



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Πτυχιακή διατριβή

**Επίδραση της σποράς βίκου σε καλλιέργειες καρυδιάς στην
ποικιλότητα και αφθονία των αυτοφυών ειδών**

Φοιτητής: Παρζιάλης Νικόλαος

Επιβλέπων καθηγητής: Σφουγγάρης Αθανάσιος

Βόλος, 2021

Επίδραση της σποράς βίκου σε καλλιέργειες καρυδιάς στην ποικιλότητα και αφθονία των αυτοφυών ειδών

Effects of vetch sowing in walnut plantations on the diversity and abundance of herbaceous vegetation

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Αθ. Σφουγγάρης, Καθηγητής (Επιβλέπων)

Νικ. Δαναλάτος, Καθηγητής

Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής

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

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε σε καρυδεώνες της ευρύτερης περιοχής του οικισμού Ριζόμυλος του Νομού Μαγνησίας. Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής διατριβής αποτέλεσε η συγκριτική μελέτη της ποικιλότητας και αφθονίας της ποώδους βλάστησης σε καρυδεώνες που εφαρμόστηκαν τρεις διαφορετικές μέθοδοι διαχείρισής της. Οι τρεις διαφορετικές μέθοδοι διαχείρισης ήταν: Α) αρχική σπορά βίκου και στη συνέχεια ετήσιες κοπές της βλάστησης, Β) ετήσια σπορά βίκου και Γ) μηχανική κατεργασία με καλλιεργητή. Τον Μάιο του 2019 δημιουργήθηκε φυτολόγιο για την αναγνώριση της ποώδους βλάστησης κάθε καρυδεώνα. Ακόμα λήφθηκαν τομές βλάστησης στις οποίες καταγραφόταν το είδος φυτού ανά 40cm σε δύο διαφορετικά ύψη και επίσης δειγματοληπτικά πλαίσια των 50X50 εκατοστών για τη δειγματοληψία της βιομάζας σε κάθε μεταχείριση. Από τις τομές βλάστησης υπολογίστηκαν δείκτες ποικιλότητας. Η συλλεχθείσα βιομάζα του κάθε πλαισίου διαχωρίστηκε περαιτέρω σε κατηγορίες και αποξηράνθηκε. Οι τρεις καρυδεώνες συγκρίθηκαν ως προς την παραγωγή βιομάζας των επιμέρους κατηγοριών τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο καρυδεώνας Α είναι ο πιο ποικιλόμορφος. Τέλος λόγω της μεγάλης διαφοροποίησης στη σύνθεση των ειδών μεταξύ των μεταχειρίσεων δεν έγινε σύγκριση της συνολικής βιομάζας μεταξύ των τριών μεθόδων διαχείρισης, αλλά σύγκριση της βιομάζας μεταξύ των υποκατηγοριών τους. Έτσι ο καρυδεώνας Α είχε την υψηλότερη παραγωγή βιομάζας αγρωστωδών, ενώ ο καρυδεώνας Β την υψηλότερη παραγωγή βιομάζας ψυχανθών.

Summary

The present study was carried out in walnut groves of the wider area of the Rizomylos settlement of the Magnesia Prefecture. Subject of the study was the comparative study of diversity and abundance of herbaceous vegetation in walnut groves where three different management methods were applied. The three different management methods were: A) initial sowing of vetch and then annual cutting of the herbaceous vegetation, B) annual sowing of vetch and C) mechanical cultivation of the soil. In May 2019, a reference plant collection was created to identify the herbaceous vegetation of each walnut grove. Vegetation sampled using the line-point method. Plant species records were taken every 40cm at two different heights. For biomass sampling samples of 50x50 cm were taken in each treatment. Diversity indices were calculated based on the vegetation records. The collected biomass of each frame further divided into plant categories and dried. The herbaceous biomass production of the three walnut groves were compared on the basis of their individual categories. The results showed that walnut grove A was the most diverse. Finally, due to the great variation in the herbaceous species composition among the treatments, no comparison was made of the total herbaceous biomass production among the three management methods but a comparison of the biomass production among their plant categories. Thus walnut grove A had the highest biomass production of grasses, while walnut grove B the highest biomass production of legumes.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή κ. Αθανάσιο Σφουγγάρη για την ανάθεση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας και την συνεχή καθοδήγησή του. Επίσης, ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για τη βοήθειά του στην αναγνώριση των φυτών και τις υποδείξεις του στα κείμενα της διατριβής και τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο για τις χρήσιμες υποδείξεις και παρατηρήσεις του. Ακόμη, ευχαριστώ τον κ. Κωνσταντίνο Βλαχόπουλο, υποψήφιο διδάκτορα του Εργαστηρίου, για τη σημαντική συμβολή του στην επεξεργασία των δεδομένων, την κ. Μαρία Μακρή, υποψήφια διδάκτορα του Εργαστηρίου, καθώς και τον συμφοιτητή μου Εμμανουήλ Ζούλια για τη σημαντική του βοήθεια στη συλλογή δειγμάτων και μετρήσεων στο πεδίο. Ευχαριστίες οφείλω και στον κ. Ηλία Ιωάννου, ιδιοκτήτη των καρυδεώνων στους οποίους πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις της διατριβής, για την πρόθυμη συνεργασία του.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Summary.....	5
Ευχαριστίες.....	6
Κατάλογος Γραφημάτων.....	9
Κατάλογος Εικόνων.....	9
Κατάλογος Πινάκων.....	10
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	11
Κεφάλαιο 2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	12
2.1 Προέλευση και εξάπλωση καρυδιάς.....	12
2.2 Σημασία της καρυδιάς	12
2.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά της καρυδιάς.....	13
2.4 Ποικιλίες καρυδιάς.....	15
2.5 Κλιματικές απαιτήσεις καρυδιάς.....	16
2.6 Καλλιεργητικές τεχνικές της καρυδιάς.....	16
2.6.1 Συστήματα φύτευσης καρυδιάς.....	16
2.6.2 Κλάδεμα - διαμόρφωσης καρυδιάς.....	17
2.6.3 Κλάδεμα καρποφορίας καρυδιάς.....	17
2.6.4 Άρδευση καρυδιάς.....	17
2.6.5 Λίπανση καρυδιάς.....	18
2.7 Συστήματα διαχείρισης ποώδους βλάστησης σε καρυδεώνες.....	18
2.8 Χλωρή εδαφοκάλυψη.....	19
2.9 Συγκαλλιέργεια χλωρής εδαφοκάλυψης και οπωροφόρων δέντρων...21	
2.10. Βίκος	22
2.10.1 Γενικά στοιχεία για το βίκο.....	22

2.10.2 Βοτανική περιγραφή βίκου.....	22
2.10.3 Οικολογικές απαιτήσεις του βίκου.....	23
2.11. Καλλιεργητικές τεχνικές βίκου.....	23
2.11.1 Αμειψισπορά.....	23
2.11.2 Συγκαλλιέργεια	23
2.11.3 Προετοιμασία εδάφους	24
2.11.4 Λίπανση βίκου.....	24
2.11.5 Σπορά βίκου.....	24
2.11.6 Διαχείριση - συγκομιδή βίκου.....	25
Κεφάλαιο 3 Υλικά και μέθοδοι	26
3.1 Πειραματικές φυτείες.....	26
3.2 Πειραματικός σχεδιασμός.....	29
3.3 Δειγματοληψία.....	30
3.4 Δειγματοληψία για δημιουργία Φυτολογίου.....	30
3.5 Συχνότητα εμφάνισης των ποωδών ειδών.....	32
3.6 Παραγωγή βιομάζας.....	34
3.7 Σκοπός της έρευνας.....	37
Κεφάλαιο 4 Περιοχή έρευνας.....	38
4.1 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	38
Κεφάλαιο 5 Αποτελέσματα.....	40
5.1 Ποικιλότητα και αφθονία ποωδών ειδών.....	40
5.2 Παραγωγή βιομάζας	42
Κεφάλαιο 6 Συζήτηση.....	55
6.1 Ποικιλότητα και αφθονία ειδών	55
6.2 Παραγωγή βιομάζας	55
Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα.....	57

Κεφάλαιο 8 Βιβλιογραφία.....	58
------------------------------	----

Κατάλογος γραφημάτων

Γράφημα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής έρευνας.....	39
Γράφημα 2. Ιστόγραμμα συχνοτήτων συνολικής βιομάζας Α,Β και Γ μεταχείρισης.	42
Γράφημα 3. QQ plot συνολικής βιομάζας.	43
Γράφημα 4. Ραβδόγραμμα βιομάζας ανά μεταχείριση και φυτική ομάδα.	45
Γράφημα 5. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας πλατυφύλλων ποών.	46
Γράφημα 6. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας αγρωστωδών ειδών.	47
Γράφημα 7. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας ψυχανθών.	48
Γράφημα 8. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας σιναπιού.	49
Γράφημα 9. QQ plot βιομάζας πλατυφύλλων ποών.	50
Γράφημα 10 . QQ plot βιομάζας ψυχανθών.	50
Γράφημα 11. QQ plot βιομάζας αγρωστωδών.	51
Γράφημα 12. QQ plot βιομάζας σιναπιού.	51
Γράφημα 13. Ραβδόγραμμα βιομάζας Αγρωστωδών.	53
Γράφημα 14. Ραβδόγραμμα βιομάζας ψυχανθών.	54

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Α μεταχείριση.....	27
Εικόνα 2. Β μεταχείριση.....	28
Εικόνα 3. Γ μεταχείριση.....	29
Εικόνα 4. Δειγματοληψία φυτών για φυτολόγιο.....	31
Εικόνα 5. Δειγματοληψία φυτών για φυτολόγιο.....	32
Εικόνα 6. Μέθοδος γραμμής σημείου.....	34
Εικόνα 7. Δειγματοληψία βιομάζας με πλαίσιο.....	35
Εικόνα 8 Δειγματοληψία βιομάζας με πλαίσιο.....	36

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Είδη ποωδών φυτών και αριθμός εμφανίσεων ανά μεταχείριση.	40
Πίνακας 2. Δείκτες ποικιλότητας ποώδους φυτοκοινότητας ανά μεταχείριση.	41
Πίνακας 3. Τιμές του δείκτη Jaccard για τις φυτοκοινότητες μεταξύ διαφορετικών μεταχειρίσεων.	41
Πίνακας 4. Οι τιμές του ελέγχου κανονικότητας με το Shapiro-Wilk test για τη συνολική βιομάζα.	44
Πίνακας 5. Τιμές περιγραφικής στατιστικής για τη συνολική βιομάζα.	44
Πίνακας 6. Οι τιμές του ελέγχου κανονικότητας Shapiro-Wilk test για τις τιμές βιομάζας κάθε φυτικής ομάδας.	52
Πίνακας 7. Τιμές περιγραφικής στατιστικής για τη βιομάζα όλων των φυτικών ομάδων.....	52
Πίνακας 8. Οι τιμές του μη παραμετρικού ελέγχου Wilcoxon rank sum test για την κατηγορία των ψυχανθών.	54

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καρυδιά θεωρείται ότι είναι ένα από τα παλαιότερα καρποφόρα δέντρα γνωστά στον άνθρωπο. Η καλλιέργειά της ήταν γνωστή στον αρχαίο κόσμο. Γνωστές ήταν και οι ποικίλες χρήσεις της καρυδιάς πέραν της τροφής, όπως βαφές ρούχων και μαλλιών, καθώς και ως φάρμακο. Σήμερα τα οφέλη των καρπών της καρυδιάς για την υγεία του ανθρώπου είναι ευρέως διαδεδομένα. Η καρυδιά συναντάται κυρίως στο Βόρειο Ημισφαίριο, σε περιοχές με εύκρατο ή υποτροπικό κλίμα, από τη λεκάνη της Μεσογείου έως την Κεντρική Ασία. Σε αυτή την περιοχή εμφανίζετε και το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής.

Ωστόσο, με την όλο και μεγαλύτερη εξάπλωση και εντατικοποίηση της καλλιέργειας έχουν υιοθετηθεί πρακτικές διαχείρισης που δεν ευνοούν την διατήρηση τις βιοποικιλότητας. Μια τέτοια πρακτική που αφορά την διαχείριση της ποώδους βλάστησης είναι η αναμόχλευση του εδάφους. Μια μέθοδος που εκτός της μη ευνοϊκής επίδρασης για την ποώδη βιοποικιλότητα επιπρόσθετα εγκυμονεί και αυξάνει τον κίνδυνο διάβρωσης του εδάφους.

Μια λύση σε αυτά τα προβλήματα έρχονται να δώσουν άλλε πρακτικές διαχείρισης που στοχεύουν στην αειφορία. Πρακτικές διαχείρισης τις ποώδους βλάστησης όπως οι κοπές της βλάστησης και η σπορά καλλιεργειών κάλυψης όπως ονομάζονται δηλαδή σπορά ωφέλιμων φυτών μαζί με τη κύρια καλλιέργεια. Ένα τέτοιο φυτό αποτελεί και ο βίκος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή. Αυτές οι πρακτικές παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, για αυτό το λόγο μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, σε σύγκρισή με την πρακτική τις αναμόχλευσης του εδάφους ως προς τη φυτική ποικιλότητα του υπορόφου των καρυδεώνων.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Προέλευση και εξάπλωση καρυδιάς

Η καρυδιά θεωρείται ότι είναι ένα από τα παλαιότερα καρποφόρα δέντρα γνωστά στον άνθρωπο. Στην Περσία ιστορικές αναφορές χρονολογούνται από το 7.000 π. Χ. αλλά καρυδιές αρχικά βρέθηκαν από τα Ιμαλάια μέχρι τη νοτιοανατολική Ευρώπη. Οι σπηλιές Shanidar που βρίσκονται στο βόριο Ιράκ θεωρείται ότι είναι ο αρχαιότερος αρχαιολογικός χώρος όπου έχουν βρεθεί καρύδια (Malhotra, 2008).

Οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούνται αυτοί που καλλιέργησαν πρώτοι την καρυδιά και την χρησιμοποιούσαν εκτός από τροφή και για τις βαφές ρούχων και μαλλιών, καθώς και ως φάρμακο (Pliny, 1855).

Το επιστημονικό όνομα τις καρυδιάς είναι *Juglans regia*, όπου '*Juglans*' σημαίνει καρπός του Δία και '*regia*' σημαίνει βασιλικός (Malhotra, 2008).

Σήμερα η καρυδιά συναντάται κυρίως στο Βόρειο Ημισφαίριο, σε περιοχές με εύκρατο ή υποτροπικό κλίμα, από τη λεκάνη της Μεσογείου έως την Κεντρική Ασία (McGranahan and Leslie, 1991).

Ως το κύριο κέντρο ποικιλομορφίας τις καρυδιάς ο Vavilon θεώρησε ότι είναι η Κεντρική Ασία, εξαιτίας των μεγάλων σε έκταση δασών καρυδιάς που βρίσκονται στο Ουζμπεκιστάν, το Κιργιζιστάν και το Τατζικιστάν. Όμως το θέμα του κέντρου ποικιλομορφίας της καρυδιάς βρίσκεται υπό συζήτηση (Molnar et al., 2011, Pollegioni et al., 2017).

2.2 Σημασία της καρυδιάς

Η καρυδιά αποτελεί το πλέον διαδεδομένο δέντρο για την παραγωγή ξηρών καρπών στον κόσμο και κατέχει τη δεύτερη θέση σε ποσότητα παραγωγής ξηρών καρπών στον κόσμο, πίσω από την αμυγδαλιά. Πάνω από 60 είναι ο αριθμός των χωρών όπου πραγματοποιείται η παραγωγή καρυδιών, όπως Ιράν, Κίνα, Τουρκία, Ηνωμένες Πολιτείες, Βραζιλία και Γαλλία (Wu et al., 2020). Το 64.1% της παγκόσμιας παραγωγής το κατέχει η Ασία, το 24.1% η Αμερική, το 10.7% η Ευρώπη, το 1% η Αφρική και το 0.1% η Ωκεανία (FAO, 2018). Η παγκόσμια παραγωγή το 2018 ανέρχονταν στους 3.662.507 τόνους και η καλλιεργούμενη έκταση 1.159.484 Ha (FAO, 2018). Στην Ελλάδα την ίδια χρονιά η παραγωγή ήταν 31.860 τόνους και η καλλιεργούμενη έκταση 15.270 Ha (FAO, 2018).

Η κατανάλωση καρυδιών σύμφωνα με πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες είναι αποτελεσματική στη μείωση της εμφάνισης υπέρτασης, στεφανιαίας νόσου, καρδιαγγειακής θνησιμότητας και καρκίνου (Ojeda et al. 2018, Ros et al. 2018).

Τα καρύδια αποτελούν πλούσια πηγή λιπαρών οξέων, τοκοφερολών, φλαβονοειδών, πολυφαινόλων, μετάλλων και βασικών αμινοξέων (Arcan and Yemenicioglu 2009, Chen et al., 2015). Το παρθένο καρυδέλαιο αποτελεί έλαιο υψηλής ποιότητας λόγω της κυριαρχίας μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Cuesta et al., 2017). Εξαιτίας των νευροπροστατευτικών, αντικαρκινικών, αντιφλεγμονωδών, αντιμυκητιασικών, αντιβακτηριακών, αντιγηραντικών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων που έχουν οι τοκοφερόλες, τα φλαβονοειδή, οι πολυφαινόλες και τα φυτοχημικά έχει προσελκύσει μεγάλο ενδιαφέρον (Vu et al. 2018).

2.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά της καρυδιάς

Η *Juglans regia* L. (κοινή καρυδιά) είναι ένα φυλλοβόλο μεγάλο δέντρο, που φτάνει μέχρι 25 με 35m σε ύψος και έως 2m μέγιστη διάμετρο κορμού (Mohani et al., 2009). Αποτελεί ένα είδος που έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και μπορεί να φτάσει έως 900 έτη σε ηλικία (Barone et al., 1997). Ο κορμός είναι κυλινδρικός, ευθύγραμμος και διακλαδίζεται σε κύριους βραχίονες σε διάφορα ύψη από τους οποίους αναπτύσσεται μια κόμη στρογγυλή και φαρδιά (Costantini 2009).

Για αρκετό καιρό ο φλοιός είναι λείος στη συνέχεια όμως εμφανίζει διαμήκης ρωγμές. Το χρώμα του φλοιού στους νέους βλαστούς είναι σκούρο κόκκινο και με το πέρασμα του χρόνου αποκτά ασημί-γκρι χρώμα (Mitchell 1974, Costantini 2009). Οι οφθαλμοί είναι άτριχοι και τους καλύπτουν δύο λέπια άτριχα και καστανά. Ο κορυφαίος οφθαλμός έχει μεγάλο μέγεθος και συνοδεύεται από δύο μικρότερους πλευρικούς οφθαλμούς. Οι νεαροί κλαδίσκοι έχουν χρώμα καφέ και φέρουν δύο φύλλα τα οποία έχουν το σχήμα καρδιάς. Τα φύλλα έχουν μήκος έως 35 cm και είναι σύνθετα. Το κάθε φύλλο αποτελείται από πέντε έως εννέα φυλλάρια, ανοιχτού πράσινου χρώματος και ελλειπτικού σχήματος (Costantini 2009).

Η καρυδιά είναι μόνοικη και δικλινής, τα θήλεα και άρρενα άνθη βρίσκονται σε διαφορετικούς βλαστούς πάνω στο ίδιο δέντρο (Βασιλακάκης, 2016). Τα άρρενα άνθη σχηματίζουν ίσουλους 6-8 εκατοστών που περιέχουν 100-160 άνθη ο καθένας, έχουν πράσινο χρώμα και εκφύονται από τα κλαδιά του προηγούμενου έτους. Η εμφάνισή τους γίνεται ταυτόχρονα ή προηγείται της έκπτυξης των φύλλων. Τα άνθη είναι

απέταλα με μεγάλους ανθήρες και πολυάριθμους (έως 40) στήμονες μικρού μεγέθους. Τα θηλυκά άνθη, αποτελούνται από την ωοθήκη και ένα δίλοβο στίγμα, είναι συχνά σε ζευγάρια και σπάνια μόνα τους. Βρίσκονται στο άκρο της βλάστησης του τρέχοντος έτους, ή σε ορισμένες ποικιλίες (όπως Chico, Ashley, Payne) βρίσκονται ακόμα και στα άκρα των πλευρικών βλαστών (Costantini 2009). Στις ποικιλίες με αυτό το χαρακτηριστικό λόγο της επαγωγής σε άνθη του 80-90% των μικτών πλευρικών οφθαλμών προκαλείται σημαντική μείωση του συνολικού μεγέθους του δέντρου εξαιτίας τις ελάττωσης της κυριαρχίας της κορυφής (Germain, 1974). Ανάλογα τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την ποικιλία η πραγματοποίηση της ανθοφορίας γίνεται Απρίλιο-Μάιο. Σε 19-20 εβδομάδες μετά την άνθηση πραγματοποιείται η ωρίμανση των σπόρων τους μήνες Σεπτέμβριο-Οκτώβριο (Costantini 2009).

Ο καρπός είναι ωσειδής δρύπη με πλάτος 2,5-3cm και μήκος 3-4 cm. Το εξωκάρπιο του έχει πράσινο χρώμα, είναι πλούσιο σε ταννικό οξύ και κατά την ωρίμανση αποσπάται (Costantini 2009). Η ωρίμανση πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και το βάρος του είναι έως 18g (Ercisli et al., 2012). Το ενδοκάρπιο είναι σκληρό, ξυλώδες και ρυτιδωτό. Το σχήμα του μοιάζει με αυτό του εγκεφάλου και είναι χωρισμένο σε αυλακωμένους λοβούς (δύο ή τέσσερις). Αυτοί οι λοβοί αποτελούν τις δύο κοτυληδόνες του σπέρματος, οι οποίοι είναι σαρκώδεις, λιπαροί, μεγάλοι και καλυμμένοι από λεπτό φιλμ καφεκόκκινου χρώματος. Όταν περάσουν περίπου 10 εβδομάδες από την ανθοφορία οι καρποί αποκτούν το πλήρες μέγεθός τους και 2-5 εβδομάδες μετά ολοκληρώνεται και η σκλήρυνση του ενδοκαρπίου (Costantini 2009).

Τα φύλλα έχουν συνήθως μήκος 20-45 εκατοστά και αποτελούνται από 5 έως 9 φυλλάρια (Mitchell 1974). Το φύλλο που βρίσκεται στην άκρη του βλαστού αποτελείται από 5 φυλλάρια, υαλώδη, ασημένια, λογχοειδή, ασύμμετρα και ποικίλου μεγέθους. Το μεγαλύτερο φυλλάριο είναι αυτό που βρίσκεται στην κορυφή του σύνθετο φύλλου, ενώ τα μικρότερα βρίσκονται στη βάση του. Το περιθώριο του φύλλου είναι οδοντωτό και κυματοειδές, ενώ το στέλεχος λείο. Τα υπόλοιπα φύλλα, εκτός του ακραίου, έχουν συνήθως 7 φυλλάρια μεγαλύτερου μεγέθους, κατ' εναλλαγή, πτεροειδή, οβάλ με περιθώριο ελαφρώς κυματιστό (Magini, 1975). Η μυρωδιά των τριμμένων θυμίζει βερνίκι παπουτσιών (Mitchell 1974).

Το ριζικό σύστημα είναι βαθύ και διαθέτει μια ισχυρή πασσαλώδη ρίζα που η ανάπτυξή της ξεκινάει από το νεαρό στάδιο (Mohani et al., 2009, Savill 2013). Στη συνέχεια η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος γίνεται περισσότερο οριζόντια με πλάτος 40-90 cm.

Στις βέλτιστες συνθήκες οι ρίζες μπορούν να καταλάβουν έκταση 2,8 - 8,7 φορές μεγαλύτερη από αυτή της κόμης και βάθος μέχρι και 3m (Chernoboi, 1971).

2.4 Ποικιλίες καρυδιάς

Πριν από το 1970 στην Ελλάδα οι ποικιλίες που καλλιεργούνταν ήταν σπορόφυτα από τοπικές ποικιλίες. Αυτές οι ποικιλίες έδιναν δέντρα πολύ μεγάλα που καθυστερούσαν να εισέλθουν στην καρποφορία. Τα καρύδια που προκύπταν διέφεραν πολύ μεταξύ των παραγωγών με αρνητικό αποτέλεσμα στην εμπιστοσύνη των καταναλωτών προς αυτά. Μετά το 1970 ξεκίνησε η εισαγωγή ποικιλιών και υποκειμένων από τις Η.Π.Α και τη Γαλλία. Αυτές οι ποικιλίες και υποκείμενα είχαν ως αποτέλεσμα δέντρα που εισέρχονταν γρήγορα στην καρποφορία, που είναι μικρόσωμα (πράγμα που διευκολύνει τις καλλιεργητικές εργασίες) και δίνουν ικανοποιητική παραγωγή (Βασιλακάκης, 2016).

Οι ποικιλίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με τον τρόπο καρποφορίας. Η πρώτη κατηγορία είναι οι ακρόκαρπες, δηλαδή, αυτές στις οποίες καρποφορεί μόνο ο κορυφαίος οφθαλμός ή το πολύ και ένας πλάγιος. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι πλαγιόκαρπες, δηλαδή αυτές στις οποίες καρποφορούν, εκτός από τον κορυφαίο οφθαλμό, και οι πλάγιοι του ετήσιου βλαστού (Βασιλακάκης, 2016, Μάνθος και Ρούσκας 2020).

Στις πλαγιόκαρπες ανήκουν οι Chandler, Payne, Vina, Lara, Serr, Fernor, Pedro, Chico, Ashley, Fernet, Big Top, Ιόλη και Ηλιάννα, ενώ στις ακρόκαρπες οι Hartley, Franquette, Ronde de Montinac (επικονιάστρια) και Meylannaise (επικονιάστρια), (Ρούσκας 2013, Βασιλακάκης, 2016, Μάνθος και Ρούσκας 2020).

Σύμφωνα με τον χρόνο που ανθίζουν τα αρσενικά σε σχέση με τα θηλυκά άνθη διακρίνονται σε Πρωτόγυνες, Ομόγαμες και Πρώτανδρες. Ακόμα κατηγοριοποιούνται σε Πρωιμανθείς, Μέσης άνθησης και Οψιμανθείς σύμφωνα με το χρόνο άνθησης (Βασιλακάκης, 2016).

Τα κριτήρια βάση των οποίων γίνεται η επιλογή των ποικιλιών αφορά τις καλλιεργητικές απαιτήσεις, τον κίνδυνο εαρινού παγετού, τις απαιτήσεις της ποικιλίας για τη διακοπή του λήθαργου σε χαμηλές θερμοκρασίες, την ανθεκτικότητα σε ασθένειες (βακτηρίωση και ανθράκωση) και την αντοχή σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 41° C. Έτσι, οι πλαγιόκαρπες ποικιλίες έχουν μεγαλύτερες καλλιεργητικές απαιτήσεις σε σχέση με τις ακρόκαρπες, αλλά γρηγορότερη είσοδο στην καρποφορία

και μεγαλύτερη παραγωγή. Για την αντιμετώπιση του κινδύνου από τον εαρινό παγετό επιλέγονται όψιμες ποικιλίες. Ειδικότερα, στις ημιορεινές-ορεινές περιοχές επιλέγονται οι Hartley, Chandler, και Lara, ενώ στις ορεινές και πολύ ορεινές οι Franquette, Fernor και Fernette. Οι απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες κάτω από τους 7 °C είναι 800-1.000 ώρες στις πλαγιόκαρπες και 1.000-1.300 ώρες στις ακρόκαρπες. Σε πεδινές περιοχές όπου παρατηρούνται θερμοκρασίες άνω των 41° C επιλέγονται ποικιλίες όπως η Chandler που εμφανίζουν καλή αντοχή στο ηλιόκαυμα των καρπών (Μάνθος και Ρούσκας 2020).

2.5 Κλιματικές απαιτήσεις καρυδιάς

Η καρυδιά (*Juglans regia*) ευδοκίμει σε μέρη όπου η μέση ετήσια θερμοκρασία βρίσκεται μεταξύ 10 και 17 °C. Η αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες ποικίλλει και εξαρτάται από το υποείδος, την ηλικία και το βλαστικό στάδιο του δέντρου. Σε όψιμους παγετούς (-3 °C) τα νεαρά δέντρα παρουσιάζουν ευαισθησία. Αντίθετα τα ενήλικα δέντρα που βρίσκονται σε πλήρη λήθαργο αντέχουν έως -35 °C. Ακόμα, βλαστοί που προκύπτουν από οφθαλμούς της ίδιας χρονιάς που βλαστάνουν μέχρι τα τέλη του φθινοπώρου, είναι ελάχιστα λιγνινοποιημένοι και κατά συνέπεια πιο επιρρεπείς σε βλάβη από το κρύο της ερχόμενης άνοιξης (Costantini 2009).

Σύμφωνα με τη φυτοκλιματική ταξινόμηση του Pavarì οι καλύτερες βλαστικές συνθήκες για την καρυδιά επικρατούν σε περιοχές που βρίσκονται μεταξύ της ψυχρής υποζώνης της Δάφνης και της καστανιαίας.

Η ανάγκη σε νερό της καρυδιάς είναι αρκετές καθώς καταναλώνει ετησίως 700-800mm νερού, με τις καλοκαιρινές ανάγκες να υπολογίζονται σε 100-150mm (Bergognoux και GrosPierre 1981, Montero et al. 2003).

2.6 Καλλιεργητικές τεχνικές της καρυδιάς

2.6.1 Συστήματα φύτευσης καρυδιάς

Οι αποστάσεις φύτευσης που επιλέγονται συνήθως κυμαίνονται από 7 έως 18μ. Καθοριστικός παράγοντας στην επιλογή αυτή είναι η ποικιλία και το υποκείμενο. Οι πλαγιόκαρπες ποικιλίες συνήθως φυτεύονται σε αποστάσεις 8x8μ. ενώ οι ακρόκαρπες συνήθως 10x10μ. Γενικά φυτεύονται σε τετράγωνα και διαμορφώνονται σε ελεύθερα κύπελλα. Όταν η συγκομιδή πραγματοποιείται με δονητή τότε οι διακλαδώσεις των βραχιόνων ξεκινάνε ψηλά (Βασιλακάκης, 2016)

2.6.2 Κλάδεμα - διαμόρφωσης καρυδιάς

Το κλάδεμα διαμόρφωσης σκοπό έχει τη δημιουργία στιβαρού σκελετού που θα υποστηρίζει την κόμη καθώς και την καρποφορία. Παράλληλα θα επιτρέπει τον απαραίτητο φωτισμό και τη συγκομιδή. Το πιο διαδεδομένο σχήμα είναι το ελεύθερο κύπελλο. Σε αυτό οι βραχίονες ξεκινούν στο 1,5μ. και είναι 3. Αυτοί ακολουθούνται από άλλους υποβραχίονες. Ακόμα υπάρχει και η διαμόρφωση σε κεντρικό άξονα, το οποίο συνήθως επιλέγεται στις πλαγιόκαρπες ποικιλίες. Σε αυτό οι βραχίονες ξεκινούν πάλι στο 1,5μ. αλλά αναπτύσσονται ελικοειδώς συνήθως είναι 7-8 σε αριθμό (Βασιλακάκης, 2016). Τα πρώτα 4 χρόνια από την φύτευση πραγματοποιείται αραίωμα και κορφολόγημα (Aldrich 1972, Hasey et al., 1998). Ενώ τα επόμενα χρόνια το κορφολόγημα των βραχιόνων συνεχίζεται μέχρι το 6-8 έτος οπότε το δέντρο συνήθως αποκτά το επιθυμητό μέγεθος (UCCE 2012). Ωστόσο, έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πλαγιόκαρπη ποικιλία έδειξε ότι το ετήσιο κλάδεμα τα πρώτα 8 χρόνια από την εγκατάσταση δεν διαμορφώνει κάποια σημαντική διαφορά στο ύψος των δέντρων, στην ποιότητα των καρυδιών και στην συνολική παραγωγή (Lampinen et al., 2015).

2.6.3 Κλάδεμα καρποφορίας καρυδιάς

Το κλάδεμα καρποφορίας είναι ανάλογο με την ποικιλία. Στις ακρόκαρπες γίνεται αφαίρεση νεκρών και προσβεβλημένων κλαδιών, αραίωμα βλαστών και κλάδεμα συντήρησης του σχήματος. Στις πλαγιόκαρπες πραγματοποιείται ισχυρότερο κλάδεμα, διαφορετικά παύει η ανάπτυξη και κατά συνέπεια η παραγωγή ελαττώνεται σημαντικά (Βασιλακάκης, 2016). Όμως υπάρχουν και αντίθετα ευρήματα, όπως σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε για 8 χρόνια σε πλαγιόκαρπη ποικιλία έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην συνολική παραγωγή μεταξύ κλαδεμένων και ακλάδευτων δέντρων. Η μόνη διαφορά ήταν στο μέγεθος και στο ποσοστό ψίχας που υπερίσχυε στα κλαδεμένα (Olson et al., 1990).

2.6.4 Άρδευση καρυδιάς

Για να αποφευχθεί η άρδευση, είναι σημαντικό να επιλεγθεί έκταση με καλή υδατοϊκανότητα ή τουλάχιστον τοποθεσίες που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της καρυδιάς σε νερό. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό τότε η άρδευση είναι απαραίτητη τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο – Αύγουστο), λόγω της μεγάλης εξατμισοδιαπνοής, της χαμηλής βροχόπτωσης και επειδή τότε πραγματοποιείται η

παραγωγή του μεγαλύτερου μέρους της ετήσιας βιομάζας (καρποί, φύλλα, κλαδιά), παράγοντες που αυξάνουν τις υδατικές απαιτήσεις (Costantini 2009).

Οι υδατικές ανάγκες κυμαίνονται μεταξύ 70 - 100mm ανά μήνα το καλοκαίρι ως συνάρτηση της εξατμισοδιαπνοής, ηλικίας των δέντρων, της υπάρχουσας υδατοϊκανότητας του εδάφους και των βροχομετρικών τάσεων (Bergognoux and Grosperriere, 1981). Σύμφωνα με έρευνα που υλοποιήθηκε στην κεντρική και βόρεια Σαρδηνία σε ορεινούς καρυδεώνες το υδατικό έλλειμα αποτελεί τον σημαντικότερο περιοριστικό παράγοντα ανάπτυξης της καρυδιάς (Dettori et al., 1997). Συνεπώς, είναι απαραίτητο να αρδεύονται οι φυτείες με ετήσια παροχή 200-300 mm από το Μάιο έως τον Σεπτέμβριο (Costantini 2009). Μία έως δύο αρδεύσεις πρέπει να πραγματοποιούνται στο διάστημα αύξησης του καρυδιού. Μία κατά τη γέμιση των καρυδιών και/ή μία, μισό μήνα προ της συγκομιδής. Η κάθε άρδευση αποτελείται από 50mm/στρέμμα. Αυτές οι αρδεύσεις αυξάνουν την απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ψίχας του καρυδιού (Βασιλακάκης, 2016).

2.6.5 Λίπανση καρυδιάς

Όπως και στα άλλα οπωροφόρα έτσι και στις καρυδιές η λίπανση είναι απαραίτητη. Αυτό εξασφαλίζει κάθε χρόνο σταθερή ανάπτυξη και παραγωγή. Η λίπανση γίνεται με τα βασικά στοιχεία: N,P,K. Αν υπάρξει τροφopenία τότε πραγματοποιείται λίπανση και με ιχνοστοιχεία. Στην τροφopenία ψευδαργύρου παρατηρείται μικροκαρπία, μικροφυλλία και σε σημαντική έλλειψη, νέκρωση τις κορυφής των βλαστών. Έτσι, σε ένα καρυδεώνα με πλήρη καρποφορία συνιστάται λίπανση με 15 λιπαντικές μονάδες (λ.μ.) N, 5 λ.μ. φωσφόρου και 13 λ.μ. καλίου (Βασιλακάκης, 2016).

2.7 Συστήματα διαχείρισης ποώδους βλάστησης σε καρυδεώνες

Η Ευρωπαϊκή ένωση από το 2013 μέσω της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) προωθεί ένα σύνολο μέτρων που ονομάζονται ‘‘πρασίνισμα της ΚΑΠ’’. Οι ευρωπαίοι αγρότες που τα ακολουθούν στηρίζονται οικονομικά. Έτσι, οι αγρότες με έκταση μεγαλύτερη των 150 στρεμμάτων δεσμεύονται να διαχειριστούν το 5% της έκτασής τους ως περιοχή οικολογικής εστίασης. Στις περιοχές αυτές οι αγρότες χρησιμοποιούν περισσότερο οικολογικές καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης της ποώδους βλάστησης, όπως η καλλιέργεια χλωρής εδαφοκάλυψης (EU-Greening, 2019).

Οι πρακτικές διαχείρισης της ποώδους βλάστησης που ακολουθούνται παραδοσιακά στους καρυδεώνες, όπως το όργωμα και οι εκτάσεις που μένουν εκτεθειμένες, ως

συνήθως οδηγούν το έδαφος στη διάβρωση, την ελάττωση της γονιμότητας και την μη αξιοποίηση του διαθέσιμου φωτός και θερμότητας. Αυτά έχουν ως συνέπεια τη μείωση της ανάπτυξης και της απόδοσης των καρυδεώνων. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητη η χρήση συγκαλλιεργιών, ώστε οι πόροι του φωτός και του εδάφους να αξιοποιούνται πλήρως και τα οικονομικά οφέλη να μεγιστοποιούνται (Song et al., 2020).

2.8 Χλωρή εδαφοκάλυψη

Οι καλλιέργειες χλωρής εδαφοκάλυψης επιλέγονται για τις οικολογικές και αγρονομικές υπηρεσίες που παρέχουν. Μπορούν να συγκαλλιεργηθούν με τις κύριες καλλιέργειες για αρκετούς σκοπούς, όπως τον περιορισμό των ζιζανίων (Brust et al., 2011), την προσφορά αζώτου στην κύρια καλλιέργεια (Mendonça et al., 2017) και τη διαχείριση του εδαφικού νερού (Sastre et al., 2018). Καλλιέργειες χλωρής εδαφοκάλυψης μπορούν επίσης να εγκατασταθούν κατά τη διάρκεια της περιόδου αγρανάπαυσης μόνες τους. Στη βορειοδυτική Ευρώπη ονομάζονται «χειμερινές καλλιέργειες κάλυψης» καθώς καλλιεργούνται την περίοδο αγρανάπαυσης. Σπέρνονται μετά τη συγκομιδή της κύριας καλλιέργειας, στο τέλος του καλοκαιριού ή στις αρχές του φθινοπώρου. Έπειτα ακολουθεί η ανάπτυξή τους για ένα διάστημα περίπου δύο έως τριών μηνών, μετά την οποία τα φυτικά υπολείμματα ενσωματώνονται στο έδαφος για την αύξηση της οργανικής ύλης του εδάφους και τη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του (Steele et al., 2012, Chu et al., 2017).

Ακόμα, οι χειμερινές καλλιέργειες κάλυψης μπορούν να δεσμεύσουν αναξιοποίητο άζωτο από την προηγούμενη κύρια καλλιέργεια το οποίο δεν έχει απορροφηθεί και διαφορετικά υπάρχει πιθανότητα να διαρρεύσει σε επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα (Tosti et al., 2014, Couédel et al., 2018). Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως μέσο για τη διαχείριση των νηματωδών του εδάφους διεγείροντας την εκκόλαψη των αυγών τους αλλά χωρίς να επιτρέπεται η αναπαραγωγή τους λόγω νηματωδοκτόνων χημικών ουσιών που απελευθερώνονται στο έδαφος από την ενσωμάτωση καλλιεργιών, όπως της οικογένειας *Brassicaceae* (Ngala et al., 2015).

Οι καλλιέργειες χλωρής εδαφοκάλυψης συνήθως τερματίζονται πριν από τη σπορά της επόμενης κύριας καλλιέργειας με μηχανικές μεθόδους. Έπειτα, τα υπολείμματα της καλλιέργειας αφήνονται να παραμείνουν στην επιφάνεια του εδάφους ή διαφορετικά ενσωματώνονται στο έδαφος (Creamer et al. 1996) και τα νεκρά φυτικά υπολείμματα συνεχίζουν να απελευθερώνουν τα αλλοχημικά που τους έχουν απομείνει (Putnam et al. 1983, Tabaglio et al. 2013). Εάν παραμείνουν στην επιφάνεια του εδάφους τα

υπολείμματα ενεργούν επιπροσθέτως ως ένα φυσικό στρώμα που τα μικρά σπορόφυτα των ζιζανίων πρέπει να διαπεράσουν (Teasdale and Mohler 1993, Teasdale et al. 1991). Στην Ευρώπη τα περισσότερα είδη που καλλιεργούνται ως εδαφοκάλυψη συνήθως ανήκουν στις ακόλουθες οικογένειες: Poaceae , Fabaceae και Brassicaceae (Tribouillois et al., 2015).

Η οικογένεια Brassicaceae περιέχει φυτά όπως οι μουστάρδες (*Sinapis arvensis*), το ραπανάκι (*Raphanus sativus*), και τα γογγύλια (*Brassica oleracea*). Αυτά τα φυτά παρέχουν καλή εδαφοκάλυψη και βοηθούν, εξαιτίας του μεγάλου σε βάθος ριζικού συστήματος που αναπτύσσουν, στη μείωση της έκπλυσης νιτρικών, καθώς είναι σε θέση να συλλέξουν περισσότερα θρεπτικά συστατικά σε μεγαλύτερο εύρος εδάφους (Cooper et al., 2017).

Η οικογένεια Poaceae περιλαμβάνει φυτά όπως η σίκαλη (*Secale cereale*), η βρώμη (*Avena sativa*) και η ήρα (*Lolium perenne*). Τα φυτά αυτής τις οικογένειας συνήθως παράγουν περισσότερη βιομάζα από άλλες καλλιέργειες εδαφοκάλυξης (Maltais - Landry et al., 2014) και επιπλέον η ενδομυκóριζες είναι πιο άφθονες κάτω από αυτά (Finney et al. 2017).

Η οικογένεια Fabaceae περιλαμβάνει φυτά όπως τα τριφύλλια (*Trifolium incarnatum*, *T. alexandrinum*), το βίκο (*Vicia sativa*) και τη μηδική (*Medicago sativa*). Έχει βρεθεί ότι βελτιώνουν την ποιότητα του Ο εδαφικού ορίζοντα, καθώς δεσμεύουν άζωτο από την ατμόσφαιρα και λόγω της χαμηλότερης αναλογίας άνθρακα προς άζωτο (Frasier et al., 2016) συνεισφέρουν στην αύξηση της ποικιλότητας των οργανισμών του εδάφους (Crotty et al., 2015) και στην ανοργανοποίηση (Frasier et al., 2016).

Υπάρχουν και άλλα φυτά που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό, όπως η φακελωτή (*Phacelia tanacetifolia*) και το φαγόπυρο (*Fagopyrum esculentum*), που προέρχονται από διαφορετικές από τις συνηθισμένες οικογένειες φυτών που επιλέγονται ως καλλιέργειες αμειψισποράς και τα οποία μπορούν να σπάσουν κύκλους ασθένειας, καθώς και να προσφέρουν άλλα οφέλη (Welch et al., 2016). Η φακελωτή βοηθάει στη μείωση του φαινομένου της έκπλυσης των νιτρικών και του κατακλυσμού του εδάφους από νερό (Wyland et al., 1996). Επιπλέον αυξάνει στην επόμενη καλλιέργεια την πρόσληψη φωσφόρου αυξάνοντας παράλληλα και τη συγκέντρωση του φωσφόρου στο έδαφος (Eichler - Löbermann et al., 2008). Το φαγόπυρο με το βαθύ διεισδυτικό ριζικό σύστημά του μπορεί να αφομοιώσει τις αδιάλυτες ενώσεις φωσφόρου (P) που βρίσκονται σε κατώτερους εδαφικούς ορίζοντες και να εμπλουτίσει τους ανώτερους ορίζοντες για μελλοντικές καλλιέργειες (Masilionyte et al., 2017).

Παρόλο το αυξανόμενο ενδιαφέρον που αναπτύσσεται για τις καλλιέργειες χλωρής εδαφοκάλυψης λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν (Snapp et al. 2005), υπάρχει και ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που μπορούν να επηρεάσουν και αυτό είναι το ισοζύγιο νερού (Ward et al. 2012). Έτσι οι χειμερινές καλλιέργειες εδαφοκάλυψης σε περιοχές όπου το νερό είναι περιορισμένο μπορεί να μειώσουν το διαθέσιμο εδαφικό νερό για την ακόλουθη κύρια καλλιέργεια, με αποτέλεσμα οι καλλιεργητές να μην διαλέγουν να τις συμπεριλάβουν στις καλλιεργητικές πρακτικές τους (Wortman et al. 2012). Ωστόσο, οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των ζιζανίων που αναπτύσσονται στο κενό διάστημα από τη συγκομιδή μέχρι και την επανασπορά της κύριας καλλιέργειας είναι ένα μέτρο που ενδείκνυται εάν δεν εμφανίζονται δυσμενείς επιπτώσεις στην κύρια ανοιξιότιμη καλλιέργεια (Gfeller et al. 2018).

2.9 Συγκαλλιέργεια χλωρής εδαφοκάλυψης και οπωροφόρων δέντρων

Οι μελέτες για τις συγκαλλιέργειες που πραγματοποιούνται διεθνώς αφορούν κυρίως ετήσιες καλλιέργειες, όπως τον αραβόσιτο, το σιτάρι, την ελαιοκράμβη και το μπιζέλι (Li et al., 1999, 2011, Wang et al., 2015, Testa et al., 2016), ενώ οι έρευνες που αφορούν τη συγκαλλιέργεια σε οπωρώνες δεν είναι πολλές (Song et al., 2020).

Μια έρευνα σε ελαιώνες έδειξε την αποτελεσματικότητα της καλλιέργειας χλωρής εδαφοκάλυψης στην ελάττωση της απώλειας θρεπτικών συστατικών και εδάφους, καθιστώντας έτσι τους ελαιώνες αποθήκες ατμοσφαιρικού άνθρακα, με παράλληλη βελτίωση της εδαφικής γονιμότητας (Miguel et al. 2018).

Σε φυτείες καρυδιάς η κάλυψη του εδάφους μπορεί να επιδράσει σημαντικά στην ανάπτυξη τους, καθώς και στην παραγωγή καρυδιών. Ο αριθμός των φυτικών καλυμμάτων εδάφους που έχουν δοκιμαστεί σε φυτείες καρυδιάς είναι κατά πολύ λιγότερος από τον αριθμό που έχει προταθεί για δοκιμή (Sambeek 2010).

Μερικά από τα είδη που έχουν δοκιμαστεί σε συστήματα συγκαλλιέργειας με καρυδιά είναι η γλυκοπατάτα (*Ipomoea balatas* L.) (Song et al., 2020), οι παιώνιες, στις οποίες η αρνητική επίδραση από τις καρυδιές ήταν μικρή (Xu et al. 2019), το ραπανάκι, το λάχανο και το φασόλι, στα οποία η ανάπτυξη τους μειώθηκε σημαντικά (Wang et al. 2014, Xu et al. 2015), ενώ ο αραβόσιτος και το σιτάρι προκάλεσαν αλληλοπαθητικό στρες και επηρέασαν σημαντικά την αύξηση της βιομάζας της καρυδιάς, καθώς προκαλούσαν αλληλοπαθητικό στρες (Zhang 2014, Zhou 2014).

Για να υπάρξουν τα μέγιστα οφέλη από την συγκαλλιέργεια στους οπωρώνες και να αποφευχθούν οι αρνητικές επιδράσεις λόγω του ανταγωνισμού για εδαφικό νερό, φως και θρεπτικά συστατικά, είναι σημαντικός ο σχεδιασμός του συστήματος συγκαλλιέργειας αλλά και η σωστή διαχείρισή του (Nair, 1993 , Thevathasan et al., 2004, Zheng et al., 2018).

2.10. Βίκος

2.10.1 Γενικά στοιχεία για το βίκο

Για την καλλιέργεια του βίκου (*Vicia* sp.) υπάρχουν αναφορές από τους Ρωμαϊκούς χρόνους (Zohary and Hopf, 2000). Στο γένος *Vicia* ανήκουν 150 είδη, με κύρια καλλιεργούμενα είδη τα: *Vicia sativa*, *Vicia villosa* και *Vicia pannonica*. Το *Vicia sativa* (κοινός βίκος) είναι το πιο διαδεδομένο είδος γενικώς και είναι το μόνο είδος βίκου που καλλιεργείται στην Ελλάδα (Παπακώστα 2012). Ακόμα υπάρχουν διειδικά υβρίδια, που έχουν αναπτυχθεί στην Αμερική, ανάμεσα στο *Vicia sativa* και άλλα είδη βίκου (Miller and Hovelant 1995)

Ο βίκος στην Ελλάδα λόγω της προσαρμοστικότητας που επιδεικνύει στα ποικίλα οικολογικά περιβάλλοντα θεωρείται το ψυχανθές του χειμώνα με τη μεγαλύτερη απήχηση και χρήση από τους καλλιεργητές. Οι κύριες χρήσεις του βίκου είναι η γλωρά λίπανση, η αμειψισπορά με χειμερινά σιτηρά, ως χορτοδοτικό και για την παραγωγή καρπού, ενώ σπάνια χρησιμοποιείται ως ενσίρωμα ή για βόσκηση (Παπακώστα 2012).

2.10.2 Βοτανική περιγραφή βίκου

Ο βίκος είναι ένα ετήσιο ποώδες φυτό. Η ρίζα του είναι λεπτή, πασσαλώδης, με αρκετές διακλαδώσεις και με χαρακτηριστικά φυμάτια. Το υπέργειο τμήμα του έχει έρπουσα ή αναρριχόμενη μορφή. Οι βλαστοί έχουν τετράγωνη διατομή και μήκος 30-80 εκατοστά. Έχει σύνθετα φύλλα που αποτελούνται από 5-8 αντίθετα ζεύγη φυλλαρίων. Στο άκρο κάθε φυλλαρίου βρίσκεται ένα αγκάθι, ενώ στο άκρο του σύνθετου φύλλου εμφανίζεται διακλαδιζόμενος έλικας. Τα άνθη εμφανίζονται συνήθως σε ζευγάρια. Το χρώμα τους είναι μπλε ή ροδόχρουν και είναι αυτογονιμοποιούμενα (Παπακώστα 2012). Παρόλα αυτά, τα άνθη επισκέπτονται συχνά βομβίνοι (Kooi et al. 2015). Οι καρποί είναι λοβοί με μήκος 6-7 εκατοστά και περιέχουν 4-12 σπόρους. Όταν οι λοβοί είναι νεαροί, είναι τριχωτοί, έπειτα γίνονται λείοι και τέλος όταν ωριμάσουν αποκτούν καφέ ή μαύρο χρώμα (Blamey et al. 2003, Stace 2010).

2.10.3 Οικολογικές απαιτήσεις του βίκου

Η θερμοκρασία βλάστησης των σπόρων του βίκου είναι 2-6 °C. Τα φυτά που είναι αναπτυγμένα μπορούν να αντέξουν έως -10 °C. Οι παράγοντες που καθορίζουν την αντοχή του αυτή είναι ο γενότυπος, το αναπτυξιακό στάδιο του φυτού, η εδαφική υγρασία και η ταχύτητα ανάπτυξης. Στην Ελλάδα ο βίκος σπέρνεται το φθινόπωρο για την επίτευξη καλύτερης απόδοσης. Ο τόπος που πρόκειται να καλλιεργηθεί ο βίκος πρέπει να δέχεται 400mm ύψος βροχής ανά έτος ή και παραπάνω. Ο βίκος ευνοείται από εδάφη που στραγγίζουν καλά, με pH 6-7, μέτριας γονιμότητας και μέσης σύστασης (Παπακώστα 2012).

Στις μεσογειακές κλιματολογικές συνθήκες οι ποικιλίες πρώιμης άνθησης και καρποφορίας δίνουν καλύτερες αποδόσεις, καθώς ολοκληρώνουν τον βιολογικό κύκλο τους πριν το ξεκίνημα της περιόδου ξηρασίας (Siddique et al. 2001)

2.11. Καλλιεργητικές τεχνικές βίκου

2.11.1 Αμειψισπορά

Ο βίκος είναι είδος με δυνατότητα ένταξης σε όλα τα προγράμματα αμειψισποράς, αρδευόμενα και μη αρδευόμενα. Όταν σκοπός είναι η παραγωγή σανού τότε απαλλάσσει τον αγρό από ζιζάνια και εξαιτίας της αζωτοδέσμευσης που πραγματοποιεί επηρεάζει θετικά τη γονιμότητα του εδάφους. Όταν πάλι καλλιεργείται για παραγωγή καρπού, τότε οι σπόροι που μένουν στο χωράφι δρουν ως ζιζάνια για τις ακόλουθες καλλιέργειες. Ως μέτρο αντιμετώπισης αυτού του φαινομένου συστήνεται η επόμενη καλλιέργεια να είναι σκαλιστική (Παπακώστα 2012).

2.11.2 Συγκαλλιέργεια

Στις αροτραίες καλλιέργειες ο βίκος εκτός από μονοκαλλιέργεια συναντάται και σε συγκαλλιέργεια. Αυτό γίνεται συνήθως σε συνδυασμό με σιτηρά της χειμερινής περιόδου, αλλά και με άλλα φυτά (Παπακώστα 2012). Σε μερικές χώρες συγκαλλιεργείται με σίκαλη, σιτάρι ή κουκιά (Kelly και George 1998).

Στην Αγγλία γίνεται συγκαλλιέργεια μίγματος από μπιζέλι, βίκο και σιτάρι που χρησιμοποιείται για ενσίρωση. Στην Ελλάδα προτείνεται συγκαλλιέργεια βίκου - κριθαριού και βίκου - βρώμης για ξηρές και υγρές περιοχές αντίστοιχα. Τα κύρια οφέλη

από τη συγκαλλιέργεια είναι η μεγαλύτερη παραγωγή φυτομάζας (αν και κατώτερης σε ποιότητα) και η διευκόλυνση της συγκομιδής λόγω του μη πλαγιάσματος του βίκου, καθώς υποστυλώνεται από το σιτηρό (Παπακώστα 2012).

Εκτός των αροτραίων καλλιεργειών ο βίκος συγκαλλιεργείται και σε μη αροτραίες καλλιέργειες ως καλλιέργεια κάλυψης. Σε αμπελώνες και οπωρώνες είναι χρήσιμο εργαλείο για την αντιμετώπιση των ανοιξιάτικων ζιζανίων (Heuzé et al., 2015). Επειδή είναι αρκετά ανθεκτικός στη σκίαση χρησιμοποιείται σε οπωρώνες δαμασκηνιάς, αχλαδιάς και καρυδιάς στην Καλιφόρνια (UC SAREP, 2006; Sattell et al., 1998). Επιπλέον, έρευνα έδειξε ότι η συγκαλλιέργεια βίκου - καρυδιάς αύξησε το ύψος και την διάμετρο της κόμης, καθώς και την περιεκτικότητα αζώτου στα φύλλα τις καρυδιάς (Sambeek et al. 1986).

2.11.3 Προετοιμασία εδάφους

Η προετοιμασία του εδάφους είναι παρόμοια με αυτή των χειμερινών σιτηρών. Ξεκινά με το φθινοπωρινό όργωμα, ακολουθεί δισκοσβάρνα και έπειτα αν το ψιλοχωμάτισμα δεν είναι το αναμενόμενο εφαρμόζεται και καλλιεργητής. Σε αγρούς απαλλαγμένους από πολλά ζιζάνια υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής μειωμένης κατεργασίας και έτσι παρακάμπτει το όργωμα (Παπακώστα 2012).

2.11.4 Λίπανση βίκου

Στην Ελλάδα λίπανση με άζωτο δεν αυξάνει την απόδοση (Ποδηματάς 1998). Ακόμα και η λίπανση με κάλιο δεν προκάλεσε μεταβολές στην απόδοση. Όμως σε αγρούς φτωχούς σε φωσφόρο η λίπανση με φωσφόρο αύξησε την απόδοση του βίκου (Παπακώστα 2012).

2.11.5 Σπορά βίκου

Στη χώρα μας προτείνεται σπορά το φθινόπωρο. Συνήθως από μέσα Οκτώβρη έως μέσα Νοέμβρη. Σπορά την άνοιξη προτείνεται σε περιοχές με ισχυρούς χειμερινούς παγετούς (Παπακώστα 2012).

Η ποσότητα σπόρου που συστήνεται για μονοκαλλιέργεια στις ΗΠΑ κυμαίνεται στα 4,5-9 kg ανά στρέμμα (Schoth and Mckee 1966). Στη Μεσόγειο η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιείται είναι 6-14kg ανά στρέμμα (Kernick 1978). Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται 16kg/στρ. για παραγωγή καρπού και 18kg/στρ. για παραγωγή σανού. Η σπορά πραγματοποιείται σε γραμμές με απόσταση 25cm και το βάθος της

σποράς είναι μεταξύ 3 και 5cm (Παπακώστα 2012). Όταν στόχος είναι η παραγωγή σανού στην συγκαλλιέργεια τότε το 30-50% του σπόρου είναι σιτηρό (Ποδηματάς 1984). Όταν πάλι στόχος είναι η παραγωγή καρπού το 60-70% του σπόρου είναι βίκος και το 30-40% είναι σιτηρό για γόνιμο και υγρό έδαφος, ενώ σε άγονο και ξηρό το 80-85% είναι ο σπόρος βίκου και το 15-20% είναι το σιτηρό (Παπακώστα 2012).

2.11.6 Διαχείριση - συγκομιδή βίκου

Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για βόσκηση τότε προτείνεται η έναρξή της να αρχίζει όταν ο βίκος έχει αποκτήσει τουλάχιστον 15cm ύψος (Miller and Hoveland 1995)

Όταν η καλλιέργεια σκοπό έχει τη χλωρά λίπανση η ενσωμάτωση συστήνεται να πραγματοποιείται 14-21 ημέρες πριν τη σπορά της ακόλουθης καλλιέργειας (Παπακώστα 2012).

Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για την παραγωγή σανού η συγκομιδή γίνεται όταν η ξηρά ουσία των σπόρων έχει φτάσει στο 45-55% (Caballero et al. 1996a). Τότε η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων είναι στο υψηλότερο σημείο (Caballero et al. 1996b).

Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για την παραγωγή καρπού η συγκομιδή πραγματοποιείται πριν ξεκινήσει η απόρριψη του σπόρου από τους λοβούς της βάσης, καθώς αυτοί είναι οι πιο παραγωγικοί (Παπακώστα 2012).

Ο βίκος αν αφεθεί να ωριμάσει τους σπόρους αυτοσπέρνεται και επανεμφανίζεται την επόμενη χρονιά (McLeod, 1982). Έτσι όταν συγκαλλιεργείται σε οπωρώνες αν εφαρμοστεί τμηματική χορτοκοπή ή καλλιέργεια του βίκου, μπορεί να αφεθούν συστάδες που θα αυτοσπείρουν ολόκληρο τον οπωρώνα. Αυτό υποβοηθάται από τη χρήση περιστροφικού καλλιεργητή πάνω στα ώριμα φυτά για το σκόρπισμα του σπόρου στον οπωρώνα (UC SAREP, 2006)

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Πειραματικές φυτείες

Όλες οι δειγματοληψίες έγιναν σε καρυδεώνες της περιοχής του Ριζόμυλου Μαγνησίας. Συγκεκριμένα, οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε τρεις καρυδεώνες με έκταση 20 στρέμματα ο καθένας. Δύο γειτονικούς, από τους οποίους ο ένας (Α μεταχείριση) (Εικόνα 1) αποτελούνταν από δέντρα ηλικίας 7 ετών. Το ιστορικό διαχείρισης της ποώδους βλάστησης περιλάμβανε την αρχική σπορά βίκου μεταξύ των γραμμών των δέντρων ταυτόχρονα με την εγκατάσταση των δενδρυλλίων και στα επόμενα χρόνια απλές κοπές της βλάστησης, ενώ επί των γραμμών των δέντρων πραγματοποιούνταν χημική καταπολέμηση της αυτοφυούς βλάστησης με καθολικό, διασυστηματικό, μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο (glyphosate). Ο δεύτερος καρυδεώνας (Β μεταχείριση) (Εικόνα 2) αποτελούνταν από δέντρα ηλικίας 2 ετών και το ιστορικό διαχείρισης της ποώδους βλάστησης περιλάμβανε ετήσια σπορά βίκου μεταξύ των γραμμών των δέντρων, ενώ επί των γραμμών των δέντρων πραγματοποιούνταν χημική καταπολέμηση της αυτοφυούς βλάστησης με glyphosate. Ο τρίτος καρυδεώνας (Γ μεταχείριση) βρισκόταν σε απόσταση ενός χιλιομέτρου από τους άλλους δύο και απαρτιζόταν από δέντρα ηλικίας 2 ετών (Εικόνα 3) και το ιστορικό διαχείρισης της ποώδους βλάστησης περιλάμβανε μηχανική κατεργασία του εδάφους με καλλιεργητή μεταξύ των γραμμών των δέντρων και καμία καταπολέμηση επί της γραμμής.



Εικόνα 1. Α μεταχείριση (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλη).



Εικόνα 2. Β μεταχείριση (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλη).



Εικόνα 3. Γ μεταχείριση (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλη).

3.2 Πειραματικός σχεδιασμός

Το σχέδιο του πειράματος που τέθηκε σε εφαρμογή ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες δειγματοληψίες σε 3 διαφορετικές μεταχειρίσεις, παράγοντας ήταν ο τρόπος διαχείρισης της ποώδους βλάστησης του κάθε καρυδεώνα (αρχική σπορά βίκου και

στη συνέχεια κοπές της βλάστησης, ετήσια σπορά βίκου και μηχανική κατεργασία με καλλιεργητή.

3.3 Δειγματοληψία

Όλες οι δειγματοληψίες (μετρήσεις βλάστησης) που πραγματοποιήθηκαν απείχαν περισσότερο από 10 μέτρα των ορίων του κάθε αγρού για να αποφευχθεί η επίδραση του ορίου (Thinh 2006).

3.4 Δειγματοληψία για δημιουργία Φυτολογίου

Η πρώτη δειγματοληψία που έλαβε χώρα ήταν η φυτοσυλλογή για τη δημιουργία φυτολογίου και πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Μάιο του 2019. Συλλέχθηκαν όλα τα διαφορετικά είδη φυτών που υπήρχαν στους καρυδεώνες. Σε κάθε φυτό που συλλεγόταν τοποθετούνταν αυτοκόλλητο που έφερε έναν κωδικό αριθμό για το κάθε φυτό. Έπειτα μετά τη συλλογή ακολουθήθηκε διαδικασία αποξήρανσης των δειγμάτων με τοποθέτηση σε απορροφητικό χαρτί. Αμέσως μετά ξεκίνησε η διαδικασία της ταυτοποίησης των φυτών με την αξιοποίηση των ακόλουθων συγγραμμάτων: "Flora Europaea" (Tutin et al. 1968-1980,1993), "Flora Hellenica" (Strid and Tan 1997-2002) και "Εικονογραφημένον βοτανικόν, φυτολογικόν λεξικόν"(Καββάδας 1956-1964).. Ο σκοπός για τον οποίο έγινε το φυτολόγιο (Εικόνα 4 και 5) ήταν διττός. Αφενός για τη γνώση της φυτικής ποικιλότητας των καρυδεώνων και αφετέρου για την ερμηνεία των περαιτέρω μετρήσεων.



Εικόνα 4. Δειγματοληψία φυτών για φυτολόγιο (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλη).



Εικόνα 5. Δειγματοληψία φυτών για φυτολόγιο (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλη).

3.5 Συχνότητα εμφάνισης των ποωδών ειδών

Η δειγματοληψία για τον προσδιορισμό της συχνότητας εμφάνισης των ειδών τις ποώδους βλάστησης κάθε καρυδεώνα πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Μάιο του

2019. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η μέθοδος γραμμής-σημείου (Line point) (Heady et al. 1959, Pieper 1978). Η μέθοδος αυτή αποτελείται από ευθείες τομές βλάστησης συγκεκριμένου μήκους που μετράται με μετροταινία. Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκαν 20 τομές βλάστης συνολικά, 10 τομές στην Α μεταχείριση, 5 στη Β μεταχείριση και 5 στη Γ μεταχείριση. Σε κάθε μεταχείριση οι τομές ήταν παράλληλες προς τις γραμμές των δέντρων και ισαπείχαν, με απόσταση μεταξύ δυο τομών τα 5 μέτρα. Επί τις κάθε τομής και ανά 40 εκατοστά (σε 25 σημεία /τομή) πραγματοποιούνταν δύο παρατηρήσεις. Οι δύο αυτές παρατηρήσεις λαμβάνονταν με τη χρήση δειγματοληπτικής βελόνας (Εικόνα 6). Η χρήση της βελόνας γινόταν με τον εξής τρόπο: η βελόνα κρατιόταν με το ένα χέρι πάνω από την απλωμένη μετροταινία και πάνω από το ύψος της βλάστησης. Έπειτα κατεβάζοντας τη βελόνα, καταγράφονταν δύο παρατηρήσεις, μία το είδος του φυτού που ακουμπούσε η μύτη της βελόνας σε ύψος 60 εκατοστών και έπειτα το είδος σε ύψος 30 εκατοστών. Μετά από κάθε τομή γινόταν λήψη δύο δειγμάτων βιομάζας με πλαίσιο διαστάσεων 50X50 εκατοστών.



Εικόνα 6. Μέθοδος γραμμής σημείου (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλη)

3.6 Παραγωγή βιομάζας

Η δειγματοληψία για τον προσδιορισμό της παραγωγής βιομάζας ποώδους βλάστησης κάθε καρδεώνα πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Μάιο του 2019, επειδή η ποσότητα της βιομάζας αυτόν το μήνα βρίσκεται στο ανώτερο επίπεδό της. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δειγματοληπτικών πλαισίων (Μάργαρης 1976, Αθανασιάδης 1982) (Εικόνα 7 και 8). Το πλαίσιο είναι τετράγωνος σκελετός από μέταλλο με διαστάσεις 0.5mX0.5m.Ο τρόπος δειγματοληψίας ήταν η επαναλαμβανόμενη ρίψη του πλαισίου με τυχαίο τρόπο και με τουλάχιστον 5 μέτρα απόσταση μεταξύ των σημείων ρίψης. Έπειτα ακολούθησε ολική αφαίρεση της περιεχόμενης εντός του πλαισίου βιομάζας. Με τον τρόπο αυτό λήφθηκαν συνολικά 40 δειγματοληπτικά πλαίσια (20 στην Α μεταχείριση, 10 στην Β μεταχείριση και 10 στην Γ μεταχείριση). Η συλλεχθείσα βιομάζα κάθε πλαισίου τοποθετούνταν σε χαρτοσακούλες, στις οποίες αναγραφόταν κωδικός που αντιστοιχούσε στον αριθμό

του κάθε πλαισίου από το οποίο προερχόταν και τον καρυδεώνα από τον οποίο ελήφθησαν. Στη συνέχεια η βιομάζα κάθε πλαισίου μεταφέρθηκε στο εργαστήριο και ακολούθησε περαιτέρω διαχωρισμός της σε αγρωστώδη, πλατύφυλλα, ψυχανθή και βίκο ανά πλαίσιο και οι υποκατηγορίες αυτές της βιομάζας τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές κωδικοποιημένες χαρτοσακούλες.



Εικόνα 7. Δειγματοληψία βιομάζας με πλαίσιο (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλη).



Εικόνα 8 Δειγματοληψία βιομάζας με πλαίσιο (Φωτ. Νικόλαου Παρζιάλης)

Ειδικά για τον προσδιορισμό τις βιομάζας της Β και Γ μεταχείρισης ακολουθήθηκαν κάποια επιπλέον βήματα. Για τη Β μεταχείριση, λόγω του πολύ μεγάλου όγκου της χλωρής βιομάζας και της ομοιομορφίας του υλικού (σε 9 από τα 10 πλαίσια υπήρχε μόνο βίκος και σε ένα υπήρχε μόνο βίκος και κριθάρι) κρίθηκε σκόπιμο να ζυγιστεί με

ζυγό ακριβείας ολόκληρη η χλωρή βιομάζα κάθε πλαισίου και έπειτα να ληφθεί αντιπροσωπευτική ποσότητα χλωρής βιομάζας ανά πλαίσιο και αυτή να ζυγιστεί πριν και μετά την ξήρανση ώστε να εξαχθεί ένας δείκτης χλωρού προς ξηρό βάρος . Για παρόμοιους λόγους η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για την Γ μεταχείριση (και στα 10 πλαίσια υπήρχε μόνο σινάπι). Για την Α μεταχείριση δεν πραγματοποιήθηκε κάποια ειδική διαδικασία.

Στη συνέχεια όλες οι χαρτοσακούλες τοποθετήθηκαν σε φούρνο ξήρανσης για 48 ώρες στους 65°C. Μετά το πέρας των 48 ωρών ακολούθησε η ζύγιση της ξηρής βιομάζας της κάθε χαρτοσακούλας με ζυγό ακριβείας και προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος (Kent and Coker 1992, Chapman 1976, Θεοδορακάκης 1995). Για τη Β και Γ μεταχείριση έγιναν οι απαιτούμενοι επιπλέον υπολογισμοί για τον προσδιορισμό ολόκληρης της ξηρής βιομάζας ανά πλαίσιο.

3.7 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων τριών διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης της ποώδους βλάστησης σε καρυδεώνες. Οι πρακτικές διαχείρισης ήταν: Α: η αρχική σπορά βίκου και στη συνέχεια ετήσιες κοπές της βλάστησης, Β: η ετήσια σπορά βίκου και Γ: η μηχανική κατεργασία της ποώδους βλάστησης με καλλιεργητή. Η διερεύνηση των επιδράσεων αφορούσε τη σύνθεση της ποώδους φυτοκοινότητας, την αφθονία των ειδών που τη συνθέτουν και τη παραγόμενη βιομάζα της. Επιπρόσθετα, αυτές οι παράμετροι εξετάστηκαν ξεχωριστά για τις επιμέρους φυτικές κατηγορίες, οι οποίες ήταν τα αγρωστώδη, τα ψυχανθή και τα άλλα πλατύφυλλα.

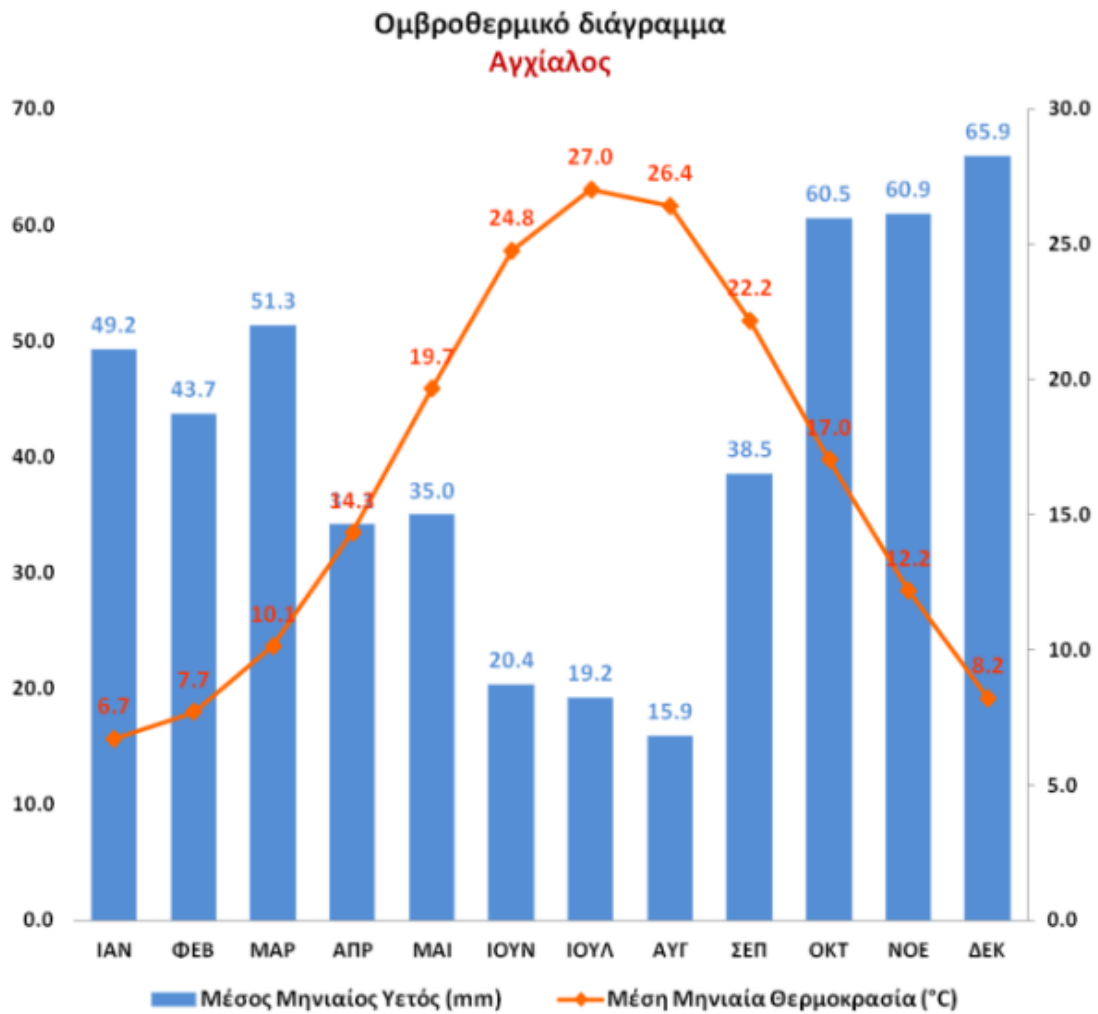
4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στις αγροτικές εκτάσεις του χωριού Ριζόμυλος, Μαγνησίας, το οποίο βρίσκεται περίπου 20 km βορειοδυτικά από τη πόλη του Βόλου. Οι συντεταγμένες της περιοχής είναι 39.4274° - 22.7483° γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος αντίστοιχα. Το υψόμετρό της είναι περίπου 66m από την επιφάνεια της θάλασσας.

Η ταξινόμηση του κλίματος της περιοχής σύμφωνα με το σύστημα κλιματικής ταξινόμησης Köppen – Geiger θεωρείται εύκρατο με ξηρό και θερμό θέρος – Csa (Εθνική μετεωρολογική υπηρεσία, 2016).

Ο πλησιέστερος μετεωρολογικός σταθμός προς την περιοχή έρευνας είναι ο σταθμός της Αγγιάλου σε απόσταση 20 km. Σύμφωνα με τα στοιχεία του η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι $16,2^{\circ}\text{C}$, με την μέση ελάχιστη να εμφανίζεται τον μήνα Ιανουάριο ($6,7^{\circ}\text{C}$) και την μέση μέγιστη τον μήνα Ιούλιο (27°C). Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 494,6mm. Η μέση ελάχιστη μηνιαία βροχόπτωση εμφανίζεται το μήνα Αύγουστο (15,9mm) και η μέση μέγιστη τον μήνα Δεκέμβριο (65,9mm). Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 65,8%, με την μέση ελάχιστη μηνιαία να εμφανίζεται τον μήνα Ιούλιο (50,7%) και την μέση μέγιστη τον Δεκέμβριο (76%).



Γράφημα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής έρευνας (δεδομένα από Μετεωρολογικό σταθμό περιοχής Ν.Αγχιάλου, περίοδος 1956-2010, Εθνική μετεωρολογική υπηρεσία).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Ποικιλότητα και αφθονία ποωδών ειδών

Στους καρυδεώνες που μελετήθηκαν την εαρινή περίοδο καταγράφηκαν συνολικά 25 είδη ποωδών φυτών που ανήκουν σε 10 οικογένειες. Ειδικότερα, 17 είδη καταγράφηκαν στην μεταχείριση Α μεταχείριση (κοπές ποώδους βλάστησης), 10 είδη καταγράφηκαν στη Β μεταχείριση (σπορά βίκου) και 8 είδη καταγράφηκαν στην Γ μεταχείριση (μηχανική καλλιέργεια του εδάφους) (πίνακας 1).

Στη μεταχείριση Α τη μεγαλύτερη αφθονία την έχουν η πολυετής ήρα (*Lolium perenne*) με 251 εμφανίσεις, ο βίκος (*Vicia sativa*) με 69 εμφανίσεις και η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*) με 60 εμφανίσεις. Στη μεταχείριση Β τη μεγαλύτερη αφθονία την έχει ο βίκος (*Vicia sativa*) με 198 εμφανίσεις και στη μεταχείριση Γ το σινάπι (*Rapistrum rugosum*) με 195 εμφανίσεις (πίνακας 1).

Πίνακας 1. Είδη ποωδών φυτών και αριθμός εμφανίσεων ανά μεταχείριση.

Α μεταχείριση		Β μεταχείριση		Γ μεταχείριση	
Γένος-Είδος	Εμφανίσεις	Γένος-Είδος	Εμφανίσεις	Γένος-Είδος	Εμφανίσεις
<i>Rapistrum rugosum</i>	16	<i>Rapistrum rugosum</i>	15	<i>Rapistrum rugosum</i>	195
<i>Papaver rhoeas</i>	60	<i>Papaver rhoeas</i>	4	<i>Papaver rhoeas</i>	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	2	<i>Convolvulus arvensis</i>	3	<i>Convolvulus arvensis</i>	14
<i>Phalaris spp</i>	31			<i>Phalaris spp</i>	9
<i>Vicia sativa</i>	69	<i>Vicia sativa</i>	198		
<i>Silybum marianum</i>	20	<i>Silybum marianum</i>	15		
<i>Hordeum vulgare</i>	1	<i>Hordeum vulgare</i>	8		
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	5	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1		
		<i>Fumaria officinalis</i>	1	<i>Fumaria officinalis</i>	6
<i>Lolium perenne</i>	251				
<i>Polygonum aviculare</i>	1				
<i>Veronica persica</i>	1				
<i>Cynodon dactylon</i>	2				
<i>Helminthotheca echioides</i>	7				
<i>Avena fatua</i>	8				
<i>Sonchus oleraceus</i>	11				

<i>Anagallis arvensis</i>	2				
<i>Chamomilla recutita</i>	0				
		<i>Hordeum murinum</i>	1		
		<i>Galium spurium</i>	1		
				<i>Chenopodium album</i>	2
				<i>Conyza canadensis</i>	1
				<i>Leucanthemum maximum</i>	1
Κενό	13	Κενό	3	Κενό	20
Σύνολο	500	Σύνολο	250	Σύνολο	250

Εφαρμόστηκε ο δείκτης ποικιλότητας Simpson και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Ο δείκτης Simpson υποδεικνύει πόσο ποικιλόμορφη είναι η φυτοκοινότητα κάτω από τη συγκεκριμένη μεταχείριση. Όσο η τιμή του δείκτη που προκύπτει τείνει προς το 1 τόσο πιο ποικιλόμορφη θεωρείται η φυτοκοινότητα. Έτσι στην Α μεταχείριση (κοπές ποώδους βλάστησης) η τιμή του δείκτη είναι 0.6923962, η οποία είναι η υψηλότερη και από τις άλλες δύο τιμές (Β και Γ μεταχείριση) καθιστώντας τη φυτοκοινότητα αυτής της μεταχείρισης ως την πιο ποικιλόμορφη. Ακόμα για την Β και Γ μεταχείριση οι τιμές του δείκτη Simpson είναι 0,318506 και 0,2687973 αντίστοιχα. Έτσι προκύπτει ότι η φυτοκοινότητα της Β μεταχείρισης είναι η δεύτερη σε ποικιλότητα και η φυτοκοινότητα της Γ μεταχείρισης διαθέτει τη χαμηλότερη ποικιλότητα και από τις τρεις. Αντίστοιχα αποτελέσματα προέκυψαν και από τον δείκτη Shannon – Wiener, οι τιμές του οποίου συνήθως κυμαίνονται από 1,5 έως 3.4. Για την Α μεταχείριση έδωσε τιμή 1,6733642, για την Β μεταχείριση 0,8381538 και για την Γ μεταχείριση 0.642903 (πίνακας 2).

Πίνακας 2. Δείκτες ποικιλότητας ποώδους φυτοκοινότητας ανά μεταχείριση.

Δείκτες	Μεταχείριση Α	Μεταχείριση Β	Μεταχείριση Γ
Simpson	0,6923962	0,348506	0,2687973
Shannon	1,6733642	0,8381538	0,642903

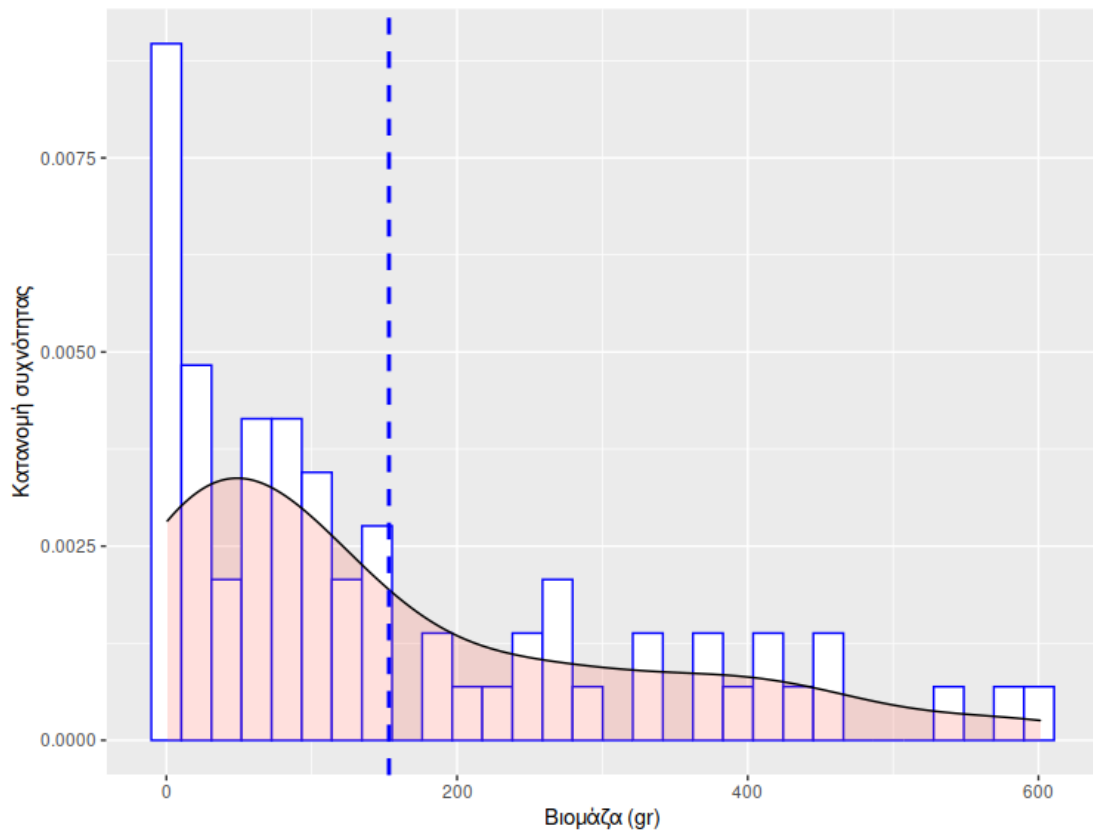
Με τη χρήση του δείκτη Jaccard διερευνήθηκε εάν οι τρεις μεταχειρίσεις διαφέρουν ως προς τη σύνθεσή τους. Η τιμές του δείκτη αυτού κυμαίνονται από 0 μέχρι 1. Όσο η τιμή τείνει προς το 1 τόσο πιο ισχυρή είναι η ένδειξη διαφοροποίησης της σύνθεσης των ειδών μεταξύ των φυτοκοινοτήτων των τριών μεταχειρίσεων. Έτσι μεταξύ Α και Γ μεταχείρισης εμφανίζεται η υψηλότερη τιμή του δείκτη - διαφοροποίηση στη σύνθεση των ειδών (0.9593614). Μεταξύ Β και Γ μεταχειρίσεων εμφανίζεται η ενδιάμεση τιμή του δείκτη (0.9561404) - διαφοροποίηση στη σύνθεση των ειδών. Ενώ μεταξύ Α και Β μεταχειρίσεων εμφανίζετε η μικρότερη διαφοροποίηση στη σύνθεση των ειδών με τιμή 0.8277512 (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Τιμές του δείκτη Jaccard για τις φυτοκοινότητες μεταξύ διαφορετικών μεταχειρίσεων.

	A μεταχείριση	B μεταχείριση
B μεταχείριση	0.8277512	-
Γ μεταχείριση	0.9593614	0.9561404

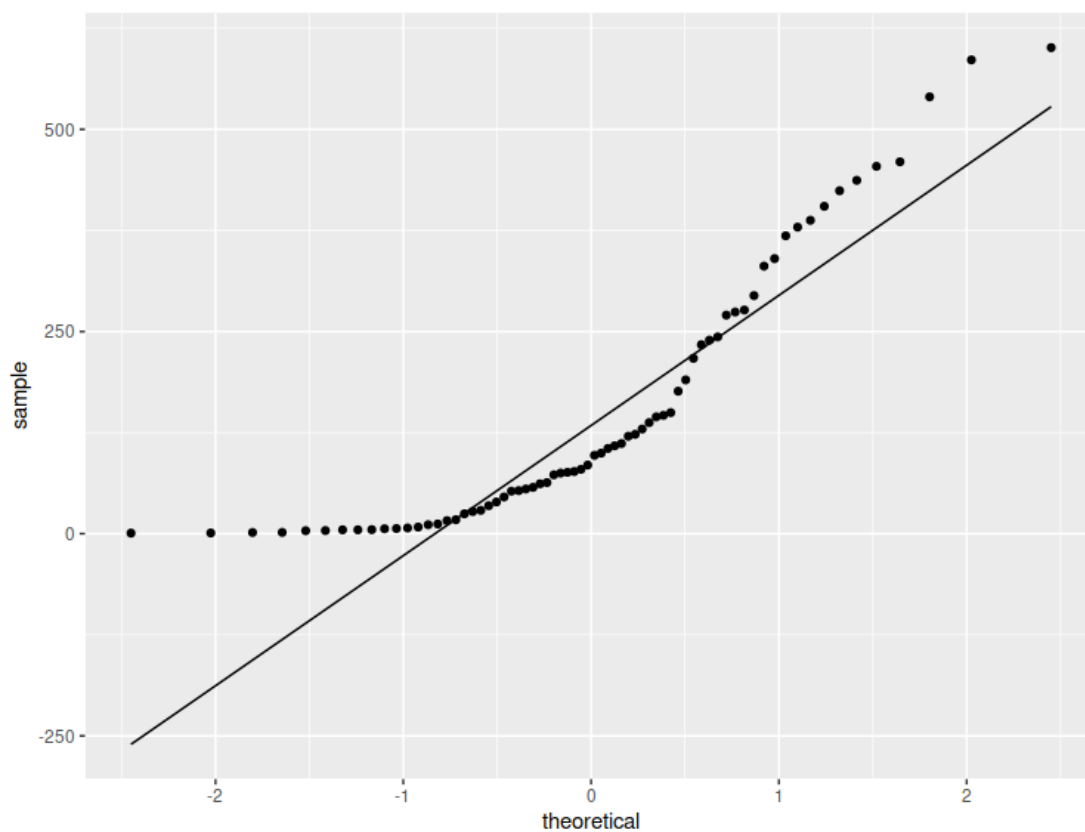
5.2 Παραγωγή βιομάζας

Παρατηρείτε ότι τα δεδομένα της συνολικής βιομάζας σχηματίζουν μια ασύμμετρη δεξιά κατανομή. Ακόμη η μέση τιμή δείγματος βιομάζας και από τις τρεις μεταχειρίσεις μαζί είναι 153,2 gr (Γράφημα 2).



Γράφημα 2. Ιστόγραμμα συχνοτήτων συνολικής βιομάζας Α,Β και Γ μεταχείρισης.

Από το παραπάνω ιστόγραμμα συχνοτήτων συνολικής βιομάζας φαίνεται ότι η κατανομή της συνολικής βιομάζας δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Το ίδιο συμπεραίνεται και από το παρακάτω αντίστοιχο QQ plot γράφημα, του οποίου οι τιμές διαφέρουν από τις αναμενόμενες (Γράφημα 3).



Γράφημα 3. QQ plot συνολικής βιομάζας.

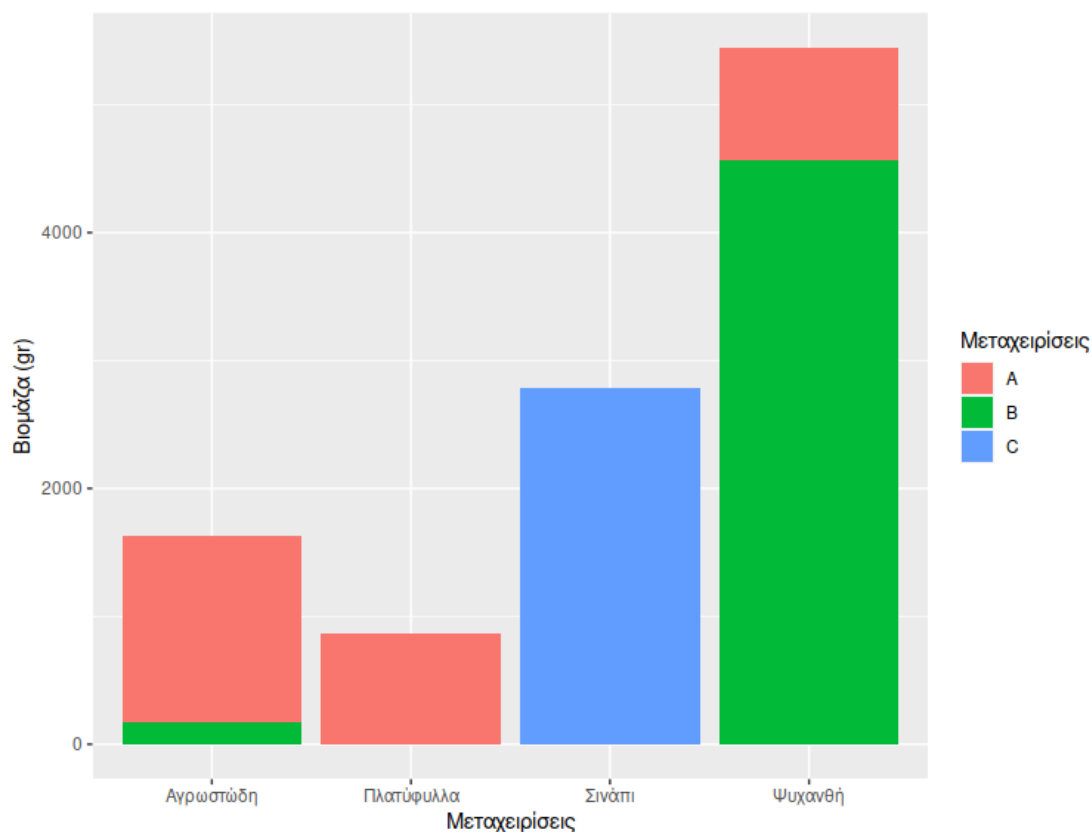
Επίσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας με το Shapiro-Wilk test για τη συνολική βιομάζα, από τον οποίο προέκυψε ότι τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, καθώς η τιμή p value είναι $< 0,05$.

Πίνακας 4. Οι τιμές του ελέγχου κανονικότητας με το Shapiro-Wilk test για τη συνολική βιομάζα.

W	0.84235
P	0.0000003869

Πίνακας 5. Τιμές περιγραφικής στατιστικής για τη συνολική βιομάζα.

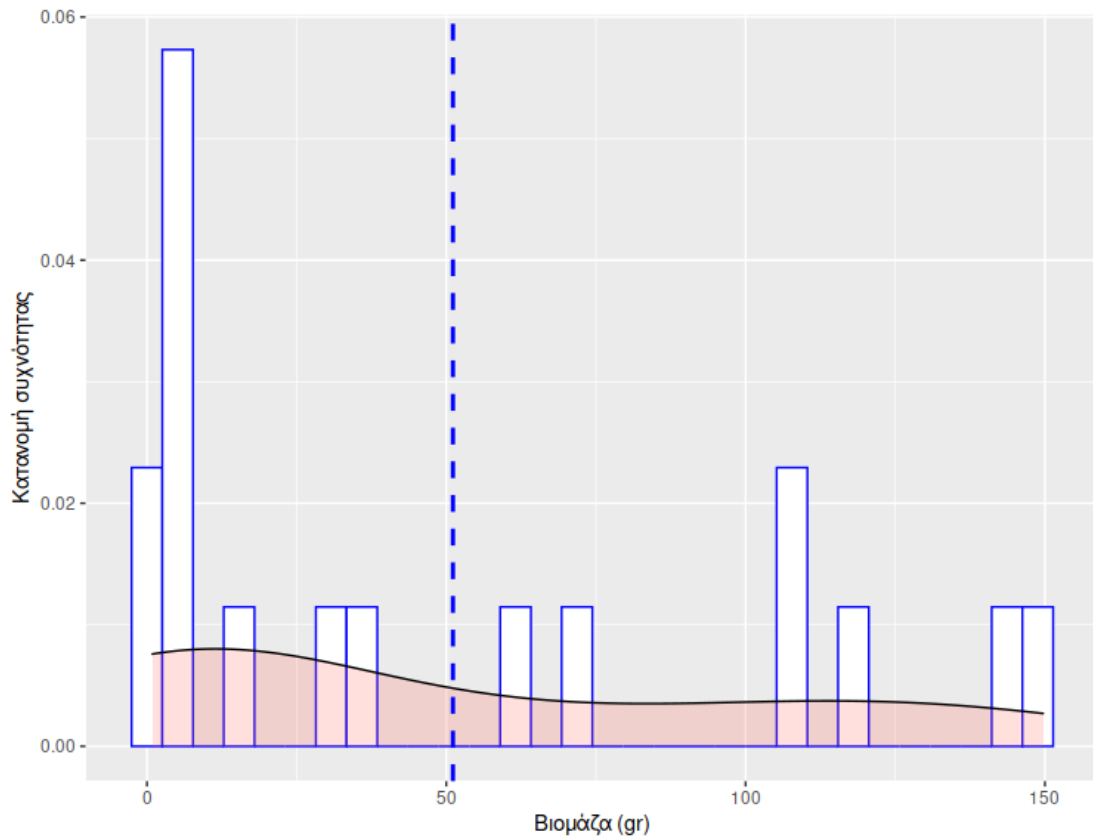
	Ελάχιστη τιμή	Διάμεσος	Μέσος όρος	Μέγιστη τιμή	Πρώτο τεταρτημόριο	Τρίτο τεταρτημόριο
Συνολική βιομάζα	0.7	90.9	153.2	601.1	25.3	242.4



Γράφημα 4. Ραβδόγραμμα βιομάζας ανά μεταχείριση και φυτική ομάδα ποών (Το Α,Β και C αντιστοιχεί στις μεταχειρίσεις Α,Β και Γ αντίστοιχα).

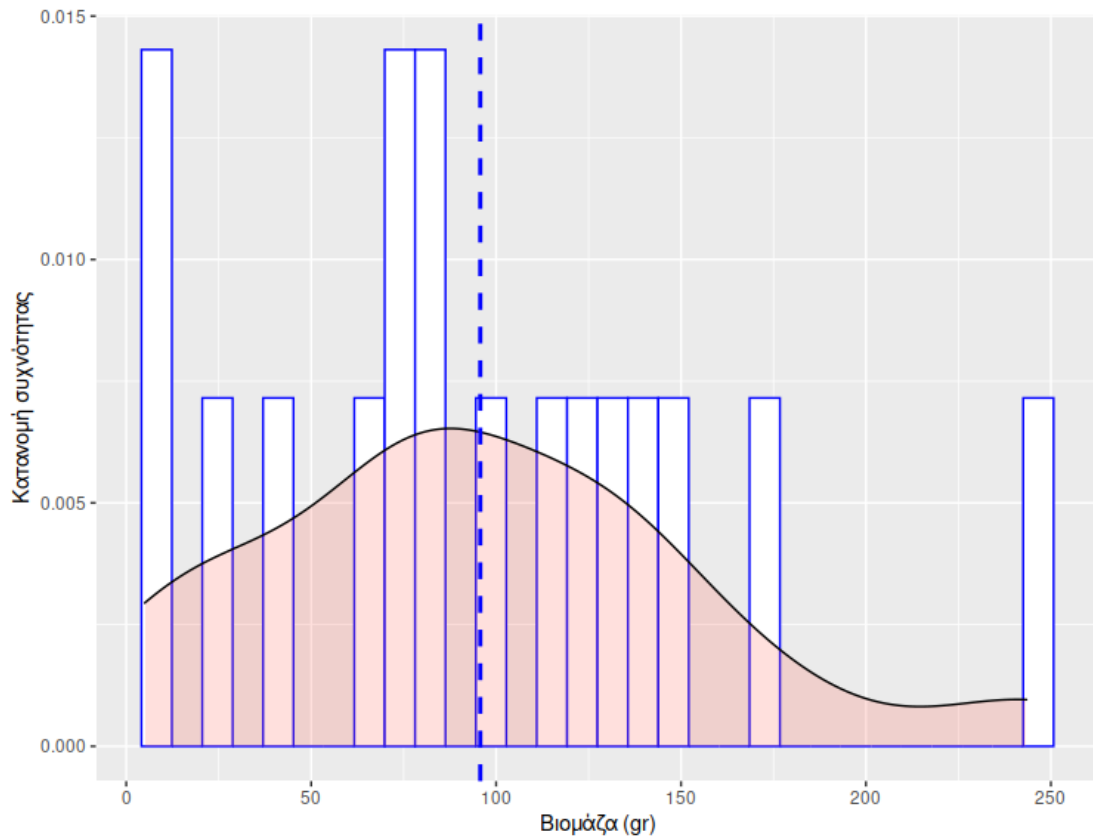
Στη μεταχείριση Α (κοπές βλάστησης) βρέθηκε βιομάζα αγρωστωδών, πλατύφυλλων και ψυχανθών, με τη βιομάζα των πλατυφύλλων να είναι παρόμοια με αυτή των ψυχανθών. Στη μεταχείριση Β (σπορά βίκου) βρέθηκε βιομάζα αγρωστωδών και ψυχανθών, με τη βιομάζα των ψυχανθών να είναι πολύ υψηλότερη από εκείνη των αγρωστωδών. Τέλος, στη μεταχείριση Γ (μηχανική καλλιέργεια του εδάφους) βρέθηκε μόνο βιομάζα από σινάπι και έτσι αυτή θεωρήθηκε μια κατηγορία από μόνη της (Γράφημα 4). Επίσης, μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων παρατηρείται ότι στη μεταχείριση Α βρέθηκε περισσότερη βιομάζα αγρωστωδών από ότι στη μεταχείριση Β, ενώ στη μεταχείριση Β βρέθηκε υψηλότερη βιομάζα ψυχανθών από ό,τι στη μεταχείριση Α.

Επιπλέον, παρατηρείται ότι τα δεδομένα της βιομάζας των πλατυφύλλων σχηματίζουν μια ασύμμετρη θετική κατανομή. Ακόμη η μέση τιμή δείγματος των πλατυφύλλων είναι 51,1 gr (Γράφημα 5).



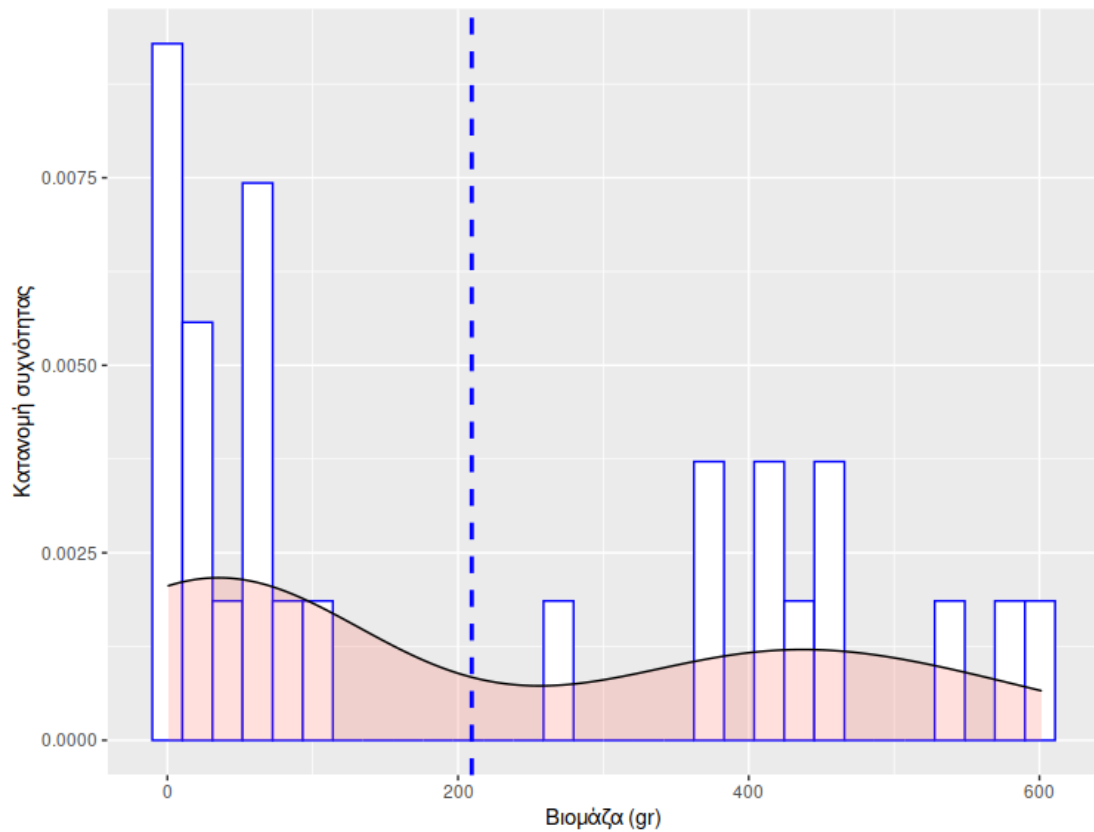
Γράφημα 5. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας πλατυφύλλων ποών.

Σύμφωνα με το γράφημα 6 τα δεδομένα της βιομάζας των αγρωστωδών σχηματίζουν μια ασύμμετρη δεξιά κατανομή, ενώ η μέση τιμή δείγματος ανά πλαίσιο 0,50X0,50m των αγρωστωδών είναι 90,7 gr.



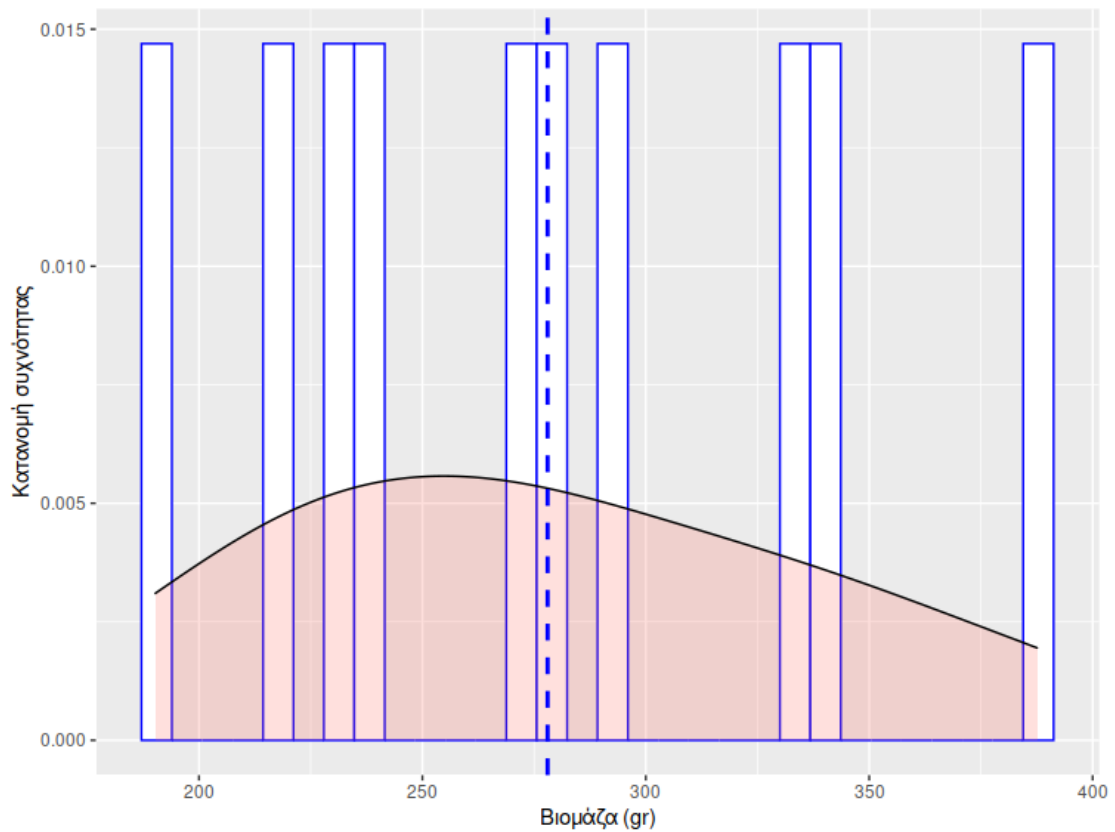
Γράφημα 6. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας αγρωστωδών ειδών.

Από το γράφημα 7 διακρίνεται μια ασύμμετρη θετική κατανομή που σχηματίζουν τα δεδομένα της βιομάζας των ψυχανθών. Επιπλέον η μέση τιμή της βιομάζας των ψυχανθών ανά δείγμα είναι 209 gr.



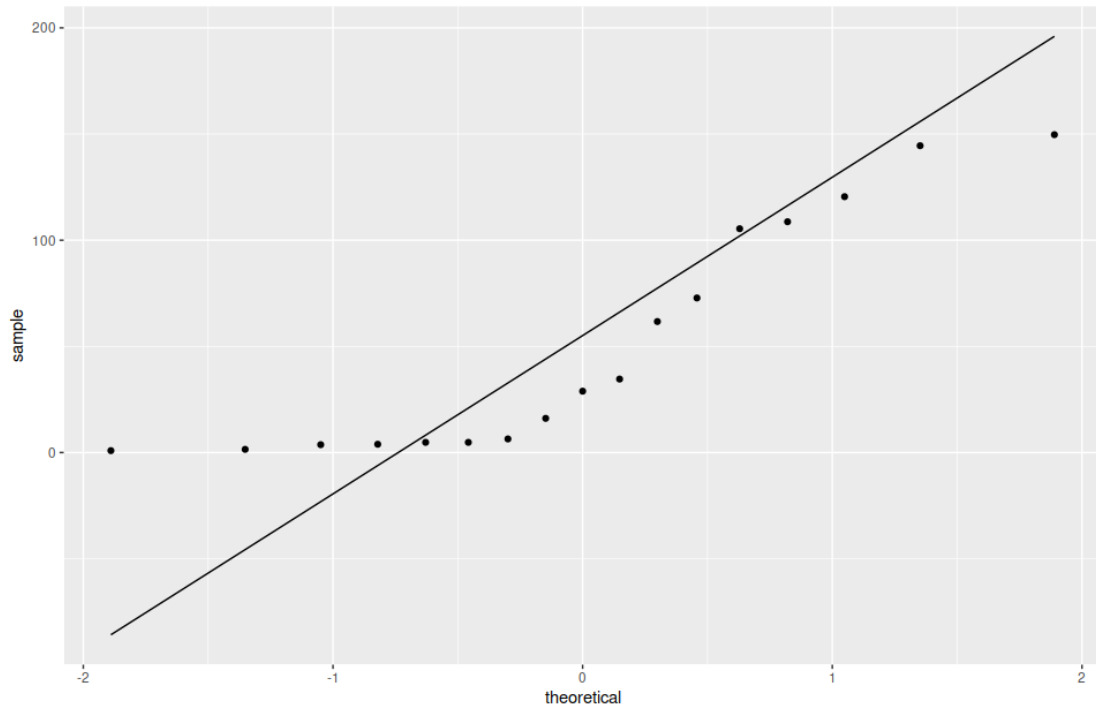
Γράφημα 7. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας ψυχανθών.

Από το παρακάτω ιστόγραμμα παρατηρείται ότι τα δεδομένα της βιομάζας του σιναπιού σχηματίζουν μια ασύμμετρη δεξιά κατανομή, όπου η μέση τιμή ανά πλαίσιο 0,50X0,50m του σιναπιού είναι 278 gr (Γράφημα 8).

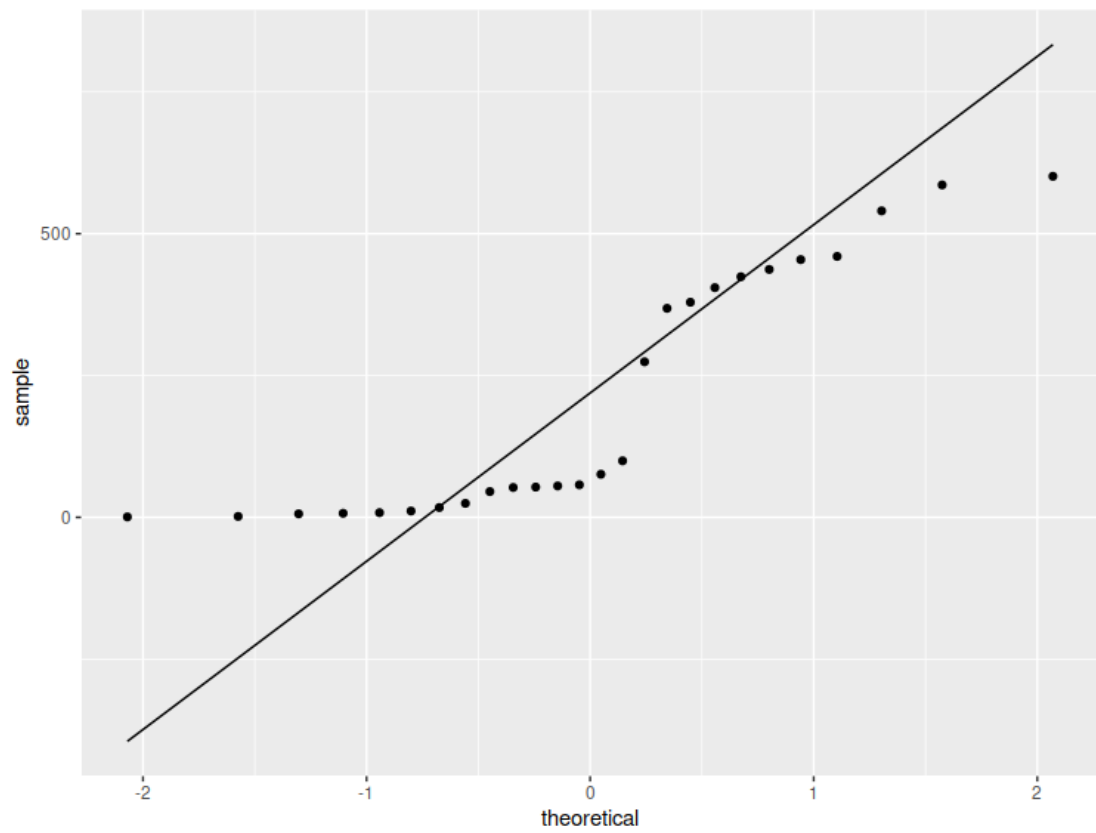


Γράφημα 8. Ιστόγραμμα συχνοτήτων βιομάζας σιναπιού.

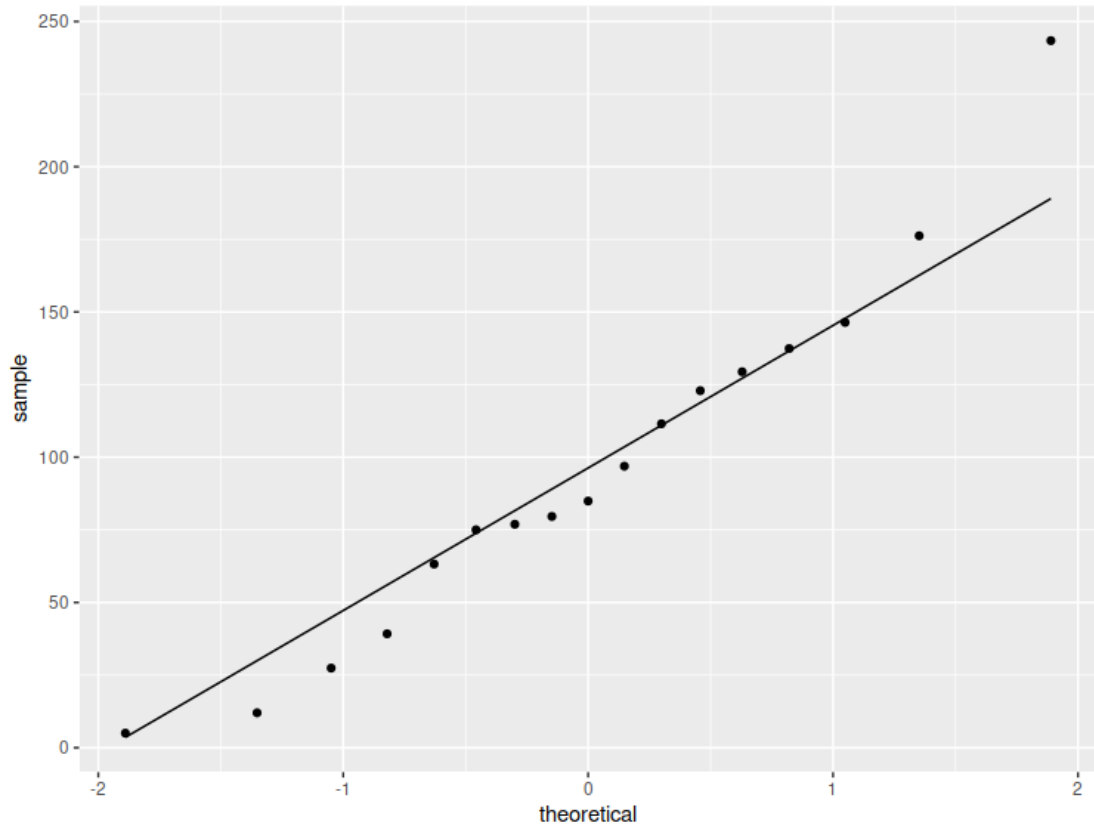
Από τα γραφήματα 4 και 6 φαίνεται ότι η κατανομή της βιομάζας στις κατηγορίες ψυχανθή και πλατύφυλλα δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Το ίδιο φαίνεται και από τα αντίστοιχα QQ plot γραφήματα (Γραφήματα 9 και 10) των οποίων οι τιμές διαφέρουν από τις αναμενόμενες. Αντίθετα, από τα γραφήματα κατανομής της βιομάζας των αγρωστωδών και των σιναπιών (Γραφήματα 6 και 8) φαίνεται ότι η κατανομές τους τείνουν προς την κανονική κατανομή. Το ίδιο φαίνεται και από τα αντίστοιχα QQ plot γραφήματα (Γραφήματα 11 και 12) των οποίων οι τιμές δεν εμφανίζουν μεγάλη απόκλιση από τις αναμενόμενες.



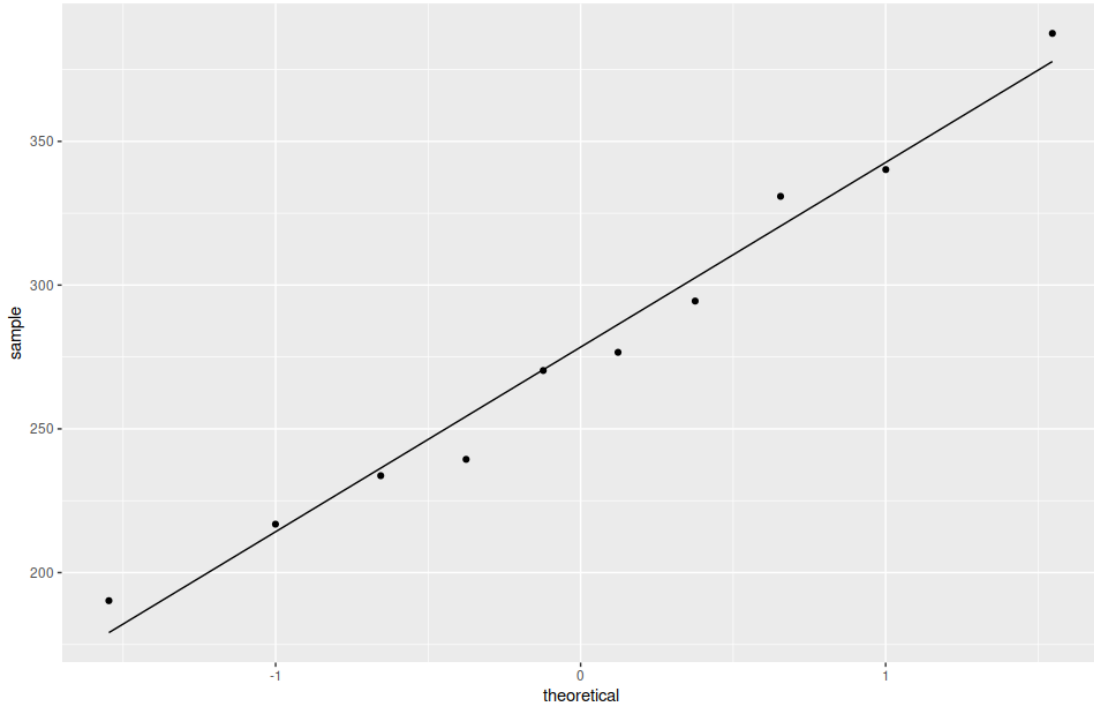
Γράφημα 9. QQ plot βιομάζας πλατυφύλλων ποών.



Γράφημα 10 . QQ plot βιομάζας ψυχανθών.



Γράφημα 11. QQ plot βιομάζας αγρωστωδών.



Γράφημα 12. QQ plot βιομάζας σιναπιού.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος κανονικότητας για τις τιμές της βιομάζας μεταξύ των τεσσάρων φυτικών ομάδων με το Shapiro Wilk test για να διερευνηθεί εάν τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή (Πίνακας 6). Από τον έλεγχο αυτό προέκυψε ότι η βιομάζα των πλατυφύλλων ποών και των ψυχανθών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, καθώς οι τιμές του p είναι $< 0,05$. Αντίθετα, προέκυψε ότι η βιομάζα των αγρωστωδών και του σιναπιού ακολουθούν κανονική κατανομή, καθώς η τιμή του p είναι $> 0,05$. Τα ευρήματα αυτά επαλήθευσαν ουσιαστικά τις ενδείξεις από τα αντίστοιχα ιστογράμματα συχνότητας και τα QQ plots που προαναφέρθηκαν.

Πίνακας 6. Οι τιμές του ελέγχου κανονικότητας Shapiro-Wilk test για τις τιμές βιομάζας κάθε φυτικής ομάδας.

	Αγρωστώδη	Πλατύφυλλα	Ψυχανθή	Σινάπι
W	0.96305	0.82586	0.80828	0.97329
P	0.6894	0.004694	0.0002443	0.9196

Αναφορικά με τις διαφορετικές μεταχειρίσεις, διαπιστώθηκε ότι στη μεταχείριση Α τα αγρωστώδη έχουν την υψηλότερη μέση τιμή βιομάζας (90,7 gr) σε σύγκριση με τις άλλες τρεις φυτικές ομάδες. Ακολουθεί η μέση τιμή της βιομάζας του βίκου (55,3 gr) που είναι υψηλότερη από τη μέση τιμή τις βιομάζας των πλατυφύλλων (51,3 gr) (Πίνακας 7).

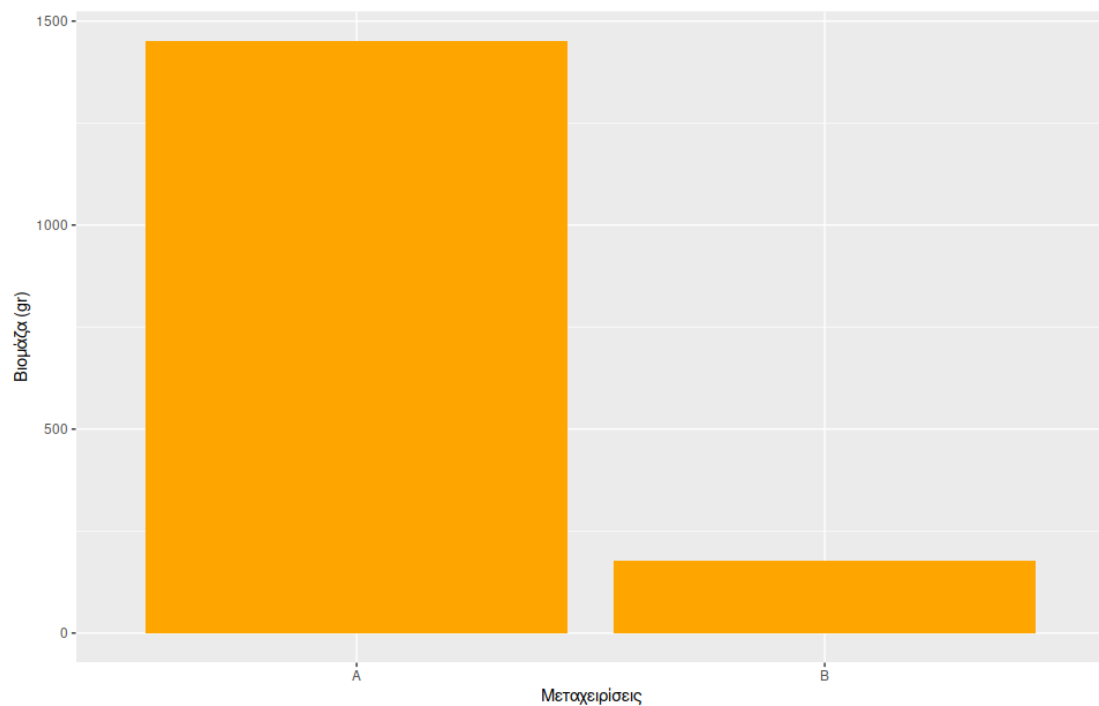
Στη μεταχείριση Β η μέση τιμή τις βιομάζας του βίκου είναι 456 gr και είναι υψηλότερη από τη μέση τιμή της βιομάζας των αγρωστωδών που είναι 176 gr (Πίνακας 7).

Σε ό,τι αφορά τη μέση τιμή της βιομάζας του βίκου, στη μεταχείριση Β αυτή είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη στη μεταχείριση Α, με τιμές 456 gr και 55.3 gr αντίστοιχα. Ακόμη, η μεταχείριση Β έχει υψηλότερη μέση τιμή βιομάζας αγρωστωδών σε σύγκριση με τη μεταχείριση Α, με τιμές 176 gr και 90,7 gr αντίστοιχα (Πίνακας 7).

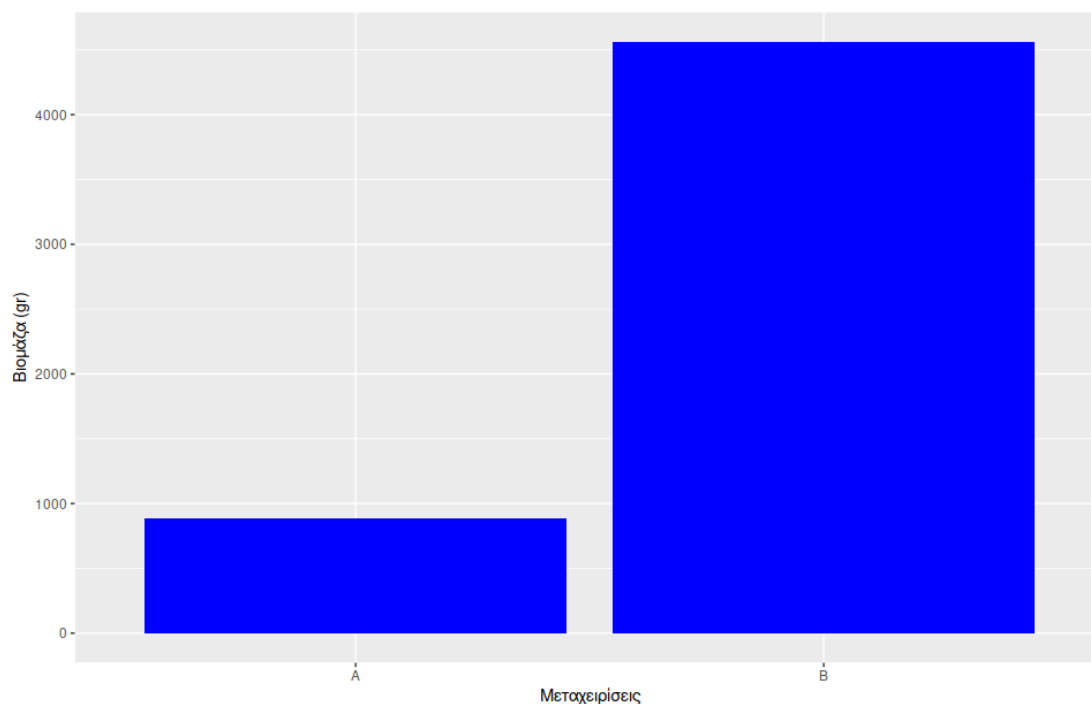
Πίνακας 7. Τιμές περιγραφικής στατιστικής για τη βιομάζα όλων των φυτικών ομάδων.

Τύπος-μεταχείριση	Κατηγορίες	Μέσος όρος	Διάμεσος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
A	Αγρωστώδη	90,7	59,5	5,0	243,0
A	Βίκος	55,3	88,6	0,7	368,0
A	Πλατύφυλλα	51,1	54,7	0,9	150,0
B	Βίκος	456,0	98,9	274,0	601,0
B	Αγρωστώδη	176,0	-	176,0	176,0
Γ	Σινάπι	278,0	61,4	190,0	388,0

Επιπλέον, στη μεταχείριση A (κοπές βλάστησης) παρατηρείται υψηλότερη βιομάζα αγρωστωδών από ό,τι στη μεταχείριση B (σπορά βίκου)(Γράφημα 13). Στη μεταχείριση B (σπορά βίκου) παρατηρείται υψηλότερη βιομάζα Ψυχανθών από ό,τι στη μεταχείριση A (κοπές βλάστησης) (Γράφημα 14).



Γράφημα 13: Ραβδόγραμμα βιομάζας Αγρωστωδών.



Γράφημα 14. Ραβδόγραμμα βιομάζας ψυχανθών.

Επειδή τα δεδομένα της βιομάζας των ψυχανθών στις μεταχειρίσεις A και B δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, όπως προέκυψε από τους παραπάνω ελέγχους κανονικότητας Shapiro-Wilk, χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon rank sum test για να διερευνηθεί η ύπαρξη διαφορών ανάμεσα στις δύο μεταχειρίσεις. Ο έλεγχος έδωσε τιμή 0.000000753 η οποία είναι < 0.05 (Πίνακας 7). Επομένως οι δύο μεταχειρίσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους με την μεταχείριση B (σπορά βίκου) να παρουσιάζει υψηλότερη βιομάζα ψυχανθών από τη μεταχείριση A (κοπές βλάστησης).

Πίνακας 8. Οι τιμές του μη παραμετρικού ελέγχου Wilcoxon rank sum test για την κατηγορία των ψυχανθών.

	Ψυχανθή
W	1
P	0.000000753

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 Ποικιλότητα και αφθονία ειδών

Στην παρούσα έρευνα που αφορούσε καρυδεώνες παρατηρήθηκε ότι οι κοπές τις ποώδους βλάστησης βελτίωσαν την ποικιλότητά της σε είδη σε σχέση με την πρακτική της αναμόχλευση του εδάφους, όπως έχει αναφερθεί και για ελαιώνες (Simões et al. 2014). Συγκεκριμένα, στους πειραματικούς καρυδεώνες, σύμφωνα με τους δείκτες Simpson και Shannon η μεταχείριση με τις κοπές της ποώδους βλάστησης παρουσίασε μεγαλύτερη ποικιλότητα ποωδών ειδών σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Τη μεταχείριση Β (σπορά βίκου) και τη μεταχείριση Γ (αναμόχλευση του εδάφους).

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στη μεταχείριση Α το είδος με τη μεγαλύτερη αφθονία (251 εμφανίσεις από τις 500) ήταν η πολυετής ήρα (*Lolium perenne*), ένα πολυετές αγρωστώδες. Αυτό το είδος δεν εμφανίστηκε καθόλου στις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Έτσι εικάζεται ότι το είδος αυτό μπόρεσε να εδραιώσει την ύπαρξη και αφθονία του αξιοποιώντας το πλεονέκτημα που έχει σε αντίθεση με τα ετήσια φυτά, καθώς ως πολυετές αγρωστώδες μπορεί να επιβιώνει και να επανεμφανίζεται, χωρίς απαραίτητα να ολοκληρώνει το βιολογικό του κύκλο που ενδεχομένως να παρεμποδίζεται από τις κοπές. Αντίθετα, στις άλλες δύο μεταχειρίσεις πραγματοποιείται αναμόχλευση του εδάφους. Αυτό αποτελεί παράγοντα εξαιρετικά περιοριστικό για τα πολυετή αγρωστώδη, καθώς καταστρέφει το υπόγειο τμήμα του φυτού που είναι απαραίτητο για την επιβίωσή του.

6.2 Παραγωγή βιομάζας

Αναφορικά με την παραχθείσα βιομάζα ανά κατηγορία βλάστησης (αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλα) που μετρήθηκε, στη μεταχείριση Α τα αγρωστώδη αποτελούσαν το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας. Πιθανόν οι κοπές στη μεταχείριση αυτή ευνόησαν τα πολυετή αγρωστώδη που μπορούν να επιβιώνουν χωρίς να ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο όπως διατυπώθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στη μεταχείριση Α ο βίκος (*Vicia sativa*) είναι το μόνο ψυχανθές που βρέθηκε και μετρήθηκε. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι ο βίκος 7 χρόνια μετά την αρχική σπορά του και παρόλο που δεν επαναλήφθηκε σπορά τα επόμενα χρόνια από τον παραγωγό, ο βίκος συνεχίζει να επανεμφανίζεται γεγονός που συμφωνεί με τα όσα αναφέρει ο McLeod (1982) για την ιδιότητα του βίκου να αυτοσπέρνεται αν προλάβει να ωριμάσει τους σπόρους του. Έτσι, φαίνεται ότι στη μεταχείριση της κοπής της ποώδους βλάστησης ο βίκος είχε προλάβει να ωριμάσει τους σπόρους του. Μάλιστα, η μέση τιμή της βιομάζας του ήταν μεγαλύτερη από τη μέση τιμή της βιομάζας των πλατυφύλλων. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει την άποψη ότι ο βίκος στην Ελλάδα εμφανίζει μεγάλη προσαρμοστικότητά (Παπακώστα 2012). Ένας επιπλέον παράγοντας που πιθανόν βοήθησε στην επανεμφάνιση του βίκου είναι η ιδιότητα που κατέχουν τα φυτά τις οικογένειας Fabaceae, αυτή της δέσμευσης αζώτου από την ατμόσφαιρα μέσω συμβιωτικών βακτηρίων που βρίσκονται στις ρίζες τους, το οποίο χρησιμοποιείται προς όφελος της ανάπτυξης του ίδιου του φυτού, γεγονός που αποτελεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των υπολοίπων φυτών (Fraser et al. 2016).

Στη μεταχείριση Β μετρήθηκε βιομάζα ψυχανθών και αγρωστωδών, με τη βιομάζα των ψυχανθών, ουσιαστικά του βίκου (καθώς ήταν το μόνο ψυχανθές που βρέθηκε και μετρήθηκε

σε αυτή τη μεταχείριση) να είναι υψηλότερη των αγρωστωδών. Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς αυτή η μεταχείριση στηρίζεται στην ετήσια σπορά βίκου.

Στη μεταχείριση Γ εμφανίστηκε και μετρήθηκε μόνο βιομάζα σιναπιού (*Rapistrum rugosum*), το οποίο ανήκει στην οικογένεια *Brassicaceae*. Ένας πιθανός λόγος που καταγράφηκε βιομάζα μόνο από αυτό το φυτό είναι ότι η οικογένεια αυτή έχει αναφερθεί ότι παρουσιάζει αλληλοπαθητικές ιδιότητες λόγω των γλυκοσυνολιτών και των φαινολών που περιέχει (Jabran 2017). Ωστόσο, αυτό από μόνο του δεν επαρκεί για να δικαιολογήσει την ανυπαρξία βιομάζας άλλων φυτών. Επομένως, το φαινόμενο που παρατηρήθηκε σε αυτή τη μεταχείριση ίσως χρήζει λεπτομερέστερης διερεύνησης.

Βιομάζα αγρωστωδών καταγράφηκε τόσο στη μεταχείριση Α (κοπές βλάστησης) όσο και στη μεταχείριση Β (σπορά βίκου). Από τη σύγκριση της βιομάζας των αγρωστωδών μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων βρέθηκε ότι αυτή είναι υψηλότερη στη μεταχείριση Α. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι οι κοπές της ποώδους βλάστησης ευνόησαν την εγκατάσταση και ανάπτυξη των πολυετών αγρωστωδών σε αντίθεση με την ετήσια σπορά βίκου που προϋποθέτει μηχανική καλλιέργεια του εδάφους για την εγκατάστασή της. Γεγονός που αποτελεί δυσμενή παράγοντα για τα πολυετή αγρωστώδη.

Μεταξύ της μεταχείρισης Α (κοπές βλάστησης) και μεταχείρισης Β (σπορά βίκου) παρατηρήθηκε ότι στη μεταχείριση Β υπήρξε περισσότερη βιομάζα ψυχανθών. Ειδικότερα, και στις δυο μεταχειρίσεις το μόνο ψυχανθές που βρέθηκε ήταν ο βίκος, όπως έχει προαναφερθεί. Έτσι, ήταν αναμενόμενο να μετρηθεί περισσότερη βιομάζα ψυχανθών στη μεταχείριση Β, καθώς αυτή αποτελεί τη μεταχείριση με σπορά βίκου, σε αντίθεση με την μεταχείριση όπου εφαρμόστηκαν κοπές της ποώδους βλάστησης. Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι και στις δυο μεταχειρίσεις (Α και Β) και ιδιαίτερα στη μεταχείριση Β, λόγω της περισσότερης βιομάζας ψυχανθών που παράγεται και αποτίθεται στον καρυδεώνα, παρέχεται περισσότερο άζωτο και καλύτερης ποιότητας οργανική ουσία στον καρυδεώνα λόγω τις υψηλής αναλογίας αζώτου προς άνθρακα της βιομάζας των ψυχανθών, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του Ο εδαφικού ορίζοντα και ενισχύοντας την ανοργανοποίηση και την αύξηση της βιοποικιλότητας των οργανισμών του εδάφους (Παπακώστα 2012, Crotty et al. 2015, Frasier et al. 2016).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διατριβή διερευνήθηκαν και συγκρίθηκαν οι επιδράσεις τριών διαφορετικών μεθόδων διαχείρισης στην ποικιλότητα και αφθονία της ποώδους βλάστησης σε καλλιέργεια καρυδιάς.

Από την καταγραφή των ειδών που πραγματοποιήθηκε για την κάθε μια από τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις διαπιστώθηκε ότι στη μεταχείριση με τις κοπές της ποώδους βλάστησης καταγράφηκαν τα περισσότερα διαφορετικά είδη ποωδών φυτών.

Παρατηρήθηκε επίσης ότι και οι τρεις φυτοκοινότητες που αντιστοιχούν στις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά και ότι η φυτοκοινότητα της μεταχείρισης με τις κοπές της ποώδους βλάστησης παρουσίασε τη μεγαλύτερη ποικιλότητα ποωδών φυτών σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, δηλαδή τη μεταχείριση με τη σπορά βίκου και τη μεταχείριση με την αναμόχλευση του εδάφους.

Όσο αφορά στην παραγωγή βιομάζας ποωδών φυτών, παρατηρήθηκε ότι η μεταχείριση με τις κοπές της ποώδους βλάστησης είχε υψηλότερη παραγωγή βιομάζας αγρωστωδών από τη μεταχείριση με τη σπορά βίκου, ενώ η μεταχείριση με τη σπορά βίκου είχε υψηλότερη παραγωγή βιομάζας ψυχανθών από τη μεταχείριση με τις κοπές της ποώδους βλάστησης.

Τέλος, διαπιστώθηκε ότι στη μεταχείριση με τις κοπές της ποώδους βλάστησης, η πολυετής ήρα (*Lolium perenne*) αποτέλεσε το είδος με τη μεγαλύτερη αφθονία από τα υπόλοιπα φυτά της μεταχείρισης με βάση τη συχνότητα εμφάνισης. Το γεγονός αυτό συμβαδίζει με τη διαπίστωση της υψηλότερης βιομάζας αγρωστωδών που μετρήθηκε σε σύγκριση με τη βιομάζα των ψυχανθών και των άλλων πλατυφύλλων της συγκεκριμένης μεταχείρισης.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. F. Mitchell, A field guide to the trees of Britain and northern Europe (Collins, 1974).
- A. Couédel, L. Alletto, H. Tribouillois, É. Justes Cover crop crucifer-legume mixtures provide effective nitrate catch crop and nitrogen green manure ecosystem services *Agric. Ecosyst. Environ.*, 254 (2018), pp. 50-59
- Aldrich T. 1972. A guide to minimum pruning. *Diamond Walnut News* 54:8-9
- Arcan, I., & Yemencioğlu, A. (2009). Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nuts with or without the seed coat. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(3), 184-188.
- B. Sastre, M.J. Marques, A. García-Díaz, R. Bienes Three years of management with cover crops protecting sloping olive groves soils, carbon and water effects on gypsiferous soil *Catena*, 171 (2018), pp. 115-124
- B.M. Ngala, P.P. Haydock, S. Woods, M.A. Back Biofumigation with Brassica juncea, *Raphanus sativus L.* And Eruca sativa for the management of field populations of the potato cyst nematode *Globodera pallida* *Pest Manag. Sci.*, 71 (5) (2015), pp. 759-769
- Barone, E., Buresti, E., Cannata, F., Di Marco, L., Mercurio, R., Minotta, G., Paris, P. 1997. Modelli colturali e tecniche di coltivazione. In: Giannini, R., Mercurio, R. (Eds.), *Il noce comune per la produzione legnosa*, Avenue Media, Bologna, pp. 115-163.
- Barone, E., Di Marco, L., Mercurio, R., Zappia, R. 1997. Sistematica, caratteri botanici, distribuzione geografica. In: Giannini, R., Mercurio, R. (Eds.), *Il noce comune per la produzione legnosa*, Avenue Media, Bologna, pp. 25-41.
- Bergognoux, F., GrosPierre, P. 1981. *Le noyer*. In: *Invuflec*, Paris.
- Blamey, M.; Fitter, R. & Fitter, A. (2003). *Wild flowers of Britain and Ireland: The Complete Guide to the British and Irish Flora*. London: A & C Black. p. 142.
- Blamey, M.; Fitter, R. & Fitter, A. (2003). *Wild flowers of Britain and Ireland: The Complete Guide to the British and Irish Flora*. London: A & C Black. p. 142.
- C. Mohni, F. Pelleri, G. E. Hemery, *Die Bodenkulture* 60, 21 (2009).
- Caballero, Rafael & Barro, C. & Rebole, A. & Arauzo, Mercedes & Hernaiz, P.. (1996). Yield Components and Forage Quality of Common Vetch during Pod Filling. *Agronomy Journal - AGRON J.* 88. 10.2134/agronj1996.
- Caballero, R., M. Arauzo and P. J. Hernaiz. 1996. Accumulation and Redistribution of Mineral Elements in Common Vetch during Pod Filling. *Agronomy Journal* 88: 801-805.
- Chapman, S.B. 1976. Production ecology and nutrient budgets. In: Chapman, S.B. (Eds.), *Methods in plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 157-228.

Chen, H., Zhao, M., Lin, L., Wang, J., Sun-Waterhouse, D., Dong, Y. I., ... Su, G. (2015). Identification of antioxidative peptides from defatted walnut meal hydrolysate with potential for improving learning and memory. *Food Research International*, 78, 216-223.

Chernoboi, G.M. 1971. The root system of Walnut under unirrigated conditions in the crimeansteppe. *Tr. Gos. Nikitsk. Bot. Sada* 52, 119–123.

Cooper, R. J., Hama-Aziz, Z., Hiscock, K. M., Lovett, A. A., Dugdale, S. J., Sünnerberg, G., Noble, L., Beamish, J., & Hovesen, P. (2017). Assessing the farm-scale impacts of cover crops and non-inversion tillage regimes on nutrient losses from an arable catchment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 237, 181– 193.

Costantini E.A.C., 2009. *Manual of Methods for Soil and Land Evaluation* (pp.303-340) Chapter : Common Walnut (*Juglans regia* L.) and Sweet/Wild Cherry (*Prunus avium* L.). Publisher: Science Publishers, USA.

Creamer, N.G.; Bennett, M.A.; Stinner, B.R.; Cardina, J.; Regnier, E.E. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience* 1996, 31, 410–413.

Crotty, F. V., Fychan, R., Scullion, J., Sanderson, R., & Marley, C. L. (2015). Assessing the impact of agricultural forage crops on soil biodiversity and abundance. *Soil Biology & Biochemistry*, 91, 119– 126.

Crotty, F. V., Fychan, R., Scullion, J., Sanderson, R., & Marley, C. L. (2015). Assessing the impact of agricultural forage crops on soil biodiversity and abundance. *Soil Biology & Biochemistry*, 91, 119– 126.

Cuesta, A., Alvarez-Orti, M., Pardo-Gimenez, A., Gomez, R., Rabadan, A., & Pardo, J. E. (2017). Walnut virgin oil: A different but high quality vegetable oil. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 94(1), 9-17.

Dagang Song, Akash Tariq, Kaiwen Pan, Shahid Ullah Khan, Tawfik A. Saleh, Shanxing Gong, Aiping Zhang, Xiaogang Wu, Influence of planting distance and density on the yield and photosynthetic traits of sweet potato (*Ipomoea balatas* L.) under an intercropping system with walnut (*Juglans regia*) saplings, *Soil and Tillage Research*, Volume 196, 2020.

Dettori, S., Falqui, A., Mavuli, S., Orru, A., Poddighe, D., Todde, M. 1997. Primeesperienze di coltivazione di ciliegio e noce da legno in Sardegna. *Annali Istituto Sperimentale per laSelvicoltura XXV–XXVI(1994–1995)*, 227–242.

E.D.S. Mendonça, P.C.D. Lima, G.P. Guimarães, W.D.M. Moura, F.V. Andrade Biological nitrogen fixation by legumes and N uptake by coffee plants *Rev. Bras. Ciência Do Solo*, 41 (2017)

Eichler-Löbermann, B., Köhne, S., Kowalski, B., & Schnug, E. (2008). Effect of catch cropping on phosphorus bioavailability in comparison to organic and inorganic fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 31(4), 659– 676.

Ercisli, B. Sayinci, M. Kara, C. Yildiz, I. Ozturk, *Scientia Horticulturae*133, 47 (2012).

EU-Greening EU Greening Measures April 8 Retrieved from (2019)

Finney, D. M., Buyer, J. S., & Kaye, J. P. (2017). Living cover crops have immediate impacts on soil microbial community structure and function. *Journal of Soil and Water Conservation*, 72(4), 361-373.

Frasier, I., Quiroga, A., & Noellemeyer, E. (2016). Effect of different cover crops on C and N cycling in sorghum NT systems. *Science of the Total Environment*, 562, 628– 639.

Frasier, I., Noellemeyer, E., Figuerola, E., Erijman, L., Permingeat, H., & Quiroga, A. (2016). High quality residues from cover crops favor changes in microbial community and enhance C and N sequestration. *Global Ecology and Conservation*, 6, 242– 256.

G. Testa, A. Reyneri, M. Blandino Maize grain yield enhancement through high plant density cultivation with different inter-row and intra-row spacings *Eur. J. Agron.*, 72 (2016), pp. 28-37

G. Tosti, P. Benincasa, M. Farneselli, F. Tei, M. Guiducci Barley–hairy vetch mixture as cover crop for green manuring and the mitigation of N leaching risk *Eur. J. Agron.*, 54 (2014), pp. 34-39

Germain, E. 1974. Création par hybridation de variétés de noyer (*Juglans regia* L.) associant une floraison tardive à une mise à fruit très rapide et une productivité élevée. Exposé d'une méthode. *Ann. Amélior. Plant.* 29, 187–194

Gfeller A., Herrera J.M., Tschuy F., Wirth J. (2018): Explanations for *Amaranthus retroflexus* growth suppression by cover crops. *Crop Protection*, 104: 11–20.

H. Tribouillois, F. Fort, P. Cruz, R. Charles, O. Flores, E. Garnier, E. Justes A functional characterisation of a wide range of cover crop species: growth and nitrogen acquisition rates, leaf traits and ecological strategies *PLoS One*, 10 (3) (2015)

Hasey JK, Kelley KM, Freeman MW. 1998. Training young trees. In: Ramos DE (ed.). *Walnut Production Manual*. UC ANR Pub 3373, Oakland, CA. p 99–105.

Heady, H.F., Gibbens, R.P. and Powell, R.W. 1959. A comparison of the charting line intercept and line point methods of sampling shrub types of vegetations. *Journal of Range Management* 12:180-186

Heuzé V., Tran G., Baumont R., 2015. Common vetch (*Vicia sativa*). *Feedipedia*, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO.

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>

J. Zheng, Y. Wang, C. Chen, Q. Jiang, S. Han, Z. Xu Effects of inundation and stranding on leaf litter decomposition and chemical transformation *Aquat. Sci.*, 80 (2018), p. 9

J. Brust, R. Gerhards, T. Karanisa, L. Ruff, A. Kipp Why undersown and cover crops become important again for weed suppression in European cropping systems *Gesunde Pflanz.*, 63 (4) (2011), pp. 191-198

J.W Van Sambeek, Felix Ponder, W.J Rietveld, Legumes increase growth and alter foliar nutrient levels of black walnut saplings, *Forest Ecology and Management*, Volume 17, Issues 2–3, 1986, Pages 159-167.

Jabran K. (2017) Brassicaceae Allelopathy for Weed Control. In: *Manipulation of Allelopathic Crops for Weed Control*. SpringerBriefs in Plant Science. Springer, Cham.

Kelly, A.F. and R.A.T, George, 1998. *Encyclopedia of seed production of world crops*. John Wiley and Sons, New York. 403pp.

- Kent, M. and Coker, P. 1992. *Vegetation Description and Analysis, A Practical Approach*. John Wiley and Sons Publisher, NY, pp 167-169
- Kernick, M. D., 1978: Indigenous arid and semi-arid forage plants of North Africa. The near and the middle east. tech. data vol. IV, FAO, Rome. LORENZETTI, F., 1981: Relationships between dry matter and seed yield in leguminous forage plants. European association for research on plant breeding, pp. 57—74.
- L. Li, S. Yang, X. Li, F. Zhang, P. Christie Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean *Plant Soil*, 212 (1999), pp. 105-114
- Lampinen, Bruce & Edstrom, John & Metcalf, Samuel & Stewart, William & Negron, Claudia & Contador, Maria. (2015). How walnut trees can be brought into bearing without annual pruning. *California Agriculture*. 69. 123-128. 10.3733/ca.E.v069n02p123.
- M. Chu, S. Jagadamma, F.R. Walker, N.S. Eash, M.J. Buschermohle, L.A. Duncan Effect of multispecies cover crop mixture on soil properties and crop yield *Agri. Environ. Letters*, 2 (1) (2017)
- M.K. Steele, F.J. Coale, R.L. Hill Winter annual cover crop impacts on no-till soil physical properties and organic matter *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 76 (6) (2012), pp. 2164-2173
- Magini, E. 1975. Guida al riconoscimento pratico dei semi e delle piantine forestali. In: Morandini, R., Magini, E, *Il materiale di propagazione in Italia*, Collana Verde no. 34, MAF, Rome.
- Malhotra S.P., 2008. *World Edible Nuts Economy*. Concept Publishing Company, New Delhi.
- Maltais-Landry, G., Scow, K., & Brennan, E. (2014). Soil phosphorus mobilization in the rhizosphere of cover crops has little effect on phosphorus cycling in California agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 78, 255– 262.
- Masilionyte, L., Maiksteniene, S., Kriauciuniene, Z., Jablonskyte-Rasce, D., Zou, L., & Sarauskis, E. (2017). Effect of cover crops in smothering weeds and volunteer plants in alternative farming systems. *Crop Protection*, 91, 74– 81.
- McGranahan, G.H.; Leslie, C. *Walnuts (Juglans)*. In *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*; Moore, J.N., Ballington, J.R., Eds.; International Society for Horticultural Science: Wageningen, The Netherlands, 1991; pp. 907–951.
- McLeod, E. 1982. *Feed the Soil*. Organic Agriculture Research Institute, Graton, CA, 290 pp
- McLeod, E. 1982. *Feed the Soil*. Organic Agriculture Research Institute, Graton, CA, 290 pp.
- Miguel A. Repullo-Ruibérriz de Torres, Rafaela Ordóñez-Fernández, Manuel Moreno-García, Javier Márquez-García, Rosa M. Carbonell-Bojollo; Carbon sequestration by grass, crucifer and legume groundcovers in olive orchards. *Journal of Water and Climate Change* 1 December 2018; 9 (4): 748–763.
- Miller, D.A and C.S. Hoveland. 1995. Other temperate legumes. In Barnes, R.F., D.A
- Molnar, T.J.; Zaurov, D.E.; Capik, J.M.; Eisenman, S.W.; Ford, T.; Nikolyi, L.V.; Funk, C.R. Persian walnuts (*Juglans regia* L.) in Central Asia. *Annu. Rep. North Nut. Grow Assoc.* 2011, 101, 56–69.
- Montero, G., Cisneros, O., Canellas, I. 2003. *Manual de selvicultura par plantaciones de especies productoras de madera de calidad*. Mundi-Prensa, Madrid

- N.V. Thevathasan, A.M. Gordon, J.A. Simpson, P.E. Reynolds, G. Price, P. Zhang Biophysical and ecological interactions in a temperate tree-based intercropping system *J. Crop Improv.*, 12 (2004), pp. 339-363
- Ojada-Amador, R. M., Salvador, M. D., Gomez-Alonso, S., & Fregapane, G. (2018). Characterization of virgin walnut oils and their residual cakes produced from different varieties. *Food Research International*, 108, 396-404.
- Olson WH, Ramos DE, Ryugo K, Snyder RG. 1990. Annual and biennial pruning of mature lateral-bearing English walnuts. *HortScience* 25:756-8
- P. Nair *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer, Dordrecht (1993)
- Pieper, R.P. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. New Mexico State University, Las Cruces, pp 1-148.
- Pliny the Elder, John B & Riley H.T., 1855. *The Natural History*. Taylor and Francis, London.
- Pollegioni, P.a,gEmail Author, Woeste, K.b, Chiocchini, F.a, Del Lungo, S.c, Ciolfi, M.a, Olimpieri, I.a, Tortolano, V.a, Clark, J.d, Hemery, G.E.e, Mapelli, S.f, Malvolti, M.E.a., 2017. Rethinking the history of common walnut (*Juglans regia* L.) in Europe: Its origins and human interactions. *PLoS ONE* 12(3),e0172541.
- Putnam, A.R.; DeFrank, J.; Barnes, J.P. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *J. Chem. Ecol.* 1983, 9, 1001–1010
- Ros, E., Izquierdo-Pulido, M., & Sala-Vila, A. (2018). Beneficial effects of walnut consumption on human health: Role of micronutrients. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 21(6), 498–504.
- S. Savill, *The silviculture of trees used in British forestry* (CABI, 2013).
- Sattell, R. ; Dick, R. ; Luna, J. ; McGrath, D. ; Peachey, E., 1998. Common Vetch (*Vicia sativa* L.). In: *Oregon cover crops*. Oregon State University Extension Service, Corvallis
- Schoth, H. A., and N. Mckee, 1966: The vetches. In: H. D. Hughes, M. E. Metcalfe and R. F.Barnes (eds.), *Forages*, pp. 205—211. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Shutian Wu, Zhanglin Ni, Ruohui Wang, Baojun Zhao, Yongxiang Han, Yuewen Zheng, Feng Liu, Yonghong Gong, Fubin Tang, Yihua Liu, 2020, The effects of cultivar and climate on phytochemical components of walnut (*Juglans regia* L.) *Food and Energy Security*
- Siddique, K.H.M., K.L. Regan, D. Tennant, B.D. Thomson, Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean-type environments, *European Journal of Agronomy*, Volume 15, Issue 4, 2001, Pages 267-280.
- Simões, M. & Belo, Anabela & Pinto-Cruz, Carla & Pinheiro, Anacleto. (2014). Natural vegetation management to conserve biodiversity and soil water in olive orchards. *SPANISH Journal of agricultural research*.12. 633-643. 10.5424/sjar/2014123-5255.
- Snapp S.S., Swinton S.M., Labarta R., Mutch D., Black J.R., Leep R., Nyiraneza J., O'neil K. (2005): Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agronomy Journal*, 97: 322–332.
- Stace, C. A. (2010). *New Flora of the British Isles* (3rd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 159.

- Stace, C. A. (2010). *New Flora of the British Isles* (3rd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 159.
- Strid, A. and Tan, K. 1997-2002. *Flora Hellenica 1-2*. Koenigstein: Koeltz Scientific Books and A.R.G Ganter Verlag K.G.
- Tabaglio, V.; Marocco, A.; Schulz, M. Allelopathic cover crop of rye for integrated weed control in sustainable agroecosystems. *Ital. J. Agron.* 2013, 8, e5.
- Teasdale, J.R.; Beste, C.E.; Potts, W.E. Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Sci.* 1991, 39, 195–199.
- Teasdale, J.R.; Mohler, C.L. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agron. J.* 1993, 85, 673–680.
- Thinh, V. T. 2006. Bird species richness and diversity in relation to vegetation in Bavi National Park, Vietnam. *Ornithological Science* 5: 121–125.
- Tutin, T.G., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. and Webb, D.A. 1968-1980. *Flora Europaea*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A. Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. and Webb, D.A. 1993. *Flora Europaea*, ed. 2, Vol.1. Cambridge: Cambridge University Press.
- UC Cooperative Extension. 2012. *Sample Costs to Establish a Walnut Orchard and Produce Walnuts — Sacramento Valley Microsprinkler Irrigated*.
- UC SAREP, 2006. *Cover crop database*. University of California, Sustainable Agriculture Research & Education Program, Davis
- van der Kooi, C. J.; Pen, I.; Staal, M.; Stavenga, D. G. & Elzenga, J. T. M. (2015). "Competition for pollinators and intra-communal spectral dissimilarity of flowers". *Plant Biology*. 18 (1): 56–62.
- Van Sambeek, J.W. (2010). Database for estimating tree response of walnut and other hardwoods to ground cover management ATABASE FOR ESTIMATING TREE RESPONSES OF WALNUT AND OTHER HARDWOODS TO GROUND COVER MANAGEMENT PRACTICES. *Acta Hort.* 861, 245-252
- Vavilov, N.I. The wild relatives of fruit trees of the Asian part of the USSR and Caucasus and problems of origin of fruit trees. *Tr. Po Prikl. Bot. Genet. Sel.* 1931, 23, 343–360. (In Russian)
- Vu, D. C., Vo, P. H., Coggeshall, M. V., & Lin, C. H. (2018). Identification and characterization of phenolic compounds in black walnut kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(17), 4503–4511.
- Wang Q, Xu Z, Hu T, Hu H, Chen H and Shi H 2014 Effect of decomposing walnut leaf litter on the growth and physiology of radish *Acta Bot. Boreal. - Occident. Sin.* 34 2475-82
- Wang, X.; Gu, Z.; Huang, Q. Preliminary study on non-point source pollution of soil erosion in navel orange orchard in southern Jiangxi Province. *J. Cent. South Univ. For. Sci. Technol.* 2015, 35, 74–77. [Google Scholar]
- Ward P.R., Flower K.C., Cordingley N., Weeks C., Micin S.F. (2012): Soil water balance with cover crops and conservation agriculture in a Mediterranean climate. *Field Crops Research*, 132: 33–39

Welch, R. Y., Behnke, G. D., Davis, A. S., Masiunas, J., & Villamil, M. B. (2016). Using cover crops in headlands of organic grain farms: Effects on soil properties, weeds and crop yields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 216, 322– 332.

Wortman S.E., Francis C., Bernardis M.L., Drijber R.A., Lindquist J.L. (2012): Optimizing cover crop benefits with diverse mixtures and an alternative termination method. *Agronomy Journal*, 104: 1425–1435.

Wyland, L. J., Jackson, L. E., Chaney, W. E., Klonsky, K., Koike, S. T., & Kimple, B. (1996). Winter cover crops in a vegetable cropping system: Impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 59(1), 1– 17

Xu Z, Hu T, Li Z, Chen H, Wang Q and Hu H 2015 Effect of secondary metabolites in *Juglans regia* leaf litter from different habitats on photosynthetic physiological characteristics of *Brassica chinensis* during early decomposing stage of leaf litter *Acta Eco. Sin.* 35 5147-56

Xu, R., Wang, Z. J., Luo, Y., Zhang, N., Liang, C., & Zhu, G. P. (2019). Effect of intercropping peonies under walnut trees for growth and development of roots in two kinds of soil. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Zhang W 2014 Interspecific root intercalations, nitrogen acquisition and utilization in fruit trees/crops intercropping in southern Xinjiang province (Beijing:China Agriculture University)

Zhou P 2014 Research on intercropping pattern and technique in young walnut orchard (Taiyuan, China: Shanxi Agriculture University)

Ελληνική βιβλιογραφία

Αθανασιάδης, Ν.Η. 1982. Δασική φυτοκοινωνιολογία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 1-119.

Βασιλακάκης Μ., 2016, Γενική και Ειδική Δενδροκομία, Εκδόσεις Άγιος – Σάββας Δ Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, Ε.Υ, σελίδες 1005-1040.

Εθνική μετεωρολογική υπηρεσία, 2016, Κλιματικός Ατλαντας της Ελλάδας , ‘‘Το κλίμα της Ελλάδας’’, σελίδα 2.

Θεοδωρακάκης, Μ.Χ. 1995. Δομή, Δυναμική και Διαχείριση των Ελαιώνων των Νησιών. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.

Καβάδδης, Δ. 1956-1964. Εικονογραφημένον Βοτανικόν-Φυτολογικόν Λεξικόν. Αθήνα.

Μάνθος Ι., Ρούσκας Δ. (2020). Παρουσίαση όψιμων ποικιλιών καρυδιάς με μεγάλο ενδιαφέρον για τις ορεινές περιοχές της χώρας μας. *Περιοδικό ΔΗΜΗΤΡΑ*, τ. 28: 18-19

Μάνθος Ι., Ρούσκας Δ. (2020). Τα μυστικά για μια βιώσιμη φυτεία καρυδιάς. *Ύπαιθρος Χώρα* 13/3/2020: 32-33.

Μάργαρης, Ν.Σ. 1976. Δομή και δυναμική ενός φρυγανικού οικοσυστήματος. Διατριβή επί Υψηγείας, Αθήνα

Παπακώστα – Τασοπούλου Δ., (2012), Ειδική Γεωργία Σιτηρά και Ψυχανθή, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, Σελ. 469-480.

Ποδηματάς Κωνσταντίνος Ι., (1984), Βίκος, Εκδόσεις Ύπουργείο Γεωργίας, Αθήνα

Ρούσκας Δ. (2013). Η καρδιά και η καλλιέργειά της. Γεωργία – Κτηνοτροφία τ. 10/2013: 40-58. 2013.