	Βιοδιεγέρτες	8,04b
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,37



Διάγραμμα 3.3.1.6 Γραφική απεικόνιση Ξηρού Βάρους Καρπού (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.7. Ξηρό Βάρος Σπέρματος

Οι καρποί των δέντρων που εφαρμόστηκε επιπλέον θρέψη με κάλιο παρουσίασαν σταδιακή αύξηση του ξηρού βάρους του σπέρματος σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, με ήπια ανοδική τάση από τις αρχές μέχρι τα μέσα Μαΐου και σημαντική αύξηση μέχρι και τον Ιούλιο (Πίν.3.3.1.7., Διάγ.3.3.1.7.). Παρομοίως, οι διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών οδήγησαν επίσης σε ήπια ανοδική πορεία μέχρι τα μέσα Μαΐου, ενώ την περίοδο μετά σημείωσαν σημαντική αύξηση. Αντίστοιχα, τα αμύγδαλα των δέντρων του μάρτυρα εμφάνισαν σταδιακά άνοδο του ξηρού τους βάρους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

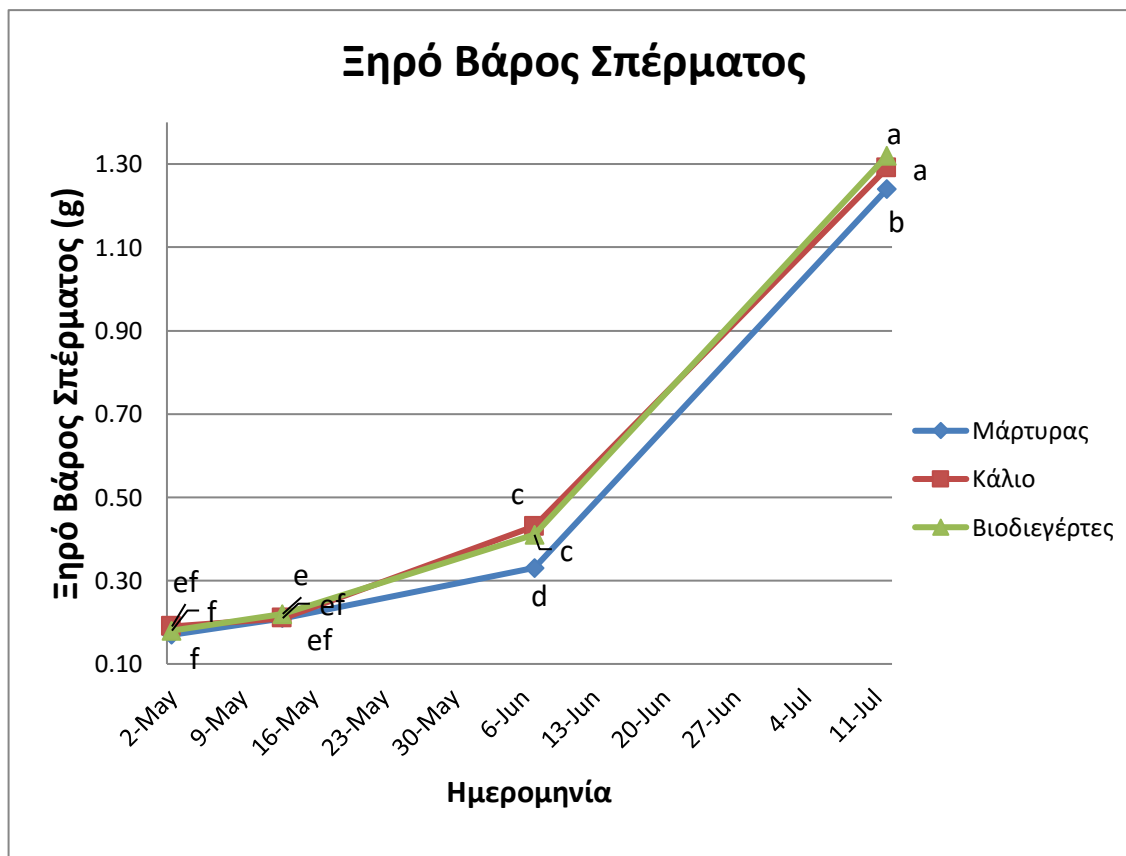
Στα πλαίσια της σύγκρισης της καλιούχου θρέψης με το μάρτυρα, κατά την ανοδική πορεία και των δύο μεταχειρίσεων, μέχρι τα μέσα Μαΐου εμφάνισαν παρόμοιες τιμές, με οριακή υπεροχή της λίπανσης με κάλιο. Ωστόσο, την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου το ξηρό βάρος σπέρματος των αμυγδάλων της πρόσθετης διαφυλλικής λίπανσης εμφάνισε σημαντικά υψηλότερες τιμές.

Κατά τη σύγκριση των εφαρμογών με βιοδιεγέρτες σε σχέση με το μάρτυρα, σημειώθηκαν σχετικά ίδια επίπεδα ξηρού βάρους σπέρματος έως και τα μέσα Μαΐου. Στη συνέχεια, οι καρποί των δέντρων των επιπλέον διαφυλλικών ψεκασμών, οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των τιμών μέχρι και τα μέσα Ιουλίου. Τέλος, οι δύο πρόσθετες λιπάνσεις με κάλιο ή με βιοδιεγέρτες εμφάνισαν, διατήρησαν σε κάθε χρονική στιγμή, παρόμοια επίπεδα ξηρού βάρους σπέρματος, δίχως μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ τους.

Πίνακας 3.3.1.7. Ξηρό Βάρος Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ξηρό Βάρος Σπέρματος (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	0,17f
	Κάλιο	0,19ef
	Βιοδιεγέρτες	0,18f

13/5/2024	Μάρτυρας	0,21ef
	Κάλιο	0,21ef
	Βιοδιεγέρτες	0,22e
7/6/2024	Μάρτυρας	0,33d
	Κάλιο	0,43c
	Βιοδιεγέρτες	0,41c
12/7/2024	Μάρτυρας	1,24b
	Κάλιο	1,29a
	Βιοδιεγέρτες	1,32a
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,04



Διάγραμμα 3.3.1.7 Γραφική απεικόνιση Ξηρού Βάρους Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν

μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.8. Σχετική Συμβολή Ξηρού Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού

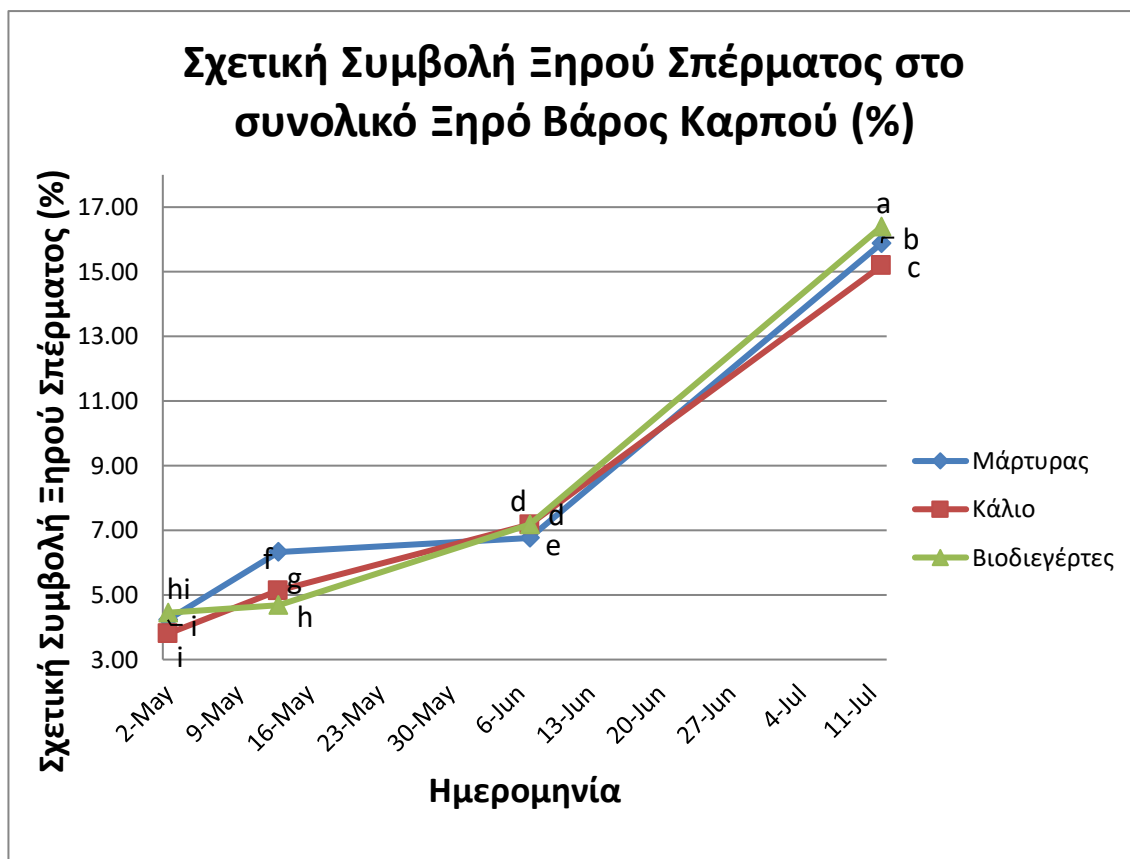
Η επιπλέον θρέψη με κάλιο εμφάνισε σταδιακά ανοδική πορεία με σημαντικές αυξήσεις ανά χρονική στιγμή μέτρησης για τη σχετική συμβολή του ξηρού σπέρματος στο συνολικό ξηρό βάρος του καρπού (Πίν.3.3.1.8, Διάγ.3.3.1.8). Παρομοίως, οι διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών, οδήγησαν σε αντίστοιχη ανοδική πορεία σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Ακόμα, και οι καρποί των δέντρων του μάρτυρα εμφάνισαν σταδιακή πορεία αύξησης των τιμών της συγκεκριμένης παραμέτρου.

Κατά τη σύγκριση της μεταχείρισης της καλιούχου λίπανσης με το μάρτυρα, παρατηρήθηκαν παρόμοιες τιμές στις αρχές Μαΐου, ενώ στα μέσα του μήνα ο μάρτυρας έδειξε υψηλότερη υπεροχή. Έπειτα τον Ιούνιο, οι τιμές της επιπλέον θρέψης αύξησαν περισσότερο τη σχετική συμβολή του ξηρού σπέρματος συγκριτικά με το μάρτυρα, ενώ αντιθέτως τον Ιούλιο τα επίπεδα του τελευταίου ήταν σημαντικά υψηλότερα. Αντίστοιχα, οι διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών σε σχέση με το μάρτυρα εμφάνισαν ίδια πορεία ανά χρονική στιγμή με την παραπάνω σύγκριση.

Τέλος, η πρόσθετη θρέψη με κάλιο σε σχέση με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών οδήγησε σε παρόμοιες τιμές στις αρχές Μαΐου, με τη μεταχείριση της καλιούχου θρέψης να υπερέχει στα μέσα του μήνα. Έπειτα, τον Ιούνιο η σχετική συμβολή του ξηρού σπέρματος αυξήθηκε στα ίδια επίπεδα για τις δύο μεταχειρίσεις, αλλά τον Ιούλιο η υπεροχή των εφαρμογών με βιοδιεγέρτες ήταν σημαντική.

Πίνακας 3.3.1.8 Σχετική συμβολή (%) Ξηρού Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Σχετική Συμβολή Ξηρού Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού (g)
2/5/2024	Μάρτυρας	4,23i
	Κάλιο	3,80i
	Βιοδιεγέρτες	4,45hi
13/5/2024	Μάρτυρας	6,33f
	Κάλιο	5,13g
	Βιοδιεγέρτες	4,69h
7/6/2024	Μάρτυρας	6,76e
	Κάλιο	7,17d
	Βιοδιεγέρτες	7,19d
12/7/2024	Μάρτυρας	15,89b
	Κάλιο	15,19c
	Βιοδιεγέρτες	16,40a
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,39



Διάγραμμα 3.3.1.8 Γραφική απεικόνιση της σχετικής συμβολής (%) Ξηρού Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.9. Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στον Καρπό (%)

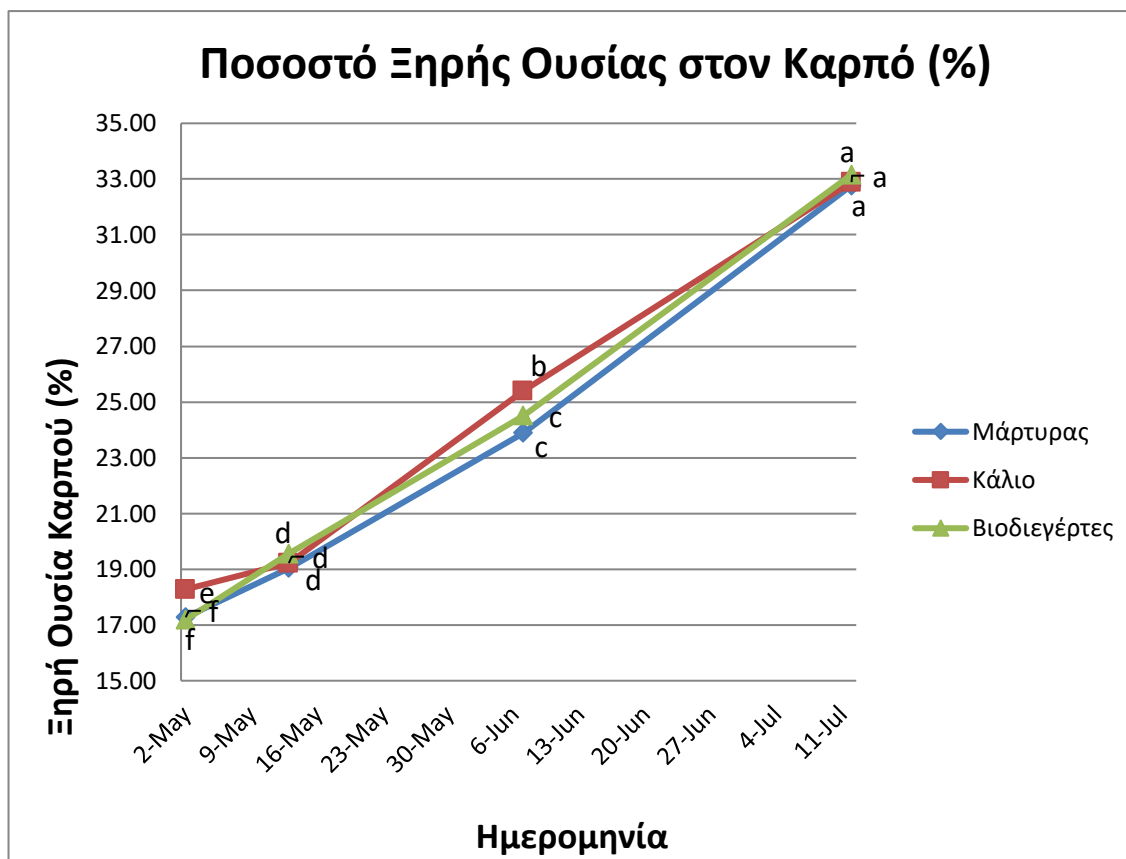
Όλες οι μεταχειρίσεις εμφάνισαν σταθερή αύξηση του ποσοστού ξηρής ουσίας στον καρπό από τις αρχές Μαΐου έως τα μέσα Ιουλίου. Η επιπλέον θρέψη με κάλιο σε σχέση με το μάρτυρα παρουσίασε αρχικά υψηλότερες τιμές, οι οποίες εξισορροπήθηκαν στα μέσα του Μαΐου. Εν συνεχεία, τον Ιούνιο η περιεκτικότητα ξηρής ουσίας στον καρπό των δέντρων που δέχθηκαν καλιούχο θρέψη ήταν σε υψηλότερα επίπεδα από το μάρτυρα, ενώ στην τελική μέτρηση δεν παρουσίασαν αξιοσημείωτες διαφορές (Πίν.3.3.1.9, Διάγ.3.3.1.9).

Οι διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών σε σχέση με το μάρτυρα, κατά την ανοδική τους πορεία στο χρόνο δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Αναφορικά με τη σύγκριση καλιούχου θρέψης και εφαρμογών βιοδιεγερτών, καταγράφηκαν υψηλότερα ποσοστά στις αρχές Μαΐου, τα οποία διατηρήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα στα μέσα του ίδιου μήνα. Αντιθέτως, τον Ιούνιο η θρέψη με κάλιο οδήγησε σε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό ξηρής ουσίας καρπού, αλλά τον Ιούλιο παρουσιάστηκαν παρόμοιες τιμές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Πίνακας 3.3.1.9. Ποσοστό (%) Ξηρής Ουσίας στον Καρπό για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στον Καρπό (%)
2/5/2024	Μάρτυρας	17,28f
	Κάλιο	18,28e
	Βιοδιεγέρτες	17,19f
13/5/2024	Μάρτυρας	19,05d
	Κάλιο	19,22d
	Βιοδιεγέρτες	19,56d
7/6/2024	Μάρτυρας	23,89c
	Κάλιο	25,40b
	Βιοδιεγέρτες	24,51c
12/7/2024	Μάρτυρας	32,78a
	Κάλιο	32,89a
	Βιοδιεγέρτες	33,16a
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,69



Διάγραμμα 3.3.1.9 Γραφική απεικόνιση του ποσοστού (%) Ξηρής Ουσίας στον Καρπό για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.1.10. Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα

Κάθε μία από τις τρεις μεταχειρίσεις παρουσίασε σταθερή και προοδευτική πορεία αύξησης της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία του σπέρματος από τις αρχές Μαΐου, έως τα μέσα Ιουλίου (Πίν. 3.3.1.10., Διάγ.3.3.1.10.).

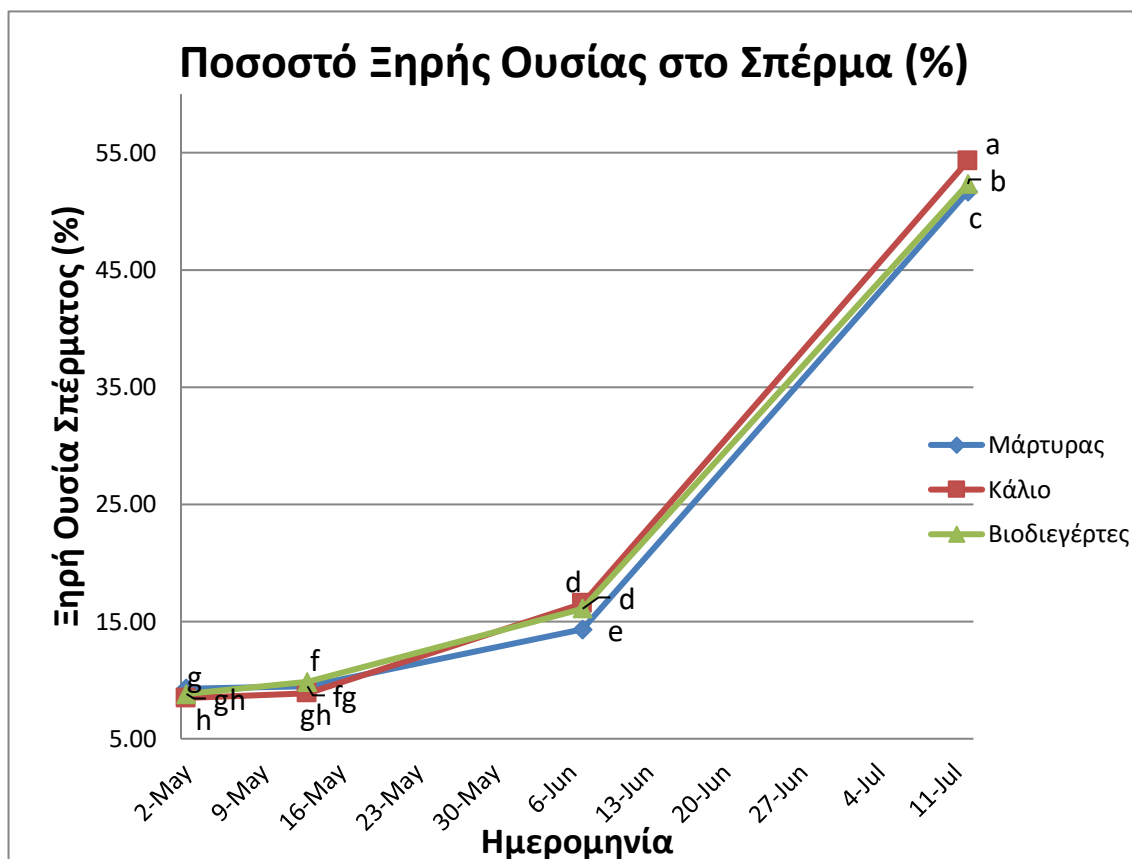
Η επιπλέον θρέψη με κάλιο σε σύγκριση με το μάρτυρα, εμφάνισε χαμηλότερο ποσοστό στις αρχές Μαΐου, ενώ στα μέσα του μήνα οι τιμές ήταν παρόμοιες. Στη συνέχεια η καλιούχος θρέψη υπερείχε σημαντικά του μάρτυρα μέχρι και τον Ιούλιο, σημειώνοντας την υψηλότερη τιμή που καταγράφηκε. Κατά τη σύγκριση των

εφαρμογών βιοδιεγερτών και του μάρτυρα, τον Μάιο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα ξηρής ουσίας στο σπέρμα. Ωστόσο, την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου οι εφαρμογές βιοδιεγερτών παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες τιμές.

Αναφορικά με τη σύγκριση των πρόσθετων διαφυλλικών εφαρμογών, στις αρχές Μαΐου παρουσιάστηκαν παρόμοιες τιμές ενώ στα μέσα του μήνα η μεταχείριση των βιοδιεγερτών εμφάνισε υπεροχή. Ακόμα, τον Ιούνιο τα επίπεδα περιεκτικότητας ξηρής ουσίας στο σπέρμα ήταν παρόμοια, ενώ τον Ιούλιο η μεταχείριση της επιπλέον λίπανσης με κάλιο οδήγησε σε σημαντικά υψηλότερες τιμές.

Πίνακας 3.3.1.10. Ποσοστό (%) Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα (%)
2/5/2024	Μάρτυρας	9,27g
	Κάλιο	8,48h
	Βιοδιεγέρτες	8,82gh
13/5/2024	Μάρτυρας	9,47fg
	Κάλιο	8,90gh
	Βιοδιεγέρτες	9,85f
7/6/2024	Μάρτυρας	14,32e
	Κάλιο	16,55d
	Βιοδιεγέρτες	16,09d
12/7/2024	Μάρτυρας	51,69c
	Κάλιο	54,30a
	Βιοδιεγέρτες	52,33b
Σημαντικότητα	Ημερομηνία	***
	Μεταχείριση	***
	LSD _{0,05}	0,54



Διάγραμμα 3.3.1.10 Γραφική απεικόνιση του ποσοστού (%) Ξηρής Ουσίας στο Σπέρμα για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=6) για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (LSD, $p < 0,05$).

3.3.2. Επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποιότητα των καρπών στην ποικιλία Ferragnes στη συγκομιδή.

Η συγκομιδή των καρπών της ποικιλίας Ferragnes, πραγματοποιήθηκε κατά την εμπορική ημέρα συγκομιδής, στις 23 Αυγούστου 2024 και διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά αξιολογήθηκαν αμέσως μετά.

3.3.2.1. Νωπό Βάρος καρπού και τμημάτων του

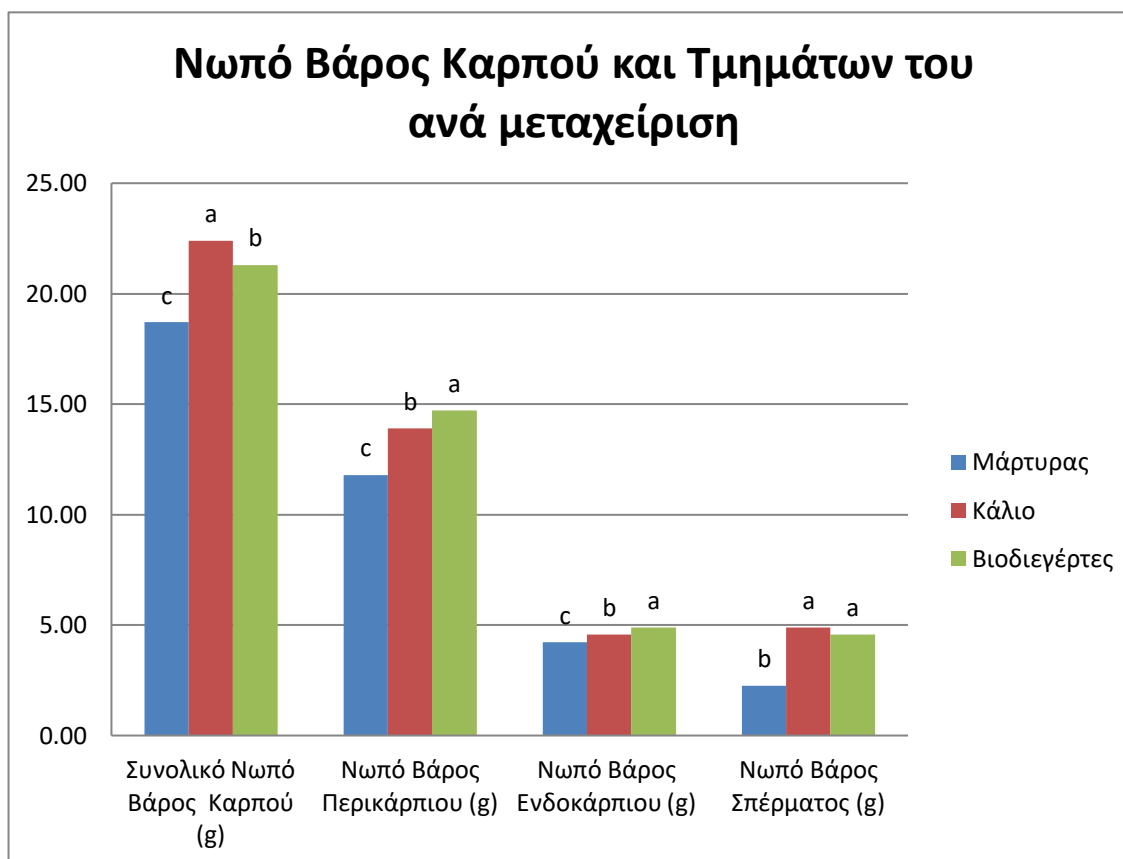
Αρχικά, η μεταχείριση της επιπλέον διαφυλλικής εφαρμογής με κάλιο επέφερε σημαντικές αυξήσεις σε όλες τις παραμέτρους του νωπού βάρους του καρπού, τόσο στο σύνολο του, όσο και στα επιμέρους τμήματά του (περικάρπιο, ενδοκάρπιο και σπέρμα), σε σύγκριση με το μάρτυρα (Πίν.3.3.2.1, Διάγ. 3.3.2.1).

Αντίστοιχα, η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών σε σχέση με το μάρτυρα, βελτίωσε σημαντικά το συνολικό νωπό βάρος του καρπού, αλλά και τα νωπά βάρη περικαρπίου, ενδοκαρπίου και σπέρματος, αλλά σε μικρότερο βαθμό από τη μεταχείριση του καλίου.

Συγκεκριμένα, στη σύγκριση μεταξύ των δύο επεμβάσεων, η μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο εμφάνισε υψηλότερες τιμές στο νωπό βάρος του συνολικού καρπού, του περικαρπίου και του ενδοκαρπίου έναντι της μεταχείρισης της θρέψης με βιοδιεγέρτες, αλλά όχι στο νωπό βάρος του σπέρματος, όπου δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 3.3.2.1. Νωπό Βάρος συνολικού Καρπού, Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Συνολικό Νωπό Βάρος Καρπού (g)	Νωπό Βάρος Περικάρπιου (g)	Νωπό Βάρος Ενδοκαρπίου (g)	Νωπό Βάρος Σπέρματος (g)
Μάρτυρας	18,7c	11,8c	4,22c	2,25b
Κάλιο	22,4a	14,7a	4,9a	2,47a
Βιοδιεγέρτες	21,3b	13,9b	4,57b	2,44a
Σημαντικότητα	***	***	***	***



Διάγραμμα 3.3.2.1. Γραφική απεικόνιση του Νωπού Βάρους συνολικού Καρπού, Περικάρπιου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.(Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.3.2.2. Ξηρό Βάρος τμημάτων καρπού

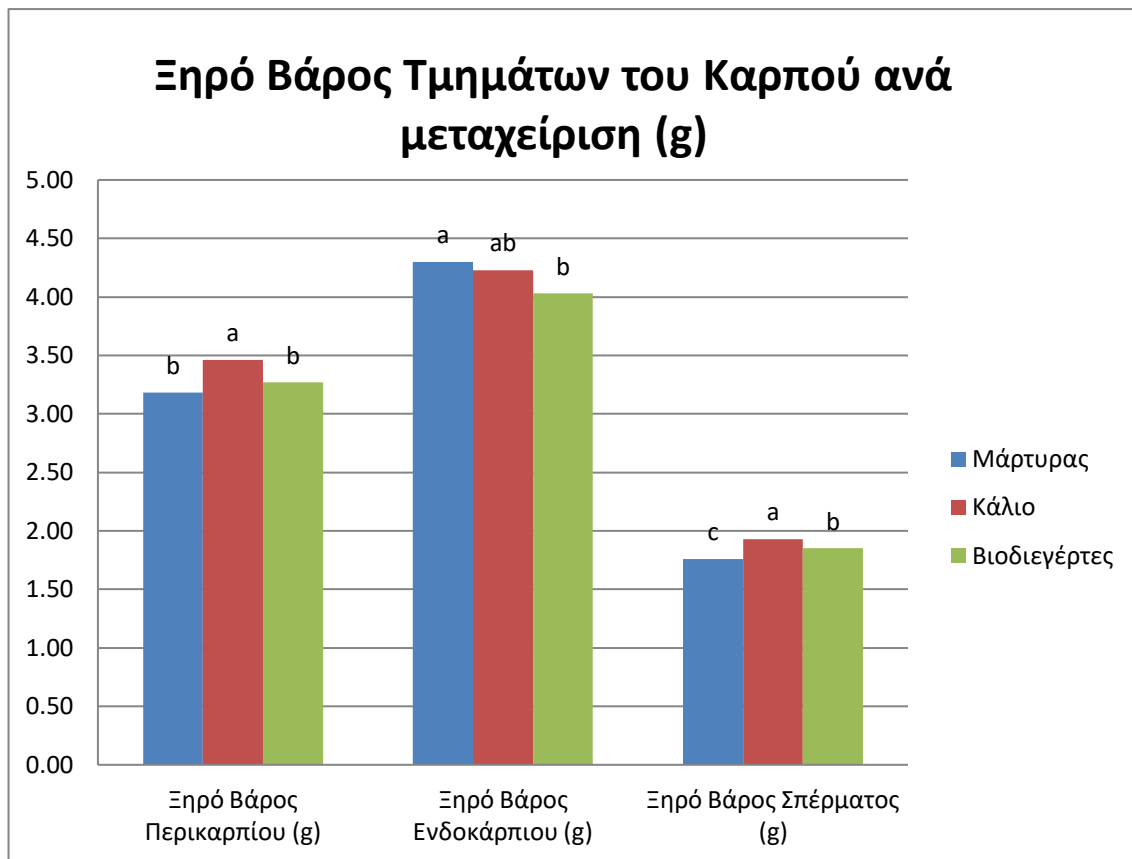
Συγκεκριμένα, η μεταχείριση της θρέψης με κάλιο συγκριτικά με το μάρτυρα, παρουσίασε σημαντικά υψηλότερο ξηρό βάρος περικαρπίου, ενώ ακόμα πιο αισθητά επηρέασε θετικά το ξηρό βάρος του σπέρματος. Αντίθετα, στο ξηρό βάρος ενδοκαρπίου παρατηρήθηκε μικρή μείωση υπό την επίδραση της θρέψης με κάλιο, η οποία ήταν οριακά σημαντική (Πίν.3.3.3.2.2, Διάγρ.3.3.2.2.).

Όσον αφορά τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών, στο ξηρό βάρος περικαρπίου εμφανίσθηκαν παρόμοιες τιμές με τα αμύγδαλα των δέντρων του μάρτυρα. Αντιθέτως, στο ξηρό βάρος ενδοκαρπίου παρατηρήθηκε σημαντική μείωση κατά τις εφαρμογές των βιοδιεγερτών, ενώ στο ξηρό βάρος του σπέρματος υπήρξε αύξηση σε σύγκριση με το μάρτυρα.

Οι καρποί των δέντρων που δέχθηκαν επιπλέον θρέψη με κάλιο, οδήγησαν σε υψηλότερες τιμές στο ξηρό βάρος περικαρπίου και σπέρματος έναντι των καρπών των δέντρων που δέχθηκαν διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών. Ωστόσο, το ξηρό βάρος ενδοκαρπίου, μολονότι εμφάνισε αύξηση υπό την επίδραση της θρέψης με κάλιο, η διαφορά αυτή ήταν οριακά σημαντική.

Πίνακας 3.3.2.2. Ξηρό Βάρος Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ξηρό Βάρος Περικαρπίου (g)	Ξηρό Βάρος Ενδοκάρπιου (g)	Ξηρό Βάρος Σπέρματος (g)
Μάρτυρας	3,18b	4,3a	1,76c
Κάλιο	3,46a	4,23ab	1,93a
Βιοδιεγέρτες	3,27b	4,03b	1,85b
Σημαντικότητα	***	*	***



Διάγραμμα 3.3.2.2. Γραφική απεικόνιση του Ξηρού Βάρους Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος (σε g) για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.3.2.3. Ποσοστιαία Κατανομή Νωπού Βάρους των τμημάτων του καρπού

Αρχικά, η μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο παρουσίασε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό νωπού περικαρπίου έναντι του μάρτυρα. Όσον αφορά το ποσοστό νωπού ενδοκαρπίου, μειώθηκε ελαφρώς σε σχέση με το μάρτυρα, αλλά η διαφορά ήταν οριακά σημαντική. Ακόμα, κατά τη διαφυλλική εφαρμογή επιπλέον καλίου

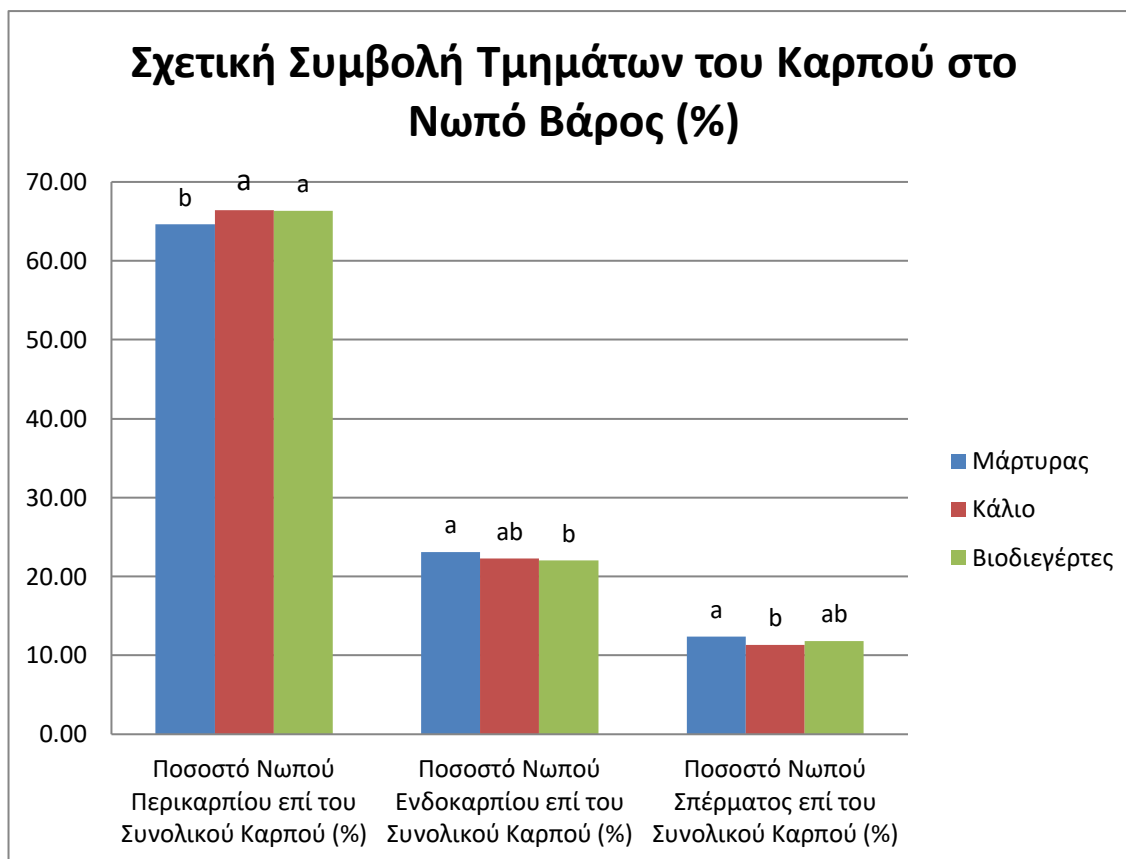
παρατηρήθηκε μείωση στο ποσοστό νωπού σπέρματος επί του συνολικού καρπού συγκριτικά με το μάρτυρα (Πίν.3.3.2.3, Διάγ.3.3.2.3).

Αναφορικά με τους καρπούς των δέντρων που εφαρμόστηκαν διαφυλλικά βιοδιεγέρτες, εμφάνισαν σημαντική αύξηση του ποσοστού νωπού περικαρπίου, ενώ επήλθε μείωση του νωπού ενδοκαρπίου, έναντι του μάρτυρα. Επιπρόσθετα, το ποσοστό του νωπού σπέρματος ήταν μειωμένο σε σχέση με τον μάρτυρα, αλλά η διαφορά ήταν οριακά σημαντική.

Σχετικά με τη σύγκριση των δύο μεταχειρίσεων επιπλέον θρέψης με κάλιο ή με βιοδιεγέρτες, στο ποσοστό του νωπού περικαρπίου δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, το ποσοστό νωπού ενδοκαρπίου παρουσίασε οριακά σημαντική αύξηση υπό τη θρέψη με κάλιο σε σχέση με τη μεταχείριση των βιοδιεγερτών, ενώ το ποσοστό νωπού σπέρματος εμφάνισε αντίθετη οριακά σημαντική μείωση.

Πίνακας 3.3.2.3. Ποσοστιαία Κατανομή (%) Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες), στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Νωπού Περικαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Νωπού Ενδοκαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Νωπού Σπέρματος επί του Συνολικού Καρπού (%)
Μάρτυρας	64,6b	23,1a	12,4a
Κάλιο	66,4a	22,3ab	11,3b
Βιοδιεγέρτες	66,3a	22b	11,8ab
Σημαντικότητα	***	**	**



Διάγραμμα 3.3.2.3. Γραφική απεικόνιση της Ποσοστιαίας Κατανομής (%) Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Νωπό Βάρος του Καρπού για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες), στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.3.2.4. Ποσοστιαία κατανομή ξηρού βάρους τμημάτων του καρπού

Όσον αφορά την επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποσοστιαία κατανομή των ξηρών τμημάτων του καρπού ως προς το συνολικό ξηρό βάρος του, η επιπλέον θρέψη με κάλιο παρουσίασε σημαντική αύξηση σε σχέση με το μάρτυρα, στα ποσοστά ξηρού περικαρπίου και σπέρματος, ενώ το ποσοστό ξηρού ενδοκαρπίου ήταν σημαντικά χαμηλότερο (Πίν.3.3.2.4. ,Διάγ.3.3.2.4).

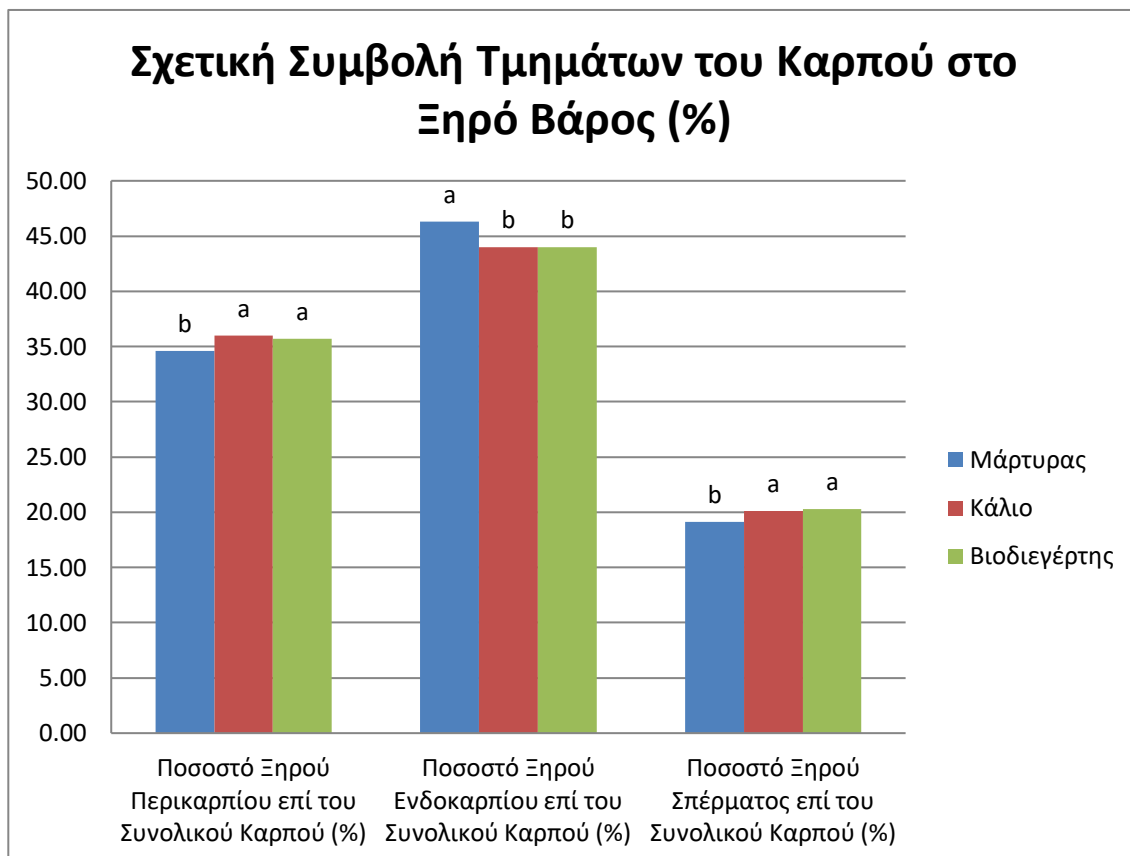
Σχετικά με τα αμύγδαλα των δέντρων που εφαρμόστηκαν βιοδιεγέρτες, τα ποσοστά ξηρού περικαρπίου και σπέρματος ήταν σημαντικά υψηλότερα συγκριτικά με

τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα. Σε αντίθεση με το ποσοστό ξηρού ενδοκαρπίου, το οποίο κατά τη συγκεκριμένη παρουσίασε μείωση.

Επιπρόσθετα, οι καρποί των δέντρων που έλαβαν επιπλέον λίπανση με κάλιο δεν διέφεραν σημαντικά σε κανένα από τα ποσοστά των ξηρών τμημάτων του καρπού, σε σχέση με τους καρπούς των δέντρων που δέχθηκαν διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών.

Πίνακας 3.3.2.4. Ποσοστιαία Κατανομή (%) Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για την ποικιλία Texas, στις τρεις μεταχειρίσεις: μάρτυρας (εφαρμογές παραγωγού), επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρού Περικαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Ξηρού Ενδοκαρπίου επί του Συνολικού Καρπού (%)	Ποσοστό Ξηρού Σπέρματος επί του Συνολικού Καρπού (%)
Μάρτυρας	34,6b	46,3a	19,1b
Κάλιο	36,0a	44,0b	20,1a
Βιοδιεγέρτες	35,7a	44,0b	20,3a
Σημαντικότητα	**	***	**



Διάγραμμα 3.3.2.4. Γραφική απεικόνιση της Ποσοστιαίας Κατανομής (%) Περικαρπίου, Ενδοκαρπίου και Σπέρματος στο συνολικό Ξηρό Βάρος του Καρπού για την ποικιλία Ferragnes στο μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.2.2.5. Αναλογία Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου

Σχετικά με την επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποσοστιαία αναλογία σπέρματος ως προς το ενδοκάρπιο, η επιπρόσθετη θρέψη με κάλιο, προκάλεσε μείωση στο ποσοστό του νωπού σπέρματος επί του ενδοκαρπίου σε σχέση με το μάρτυρα. Αντίθετα, το ποσοστό ξηρού σπέρματος εμφάνισε υψηλότερη τιμή με την επίδραση της εφαρμογής λίπανσης με κάλιο έναντι του μάρτυρα (Πίν.3.3.2.5., Διάγ.3.3.2.5).

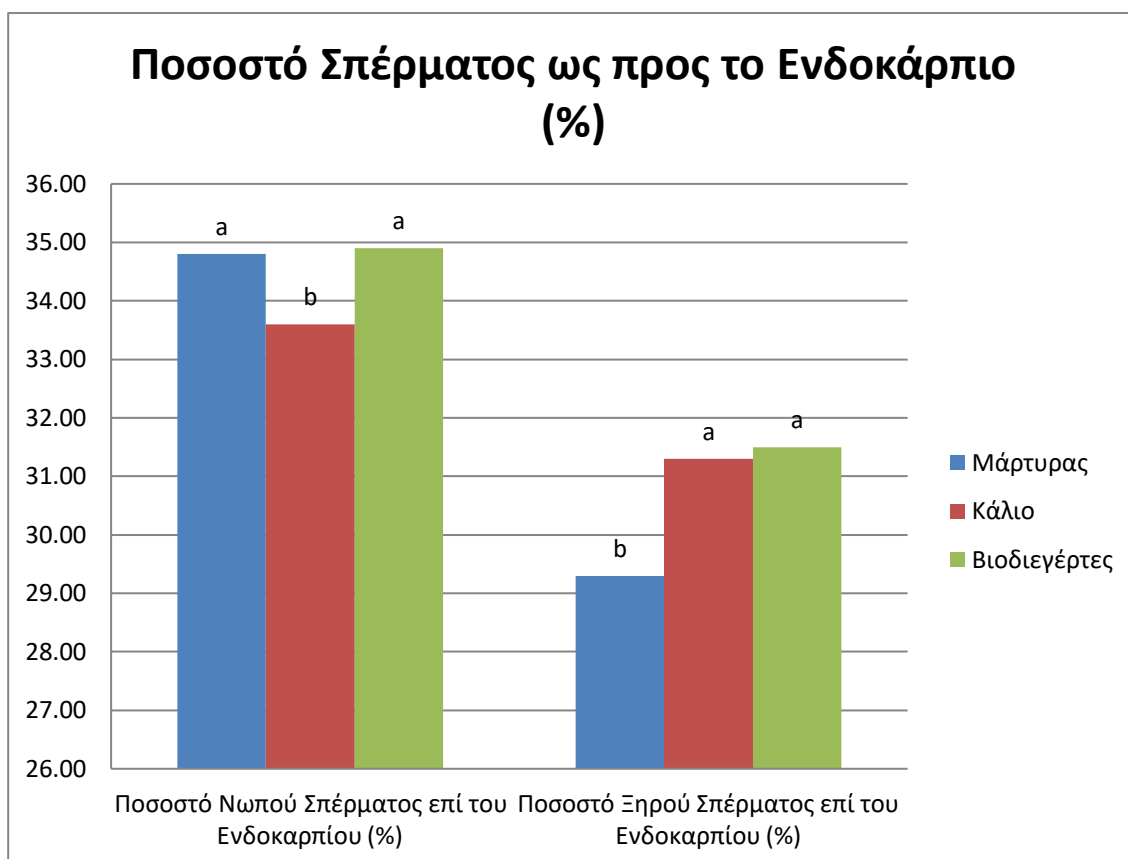
Όσον αφορά τη μεταχείριση της διαφυλλικής εφαρμογής βιοδιεγερτών συγκριτικά με το μάρτυρα, δεν επηρέασε σημαντικά το ποσοστό νωπού σπέρματος

εμφανίζοντας παρόμοιες τιμές. Αντιθέτως, το ποσοστό ξηρού σπέρματος επί του ενδοκαρπίου, ήταν υψηλότερο υπό την επίδραση της συγκεκριμένης μεταχείρισης σε σχέση με το μάρτυρα.

Αναφορικά με τη σύγκριση των μεταχειρίσεων επιπλέον θρέψης με κάλιο και διαφυλλικής εφαρμογής βιοδιεγερτών, το ποσοστό νωπού σπέρματος του τελευταίου εμφανίστηκε υψηλότερο, ενώ το ποσοστό ξηρού σπέρματος επί του ενδοκαρπίου δεν διέφερε σημαντικά στις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 3.3.2.5. Ποσοστιαία αναλογία (%) Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου στην ποικιλία Ferragnes, για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Νωπού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου (%)	Ποσοστό Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου (%)
Μάρτυρας	34,8a	29,3b
Κάλιο	33,6b	31,3a
Βιοδιεγέρτες	34,9a	31,5a
Σημαντικότητα	***	***



Διάγραμμα 3.3.2.5. Γραφική απεικόνιση της Ποσοστιαίας αναλογίας (%) Νωπού και Ξηρού Σπέρματος επί του Ενδοκαρπίου για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) ή τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες) στην ποικιλία Ferragnes. Οι τιμές αντιστοιχούν σε μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

3.3.2.6. Περιεκτικότητα τμημάτων σε ξηρή ουσία

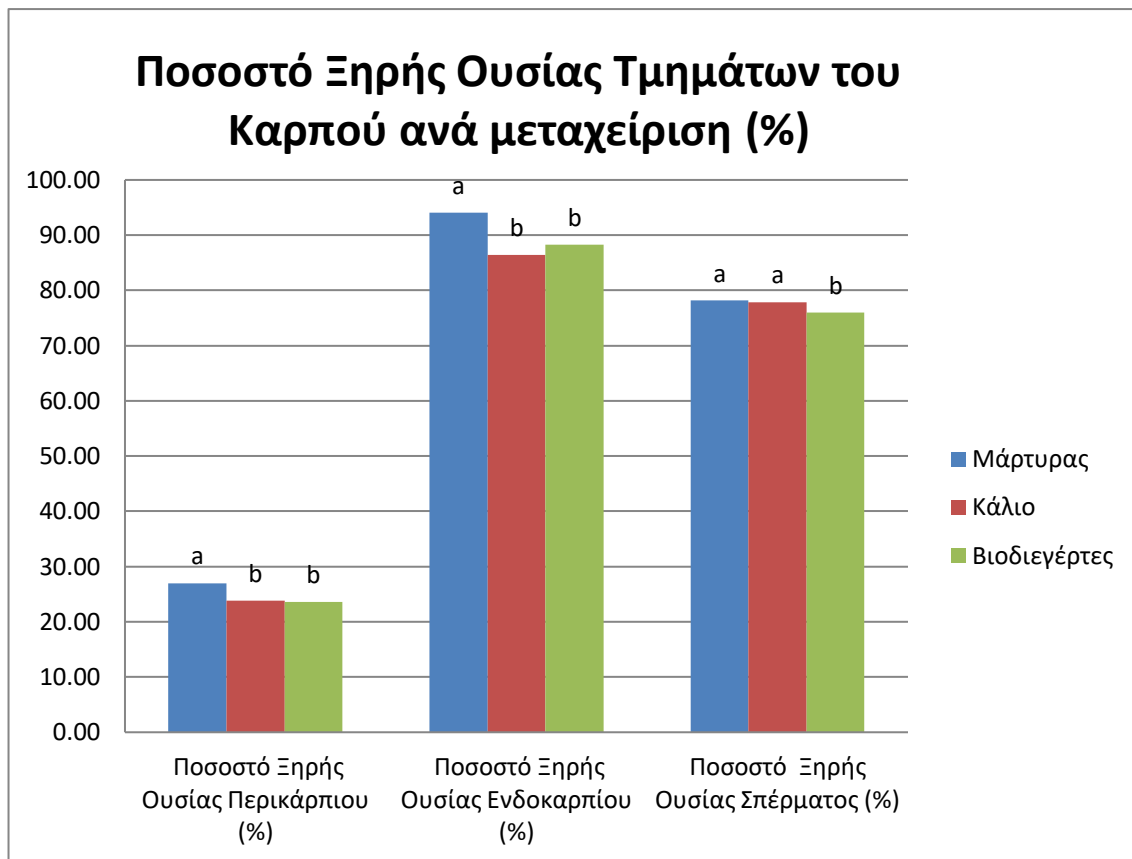
Η επιπλέον θρέψη με κάλιο εμφάνισε σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό ξηρής ουσίας τόσο στο περικάρπιο, όσο και στο ενδοκάρπιο σε σχέση με το μάρτυρα. Σχετικά με το ποσοστό ξηρής ουσίας σπέρματος, δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη διαφορά στις τιμές των δύο πειραματικών ομάδων (Πίν.3.3.2.6. ,Διάγ.3.3.2.6).

Σχετικά με την εφαρμογή βιοδιεγερτών σε σχέση με το μάρτυρα, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των ποσοστών ξηρής ουσίας σε κάθε υπό μελέτη τμήμα του καρπού.

Στη σύγκριση μεταξύ των μεταχειρίσεων θρέψης με κάλιο και βιοδιεγερτών, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στα ποσοστά ξηρής ουσίας του περικαρπίου και του ενδοκαρπίου. Ωστόσο, το ποσοστό ξηρής ουσίας του σπέρματος βρέθηκε σημαντικά αυξημένο υπό την επίδραση της θρέψης με κάλιο.

Πίνακας 3.2.3.6. Ποσοστό (%) Ξηρής ουσίας στα επιμέρους τμήματα του καρπού (Περικάρπιο, Ενδοκάρπιο και Σπέρμα), της ποικιλίας Ferragnes για το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Μεταχείριση	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας Περικάρπιου (%)	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας Ενδοκαρπίου (%)	Ποσοστό Ξηρής Ουσίας Σπέρματος (%)
Μάρτυρας	27,0a	99,1a	78,2a
Θρέψη	23,8b	86,4b	77,9a
Βιοδιεγέρτες	23,6b	88,3b	76,0b
Σημαντικότητα	***	***	***



Διάγραμμα 3.2.3.6. Γραφική Απεικόνιση του ποσοστού (%) Ξηρής ουσίας στα επιμέρους τμήματα του καρπού (Περικάρπιο, Ενδοκάρπιο και Σπέρμα), της ποικιλίας Ferragnes, για τρεις μεταχειρίσεις: το μάρτυρα (εφαρμογές παραγωγού), την επιπλέον εφαρμογή καλίου (Κάλιο) και τη διαφυλλική εφαρμογή οργανικού λιπάσματος με εκχύλισμα φυκιών, αμινοξέων και βιοδιεγερτικών ουσιών (Βιοδιεγέρτες). Οι τιμές αφορούν μέσους όρους ανά μεταχείριση (n=5). Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. (Tukey HSD, $p < 0,05$).

4. Συζήτηση

Η ανάπτυξη του καρπού του αμυγδάλου εμφανίζει χαρακτηριστική σιγμοειδή καμπύλη, η οποία περιλαμβάνει μία φάση ταχείας αύξησης κατά τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο. Τότε, διακρίνεται αύξηση των διαστάσεων του μεσοκαρπίου, του ενδοκαρπίου και του σπέρματος, μέχρι τη σταδιακή σταθεροποίηση των τιμών που θα επέλθει κατά τη σκλήρυνση του ενδοκαρπίου, τους μήνες Μάιο και Ιούνιο. Έπειτα, παρατηρείται ραγδαία εσωτερική ανάπτυξη του εμβρύου, μέσω μείωσης της υγρασίας και αύξησης της ξηρής ουσίας στο διάστημα Ιουνίου – Αυγούστου, χωρίς εξωτερικές μεταβολές στο συνολικό μέγεθος του καρπού (Martinez-Gomez et al. 2006) (Εικ.1.6.).

Στην παρούσα μελέτη, οι μετρήσεις μήκους των καρπών και των σπερμάτων πραγματοποιήθηκαν μετά το πέρας του πρώτου σταδίου της έντονης αύξησης, με αποτέλεσμα οι μεταβολές που καταγράφηκαν δεν επικεντρώθηκαν στην εξωτερική αύξηση, που τείνει να ολοκληρωθεί, αλλά στην ανάπτυξη των εσωτερικών τμημάτων του καρπού. Ειδικότερα, η αύξηση του σπέρματος και του εμβρύου καθορίζεται από την αναδιανομή νερού και ξηρής ουσίας.

Τα ευρήματα της μελέτης, υπέδειξαν μία αντίθετη δυναμική μεταξύ του νερού και της ξηρής ουσίας στον καρπό. Η σχετική συμβολή του σπέρματος στο συνολικό νωπό βάρος παρουσίασε γενικά φθίνουσα πορεία από μέσα Μαΐου μέχρι και τον Ιούλιο. Με αυτόν τον τρόπο, υποδηλώνεται ότι τα υπόλοιπα τμήματα του καρπού (περικάρπιο, ενδοκάρπιο), αναλογικά αυξάνουν τη συμμετοχή τους στη συνολική μάζα, διατηρώντας υψηλότερη υγρασία.

Αντίθετα, η σχετική συμβολή του σπέρματος στο ξηρό βάρος του καρπού εμφάνισε αυξητική πορεία από τα μέσα Μαΐου μέχρι και τον Ιούλιο (+167% για τη μεταχείριση επιπλέον θρέψης με κάλιο στην ποικιλία Texas, από 7/6/2024 έως 12/7/2024).

Στο πλαίσιο αυτό, παρατηρείται ότι η έντονη ανάπτυξη του εμβρύου σηματοδοτείται αμέσως μετά τη σταθεροποίηση του μεσοκαρπίου και τη σκλήρυνση του ενδοκαρπίου (αρχές Ιουνίου), με τη ραγδαία αύξηση να διακρίνεται το διάστημα Ιουνίου-Ιουλίου. Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνονται και από τους Martinez-Gomez et al. (2006), υπογραμμίζοντας τη συσσώρευση θρεπτικών ουσιών και παράλληλα την ελάττωση της υγρασίας στο σπέρμα.

Υπό το πρίσμα αυτό, υποδεικνύεται μία αντισταθμιστική σχέση μεταξύ του περικαρπίου και του ενδοκαρπίου, υπογραμμίζοντας ότι η ισορροπία μεταξύ νερού και ξηρής ουσίας σχετίζεται άμεσα με την εύρυθμη λειτουργία των τμημάτων του καρπού, μέχρι την τελική του ωρίμανση (Godini 1984).

Στα πλαίσια της σύγκρισης μεταξύ των δύο ποικιλιών που μελετήθηκαν, μολονότι τα πειραματικά δέντρα βρίσκονταν σε διαφορετικά αγροτεμάχια, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες ήταν παρόμοιες, ενώ οι καλλιεργητικές φροντίδες πανομοιότυπες. Έτσι, κρίνεται ασφαλές να συγκριθούν οι ποικιλίες Texas και Ferragnes, οι οποίες παρουσίασαν διαφορετικά ποσοστά σχετικής συμβολής του σπέρματος στο νωπό και ξηρό βάρος του καρπού. Συγκεκριμένα, υποδηλώνεται διαφορετικός ρυθμός συσσώρευσης της ξηρής ουσίας και η Texas αύξησε ταχύτερα το ποσοστό ξηρής ουσίας στο σπέρμα της σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes.

Αναφορικά με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μετά τη συγκομιδή των αμυγδάλων, η κατανομή του νωπού βάρους ανά τμήμα ανέδειξε την υπεροχή του περικαρπίου στο συνολικό νωπό βάρος των καρπών, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητάς του σε υγρασία και των δομικών ιστών του, που παρέχουν προστασία στα επιμέρους τμήματα του καρπού (Sechrist 2022). Έπειτα ακολούθησε το ενδοκάρπιο, με ποσοστό συμβολής στο νωπό βάρος, 25,50% για το μάρτυρα στην ποικιλία Texas (Πιν.3.2.2.3), λειτουργώντας ως λιγνινοποιημένη προστατευτική δομή. Τέλος, το σπέρμα αντιστοιχούσε σε 19,50% σε σχέση με το συνολικό νωπό βάρος, υποδηλώνοντας τη μικρότερη υδατική του περιεκτικότητα.

Τα συγκεκριμένα στοιχεία είναι σχετικά σύμφωνα με την έρευνα του Godini A. (1983), για την ποικιλία Texas, όπου το σπέρμα αντιστοιχούσε σε 14,1% και το ενδοκάρπιο σε 22,9% του συνολικού νωπού βάρους.

Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των δύο ποικιλιών, η σχετική συμβολή του νωπού περικαρπίου βρέθηκε υψηλότερη στην ποικιλία Ferragnes (64,6%), σε σχέση με την Texas (55%). Με αυτόν τον τρόπο υποδηλώνεται μεγαλύτερη υδατική περιεκτικότητα και πιο σαρκώδης καρπός στην ποικιλία Ferragnes.

Σχετικά με την ποσοστιαία κατανομή του ξηρού βάρους ανά τμήμα, στην ποικιλία Texas, παρατηρήθηκε ανάλογη κατάσταση με την κατανομή νωπού βάρους

και άρα η υπεροχή του περικαρπίου, ακολουθούμενη από το ενδοκάρπιο και το σπέρμα. Στη μεταχείριση του μάρτυρα, η σχετική συμβολή των τμημάτων επί του συνολικού ξηρού βάρους του καρπού ανήλθε σε 43,30%, 33,70% και 23,00%, αντίστοιχα. Οι συγκεκριμένες τιμές είναι σχετικά σύμφωνες με τα όρια των βιβλιογραφικών καταγραφών, όπου το περικάρπιο αποτελεί το 40-60% της ξηρής μάζας, το ενδοκάρπιο το 20-30% και το σπέρμα το 15-30% (Prgomet et al. 2017).

Ωστόσο, στην ποικιλία Ferragnes, η σχετική συμβολή του ενδοκαρπίου στο συνολικό ξηρό βάρος ήταν η μεγαλύτερη, σε σχέση με το περικάρπιο, αλλά και το σπέρμα. Η συγκεκριμένη διαφοροποίηση από το τυπικό μοτίβο κατανομής, μπορεί να αποδοθεί σε μορφολογικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας, η οποία κατατάσσεται στις σκληροκέλυφες ποικιλίες με παχύ ενδοκάρπιο (Calle et al. 2025).

Η ποσοστιαία αναλογία (%) ξηρού σπέρματος επί του ξηρού ενδοκαρπίου, αποτελεί δείκτη αποδοτικότητας του καρπού, ο οποίος εκφράζει τη βέλτιστη αξιοποίηση και πλήρωση του ενδοκαρπίου με σπέρμα. Με άλλα λόγια, αποτυπώνεται το ποσοστό του εμπορικά αξιοποιήσιμου τμήματος (ψίχα) ανά καρπό. Η διαφοροποίηση μεταξύ της αναλογίας νωπού και ξηρού σπέρματος, καθορίζεται από τις απώλειες νερού κατά τη διαδικασία της ξήρανσης.

Αρχικά, για τη μεταχείριση του μάρτυρα στην ποικιλία Ferragnes, η αναλογία νωπού σπέρματος επί του ενδοκαρπίου ήταν 34%, ενώ η αντίστοιχη του ξηρού σπέρματος 29,3%. Αντίθετα, στην ποικιλία Texas η νωπή αναλογία που σημειώθηκε ήταν 43% και η ξηρή 40,5%, γεγονός που υποδηλώνει μικρότερες υδατικές απώλειες κατά την ξήρανση. Η εμπορική σημασία της συγκεκριμένης παραμέτρου, έγκειται στη σαφώς μεγαλύτερη αναλογία ξηρού σπέρματος στην ποικιλία Texas. Έτσι, υπογραμμίζεται η καλύτερη πλήρωση του ενδοκαρπίου σε σχέση με την ποικιλία Ferragnes. Η συγκεκριμένη διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ποικιλιών, ήταν αναμενόμενη, καθώς επιβεβαιώνεται ότι η απόδοση σε ψίχα για την ποικιλία Texas ανέρχεται έως 45%, ενώ στην ποικιλία Ferragnes περιορίζεται στο 34,2% (Νάνος 2024).

Σύμφωνα με το ποσοστό ξηρής ουσίας ανά τμήμα, το ενδοκάρπιο εμφάνισε μεγαλύτερη συγκέντρωση ξηρής ουσίας σε κάθε ποικιλία, εξαιτίας των δομικών ουσιών, που το καθιστούν σκληρό και ξηρό. Το σπέρμα παρουσίασε μικρότερο

ποσοστό ξηρής ουσίας, υποδηλώνοντας την παρουσία περιορισμένης υδατικής περιεκτικότητας αλλά και της συσσώρευσης θρεπτικών ουσιών, όπως υδατάνθρακες, ανόργανα στοιχεία, λίπη, έλαια και πρωτεΐνες (Kester et al. 1996b). Το μικρότερο ποσοστό ξηρής ουσίας αντιστοιχούσε στο περικόρπιο, η σύνθεση του οποίου αποτελείται κυρίως από νερό, σε συνδυασμό με περιορισμένα σάκχαρα και διαλυτές ίνες (Fuquay et al., 2011, όπως αναφέρεται στο Sechrist, 2022).

Κατά τη συγκομιδή, οι καρποί της μεταχείρισης του μάρτυρα της ποικιλίας Ferragnes, είχαν περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία 27,0% στο περικόρπιο, 99,1% στο ενδοκάρπιο και 78,2% στο σπέρμα, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά για την Texas, ήταν 56,7%, 95,3% και 85,2%. Στο πλαίσιο αυτό, για την ποικιλία Ferragnes συγκριτικά με την Texas, υποδεικνύεται η πλούσια περιεκτικότητα του περικορπίου σε νερό, γεγονός που οφείλεται στη σημαντική απώλεια βάρους κατά την ξήρανση. Ακόμα, η ποικιλία Texas συγκέντρωσε μεγαλύτερο ποσοστό ξηρής ουσίας ανά μονάδα σπέρματος σε σχέση με την Ferragnes.

Πέραν της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία, ιδιαίτερη εμπορική σημασία έχει και το ξηρό βάρος σπέρματος ανά καρπό. Ειδικότερα, στους καρπούς της μεταχείρισης του μάρτυρα σημειώθηκε μέσο ξηρό βάρος σπέρματος 1,76g, το οποίο είναι παρόμοιο με αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές της ίδιας ποικιλίας (1,86g) (Mougiou et al. 2023). Αντίθετα, η αντίστοιχη τιμή για την Texas ανήλθε στα 1,08g, υποδηλώνοντας ότι παρά το υψηλότερο ποσοστό ξηρής ουσίας ανά σπέρμα, οδήγησε σε μικρότερο ξηρό βάρος ψίχας σε σχέση με την Ferragnes, γεγονός που κατέδειξε το συμπυκνωμένο και μικρότερο σε όγκο εδώδιμο τμήμα της.

Μεταξύ των καλλιεργητικών φροντίδων, η άρδευση διαδραματίζει θεμελιώδη ρόλο στην απόδοση και την ποιότητα των αμυγδάλων, με αποτέλεσμα η διερεύνηση τυχόν υδατικού στρες να αποτελεί κρίσιμο παράγοντα αξιολόγησης. Σύμφωνα με την έρευνα των Miras-Avalos et al. (2023), οι αμυγδαλεώνες υπό συνθήκες μέτριου υδατικού ελλείματος, ενδεχομένως να εμφανίσουν μείωση της παραγωγής κατά 7-9%, συγκριτικά με πλήρως αρδευόμενα αγροτεμάχια, ενώ σε συνθήκες σοβαρού υδατικού ελλείματος, η μείωση μπορεί να φτάσει μέχρι και 33%. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ εφαρμοζόμενης ποσότητας νερού και απόδοσης των δέντρων δεν είναι ανάλογη, καθώς επηρεάζεται από ένα σύστημα παραγόντων όπως ο τύπος εδάφους, η αρχική υγρασία του εδάφους και κυρίως η εξατμισοδιαπνοή. Λόγω αδυναμίας υπολογισμού

της εξατμισοδιαπνοής, το νερό άρδευσης σε συνδυασμό με τον υετό, συνεκτιμήθηκαν για τον προσδιορισμό της υδατικής κατάστασης των δέντρων. Ακόμα, κρίνεται αναγκαίο να ληφθεί υπόψη η χρονική στιγμή της υδατικής καταπόνησης και το φαινολογικό στάδιο που επηρεάζεται (Goldhamer 1996).

Στο πλαίσιο αυτό, το χρονικό διάστημα Απριλίου – Αυγούστου, που πραγματοποιήθηκαν οι αρδεύσεις χωρίστηκε σε στάδιο ανάπτυξης του καρπού από τον Απρίλιο μέχρι αρχές Ιουνίου και στη φάση πλήρωσης του ενδοκαρπίου κατά τους θερινούς μήνες. Στα πειραματικά αγροτεμάχια των ποικιλιών Texas και Ferragnes, την πρώτη περίοδο η συνολική ποσότητα αρδευόμενου νερού που χορηγήθηκε ήταν 77 mm και 71,5 mm αντίστοιχα, ενώ ο υετός που καταγράφηκε κατά την ίδια περίοδο ανήλθε στα 761mm. Όσον αφορά το διάστημα από τη σκλήρυνση του ενδοκαρπίου και έπειτα, η εφαρμοζόμενη άρδευση καταγράφηκε στα 77mm για την Texas και 71,5mm για την ποικιλία Ferragnes, ενώ η συνολική βροχόπτωση ήταν 220mm, συγκεντρωμένη τον Αύγουστο.

Σε σύγκριση με βιβλιογραφικές τιμές, οι Calderón-Pavón et al. (2025), σε αμυγδαλιές ηλικίας 7 ετών, υπό την επίδραση παρόμοιων ξηροθερμικών συνθηκών (Απρίλιος – αρχές Ιουνίου : 112mm νερού βροχής, Ιούνιος – Αύγουστος: 10 mm νερού βροχής), χορηγήθηκαν σε καθεστώς πλήρους άρδευσης 184mm και 144mm νερού, υπό ρυθμιζόμενη ελλειμματική άρδευση, κατά το στάδιο Απριλίου – αρχές Ιουνίου. Αναφορικά με την ακόμα πιο ξηρή περίοδο του καλοκαιριού, εφαρμόστηκαν 535mm και 277mm νερού άρδευσης για την πλήρη άρδευση και τη ρυθμιζόμενη ελλειμματική αντιστοίχως.

Επομένως, διαπιστώνεται η περιορισμένη εφαρμογή άρδευσης στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, η οποία επιδεινώθηκε σαφώς από τη βλάβη της πομόνας σε κρίσιμο στάδιο από άποψη υδατικών απαιτήσεων. Εξαιτίας της περιορισμένης εφαρμοζόμενης άρδευσης, τα πειραματικά δέντρα, εκδήλωσαν υδατικό στρες. Έτσι, δύναται να επηρεαστεί η ποιότητα των καρπών με διαφορετική απόκριση στην ποικιλία και τις συνθήκες καλλιέργειας. Ειδικότερα, η ανεπάρκεια υδατικών αποθεμάτων, ενδεχομένως να οδηγήσει στη μείωση του μεγέθους του καρπού, με συρρικνωμένους πυρήνες και ανεπαρκή πλήρωση του ενδοκαρπίου (Calderón-Pavón et al. 2025).

Κατά την αξιολόγηση της καταλληλότητας των επαναλαμβανόμενων διαφυλλικών ψεκασμών, κρίνεται αναγκαίο να ληφθεί υπόψη η σημασία της επάρκειας θρεπτικών ουσιών, αμέσως μετά την έναρξη σκλήρυνσης του ενδοκαρπίου. Ειδικότερα, το χρονικό διάστημα Μαΐου – Ιουνίου αποτελεί κρίσιμο στάδιο για την ανάπτυξη του σπέρματος, καθώς έχει ήδη καθοριστεί η αρχική μορφή και το μέγεθός του, αλλά εκκρεμεί η συσσώρευση ξηρής ουσίας για τη βέλτιστη πλήρωση στο ενδοκάρπιο (Almond Board of Australia, 2008). Παράλληλα με την επίτευξη του μέγιστου δυναμικού της καλλιεργητικής περιόδου, λαμβάνει χώρα και η διαμόρφωση του αναπαραγωγικού δυναμικού της επόμενης καλλιεργητικής χρονιάς.

Ακόμα, στην ποικιλία Texas, δεδομένα υποδηλώνουν την πιθανή ανεπάρκεια της θρέψης αποκλειστικά μέσω του εδάφους για την κάλυψη των αυξημένων θρεπτικών απαιτήσεων σε κρίσιμα στάδια ανάπτυξης, όπως την περίοδο αμέσως μετά τη σκλήρυνση του ενδοκαρπίου. Υπό το πρίσμα αυτό, βάσει έρευνας που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου Μαγνησίας, προτείνεται στοχευμένη στρατηγική θρέψης, με διαδοχικές διαφυλλικές εφαρμογές ανόργανων στοιχείων την περίοδο της άνοιξης, αποσκοπώντας στην ενίσχυση της θρεπτικής κατάστασης και τον περιορισμό της καρπόπτωσης, που χαρακτηρίζει την ποικιλία (Τριανταφύλλου, 2000).

Επίσης, βιβλιογραφικές αναφορές για αμυγδαλέωνες στην Νέα Αγχιάλο, έχουν σημειώσει υπερβολικές ποσότητες αζώτου και καλίου σε φύλλα, γεγονός που υποδεικνύει είτε χρόνιες υπερλιπάνσεις είτε επάρκεια του εδάφους στα συγκεκριμένα μακροθρεπτικά (Νάνος 2024).

Όσον αφορά την αξιολόγηση της θρεπτικής επισκόπησης, οι φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις στα δέντρα του μάρτυρα για την κάθε ποικιλία, κατέδειξαν γενικά ικανοποιητική θρεπτική επάρκεια. Συγκεκριμένα, τα μακροθρεπτικά στοιχεία (N, P, K, Ca, Mg) και τα ιχνοστοιχεία (Zn, Cu, Fe, Mn) εμφανίσθηκαν σε επαρκή επίπεδα, ενώ το βόριο σημείωσε ποσοστά υπό των επιτρεπτών ορίων επάρκειας.

Η συγκριτική αξιολόγηση των ποικιλιών Ferragnes και Texas, εμφάνισε όμοια απόκριση των δύο ποικιλιών στην εκάστοτε μεταχείριση. Συγκεκριμένα, η επιπλέον καλιούχος θρέψη, οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας του στοιχείου στα φύλλα,

ενώ ενίσχυσε και τα επίπεδα φωσφόρου και ασβεστίου. Ακόμα πιο έντονη θετική επίδραση σημειώθηκε με την εφαρμογή βιοδιεγερτών, συμβάλλοντας σε σημαντική βελτίωση του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου, καθώς επίσης και των μικροθρεπτικών στοιχείων (σίδηρος, μαγγάνιο και χαλκός).

Ωστόσο, στην περίπτωση του βορίου παρά την ήπια αυξητική τάση υπό την επίδραση των βιοδιεγερτών, παρέμεινε σε συγκεντρώσεις μικρότερες των θρεπτικών ορίων, που αντιστοιχούν σε αναλύσεις φύλλων. Όμως, το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ενδεχομένως να είναι επισφαλές, διότι για τον αξιόπιστο προσδιορισμό της περιεκτικότητας βορίου στο δέντρο, συνίσταται η ανάλυση του περικαρπίου την περίοδο της συγκομιδής. Ειδικότερα, τα επίπεδα βορίου στο περικάρπιο, που κυμαίνονται μεταξύ 80 και 150 ppm, κρίνονται ικανοποιητικά για τις θρεπτικές απαιτήσεις του δέντρου (Nyomora et al. 1999). Στην περίπτωση μέτριας έλλειψης βορίου, απουσιάζουν εμφανή συμπτώματα στα φύλλα, αλλά σχετίζεται με μείωση της καρπόδεσης και σημαντικής καρπόπτωσης (Brown et al. 1996).

Κατά την αξιολόγηση της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης, τα δέντρα υπό την επίδραση των επιπρόσθετων διαφυλλικών παρεμβάσεων, εμφάνισαν σε ορισμένα στοιχεία υπερεπάρκειες. Συγκεκριμένα, μέσω της πρόσθετης θρέψης με κάλιο και ιδιαίτερα της μεταχείρισης των βιοδιεγερτών, κύρια οι συγκεντρώσεις του αζώτου, του καλίου, του ασβεστίου και του χαλκού, υπερέβησαν τα ανώτερα όρια επάρκειας. Ωστόσο, οι υψηλές περιεκτικότητες δεν εμφάνισαν άμεση αρνητική επίδραση, καθώς δεν παρατηρήθηκαν εμφανή συμπτώματα τοξικότητας ή ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις με άλλα στοιχεία.

Συνολικά, η αξιολόγηση της θρεπτικής κατάστασης, κατέδειξε ότι τα δέντρα της μεταχείρισης του μάρτυρα είχαν επαρκή αποθέματα θρεπτικών, γεγονός που ενδεχομένως, καθιστά τους επιπλέον ψεκασμούς θρέψης μη αναγκαίους, βάσει των αναλύσεων στα φύλλα. Όμως, η ολιστική αξιολόγησή τους, πρόκειται να συνεκτιμηθεί σε συνάρτηση με τα αποτελέσματα βελτίωσης της ποιότητας των καρπών.

Υπό το πρίσμα αυτό, η επίδραση των διαφυλλικών επεμβάσεων στην ποικιλία Texas, κατέδειξε διακριτές διαφοροποιήσεις μεταξύ της επιπλέον θρέψης με κάλιο ή με βιοδιεγέρτες, ως προς την ανάπτυξη του καρπού και την εμπορική του ποιότητα. Συγκεκριμένα, σε επίπεδο νωπών βαρών και οι δύο μεταχειρίσεις αύξησαν σημαντικά

όλα τα επιμέρους τμήματα των καρπών συγκριτικά με το μάρτυρα, συντελώντας σε υψηλότερο συνολικό μέγεθος. Ωστόσο, η συνολική συμβολή στην αύξηση του όγκου των αμυγδάλων συνοδεύτηκε από μετατόπιση της μάζας στα μη εμπορεύσιμα τμήματα του περικαρπίου και του ενδοκαρπίου. Τα αμύγδαλα του μάρτυρα εμφάνισαν υψηλότερο ποσοστό νωπού σπέρματος κατά τη συγκομιδή, γεγονός που δε συνδέεται άμεσα με την εμπορική αξία, η οποία καθορίζεται από τη συσσώρευση της ξηρής ουσίας. Η συγκεκριμένη υπεροχή του μάρτυρα, εμφάνισε μεγαλύτερα ποσοστά νερού στο νωπό σπέρμα, υποδηλώνοντας ενδεχόμενη καθυστέρηση στην ωρίμανση και μικρότερο ρυθμό αφυδάτωσης του σπέρματος σε σχέση με τις πρόσθετες διαφυλλικές εφαρμογές.

Σε επίπεδο ξηρών βαρών, η επιπλέον θρέψη με βιοδιεγέρτες οδήγησε σε ουσιαστική αύξηση του ξηρού βάρους του σπέρματος, καθώς επίσης και σε υψηλότερη κατανομή ξηρού σπέρματος σε σχέση με το συνολικό βάρος καρπού. Ακόμα, η αναλογία ξηρού σπέρματος επί του ενδοκαρπίου, ήταν επίσης υψηλότερη στη μεταχείριση των βιοδιεγερτών (41,7%), υποδεικνύοντας βελτίωση στην πλήρωση του ενδοκαρπίου από το εδώδιμο τμήμα, συγκριτικά με την επιπλέον θρέψη με κάλιο (39,7%) και το μάρτυρα (40,5%). Σύμφωνα με τους Eroglu et al. (2022), επιβεβαιώνεται η θετική απόκριση στη διαφυλλική εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών στην ποικιλία Texas, καθώς αύξησε την αναλογία σπέρματος επί του ενδοκαρπίου κατά 6% σε σχέση με το μάρτυρα.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία, η μεταχείριση της καλιούχου θρέψης είχε αρνητική επίδραση στην τιμή του σπέρματος (76,5%) έναντι του μάρτυρα (85,2%), υποδεικνύοντας μειωμένη συσσώρευση θρεπτικών ουσιών. Τα αμύγδαλα των δέντρων που δέχθηκαν διαφυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτών, εμφάνισαν καλύτερη απόκριση, καθώς διατήρησαν ίδιο ποσοστό ξηρής ουσίας στο σπέρμα (84,3%).

Συμπερασματικά, τα δέντρα του μάρτυρα στην ποικιλία Texas παρήγαγαν καρπούς με υψηλή περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία, ενισχύοντας την ποιότητα των αμυγδάλων, αλλά περιορίστηκαν σε μικρότερο ξηρό βάρος, συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ωστόσο, οι επαναλαμβανόμενοι διαφυλλικοί ψεκασμοί με βιοδιεγέρτες οδήγησαν σε ουσιαστική βελτίωση της πλήρωσης του ενδοκαρπίου και της συσσώρευσης ξηρής ουσίας, ενισχύοντας την εμπορική αξία. Σχετικά με τη μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο, περιορίστηκε στην αύξηση του μεγέθους

των περιβλημάτων των καρπών, δίχως να προσφέρει άμεση ενίσχυση στο εμπορεύσιμο τμήμα.

Κατά την αντίστοιχη αξιολόγηση της επίδρασης των μεταχειρίσεων στα δέντρα της ποικιλίας Ferragnes, καταγράφηκαν αξιοσημείωτες μεταβολές στην ανάπτυξη και ποιότητα των αμυγδάλων, σε σχέση με το μάρτυρα. Αρχικά, σε επίπεδο νωπών βαρών παρουσιάστηκε παρόμοια απόκριση με την ποικιλία Texas, καθώς οι δύο μεταχειρίσεις πρόσθετων διαφυλλικών εφαρμογών βελτίωσαν το συνολικό νωπό βάρος του καρπού αλλά και των επιμέρους τμημάτων. Ωστόσο, σύμφωνα με την ποσοστιαία κατανομή των νωπών τμημάτων, σημειώθηκε ήπια τάση αύξησης του σπέρματος για τη μεταχείριση του μάρτυρα. Με αυτόν τον τρόπο, υποδηλώνεται η ανακατανομή του βάρους υπέρ του περικαρπίου, δίχως την ανάλογη αύξηση του σπέρματος. Όμως, κατά τη συγκεκριμένη παράμετρο αντανakλάται η περίσσεια υδατική μάζα στο σπέρμα των καρπών του μάρτυρα, υποδεικνύοντας οψίμιση και βραδύτερο ρυθμό αφυδάτωσης.

Αναφορικά με τα ξηρά βάρη, οι δύο μεταχειρίσεις επιπλέον θρέψης υπερείχαν σαφώς σε όλα τα τμήματα του καρπού σε σχέση με το μάρτυρα. Η καλιούχος θρέψη ανέδειξε την ισχυρότερη θετική επίδραση, αλλά στο εμπορεύσιμο τμήμα του καρπού παρατηρήθηκαν παρόμοιες τιμές και στη μεταχείριση των βιοδιεγερτών. Η σχετική συμβολή των τμημάτων στο ξηρό βάρος υπέδειξε πιο θετική ανακατανομή του βάρους υπέρ του σπέρματος στους καρπούς, που εφαρμόστηκαν οι διαφυλλικές εφαρμογές. Αντίθετα, το ξηρό βάρος των καρπών του μάρτυρα συγκεντρώθηκε κυρίως στο ενδοκάρπιο. Αντίστοιχα, η ποσοστιαία αναλογία του ξηρού σπέρματος επί του ενδοκαρπίου, ως άμεση ένδειξη ποιότητας του καρπού, κατέδειξε βελτίωση στην πλήρωση του ενδοκαρπίου από το εμπορεύσιμο τμήμα, υπό την επίδραση των πρόσθετων διαφυλλικών λιπάνσεων.

Τέλος, σχετικά με την καθοριστική παράμετρο για την εμπορική αξία, της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία στο σπέρμα, σημειώθηκε η υπεροχή του μάρτυρα (78,2%), ενώ η μεταχείριση της επιπλέον θρέψης με κάλιο διατήρησε παρόμοιες τιμές (77,9%). Οι επαναλαμβανόμενοι διαφυλλικοί ψεκασμοί των βιοδιεγερτών οδήγησαν σε πτωτική τάση της ξηρής ουσίας στο σπέρμα (76,0%).

Συνοψίζοντας, στην ποικιλία Ferragnes, τα δέντρα του μάρτυρα κατέγραψαν ικανοποιητική ποιότητα, δεδομένης της μέγιστης περιεκτικότητας ξηρής ουσίας στο

σπέρμα, δίχως τα ανάλογα αποτελέσματα σε ξηρό βάρος και αναλογία σπέρματος ανά καρπό. Επομένως, η επιπλέον θρέψη με κάλιο εμφάνισε ουσιαστική συμβολή στην ποιότητα των αμυγδάλων, διατηρώντας ίδια επίπεδα ξηρής ουσίας στο σπέρμα, ενώ αύξησε το συνολικό μέγεθος του καρπού, το ξηρό βάρος αλλά και την πλήρωση του ενδοκαρπίου με ψίχα. Η μεταχείριση των βιοδιεγερτών περιορίστηκε στην αύξηση του ξηρού βάρους του σπέρματος, χωρίς την ανάλογη θρεπτική συγκέντρωση.

Συνολικά, μέσω της ερμηνείας των αποτελεσμάτων προκύπτει ένα κοινό μοτίβο για την απόκριση των δύο ποικιλιών στους επιπλέον διαφυλλικούς ψεκασμούς θρέψης σε σχέση με τα δέντρα που δέχθηκαν τις εφαρμογές του παραγωγού. Αρχικά, η πρόσθετη θρέψη ενίσχυσε την εμπορική αξία του καρπού μέσω αύξησης του ξηρού βάρους των σπερμάτων και βέλτιστης πλήρωσης του ενδοκαρπίου, ενδεχομένως με ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία. Αντίθετα, οι καρποί των δέντρων του μάρτυρα, βελτίωσαν την ποιότητα των καρπών, εμφανίζοντας σπέρματα περισσότερο συμπυκνωμένα με υψηλότερη περιεκτικότητα ξηρής ουσίας, αλλά σε μικρότερα επίπεδα ξηρού βάρους.

Επομένως, η επιλογή της μεθόδου θρέψης, είναι αλληλένδετα συνδεδεμένη από το στόχο του παραγωγού. Όταν στρέφεται στην ποσότητα και τη βέλτιστη δυνατή εμπορική αξία ανά κιλό ψίχας, τότε συνίστανται επαναλαμβανόμενοι διαφυλλικοί ψεκασμοί στο κατάλληλο φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας και σύμφωνα με την λιπαντική αγωγή που ανταποκρίθηκε καλύτερα στην εκάστοτε ποικιλία. Αντίθετα, όταν ο παραγωγός στοχεύει στην ποιότητα ανά μονάδα ψίχας σε συνδυασμό με μειωμένο κόστος παραγωγής και περιορισμένο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, οι καρποί του μάρτυρα για τις δύο ποικιλίες εμφάνισαν ικανοποιητική δυναμική.

Αναφορικά με την πλήρη αξιοποίηση των διαφυλλικών εφαρμογών, οι Fernandez et al. (2013), θέτουν ως επιτακτική ανάγκη την ενίσχυση της δυνατότητας πρόβλεψης τροφοπενιών, με οικονομικό αντίκτυπο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της καλλιέργειας, σε συνδυασμό με τη βελτιστοποίηση του χρονισμού της διαφυλλικής εφαρμογής. Βάσει αυτών των δεδομένων, κρίνεται απαραίτητη η πραγματοποίηση τεκμηριωμένης ανάλυσης κόστους-οφέλους για ενδεχόμενη διαφυλλική λίπανση.

Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη δεν καταγράφηκαν οι αποδόσεις των δέντρων ανά μεταχείριση, μία παράμετρο που θα αποτελούσε έναν άμεσο δείκτη της παραγωγής

και συνεπώς της εμπορικής αξίας. Πέραν αυτού, τα δεδομένα της παραγωγής για την εκάστοτε μεταχείριση, ενδεχομένως να επέτρεπαν τη συσχέτιση της ποσότητας των καρπών ανά δέντρο με το μέγεθός τους. Με άλλα λόγια, μικρότερη παραγωγή αμυγδάλων, ενδεχομένως να οδηγούσε σε λιγότερους, αλλά μεγαλύτερους καρπούς ανά δέντρο, επηρεάζοντας επίσης την εμπορική τους αξία.

Κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης, κρίνεται αναγκαίο να ληφθούν υπόψη ορισμένοι μεθοδολογικοί περιορισμοί. Αρχικά, οι δύο πρώτες δειγματοληψίες εντός του Μαΐου, πραγματοποιήθηκαν σε σύντομο χρονικό διάστημα, γεγονός που δεν επέτρεψε την αντιπροσωπευτική καταγραφή της δυναμικής εξέλιξης του καρπού. Επίσης, την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου, σημειώθηκε μείωση του μεγέθους και του βάρους των καρπών στις τρεις μεταχειρίσεις, σε σχέση με την προηγούμενη χρονικά μέτρηση. Η συγκεκριμένη απόκλιση από τη φυσιολογική πορεία ανάπτυξης των αμυγδάλων, οφείλεται σε λανθασμένη δειγματοληψία και πρέπει να ερμηνευθεί με επιφύλαξη. Ακόμα, η περιορισμένη εφαρμογή νερού συνδυαστικά με τη βλάβη στο αρδευτικό σύστημα κατά τους θερινούς μήνες, ενίσχυσε το υδατικό στρες στην καλλιέργεια και συνεπώς ενδεχομένως να επηρέασε και τις πειραματικές παραμέτρους.

Υπό το πρίσμα αυτό, κατά την εκπόνηση μελλοντικών μελετών, υπογραμμίζεται η ανάγκη για ομοιόμορφη κατανομή των δειγματοληψιών στο χρόνο και για μεγαλύτερο μέγεθος δειγμάτων σε διαφορετικά φαινολογικά στάδια. Ακόμα, κρίνεται απαραίτητη η αξιοποίηση δεικτών μεγαλύτερης ακρίβειας για την αξιολόγηση της υδατικής κατάστασης (εξατμισοδιαπνοή), καθώς επίσης και για την ανάλυση της χημικής σύστασης του σπέρματος, ως παράμετρο υψηλής εμπορικής σημασίας.

5. Συμπεράσματα

Ανάπτυξη καρπού από τον Μάιο στον Αύγουστο. Έγινε λάθος δειγματοληψία καρπών τον Ιούλιο, αλλά ήταν εμφανής η αύξηση του μήκους και πλάτους των αμύγδαλων από τον Μάιο στον Ιούνιο και κατόπιν τον Αύγουστο. Ήτοι, τα αμύγδαλα αναπτύχθηκαν περαιτέρω σε μέγεθος μέσα στο καλοκαίρι. Αυτό βρέθηκε και στις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν.

Το νωπό και ξηρό βάρος καρπού και σπέρματος ακολουθήθηκε από τον Μάιο έως και τον Ιούλιο. Παρατηρήθηκε μια σταδιακή αύξηση με τον χρόνο του ξηρού βάρους καρπού και σπέρματος και του ποσοστού % ξηράς ουσίας του καρπού και ιδιαίτερα του σπέρματος από τον Μάιο έως τον Ιούλιο.

Η διαφυλλική εφαρμογή καλίου και πλήρους λιπάσματος την άνοιξη συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση του νωπού και ξηρού βάρους του καρπού, του περικαρπίου, του ενδοκαρπίου και του σπέρματος στην εμπορική συγκομιδή. Ακόμα, στην ποικιλία Ferragnes, βελτιώθηκε και το ποσοστό % ξηρού βάρους σπέρματος στο κόκκαλο, ένα σημαντικό εμπορικό χαρακτηριστικό. Αντίθετα, στην ποικιλία Texas, αυτό το ποσοστό % ξηρού βάρους σπέρματος στο κόκκαλο μειώθηκε, καθώς μειώθηκε σημαντικά το ποσοστό % ξηράς ουσίας του σπέρματος.

Η διαφυλλική εφαρμογή μίγματος βιοδιεγερτών και πλήρους λιπάσματος την άνοιξη βελτίωσε επίσης το βάρος, νωπό και ξηρό, όλων των τμημάτων του καρπού σε σχέση με τον μάρτυρα, αλλά σε μικρότερο βαθμό από τη διαφυλλική λίπανση με κάλιο και πλήρες λίπασμα. Στην ποικιλία Texas, αντίθετα με τη λίπανση με κάλιο, η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγερτών βελτίωσε σημαντικά το ξηρό βάρος σπέρματος και το ποσοστό % ξηράς ουσίας που συσσωρεύτηκε στο σπέρμα.

6. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Alghamdi A. A., & Alsabehi, R. M., (2024). Almond (*Prunus dulcis*): Comprehensive overview of cultivars, requirements and field Management. JKAU: Met., Env. & Arid Land Agric. Sci., 33(1), 63 – 99.

Almond Board of Australia, 2008. Fact Sheet 05 – Pit Hardening. Διαθέσιμο στο: <https://almondboard.org.au/wp-content/uploads/2020/08/Est-almond-phys-1-pit-hardening.pdf>

Almond Board of Australia, 2025. Almond Nutritional Guide - It's not just NPK. Almond Board of Australia. Διαθέσιμο στο: <https://almondboard.org.au/wp-content/uploads/2025/04/NPK-v2.pdf>

Benmoussa H., Ghrab M., Ben M., Luedeling E., 2017. Chilling and heat requirements for local and foreign almond (*Prunus dulcis* Mill.) cultivars in a warm Mediterranean location based on 30 years of phenology records. Agricultural and Forest Meteorology, 239:34-46 <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.030>

Beutel J., Uriu K., Lilleland O., 1976. Leaf analysis for California deciduous fruits. In: Reisenauer, H.M. (Ed.) Soil and Plant-Tissue Testing in California. University of California Cooperative Extension Bulletin 1879. pp. (15-17)

Brown P. H., Saa S., Muhammad I. S., Lampinen B., Plant R., Duncan R., Sanden B., Laca E., 2012. Development of leaf sampling and interpretation methods for Almond and Pistachio. Final Report CDFA Fertilizer Research and Education Program, 10-0015-SA. Διαθέσιμο στο: https://www.cdfa.ca.gov/is/fldrs/frep/pdfs/completedprojects/10-0015-SA_Brown.pdf

Brown P. H., Saa S., Muhammad S., Khalsa S. D., 2020. NITROGEN BEST MANAGEMENT PRACTICES. Almond Board of California. Διαθέσιμο στο: https://www.almonds.com/sites/default/files/2020-12/ABC_Nitrogen_8.5x11_vmags.pdf

Brown P. H., Uriu K., 1996. Nutrition Deficiencies and toxicities: Diagnosing and correcting imbalances. In: Micke W.C (Ed.), Almond Production Manual (pp. 179-188), University of California Division of Agriculture and Natural Resources, (U.C DANR), Publication 3363.

Calderón-Pavón, A., García-Tejero, I. F., Noguera-Artiaga, L., Lipan, L., Sendra, E., Hernández, F., Herencia-Galán, J. F., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Zuazo, V. H. D. (2025). Linking Almond Yield and Quality to the Production System and Irrigation

Strategy Considering the Plantation Age in a Mediterranean Semiarid Environment. *Agronomy*, 15(6), 1448. <https://doi.org/10.3390/agronomy15061448>

Calle, A., Aparicio-Durán, L., Batlle, I. et al. 2025. Review of agronomic and kernel quality traits of 273 almond cultivars. *Genet Resour Crop Evol* 72, 3783–3828. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02183-0>

Catlin P. B., 1996. Root Systems and Root Physiology. In: Micke W.C (Ed.), *Almond Production Manual* (pp. 107-112), University of California Division of Agriculture and Natural Resources, (U.C DANR), Publication 3363.

Delplancke M., Alvarez N., Benoit L., Espíndola A., I Joly H., Neuenschwander S., & Arrigo N., 2013. Evolutionary history of almond tree domestication in the Mediterranean basin. *Molecular ecology*, 22(4), 1092–1104. <https://doi.org/10.1111/mec.12129>

Erogul D., Karabiyik, H., Çantal, D., 2022. Effect of foliar treatments of seaweed on fruit quality and yield in almond cultivation Badem yetiştiriciliğinde yaprakdan deniz yosunu uygulamalarının meyve kalitesi ve verime etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 59. 591-600. 10.20289/zfdergi.1140350.

Fernández V., Sotiropoulos T., Brown P., 2013. *Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices*; International Fertilizer Industry Association (IFA): Paris, France, 2013; ISBN 979-10-92366-00-6.

Freitas T. R., Santos J. A., Silva A. P., Fraga H., 2023. Reviewing the Adverse Climate Change Impacts and Adaptation Measures on Almond Trees (*Prunus dulcis*). *Agriculture*, 13(7), 1423. <https://doi.org/10.3390/agriculture13071423>

Godini A. 1984. Hull, shell and kernel relationships in almond fresh fruits. GREMPA, colloque 1983. Paris: CIHEAM, pp.53-56 (Options Méditerranéennes: Série Etudes; n. 1984-II)

Goldhamer D. A., 1996. Irrigation Scheduling. In: Micke W.C (Ed.), *Almond Production Manual* (pp. 171-178), University of California Division of Agriculture and Natural Resources, (U.C DANR), Publication 3363.

INC (International Nut and Dried Fruit Council), 2023. *Statistical Yearbook 2022/2023*. International Nut and Dried Fruit Council, Reus, Spain. Διαθέσιμο στο: <https://inc.nutfruit.org/wp-content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf> (πρόσβαση 2/7/2025)

Incrocci L., Massa D., Pardossi A., 2017. New Trends in the Fertigation Management of Irrigated Vegetable Crops. *Horticulturae*, 3(2), 37. <https://doi.org/10.3390/horticulturae3020037>

Jain S., Shukla S., Kumar D. et al. 2023. “Fertigation in FruitCrops,” *Te Pharma Innovation Journal* 12, no. 7:1955–1958

Javaid T., Mahmood S., Saeed W., Alam M. Q. 2019. A Critical Review on Varieties and Benefits of Almond (*Prunus dulcis*). ACTA SCIENTIFIC NUTRITIONAL HEALTH (ISSN:2582-1423) Volume 3. DOI:10.31080/ASNH.2019.03.0489. Διαθέσιμο στο: <https://actascientific.com/ASNH/pdf/ASNH-03-0489.pdf>

Kester D. E. and Ross N. W., 1996a. History. In: Micke W.C (Ed.), Almond Production Manual (pp. 1-2), University of California Division of Agriculture and Natural Resources, (U.C DANR), Publication 3363.

Kester D. E., Martin G. C., Labavitch J. M., 1996b. Growth and Development. In: Micke W.C (Ed.), Almond Production Manual (pp. 90-97), University of California Division of Agriculture and Natural Resources, (U.C DANR), Publication 3363.

Ladizinsky G., 1999. On the origin of almond. Genetics Resources and Crop Evolution, 46:143-147

Martinez-Gomez P., Sánchez-Pérez R., Dicenta F., 2006. FRUIT DEVELOPMENT IN ALMOND. Acta Horticulturae. 241-246. 10.17660/ActaHortic.2006.726.38.

Miras-Avalos J., Gonzalez-dugo V., García-Tejero I.F., López-Urrea R., Intrigliolo D., Egea G., 2023. Quantitative analysis of almond yield response to irrigation regimes in Mediterranean Spain. Agricultural Water Management. 279. 108208. 10.1016/j.agwat.2023.108208.

Mori A., Lapsley K, Mattes R. D. (2011). Almonds (*Prunus dulcis*): post-ingestive hormonal response. In V. R. Preedy, R. R. Watson, V. B. Patel (Editors), Nuts & Seeds in Health and Disease Prevention (1st ed.) (pp.167-173). London, Burlington, San Diego: Academic Press is an imprint of Elsevier. Διαθέσιμο στο: https://www.researchgate.net/profile/Karen-Lapsley/publication/285624756_Almonds_Prunus_dulcis/links/5af0c03f458515c2837359b1/Almonds-Prunus-dulcis.pdf

Mougiou, N., Maletsika, P., Konstantinidis, A., Grigoriadou, K., Nanos, G., & Argiriou, A. (2023). Morphological and Molecular Characterization of a New Self-Compatible Almond Variety. Agriculture, 13(7), 1362. <https://doi.org/10.3390/agriculture13071362>

Mushtaq A., Khaliq M., Aasma S, Aasma S., Azeem W., Ben Ghnia Delgay J. (2015). Almond (*Purunus amygdalus* L.): A review on health benefits, nutritional value and therapeutic applications. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences. LJCBS,8:103-106.

Nyomora A. M., Brown P. H., Krueger B., 1999. Rate and Time of Boron Application Increase Almond Productivity and Tissue Boron Concentration. HortScience, 34(2), 242–245. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.2.242>

Prgomet, I., Gonçalves, B., Domínguez-Perles, R., Pascual-Seva, N., & Barros, A. I. R. N. A. (2017). Valorization Challenges to Almond Residues: Phytochemical Composition and Functional Application. *Molecules*, 22(10), 1774. <https://doi.org/10.3390/molecules22101774>

Saa Silva S., Muhammad S., Sanden B., Laca E., Brown P., 2012. Almond Early-Season Sampling and In-Season Nitrogen Application Maximizes Productivity, Minimizes Loss Protocol for Early-Season Sampling and In-Season Nitrogen Budgeting, UC Davis and UC Cooperative Extension, Kern County

Sakar E. H., Yamani M. E., Boussakouran A., Rharrabti Y., 2019. Codification and description of almond (*Prunus dulcis*) vegetative and reproductive phenology according to the extended BBCH scale, *Scientia Horticulturae*, Volume 247, 2019, Pages 224-234, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.024>

Sechrist, E. A. (2022). Investigating the Potential of Almond Hulls as a Feedstock for Fermented Cattle Feed. UC Davis. ProQuest ID: Sechrist_ucdavis_0029M_21897. Merritt ID: ark:/13030/m5n094bt. pp. 17 Διαθέσιμο στο: <https://escholarship.org/uc/item/9j7102c517>

SLTEC, (n.d.). Almond Nutritional Guide. SLTEC Fertilizers. Διαθέσιμο στο: https://www.sltec.com.au/sltec/brochures/SLTEC_AlmondNutritionalGuide.pdf

Sperling O., Karunakaran R., Yermiyahu U., 2020. Precise Fertilization by a Mass-Balance of the Seasonal Changes in Nutrient Uptake by Almond Trees. *Agronomy*, 10(9), 1277. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091277>

Xing, Y., Xie, Y., & Wang, X. (2025). Enhancing soil health through balanced fertilization: a pathway to sustainable agriculture and food security. *Frontiers in microbiology*, 16, 1536524. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1536524>

Ελληνική Βιβλιογραφία:

Βασιλακάκης Μ. 2023. Μετασυλλεκτική φυσιολογία – Μεταχείριση οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη, σελ.189-193, 225, 236-237.

Βασιλακάκης Μ. Δ. 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Άγι – Σάββα Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 957-975.

Θεριός Ι. Ν. 2021. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 693-695, 768-769.

Θέριος, Ι. Ν., Δημάση-Θέριου Κ., 2013. Ειδική Δενδροκομία – Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 473-516.

Νάνος Γ. 2013. Η ΑΜΥΓΔΑΛΙΑ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ. Γεωργία – Κτηνοτροφία , 10, 8-19.

Νάνος Γ. 2021. Διδακτικές Σημειώσεις για το μάθημα Δενδροκομία 1, Παν/μιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, σελ. 11.

Νάνος Γ. 2023. Γενική Δενδροκομία. Εκδόσεις Α,Σ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη. σελ. 13, 253-255.

Νάνος Δ. Γ. 2024. Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Α.Σ Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη, σελ. 495-553.

Παναγόπουλος Γ. Χ. 2007, Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα, σελ. 238-239.

Ηλεκτρονικές πηγές:

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2023. FAOSTAT Statistical Database. Διαθέσιμο στο: <https://www.fao.org/faostat> (Πρόσβαση στις 3/7/2025)

Geisseler D. 2021. Almonds: Fertilization Guidelines. University of California, Davis. Department of Land, Air and Water Resources. Διαθέσιμο στο: <http://geisseler.ucdavis.edu/Guidelines/Almonds.html>

Indexbox 2025. Almond Market in World – Report Overview, βασισμένο σε δεδομένα FAO, Eurostat και UN Comtrade. Διαθέσιμο στο: <https://app.indexbox.io/> (Πρόσβαση στις 2/7/2025)

Indexbox, 2025. Almond Market in Greece – Report Overview, βασισμένο σε δεδομένα FAO, Eurostat και UN Comtrade. Διαθέσιμο στο: <https://app.indexbox.io/> (Πρόσβαση στις 2/7/2025)

Our World in Data, 2023. Almond production, land use and yield – (1985-2023), βασισμένο σε δεδομένα του FAO. University of Oxford. Διαθέσιμο στο: <https://ourworldindata.org/> (Πρόσβαση στις 30/6/2025)