

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

«Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος»

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΦΥΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης και πυκνότητας πληθυσμού στην παραγωγικότητα του φασκόμηλου (*Salvia officinalis* L.) σε ξηρικές και αρδευόμενες συνθήκες αγρού στη Θεσσαλία»



Φαΐκ Καμπερλλάρι

Βόλος, 2017

«Επίδραση της Αζωτούχου λίπανσης και πυκνότητας πληθυσμού στην παραγωγικότητα του φασκόμηλου (*Salvia officinalis* L.) σε ξηρικές και αρδευόμενες συνθήκες αγρού στη Θεσσαλία»

Φαίκ Καμπερλλάρι



Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:
Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής (Επιβλέπων),
Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Καθηγήτρια (Μέλος)
Βασίλειος Αντωνιάδης, Επίκουρος Καθηγητής (Μέλος)

Copyright © ΚΑΜΠΕΡΛΛΑΡΙ ΦΑΪΚ, 2017.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν δηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα.

Πρόλογος

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των μεταπτυχιακών μου υποχρεώσεων και αποτελεί ένα πείραμα αγρού με βιολογική καλλιέργεια φασκόμηλου. Για την εκπόνηση της, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, οι οποίοι σε δύσκολους οικονομικά καιρούς αποφάσισαν να με στηρίξουν (οικονομικά και ηθικά) ώστε να μπορέσω να εξειδικεύσω τις γνώσεις μου πάνω στο αντικείμενο που σπούδασα. Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον υπεύθυνο καθηγητή μου, κυρ. Νικόλαο Δαναλάτο ο οποίος με δέχτηκε να διεκπεραιώσω τις μεταπτυχιακές μου υποχρεώσεις στο εργαστήριό του. Ο ίδιος και η συνεργάτιδά του κα Ελπινίκη Σκουφογιάννη αποτέλεσαν τους μέντορές μου κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Περίληψη

Το φασκόμηλο (*Salvia officinalis* L.) είναι ένα πολυετές φυτό και αποτελεί ένα από τα κυριότερα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της οικογένειας Lamiales που χρησιμοποιείται στη φαρμακοβιομηχανία και τη μαγειρική. Η καλλιέργειά του εξαρτάται από καλλιεργητικούς παράγοντες όπως είναι η άρδευση, η λίπανση και οι πυκνότητες φύτευσης. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε πείραμα στο αγρόκτημα του τμήματος όπου εφαρμόστηκε σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων τεμαχίων (split-plot-plot) με κύριο παράγοντα την άρδευση (I0: ξηρικό και I1:αρδευόμενο στο 100% της Εξαμισοδιαπνοής), υπο-παράγοντας οι πυκνότητες φύτευσης που εφαρμόστηκαν επί της γραμμής (D1:20cm x 50cm και D2:40cm x 50cm) και υπό-υπό-παράγοντας η αζωτούχος λίπανση (N0:0 kgστρ⁻¹, N1:4 kgστρ⁻¹και N2:8 kg στρ.⁻¹). Η καλλιέργεια εγκαταστάθηκε το φθινόπωρο με τη χρήση σπορόφυτων και πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις (Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο) που αφορούσαν την παραγωγή ξηρών φύλλων (kgστρ.⁻¹), την εξέλιξη του ύψους των φυτών (cm), το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI), τη χλωροφύλλη (CCI) και τον υπολογισμό του ειδικού βάρους των φύλλων (SLW). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μεταχείριση της άρδευσης διαφέρει στατιστικά σημαντικά και στις τρεις μετρήσεις με τη μεγαλύτερη αύξηση ξηρών φύλλων (497.2 kgστρ.⁻¹) να καταγράφεται στη μεταχείριση I1 συγκριτικά με την μεταχείριση I0 (234.6 kgστρ.⁻¹). Η άρδευση προκάλεσε αύξηση του LAI (4.3 vs 2.1) και του ύψους (64.7 cm vs 33.4 cm). Όμως η άρδευση προκάλεσε μείωση της τιμής CCI (20.5 vs 26.1) και SLW (0.09 vs 0.140). Όσον αφορά στον υπο-παράγοντα πυκνότητες φύτευσης, καταγράφηκε μια υπεροχή της μεταχείρισης D1 έναντι της D2 όσον αφορά στην παραγωγή ξηρών φύλλων (395.3 kgστρ.⁻¹ vs 336.4 kgστρ.⁻¹) και στην τιμή του LAI (3.8 vs 2.5). Η μεταχείριση D2 υπερείχε ως προς το ύψος έναντι της D1 (50.3cm vs 47.8cm), ενώ οι δείκτες CCI και SLW είχαν την ίδια τιμή 23 και 0.105 αντίστοιχα. Ο υπο-υπό-παράγοντας λίπανση δεν προκάλεσε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην παραγωγή ξηρών φύλλων. Εν τούτοις, μεγαλύτερη παραγωγή (398,2 kgστρ.⁻¹), ύψος (52.3cm), LAI (3.2) και CCI (23.8) είχε η μεταχείριση N1 ενώ μεγαλύτερο ειδικό βάρος είχαν οι μεταχειρίσεις N0 (0.109) και N2 (0.109) έναντι της N1 (0.100). Συμπερασματικά, το φασκόμηλο με τις κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική καλλιέργεια σε περιοχές με παρόμοιες εδαφοκλιματολογικές συνθήκες με αυτές της κεντρικής Ελλάδας.

Summary

Sage (*Salvia officinalis* L.) is considered as one of the most important aromatic and medicinal plant of Lamiaceae family and it is used widely in medicine and as spice. It is a perennial plant and it is cultivated for its leaves. In order to examine cultivation practices such as irrigation, plant density and fertilization of sage, it is organized experiment split-plot-plot with two irrigation levels (I0: 0% and I1: 100% of Evapotranspiration), two plant density levels (D1: 20cmx50cm and D2: 40cm x 50cm) and three fertilization levels (N0:0 kg ha^{-1} , N1: 40 kg ha^{-1} and N2:80 kg ha^{-1}). It have been measured production of leaves, plant's height, LAI, CCI and SLW in three times (May, June, July). Results indicate that there is statistically differences between irrigation treatments and irrigation cause increase in leaves production (4972 kg ha^{-1} vs 2346 kg ha^{-1}), in plant's height (64.7cm vs 33.4cm) and in LAI (4.3 vs 2.1). In contrast, irrigation reduce CCI (20.5) and SLW (0.09) comparison with I0 which had 26.1 CCI and 0.140 SLW. There was significant statistical difference between plant density in first and second measurement. D1 treatment cause more leaves production (3953 kg ha^{-1} vs 3364 kg ha^{-1}) and increase LAI (3.8 vs 2.5) while D2 treatment increase plant's height (50.3cm vs 47.8cm) in the third measurement. CCI and SLW had the same value (23 and 0.105 respectively) in the third measurement. Sub-sub factor of fertilizer had no significant statistical difference. Besides, the maximum leaves production (3982 kg ha^{-1}), plant height (52.3cm), CCI (23.8) and LAI (3.2) had the N1 treatments while SLW was bigger in both N0 and N2 (0.109) treatments than in N1(0.100) treatment. Summarizing, sage it could be an alternative cultivation in central region of Greece even though the first year of establishment.

«Εγώ, ο Φαΐκ Καμπερλλάρι, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.»

Υπογραφή συγγραφέα

«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή την διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον κο Φαΐκ Καμπερλλάρι.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ (ΑΦΦ).....	1
1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	2
1.2.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ.....	2
1.2.2. ΚΑΝΟΝΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	3
1.2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ.....	4
1.3. ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ.....	5
1.3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	5
1.3.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	6
1.3.3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	9
1.3.4. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ.....	9
1.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	10
1.4.1. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ	10
1.4.2. ΈΔΑΦΟΣ.....	10
1.4.3. ΦΥΤΕΥΣΗ	11
1.4.4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ.....	11
1.4.5. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	12
1.4.6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	13
1.4.7. ΞΗΡΑΝΣΗ.....	14
1.5. ΛΙΠΑΝΣΗ.....	14
1.5.1. ΑΖΩΤΟΥΧΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗ (N).....	15
1.5.2. ΦΩΣΦΟΡΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ (P).....	15
1.6. ΑΡΔΕΥΣΗ.....	16
1.6.1. ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΦΥΤΑ	16
1.6.2. ΑΡΔΕΥΣΗ.....	16
1.6.3. Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΤΟ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ	17
1.7. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ.....	18
1.8. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ	18
1.9. ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	19
1.10. ΧΡΗΣΕΙΣ	20
1.11. ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ.....	21
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	23
2.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	23

2.2. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ.....	23
2.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ.....	23
2.4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	24
2.5. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	25
2.6. ΛΙΠΑΝΣΗ.....	26
2.7. ΑΡΔΕΥΣΗ.....	27
2.8. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ.....	30
2.9. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΕΣ ΚΟΠΕΣ.....	32
2.10. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	35
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	36
3.1. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	36
3.2. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ.....	37
3.3. ΎΨΟΣ.....	42
3.4. ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ (CCI) ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (SLW).....	45
3.5. ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (LAI).....	51
3.6. ΣΧΕΣΕΙΣ ΧΛΩΡΟΥ-ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ.....	54
3.7. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΞΗΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ.....	57
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	61
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
5.1. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
5.2. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64
5.3. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	68
6. ΠΑΡΑΤΗΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	69

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

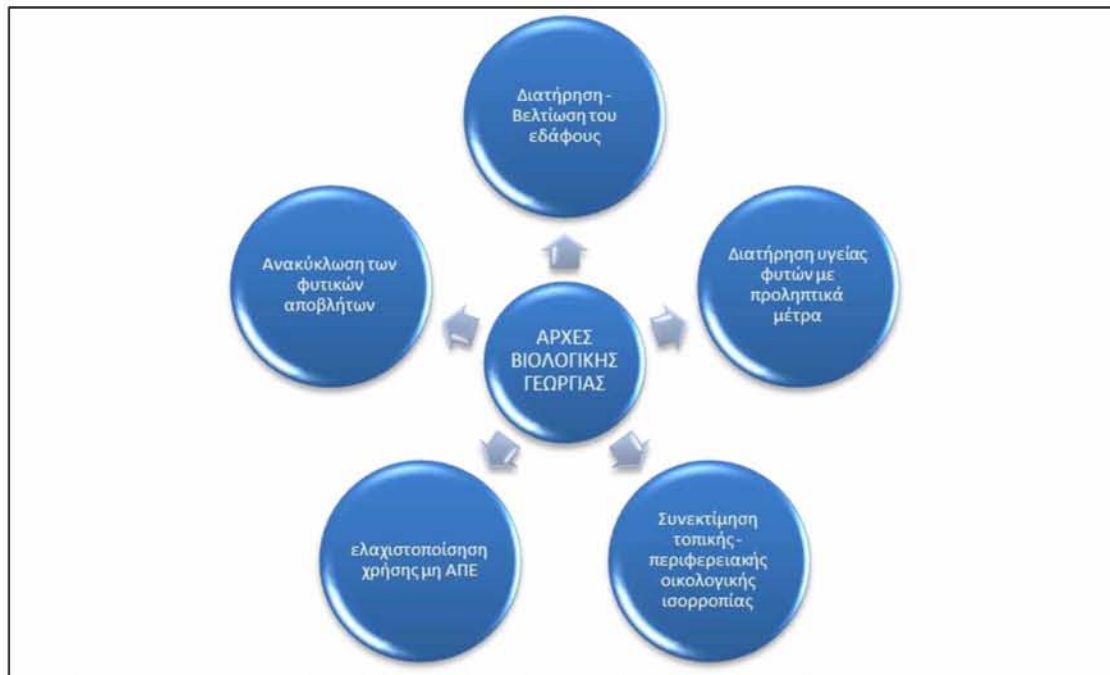
1.1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ (ΑΦΦ)

Αρχικά, από το σύνολο του φυτικού βασιλείου (περίπου 400 χιλ. φυτικά είδη) εκτιμάται ότι περίπου 70,000 φυτικά είδη παγκοσμίως θεωρούνται ως φαρμακευτικά φυτά και χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή ιατρική (Farnsworth and Soejarto, 1991). Από οικονομικής άποψης, οι τρεις χώρες με τη μεγαλύτερη εισαγωγή και εξαγωγή των αρωματικών φυτών σε παγκόσμιο επίπεδο είναι οι Η.Π.Α., το Χονγκ-Χονγκ και η Γερμανία. Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη χώρα εισαγωγής σε ετήσιο επίπεδο αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών την περίοδο 1991-2003 είναι το Χόνγκ-Κόνγκ με 60 χιλ. τόνους ενώ ακολουθεί η Αμερική, η Ιαπωνία και η Γερμανία. Όσον αφορά στην εξαγωγή για την ίδια περίοδο, τα ηνία κατέχει η Κίνα με εξαγωγές που έφταναν περίπου τους 155 χιλ. Τόνους και ακολουθούσε το Χόνγκ-Κόνγκ, η Ινδία, το Μεξικό και η Γερμανία (Lange, 2006). Όσον αφορά τη χώρα μας, χαρακτηρίζεται από σχετικά μικρή γεωργική έκταση (37 εκ. στρ. περίπου) και από μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών (6 χιλ. είδη) τα οποία μπορεί να τα αξιοποιηθούν εμπορικά. Πιο συγκεκριμένα, η συνολική γεωργική έκταση το 2013 ήταν περίπου 36,3 εκ. στρ. από τα οποία τα 20 εκ. καταλάμβαναν οι αροτραίες καλλιέργειες στις οποίες συγκαταλέγονται και τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, 1 εκ. περίπου οι κηπευτικές καλλιέργειες, 11,3 εκ. οι μόνιμες καλλιέργειες και τέλος 3,8 εκ. ήταν σε κατάσταση αγρανάπαυσης. Η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών, το 2013 ήταν 17,7 εκ στρ. μειωμένο συγκριτικά με το 2012 που έφτανε τα 18,1 εκ. στρ. και το 2011 που ήταν 19,3 εκ. στρ. (ΕΛΣΤΑΤ, 2016). Όσον αφορά στα ΑΦΦ στην Ελλάδα, καλλιεργείται ένας μικρός αριθμός φυτών (κρόκος Κοζάνης, ρίγανη στην Μακεδονία και Θράκη, το τσάι του βουνού στην περιοχή του Πηλίου και της Όρθρουσ και το φασκόμηλο) συγκριτικά με τα 6000 φυτικά είδη που απαντώνται ευρύτερα (Europan, 2010). Η χώρα μας, λόγω του φυτικού πλούτου που διαθέτει, μπορεί να αξιοποιήσει τα κατάλληλα ΑΦΦ συντελώντας στην αύξηση της αγροτικής ανάπτυξης.

1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

1.2.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Σύμφωνα με τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης αριθ.834/2007 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων λαμβάνονται υπόψη ότι η βιολογική παραγωγή αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης γεωργικών εκμεταλλεύσεων και παραγωγής τροφίμων που συνδυάζει τις βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές καθώς και τον υψηλό βαθμό βιοποικιλότητας και την διατήρηση των φυσικών πόρων με τελικό στόχο την παραγωγή προϊόντων που ανταποκρίνονται σε απαιτήσεις καταναλωτών σε προϊόντα που παράγονται με φυσικές ουσίες και διεργασίες. Ειδικότερα, σύμφωνα με το άρθρο 5 του ίδιου κανονισμού, οι γενικές αρχές της βιολογικής γεωργίας βασίζονται σε ένα σύνολο ενεργειών που αποσκοπούν στη διατήρηση – βελτίωση της γονιμότητας και της βιοποικιλότητας του εδάφους. Στόχος είναι η αποτροπή της συμπίεσης και της διάβρωσης του εδάφους καθώς επίσης η μείωση της χρήσης πόρων μη ανανεώσιμων και υλικών που δεν ανήκουν στη γεωργική εκμετάλλευση. Μια άλλη αρχή είναι η διατήρηση της υγιεινής κατάστασης των φυτών, η οποία επιτυγχάνεται με προληπτικά μέτρα (επιλογή κατάλληλης ποικιλίας ανθεκτική σε εχθρούς και ασθένειες, προστασία φυσικών εχθρών των παρασίτων, αμειψισπορά) και όχι κατασταλτικά όπως συμβαίνει στη συμβατική γεωργία. Όλες όμως οι ενέργειες στη βιολογική γεωργία θα πρέπει να συνεκτιμώνται με βάση την τοπική ή την περιφερειακή οικολογική ισορροπία ώστε να μην διαταράσσεται το οικοσύστημα του εκάστοτε τόπου (Σχήμα 1).

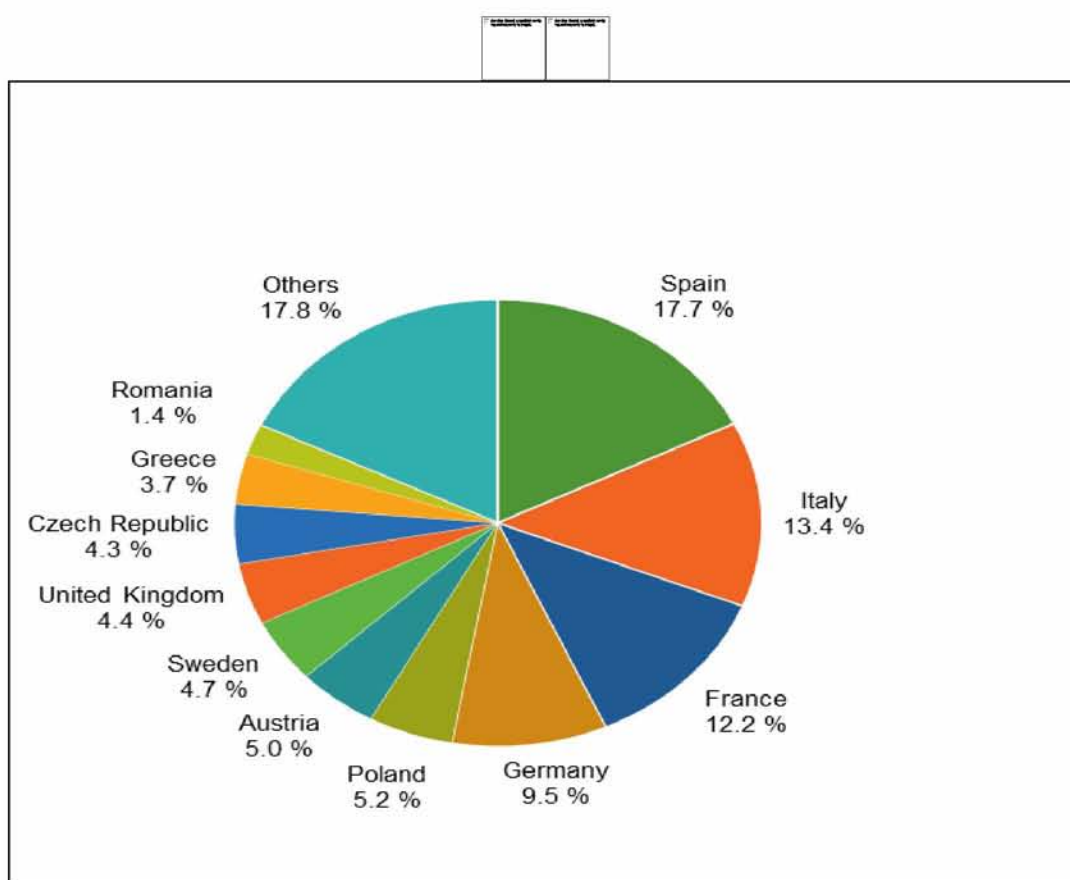


Σχήμα 1. Γενικές βασικές αρχές της βιολογικής γεωργίας όπως καταγράφονται από τον Ευρωπαϊκό κανονισμό και αφορούν την ορθή αλληλεπίδραση του συστήματος έδαφος-φυτό-οικολογική ισορροπία.

1.2.2. ΚΑΝΟΝΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Ειδικότερα, στο άρθρο 12 καταγράφονται οι ειδικοί κανόνες που διέπουν την βιολογική φυτική παραγωγή και αναφέρονται σχετικά με τη βελτίωση του εδάφους για παραγωγή φυτικής παραγωγής με γνώμονα το περιβάλλον. Όσον αφορά στη διατήρηση της υγιεινής κατάστασης του εδάφους, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τεχνικές άροσης που διατηρούν ή αυξάνουν την οργανική ύλη του εδάφους, βελτιώνουν την βιοποικιλότητα, αποτρέπουν τη συμπίεση και τη διάβρωση. Σχετικά με τη διατήρηση της υγιεινής κατάστασης των φυτών, η αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών γίνεται με προληπτικά μέτρα, με την προστασία των φυσικών εχθρών που αντιμετωπίζουν τους βλαβερούς οργανισμούς της καλλιέργειας και με τη χρήση βιοδυναμικών παρασκευασμάτων. Στη λίπανση δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση ανόργανων αζωτούχων λιπασμάτων, ενώ ενδείκνυται η χρήση λιπασματοποιημένων οργανικών υλικών από βιολογική παραγωγή, η διασπορά κόπρου ζώων και η χλωρή λίπανση με ψυχανθή. Τέλος, όλες οι εφαρμοζόμενες τεχνικές της φυτικής παραγωγής θα πρέπει να ελαχιστοποιούν ή να αποτρέπουν την συμβολή στην μόλυνση του περιβάλλοντος. Στατιστικά στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορούν το έτος 2015 αναφέρουν ότι, η Ισπανία, η Ιταλία, η Γαλλία και η Γερμανία (Εικόνα 1)

αποτελούν τις κυρίαρχες χώρες οι οποίες έχουν αλλάξει το σύστημα καλλιέργειας τους από συμβατικό σε βιολογικό. Όσον αφορά στην Ελλάδα, περίπου 4 εκ. στρ. καλλιεργήθηκαν με βάση τα πρότυπα της οργανικής γεωργίας ενώ μια δεκαετία πριν η ίδια καλλιεργούμενη έκταση ήταν μόλις 2,6 εκ. στρ. αναδεικνύοντας τη σημαντικότητα των βιολογικών καλλιεργειών (http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics). Φαίνεται, λοιπόν, ότι η οργανική γεωργία έχει αρχίσει να αυξάνεται τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας αναδεικνύοντας την ανάγκη παραγωγής γεωργικών προϊόντων πιο ασφαλή προς τον καταναλωτή και προς το περιβάλλον.



Εικόνα 1. Συμμετοχή (%) των χωρών της Ε.Ε. στη μετατροπή καλλιεργούμενων εκτάσεων από συμβατικές σε βιολογικές καλλιέργειες (http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/3/3c/Share_of_total_organic_area_fully_converted_and_under_conversion%29%2C_EU-28%2C_2015_%28%25_of_total_EU-28%29_new.png)

1.2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ

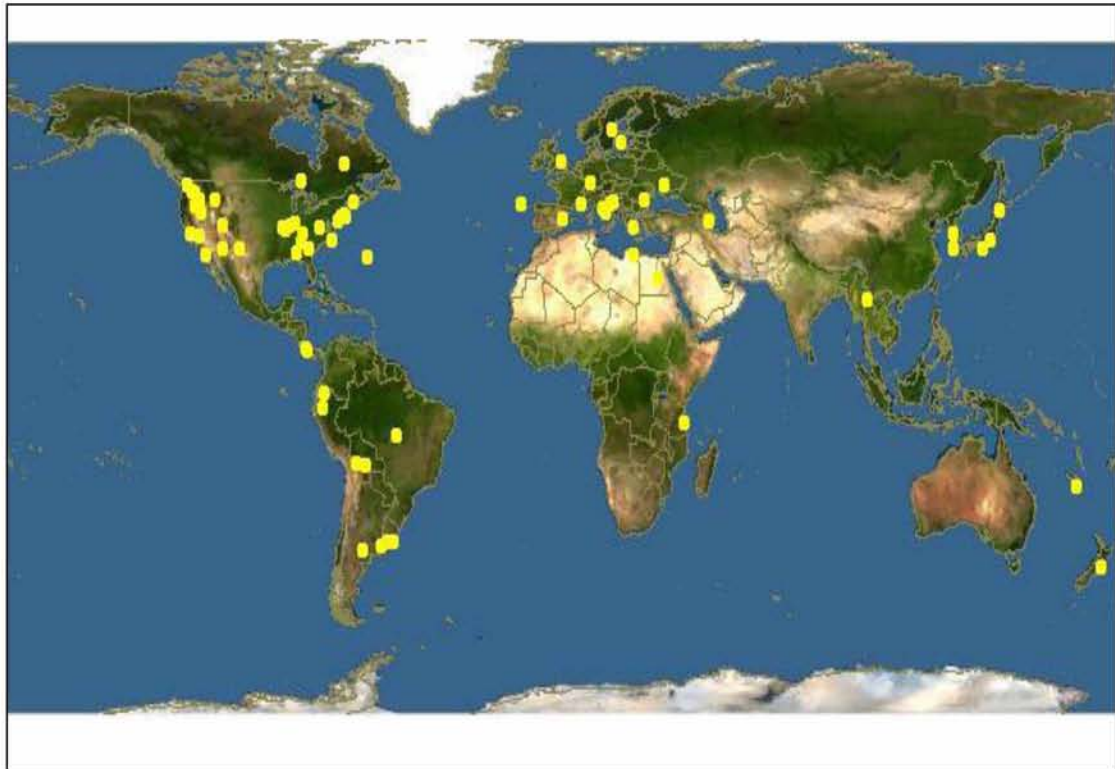
Το φασκόμηλο είναι ένα φυτό που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στην φαρμακοβιομηχανία, που σημαίνει ότι πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας και

ασφαλές. Αυτές οι προδιαγραφές μπορούν να καλυφθούν μέσω της καλλιέργειάς του με βιολογικούς τρόπους. Εξάλλου, έχει βρεθεί ότι η βιολογική καλλιέργεια του φασκόμηλου παρέχει υψηλή ποιότητα σε τελικό προϊόν και αυξάνει τη φυτική βιοποικιλότητα (Seidler–Lozykowska et al., 2009). Επιπλέον, η βιολογική καλλιέργεια του φασκόμηλου αυξάνει τη γονιμότητα του εδάφους, που είναι ένας από τους κύριους στόχους της βιολογικής γεωργίας και βελτιώνει τη διαθεσιμότητα του φωσφόρου και του καλίου (Lungu et al., 2012). Το φασκόμηλο επειδή χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στην φαρμακοβιομηχανία χρειάζεται να είναι απαλλαγμένο από επικίνδυνες χημικές ουσίες για ανθρώπινη χρήση. Αυτή η προδιαγραφή εξασφαλίζεται μέσω της καλλιέργειας του φυτού με βιολογικούς τρόπους όπου η χρήση χημικών ουσιών απαγορεύεται.

1.3. ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ

1.3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Η ετοιμολογία του γένους *Salvia* προέρχεται από τη λατινική λέξη *salvus* που στα ελληνικά αποδίδεται ως κάτι που σε σώζει και σχετίζονταν με τις θεραπευτικές ιδιότητες που έχει το φυτό. Το φασκόμηλο είναι ένα φαρμακευτικό φυτό γνωστό από την αρχαιότητα, το οποίο αναφερόταν από τον Ιπποκράτη (5^ο αιώνα π.Χ.), τον Θεόφραστο (4^ο αιώνα π.Χ.) και το Διοσκουρίδη (1^ο αιώνα π.Χ.). Πρόκειται για ένα βότανο το οποίο θεωρείται ότι μπορεί να διώξει το κακό και από την αρχαιότητα πιστευόταν ότι μπορεί να είναι αποτελεσματικό ενάντια σε δάγκωμα φιδιού. Είδη στην αρχαία Αίγυπτο χρησιμοποιούνταν με σκοπό να αυξήσουν την γονιμότητα των γυναικών. Στη χώρα μας το φασκόμηλο προήλθε και εξαπλώθηκε από τους Ρωμαίους, οι οποίοι το είχαν μεταφέρει από την αρχαία Αίγυπτο (Dweck, 2000). Στην Εικόνα 2 φαίνεται ότι είναι ένα φυτό που συναντάται κυρίως στην Ευρώπη και στην Αμερική. Βρίσκεται σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρώπης εκτός της Ρωσίας. Το κοινό φασκόμηλο (*Salvia officinalis* L.) καλλιεργείται κυρίως στην βαλκανική χερσόνησο, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και σε περιοχές της Μεσογείου.



Εικόνα 2. Η παγκόσμια κατανομή της ανάπτυξης του αρωματικού φυτού *Salvia officinalis* L. (Πηγή: http://eol.org/data_objects/21429595).

1.3.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το φασκόμηλο (*Salvia officinalis* L.) ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae, η οποία αποτελείται από 240 γένη και πάνω από 7000 είδη φυτών. Η οικογένεια αυτή ανήκει στην υποοικογένεια Nepetoideae που ανήκει στην τάξη Lamiales, υποκλάση Asteridae, η οποία συμπεριλαμβάνεται στη μεγάλη κλάση των Magnoliopsidae. Το γένος είναι *Salvia* και αποτελείται από περισσότερα από 900 είδη, κατατάσσοντάς το στην πρώτη θέση με το πολυπληθέστερο είδος στην οικογένεια Lamiaceae (Grdisa et al., 2015; Σαρλής, 1991; Hedge, 1992).

1.3.2.1. ΤΟ ΓΕΝΟΣ *SALVIA* ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

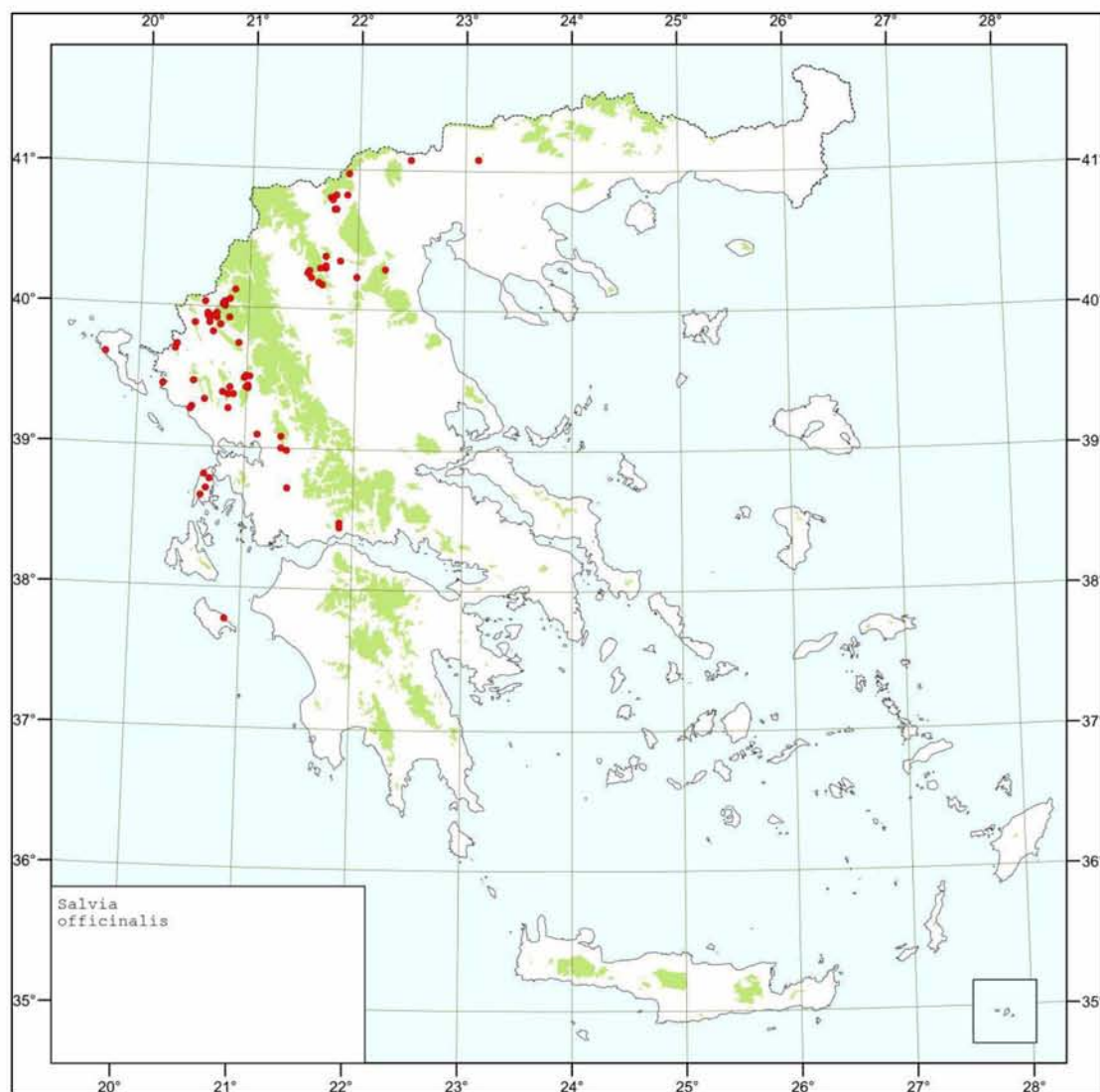
Όσον αφορά στην ελληνική χλωρίδα, περιλαμβάνει 23 taxa του γένους *Salvia*, από τα οποία τα πέντε έχουν ένα περιορισμένο εύρος και μπορούν να ευδοκιμήσουν αποκλειστικά στην Ελλάδα. Ένας μικρός αριθμός (3 taxa) συναντάται στα Βαλκάνια και ένας ακόμα πιο μικρός αριθμός (2 taxa) ευδοκιμεί μόνο στην

μεσογειακή περιοχή. Τα περισσότερα (13 taxa) έχουν διαδοθεί στην Αφρική, στην Ευρώπη και στην Ασία, όπου από εκεί μεταφέρθηκαν και εγκλιματίστηκαν τόσο στην Αμερική όσο και στην Αυστραλία (Greuter et al., 1986). Παρά τον σχετικά μεγάλο αριθμό σε taxa, εμπορικά αναγνωρίζονται μόνο τα είδη που παράγουν αιθέριο έλαιο πλούσιο σε 1,8 κινεόλη, α-β-thujone και καμφορά. Τα είδη, λοιπόν, που πληρούν αυτές τις προδιαγραφές είναι τρία: το *Salvia officinalis* L., το *Salvia pomifera* L. και το *Salvia fruticose* Miller (Hanlidou et al., 1998). Το είδος *S. fruticosa* είναι ένα ενδημικό είδος που συναντάται στην Ανατολική πλευρά της Μεσογείου και μπορεί επίσης να βρεθεί ως αυτοφυές σε περιοχές της Ισπανίας, της Πορτογαλίας καθώς και στη Μάλτα. Στην Ελλάδα είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο άγριο είδος του γένους *Salvia* και το βρίσκουμε σε παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας, σε περιοχές του Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους σε υψόμετρο κάτω των 1000 μέτρων. Το *Salvia officinalis* L. στην Ελλάδα το συναντάμε μόνο στην ηπειρωτική περιοχή και σε υψόμετρο από 610 μέτρα περίπου έως 1000 μέτρα, ενώ έχει βρεθεί και στην Ζάκυνθο, σε περιοχές της περιφέρειας Μακεδονίας και της Στερεάς Ελλάδας (Εικόνα 3). Το γένος *Salvia pomifera* L. το βρίσκουμε σε τμήματα της νοτιοανατολικής ηπειρωτικής χώρας καθώς και σε νησιά του Αιγαίου πελάγους σε υψόμετρο κάτω από 1350 μέτρων (Karousou et al., 2000).

1.3.2.2. *Salvia officinalis* L.

Από οικονομικής άποψης, από τα παραπάνω τρία είδη το *S. officinalis* είναι το πιο σημαντικό και αυτό το οποίο καλλιεργείται σε μεγαλύτερη κλίμακα (Putievsky et al., 1990). Είναι ιθαγενές φυτό, το οποίο αναπτύσσεται στη δυτική πλευρά των Βαλκανίων (Αλβανία, Ελλάδα, βόρεια Ιταλία, και ΠΓΔΜ) (Greuten et al., 1986). Καλλιεργείται είτε ως βότανο είτε ως καλλωπιστικό φυτό. Στην Ελλάδα, ευδοκίμει αποκλειστικά στην βορειοδυτική Ελλάδα σε υψόμετρο μεταξύ 600 και 900 μέτρων. Σύμφωνα με τον οργανισμό Global Biodiversity Information Facility (GBIF) και τον οργανισμό Flora Hellenica το *Salvia officinalis* L. έχει καταγραφεί σε περιοχές της Μακεδονίας (Θεσσαλονίκη, Χαλκιδική, Κοζάνη, Φλώρινα), σε περιοχές της Ηπείρου (Θεσπρωτία, Ιωάννινα), στην Αιτωλοακαρνανία (βουνό Βάλτου) και στην Ζάκυνθο (Εικόνα 3). Πρόκειται για πολυετή ξυλώδη θάμνο, ο οποίος σήμερα καλλιεργείται σε πολλές χώρες, κυρίως για τα φύλλα του που αποξηραίνονται και χρησιμοποιούνται

ως πρώτη ύλη στις ιατρικές επιστήμες και στις βιομηχανίες αρωματοποίησης (Santos – Gomes et al., 2002). Περιέχει αιθέριο έλαιο σε ποσοστό 0,9 έως 5,5 % και η διακύμανση αυτή εξαρτάται από εποχικούς και γεωγραφικούς παράγοντες φτάνοντας σε πολύ υψηλά ποσοστά το καλοκαίρι και σε πολύ χαμηλά επίπεδα το χειμώνα (Kokkini et al., 1989).



Εικόνα 3. Χάρτης της Ελλάδας ο οποίος απεικονίζει με κόκκινες κηλίδες την κατανομή του φασκόμηλου (*Salvia officinalis* L.) εντός των φυτογεωγραφικών περιοχών της Ελλάδας (Πηγή: Arne Strid και Panayotis Dimopoulos, Flora Hellenica database, προσωπική επικοινωνία).

1.3.2.3. Ποικιλίες *Salvia officinalis* L.

Οι ποικιλίες του φασκόμηλου ταξινομούνται με βάση την προέλευση τους και βιβλιογραφικά αναγνωρίζονται σπόροι από τρεις ποικιλίες, που προέρχονται από την Δαλματία (Lawrence, 1985), από την Αγγλία και την Ολλανδία (Basker and Putievsky, 1978). Μερικές από τις πιο γνωστές ποικιλίες είναι η Regula που είναι μια

υβριδική ποικιλία ύψους 50 cm με μπλε άνθη, μεσαία φύλλα και περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 2 ml ανά 100 g ξηρής δρόγης. Επιπλέον, γνωστές ποικιλίες είναι η Extrakta και η Bona, με την πρώτη να είναι μεγάλου ύψους, ιώδη άνθη και περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 1,5 ml ανά 100g ξηρής δρόγης. Η ποικιλία Bona είναι ένα φυτό μεσαίου μεγέθους, με άνθη ιώδη, πλατιά φύλλα και περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 1,4 ml ανά 100g ξηρής δρόγης. (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015).

1.3.3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Πρόκειται για ένα μικρό έντονα αρωματικό, πολυετές θάμνο με ξυλώδη βλαστό διακλαδισμένος στη βάση του, που μπορεί να φτάσει σε ύψος 0,16 m έως 1m. Τα φύλλα του έχουν διαστάσεις που κυμαίνονται από 30-120 mm (μήκος) και 16-50 mm (πλάτος), είναι επιμήκη ωοειδή, μπορεί να έχουν οδόντωση ελαφριά ή έντονη και στην κάτω επιφάνεια τους περιέχουν πολλά τριχίδια (Ιατρού κ.ά., 2014). Οι Volta et al., (2000) έδειξαν ότι η παραγωγή αιθέριου ελαίου συνδέεται με την παρουσία τεσσάρων διαφορετικών τύπων εξειδικευμένων αδενικών τριχωμάτων που βρίσκονται στα φύλλα του φυτού όπως προκύπτει από μορφολογικές μελέτες. Τα άνθη του μπορεί να είναι μπλε, άσπρα ή ροζ, λογχοειδή που εκφύονται κατά σπονδύλους σε πυκνό στάχυ που περιέχουν 3 έως 6 σε αριθμό ανθίδια. Ο κάλυκας έχει διαστάσεις 5 έως 9 mm και η στεφάνη κυμαίνεται περίπου από 12-18 mm (Ιατρού κ.ά., 2014). Οι καρποί του φυτού δίνουν 4 σπόρους μαύρου χρώματος και κατά τους Κατσιώτη και Χατζοπούλου (2015) αναφέρεται ότι το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 6 έως 8 γραμμάρια.

1.3.4. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Το φασκόμηλο είναι ένα φυτό το οποίο έχει ανάγκες από μακράς περιόδου υψηλής ηλιοφάνειας για την παραγωγή υψηλής βιομάζας και αιθέριου ελαίου. Πιο συγκεκριμένα, έχει βρεθεί σε πείραμα θερμοκηπίου ότι το ύψος του φυτού, η χλωροφύλλη και τα καροτενοειδή αυξήθηκαν καθώς μειώθηκε ο φυσικός φωτισμός κατά 50% ενώ ο αριθμός των φύλλων και κατ' επέκταση η ξηρή βιομάζα είχαν τη μέγιστη τιμή όταν επικρατούσε φυσικός φωτισμός (Zervoudakis et al., 2012). Αυτό

αποδεικνύει ότι το φασκόμηλο μπορεί να ρυθμίσει το μεταβολισμό του ανάλογα με τις συνθήκες ηλιακής ακτινοβολίας που επικρατούν και προσαρμόζεται ανάλογα. Ο σπόρος χρειάζεται περίπου 3 με 4 εβδομάδες ώστε να βλαστήσει. Πρόκειται για ένα φυτό το οποίο αναπτύσσεται αργά και η περίοδος άνθησης ξεκινάει την άνοιξη περίπου αρχές Απριλίου και ολοκληρώνεται στις αρχές του καλοκαιριού. Τέλος, ως ξηρικό φυτό δεν είναι απαιτητικό σε άρδευση και προτιμάει θερμά κλίματα. Το φυτό ανθίζει κατά το δεύτερο έτος της καλλιέργειας (Seidler-Lozykowska et al., 2015).

1.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

1.4.1. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Ο πολλαπλασιασμός του φασκόμηλου μπορεί να γίνει είτε με την χρήση σπόρων είτε με διαίρεση των φυτών ή με τη χρήση μοσχευμάτων. Η απευθείας σπορά στον αγρό είναι μια δύσκολη διαδικασία για τον παραγωγό και δεν προτιμάται ως μέθοδος πολλαπλασιασμού. Παρά ταύτα εάν επιλεγεί ως μέθοδος, η σπορά μπορεί να διενεργείται είτε την άνοιξη (Απρίλιο – Μάιο) είτε το φθινόπωρο (Σεπτέμβριο). Η περίοδος βλάστησης των σπόρων είναι περίπου ένας μήνας μετά την σπορά και ευνοείται από θερμοκρασίες εδάφους 15-20° C. Επειδή, λοιπόν, η απευθείας σπορά στο χωράφι δεν είναι τόσο αποτελεσματική, προτείνεται η σπορά να γίνεται σε σπορείο και στην συνέχεια μεταφύτευση των σπορόφυτων στο χωράφι. Το σπορείο γίνεται την άνοιξη ή στις αρχές του φθινοπώρου ενώ η μεταφύτευση στο χωράφι γίνεται όταν τα νεαρά φυτά φτάσουν σε ύψος τα 10 cm.

1.4.2. ΕΔΑΦΟΣ

Ως προς τις εδαφικές απαιτήσεις, συνίστανται αμμώδη εδάφη, διότι τα αργιλώδη εδάφη κατακρατούν υγρασία το χειμώνα κάτι το οποίο δεν είναι επιθυμητό για την καλλιέργεια. Για αυτό το λόγο, το έδαφος θα πρέπει να είναι καλά στραγγισμένο και η τιμή του pH να κυμαίνεται από 6 έως 6,5 (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). Όσον αφορά στο εδαφικό pH, οι Seidler-Lozykowska et al. (2015), υποστηρίζουν ότι η μέγιστη απόδοση (432 kg στρ.⁻¹) σε ξηρή δρόγη

αποκτήθηκε σε όξινο έδαφος με pH=5 συγκριτικά με ουδέτερο εδαφικό pH=6.9 που η παραγωγή σε ξηρή δρόγη ήταν υπό-διπλάσια (231 kg στρ.⁻¹).

1.4.3. ΦΥΤΕΥΣΗ

Η φύτευση του φασκόμηλου στον αγρό μπορεί να γίνει με τη χρήση πολλαπλασιαστικού υλικού που προέρχεται είτε από σπόρους του φυτού είτε από μοσχεύματα. Η απευθείας σπορά μπορεί να γίνει είτε το φθινόπωρο είτε την άνοιξη, με την προϋπόθεση ότι έχει περάσει ο κίνδυνος ανοιξιάτικου παγετού (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). Η πιο κατάλληλη θέση για την ανάπτυξη της καλλιέργειας είναι ζεστά μέρη στα οποία φυσάει δυνατός άνεμος και δεν κινδυνεύουν από παγετούς, καθώς το φυτό είναι ευαίσθητο στον παγετό και στους δυνατούς ανέμους (Seidler-Lozykowska et al., 2015).

1.4.4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Επειδή το φασκόμηλο είναι ένα φυτό το οποίο αναπτύσσεται αργά χρειάζεται λοιπόν κατά τις συγκεκριμένες περιόδους να διασφαλιστεί η καλή κατάσταση του φυτού. Με αυτή την έννοια, χρειάζεται να γίνεται έλεγχος του πληθυσμού των ζιζανίων ώστε να μην ανταγωνίζονται σε θρεπτικά και νερό το φυτό. Συνιστάται για το φασκόμηλο η καταπολέμηση των ζιζανίων σε βιολογική καλλιέργεια να πραγματοποιείται με βοτανίσματα μεταξύ των σειρών ή εδαφοκάλυψη με γαιωϋφασμα ή με οργανικά μέσα, εάν είναι διαθέσιμα. Πιο συγκεκριμένα, οι Satvatini et al. (2015), στο Ιράν εκτιμούν ότι η κρίσιμη περίοδος για την καταπολέμηση των ζιζανίων στο φασκόμηλο (*Salvia officinalis*) ξεκινάει 22, 25, 29 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυταρίων στον αγρό. Επιπλέον, κατά τους Vouzounis et al., (2003), μπορεί να πραγματοποιηθεί και χημική καταπολέμηση ζιζανίων σε συμβατική καλλιέργεια κυρίως με τις δραστικές ουσίες oxadiazon και oxyfluorfen με τη δεύτερη να δίνει καλύτερα αποτελέσματα στο φασκόμηλο. Από τις δύο αυτές δραστικές, μόνο το oxyfluorfen έχει έγκριση για τη χώρα μας, ενώ το oxadiazon δεν είναι στον κατάλογο των εγκεκριμένων από το Υπουργείο Γεωργικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ,18/11/2016). Οι ίδιοι ερευνητές υποστηρίζουν

ότι η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων βρέθηκε να έχει μια θετική επίδραση στην απόδοση της καλλιέργειας σε χλωρό προϊόν ενώ δεν φάνηκε να έχουν επίδραση στο αιθέριο έλαιο (Vouzounis et al., 2003). Δραστικές ουσίες οι οποίες προκαλούν τοξικότητα στην καλλιέργεια του φασκόμηλου είναι το linuron (Vouzounis, 1997). Χρειάζεται να σημειωθεί ότι στη βιολογική καλλιέργεια δεν επιτρέπεται η χρήση δραστικών ουσιών.

1.4.5. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΗΝΕΙΕΣ

Ο κύριος εχθρός που προσβάλλει το φασκόμηλο είναι ένα ημίπτερο (*Eupteryx melissae* C., Hemiptera: Cicadellidae) (Εικόνα 4) το οποίο εμφανίζεται από τα τέλη της άνοιξης μέχρι τα μέσα φθινοπώρου και ευνοείται από τις θερμές κλιματολογικές συνθήκες αναπτύσσοντας πολλές γενιές ανά έτος (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015; https://www.britishbugs.org.uk/homoptera/Cicadellidae/Eupteryx_melissae.html , 25/03/2017). Όταν, όμως επικρατούν πιο υγρές συνθήκες, τότε κύριο πρόβλημα αποτελεί το ωίδιο (*Oidium salviae*) (Εικόνα 5). Κύριες ασθένειες εδάφους που προσβάλλουν γενικά τα φυτά και ειδικότερα το φασκόμηλο είναι το *Pythium sp.* και *Phytophora cryptogea*. Και οι δύο μύκητες ευνοούνται από την εδαφική υγρασία η οποία υφίσταται σε εδάφη συμπιεσμένα και κορεσμένα με νερό (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015).



Εικόνα 4. Ενήλικο *Eupteryx melissae* σε φύλλα φασκόμηλου.
(https://www.britishbugs.org.uk/homoptera/Cicadellidae/Cicadellidae_images/Eupteryx_melissae_2.jpg)



Εικόνα 5. Συμπτώματα οιδίου (*Oidium salvia*) σε φύλλα και σε μίσχους φύλλων φασκόμηλου. (<http://1.bp.blogspot.com/ggWTuHoz5Wc/TeCFyolgmoI/AAAAAAAAIYk/fdcuA6nJTso/s1600/Sage+Purple17.JPG>)

1.4.6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

Ως πολυετές φυτό, προτείνεται τον πρώτο χρόνο ο οποίος θεωρείται έτος εγκατάστασης και εγκλιματισμού του φυτού, να πραγματοποιείται μια συγκομιδή κατά τα τέλη του καλοκαιριού. Στο δεύτερο έτος που εκτιμάται ότι έχει προσαρμοστεί το φυτό, μπορεί να γίνουν δυο συγκομιδές, μια στις αρχές του καλοκαιριού και μια στις αρχές φθινοπώρου (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). Σχετικά με τις αποδόσεις του φυτού, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την δυνατότητα άρδευσης της καλλιέργειας, από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής και τέλος από τη λίπανση με θρεπτικά στοιχεία. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, οι αποδόσεις του φυτού κατά το πρώτο έτος εγκατάστασης μπορεί να φτάσουν τα 200 kg ξηρής δρόγης ανά στρέμμα και κατά το δεύτερο έτος τα 370 kg ξηρής δρόγης. Επιπλέον, σχετικά με τις αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο υπολογίζονται να είναι περίπου 7 kg αιθέριου ελαίου ανά στρέμμα με την προϋπόθεση ότι έχουν εγκατασταθεί επιλεγμένες ποικιλίες. Το φασκόμηλο αποδίδει σε αιθέριο έλαιο κυρίως από το δεύτερο έτος εγκατάστασης (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015).

1.4.7. ΞΗΡΑΝΣΗ

Αρχικά, η ξήρανση στοχεύει στη μείωση της περιεχόμενης υγρασίας και στην καταστολή συνθηκών ανάπτυξης επιβλαβών μικροοργανισμών πριν την διάθεση τους στον τελικό καταναλωτή (Ακριτίδης, 1993). Ειδικότερα, όσον αφορά στα ΑΦΦ, η ξήρανση έχει ως στόχο την παραλαβή ενός προϊόντος υψηλής ποιότητας, το οποίο διατηρεί το άρωμα, τα οργανοληπτικά του συστατικά και τις δραστικές του ουσίες μετά την ξήρανση. Για αυτό το σκοπό λοιπόν, χρειάζεται η εμπεριεχόμενη υγρασία στα φυτικά μέρη να μειωθεί, ώστε να κυμαίνεται μεταξύ 5-13%, και για το φασκόμηλο η υγρασία πρέπει να φτάσει στο 10% (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015). Έχει βρεθεί ότι στο φασκόμηλο η μέθοδος ξήρανσης επηρεάζει την απόδοση τόσο σε ξηρή βιομάζα όσο και σε αιθέριο έλαιο. Πιο συγκεκριμένα, η ξήρανση στους 40°C βρέθηκε να αποδίδει ικανοποιητικά σε ξηρή βιομάζα, ενώ η ξήρανση σε συνθήκες δωματίου ενδείκνυται περισσότερο για παραγωγή αιθέριου ελαίου (Kandi et al., 2016).

1.5. ΛΙΠΑΝΣΗ

Τα φυτά προσλαμβάνουν ανόργανα ιόντα (άζωτο, φώσφορος, κάλιο κ.α.) από το έδαφος κυρίως μέσω των ριζών και στη συνέχεια μεταφέρονται στα διάφορα μέρη του φυτού και χρησιμοποιούνται σε σημαντικές βιολογικές λειτουργίες. Ο άνθρωπος θέλοντας να πετύχει τη μέγιστη αύξηση των καλλιεργούμενων φυτών, παρέχει τα σημαντικότερα θρεπτικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορο, κάλιο) μέσω της λίπανσης. Εξάλλου, οι πρώτες έρευνες που διενεργήθηκαν για να εξετάσουν τη σχέση λίπανσης και απόδοσης απέδειξαν ότι οι αποδόσεις των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών αυξάνονται γραμμικά σχετικά με την ποσότητα λιπάσματος που απορροφούν (Loomis and Conner, 1992). Όπως λοιπόν και με όλα τα καλλιεργούμενα φυτά έτσι και με τα αρωματικά φυτά χρειάζεται λίπανση προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση σε βιομάζα. Πιο συγκεκριμένα όσο αφορά στην καλλιέργεια φασκόμηλου, αυτή υποβοηθείται με την προσθήκη αζώτου, όπου αυξάνεται η παραγωγή βιομάζας καθώς επίσης επιταχύνεται και η διάρκεια του κύκλου καλλιέργειας (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2015).

1.5.1. ΑΖΩΤΟΥΧΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗ (N)

Το άζωτο είναι το στοιχείο που χρειάζονται στις μεγαλύτερες ποσότητες τα φυτά καθώς λειτουργεί ως συστατικό πολλών ενώσεων στο φυτικό κύτταρο (αμινοξέα, πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα). Η συμβατική καλλιέργεια φασκόμηλου αποδίδει σχεδόν τη διπλάσια ξηρή βιομάζα συγκριτικά με τη βιολογική καλλιέργεια. Πιο συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι η βιολογική καλλιέργεια φασκόμηλου ήταν 231 κιλά ξηρής δρόγης ανά στρέμμα έναντι συμβατικής καλλιέργειας που ήταν 431 κιλά ξηρής δρόγης ανά στρέμμα (Seidler-Lozykowska et al., 2015). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι ο εμβολιασμός των ριζών με μυκόρριζα επηρέασε θετικά την απόδοση του φασκόμηλου σε αιθέριο έλαιο. Κατά τους ίδιους ερευνητές, ο διαφυλλικός ψεκασμός με σύνθετο λίπασμα (20-20-20) υπό ελεγχόμενες συνθήκες συνδυαστικά με εμβολιασμό με μυκόρριζα ή μόνο του προκάλεσε μια αύξηση του αποξηραμένου βλαστού και της ρίζας και αύξησε τα επίπεδα του ασκορβικού οξέος που είναι ένα φυσικό αντιοξειδωτικό του φυτού (Geneva et al., 2010). Επιπλέον, η αζωτούχος λίπανση επιδρά και στην σύνθεση του αιθέριου ελαίου, αφού αυξάνοντας τα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης αυξάνεται και το ποσοστό της β-pinene (Rioba et al., 2015).

1.5.2. ΦΩΣΦΟΡΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ (P)

Σε γενικές γραμμές το στοιχείο του φωσφόρου απαιτείται σε μεγάλες συγκεντρώσεις για τη βιοσύνθεση τόσο των πρωτογενών όσο και των δευτερογενών μεταβολιτών (Marschner, 2002) και αποτελεί το κύριο στοιχείο σε πάνω από 300 ένζυμα (Fox and Guerimot, 1998). Πιο συγκεκριμένα, για το φασκόμηλο αυτό το οποίο έχει βρεθεί είναι ότι αυξάνει την παραγωγή βιομάζας, το ποσοστό των φαινολικών και του ροσμαρικού οξέος που είναι δευτερογενείς μεταβολίτες και σχετίζονται με την αντιοξειδωτική δράση του φασκόμηλου (Nell et al., 2009). Κατά τους Rioba et al., (2015), τα επίπεδα της φωσφορικής λίπανσης δεν επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση επί τοις εκατό σε αιθέριο έλαιο.

1.6. ΑΡΔΕΥΣΗ

1.6.1. ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΦΥΤΑ

Το νερό είναι το βασικό συστατικό στην λειτουργία και στην ανάπτυξη των φυτών και η άρδευση των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι η πιο σημαντική καλλιεργητική ενέργεια που καθορίζει την αγροτική παραγωγή. Αν και το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού εξατμίζεται από την επιφάνεια των φύλλων μέσω της διαπνοής, είναι απαραίτητο για τα φυτά για να επιτελέσουν τη φωτοσύνθεση. (Τσέκου και Ηλία, 2006). Οι ανάγκες που έχουν οι καλλιέργειες σε νερό προσδιορίζονται με βάση την πραγματική εξατμισοδιαπνοή δηλαδή του νερού που απομακρύνεται από το χωράφι με τις διαδικασίες της εξάτμισης από το έδαφος και της διαπνοής από τα στομάτια των φύλλων (Τερζίδη και Παπαζαφειρίου, 1997). Σε γενικές γραμμές η άρδευση μιας καλλιέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί κυρίως με δύο τρόπους, είτε με αυλάκια είτε με σταγόνες.

1.6.2. ΑΡΔΕΥΣΗ

Η μέθοδος με σταγόνες θεωρείται πιο αποτελεσματική επειδή ο βαθμός απόδοσης φτάνει στο 90%, η εξοικονόμηση νερού είναι κατά 25% μεγαλύτερη συγκριτικά με τον καταιονισμό, μπορεί να ρυθμιστεί η παροχή χωρίς τα φυτά να υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση, περιορίζεται σημαντικά η εξάτμιση του εδάφους αφού η εφαρμογή του νερού γίνεται τοπικά στο έδαφος. Πρακτικά, μια μονάδα άρδευσης με σταγόνες αποτελείται από μια κεφαλή που αποτελεί την μονάδα ελέγχου του νερού και συνδέεται με την υδροληψία, από το δίκτυο μεταφοράς που αποτελείται από κύριους και δευτερεύοντες αγωγούς, ένα δίκτυο εφαρμογής και τους σταλακτήρες. Οι κύριοι αγωγοί μεταφέρουν το νερό από την πηγή στους δευτερεύοντες όπου από εκεί μεταφέρεται μέσω του δικτύου εφαρμογής που αποτελείται από αγωγούς μικρής εξωτερικής διαμέτρου (12-32 mm) στους σταλακτήρες οι οποίοι διοχετεύουν το νερό με τη μορφή σταγόνων στο έδαφος (Σακελλαρίου- Μακραντωνάκη, 2004).

1.6.3. Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΤΟ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ

Σχετικά με το φασκόμηλο, όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι ένα ξηρικό φυτό, το οποίο χάρις σε αυτή την ιδιότητά του δεν έχει πολύ ανάγκη σε νερό. Παρόλα αυτά, οι Κατσιώτης και Χατζοπούλου (2015), προτείνουν να πραγματοποιούνται 5 με 9 αρδεύσεις κατά την καλλιεργητική περίοδο. Η άρδευση αποτελεί ένα από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών και φαίνεται ότι η υδατική καταπόνηση αποτελεί τον πιο σημαντικό αβιοτικό παράγοντα που συμβάλει στη μείωση της παραγωγής. Επιπλέον, φαίνεται ότι η υδατική καταπόνηση προκαλεί αλλαγές τόσο στη σύνθεση του αιθέριου ελαίου όσο και στην απόδοση στα αρωματικά (Bettaied et al., 2009; Govahi et al., 2015). Στην ίδια εκδοχή οδηγήθηκαν και οι Corell et al (2012) που έδειξαν ότι στην Ισπανία, η παραγωγή ξηρής δρόγης φασκόμηλου καθώς και η απόδοσή του σε αιθέριο έλαιο αυξήθηκε με την εφαρμογή άρδευσης. Η μεγαλύτερη αύξηση τόσο σε παραγωγή ξηράς ουσίας ανά στρ. όσο και στην απόδοση αιθέριου ελαίου ανά στρ. παρατηρήθηκε όταν εφαρμόστηκε άρδευση, η οποία ισούταν με το 100% της εξατμισοδιαπνοής. Τέλος, απέδειξαν ότι η παραγωγή του φασκόμηλου περιορίζεται από τη διαθεσιμότητα του νερού. Επιπλέον, όσον αφορά στην ανάπτυξη και την παραγωγή ξηρής δρόγης αποδεικνύεται ότι μειώνεται μετά από υδατική καταπόνηση που δέχονται τα φυτά, ενώ η περιεκτικότητα και η απόδοση σε αιθέριο έλαιο αυξάνεται μετά από μια ήπια υδατική καταπόνηση (Govahi et al. 2015). Από την άλλη, σε πείραμα το οποίο διεξήχθη στην Κένυα, οι Rioba et al. (2015), δεν βρήκαν σημαντική διαφορά στην περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου μεταξύ των διάφορων μεταχειρίσεων που αφορούσαν τις συχνότητες άρδευσης. Εκτός από τα αναφερθέντα, η άρδευση επηρεάζει και τη βιοσύνθεση δευτερογενών ουσιών που παρουσιάζουν φαρμακευτικό ενδιαφέρον. Πιο συγκεκριμένα η έλλειψη νερού ίση με το 50% της εξατμισοδιαπνοής είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας σε φαινολικά (Battaieb et al, 2011). Φαίνεται, λοιπόν, ότι η άρδευση τόσο σε ποσότητα όσο και σε συχνότητα επηρεάζει τόσο την ξηρή δρόγη όσο και το αιθέριο έλαιο του φασκόμηλου, αναδεικνύοντας τη σημαντικότητα του συγκεκριμένου παράγοντα.

1.7. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Όσον αφορά στην πυκνότητα φύτευσης, δεν υπάρχει έρευνα που να έχει εξετάσει την κατάλληλη πυκνότητα φύτευσης του φασκόμηλου. Οι αποστάσεις φύτευσης σε πείραμα που διενεργήθηκε σε μεσογειακή χώρα (Ισπανία) ήταν 0,35 m επί της γραμμής και 0,75 m μεταξύ των γραμμών (Corell et al., 2012), ενώ σε ένα άλλο πείραμα, οι αποστάσεις φύτευσης επιλέχθηκαν να είναι 0,45 m (επί της γραμμής) x 0,45 m (μεταξύ των γραμμών) (Seidler – Lozykowska et al., 2015). Οι Kumat et al. (2013), βρήκαν ότι για μέγιστη απόδοση σε άνθη στην καλλωπιστική καλλιέργεια του φασκόμηλου (*Salvia sclarea* L.) τα φυτά πρέπει να φυτεύονται σε αποστάσεις 0,30 m επί της γραμμής και 0,30 m μεταξύ των γραμμών. Τέλος, οι κατάλληλες αποστάσεις φύτευσης που εφαρμόζονται σε μια καλλιέργεια επηρεάζουν την παραγωγή, ενώ ο συνδυασμός πυκνότητας φύτευσης και άρδευσης είναι καθοριστικής σημασίας για τη μέγιστη παραγωγικότητα του φυτού (Khazaie et al., 2008).

1.8. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ

Το φασκόμηλο αποτελείται από αιθέριο έλαιο (3%), παράγωγα οξέος (3,5%), φαινολικά διτερπένια, τριτερπένια, φλαβονοειδή (Bradley, 2006). Τα κύρια συστατικά τα οποία έχουν ενδιαφέρον από τις φαρμακοβιομηχανίες είναι τα μονοτερπένια (α- και β- thujone, 1,8 cineole), τα διτερπένια (carnosic acid), τριτερπένια (oleanoic και ursolic acids) και τα φαινολικά (rosmarinic acid) (Lawrence, 1998). Ως προς τα θρεπτικά συστατικά, έχει βρεθεί ότι τα φύλλα του φασκόμηλου να είναι πλούσια σε σίδηρο και ψευδάργυρο (Πίνακας 1) (EMA/HMPC/330383/2008). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία 10g ξηρών φύλλων φασκόμηλου διαλυμένα σε 250 mL ζεστό νερό (Zimna et al., 1984) είναι κάλιο (190 mg), μαγνήσιο (32mg), Νάτριο (Na) 1mg, ασβέστιο (Ca) 57mg, σίδηρο (Fe) 0.05mg μαγγάνιο (Mn) 0.6mg ψευδάργυρο (Zn) 0.16mg και χαλκό (Cu) 0.02mg (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Χημική σύσταση ξηρών φύλλων φασκόμηλου (*Salvia officinalis*).
(EMA/HMPC/330383/2008).

Στοιχείο	Συμβολισμός	Περιεκτικότητα
Κάλιο	K	15 g kg ⁻¹
Ασβέστιο	Ca	10 g kg ⁻¹
Μαγνήσιο	Mg	4.1 g kg ⁻¹
Σίδηρος	Fe	885 ppm
Νάτριο	Na	91 ppm
Μαγγάνιο	Mn	53 ppm
Χαλκό	Cu	7 ppm
Ψευδάργυρος	Zn	145 ppm

1.9.ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ

Το είδος *Salvia officinalis* L. εκτιμάται ότι έχει το μεγαλύτερο ποσοστό αιθέριου ελαίου σε σχέση με τα άλλα είδη φασκόμηλου (Bolta et al., 2000). Το αιθέριο έλαιο παράγεται από τα επιδερμικά μέρη του φυτού τα οποία βρίσκονται κυρίως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου του φασκόμηλου είναι τα μονοτερπένια (10-60% α-thujone, 4-35% β-thujone, 5-20% camphor και 1-15% 1,8-cineole) και σεσκιτερπένια (α-humulene, β-caryophyllene, viridiflorol) (Bradley, 2006). Το αιθέριο έλαιο του είδους *Salvia officinalis* κατά τους Lakusic et al., (2013) σε περιοχή της Σερβίας κυμαίνεται από 0,2-2,9 % με το μικρότερο ποσοστό να καταγράφεται το μήνα Ιούνιο και το μεγαλύτερο το μήνα Μάρτιο. Κατά τους ίδιους συγγραφείς ανιχνεύθηκαν 46 χημικές ουσίες στο αιθέριο έλαιο του φασκόμηλου. Τέλος, καταλήγουν στην έρευνά τους ότι η απόδοση και η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου εξαρτώνται κυρίως από τη φάση στην οποία βρίσκονται τα φύλλα, δηλαδή εάν πρόκειται για νεαρά ή πιο παλαιά φύλλα, καθώς επίσης και από την προέλευση των φυτών. Σε άλλη έρευνα, κατά τους Russo et al. (2013) βρέθηκε ότι οι περιβαλλοντικές και οι εδαφολογικές συνθήκες που επικρατούν επηρεάζουν την απόδοση σε αιθέριο έλαιο του φασκόμηλου. Επιπλέον, η απόδοση σε αιθέριο έλαιο του φασκόμηλου επηρεάζεται σημαντικά και από την φαινολογία του φυτού και πιο συγκεκριμένα στο βλαστικό στάδιο του φυτού το αιθέριο έλαιο έχει χαμηλές αποδόσεις (0,94%) ενώ αυξάνει κατά το στάδιο της ανθοφορίας (1,47%) και

μειώνεται κατά το στάδιο της καρποφορίας (1,09%) (Farhat et al., 2016). Επιπλέον, μια σημαντική έρευνα των Seidler-Lozykowska et al. (2015) αποδεικνύει ότι η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και η σύνθεση του δεν εξαρτάται ούτε από την τοποθεσία του φυτού ούτε από τις καλλιεργητικές πρακτικές. Στο ίδιο συμπέρασμα περίπου κατέληξαν και οι Rioba et al. (2015), οι οποίοι εφάρμοσαν διαφορετικές μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης, φωσφορικής λίπανσης και άρδευσης και δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου. Η περιεκτικότητα όμως του αιθέριου ελαίου καθώς επίσης και η σύνθεση επηρεάζεται από τα μέρη του φυτικού είδους και από την εποχή της συγκομιδής (Verma et al., 2015). Αρκετά από τα είδη *Salvia* που καλλιεργούνται χρησιμοποιούνται κατά τους Kamatou et al (2008), στην παραδοσιακή ιατρική προκειμένου να θεραπεύσουν από μικροβιακές μολύνσεις, κατά του καρκίνου, για την ελονοσία και για να απολυμάνουν το σπίτι μετά από κάποια αρρώστια ή ίωση. Σε σχετικά πρόσφατες μελέτες, οι Perry et al. (2005), έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο του φασκόμηλου μπορεί να βελτιώσει της ικανότητες μνήμης και φαίνεται να έχει κάποια θετική επίδραση στη θεραπεία της νόσου Αλτσχάιμερ.

1.10. ΧΡΗΣΕΙΣ

Το φασκόμηλο καλλιεργείται κυρίως για τα φύλλα του σαν καρύκευμα και χρησιμοποιείται για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Στα τρόφιμα χρησιμοποιείται για να προσδώσει άρωμα και γεύση με την βασική προϋπόθεση ότι η περιεκτικότητα σε α -thujone και β -thujone δεν υπερβαίνει τα 0,5 mg των δραστικών αυτών ανά kg τροφίμων. Επιπλέον, χρησιμοποιείται και ως φυσικό συντηρητικό σε επεξεργασμένα τρόφιμα και ποτά εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας που διαθέτει σε φαινόλες που εκφράζονται ως mg γαλλικού οξέος (gallic acid) ανά g χλωρού φυτικού βάρους (1.4 mg g⁻¹) (Zheng and Wang, 2001). Στην φαρμακοβιομηχανία χρησιμοποιείται με διάφορες φαρμακοτεχνικές μορφές εξαιτίας των ιδιοτήτων που διαθέτει ως αντισπασμωτικό, αντισηπτικό, στυπτικό και ανθιδρωτικό, σε διάφορες δόσεις. Στην φαρμακοβιομηχανία επιδιώκεται το αιθέριο έλαιο να μην είναι πλούσιο σε θουγιόνες οι οποίες καθιστούν τοξικό το αιθέριο και ακατάλληλο για φαρμακευτική χρήση. Εν αντιθέσει, όταν το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία τότε επιδιώκεται να είναι πλούσιο σε θουγιόνες.

1.11. ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ

Για την εμπορία του φασκόμηλου ως συσκευασμένο εμπορικό βότανο, πρέπει να πληρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές. Με αυτή την έννοια, το φασκόμηλο είναι ένα φυλλώδες αποξηραμένο αρωματικό φυτό με χαρακτηριστική γεύση και άρωμα όπου η περιεχόμενη υγρασία είναι κάτω από 12% και το αιθέριο έλαιο πάνω από 1,5%. Ως προς την σύσταση του δεν είναι αποδεκτές οι συνολικές αφλατοξίνες σε ποσοστό πάνω από 10 ppb ενώ τα βαρέα μέταλλα του μολύβδου, του αρσενικού, του χαλκού και του ψευδαργύρου χρειάζεται να είναι κάτω από 10 ppm, 5 ppm, 20 ppm 50 ppm, αντίστοιχα. Η αποθήκευση του γίνεται σε δροσερό, σκιερό και ξηρό περιβάλλον με θερμοκρασία κάτω από 27-30°C και σχετική υγρασία κάτω από 70%, με ημερομηνία λήξης του προϊόντος 36 μήνες από την ημερομηνία συσκευασίας. Ως προς τα συστατικά του πρέπει να περιέχει 99,5% και 0,5% ξένες ύλες, ενώ η προσβολή από έντομα- μύκητες και παράσιτα να είναι κάτω από 1%. (Πίνακας 2). Τέλος, μπορεί ως βότανο με τις αναφερόμενες προδιαγραφές να καταναλωθεί από άνδρες και γυναίκες εκτός από τα βρέφη (Πηγή:<http://bagatzounis.com/web/media/wysiwyg/dloads/herbs/faskomilo.pdf>, 23/07/2017).

Πίνακας 2. Προδιαγραφές ποιότητας (ελάχιστες τιμές) για την εμπορία του φασκόμηλου ως μπαχαρικό.

Χαρακτηριστικά	Επιτρεπτά Όρια	Επιτρεπτά Όρια
Φωτοχημικοί παράμετροι	Υγρασία	<12%
	Αιθέριο έλαιο	<12%
	Συνολικές αφλατοξίνες	<10 ppb
	Μόλυβδος (Mo)	< 10 ppm
	Αρσενικό (Ar)	<5ppm
	Χαλκός (Cu)	<20ppm
	Ψευδάργυρος (Zn)	<50ppm
Συστατικά	Φασκόμηλο	99,5 %
	Ξένες ύλες	0,5%
Αποθήκευση	Θερμοκρασία	27-30 °C
	Σχετική Υγρασία	<70%
Προσβολή	Μύκητες-έντομα-παράσιτα	<1%

ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να εξετάσει την επίδραση της άρδευσης, της πυκνότητας φύτευσης και της λίπανσης στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγή δρόγης σε βιολογική καλλιέργεια φασκόμηλου (*Salvia officinalis* L.) στην κεντρική Ελλάδα, κατά το πρώτο έτος ζωής του βιολογικού κύκλου της νέας αυτής καλλιέργειας, υπό βέλτιστες και μειωμένες εισροές σε σχέση με τις επικρατούσες εδαφο-κλιματικές συνθήκες. Οι παράμετροι που εξετάζονται αφορούν στο ύψος, τη χλωροφύλλη (CCI), το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI), το ειδικό βάρος των φύλλων καθώς και τη δρόγη. Ο προσδιορισμός του δυναμικού παραγωγής του φασκόμηλου ως νέα εναλλακτική καλλιέργεια μπορεί να αποτελέσει μια ενδιαφέρουσα περίπτωση με σημαντικά οφέλη για τον Έλληνα παραγωγό και τη γεωργική ανάπτυξη της χώρας.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

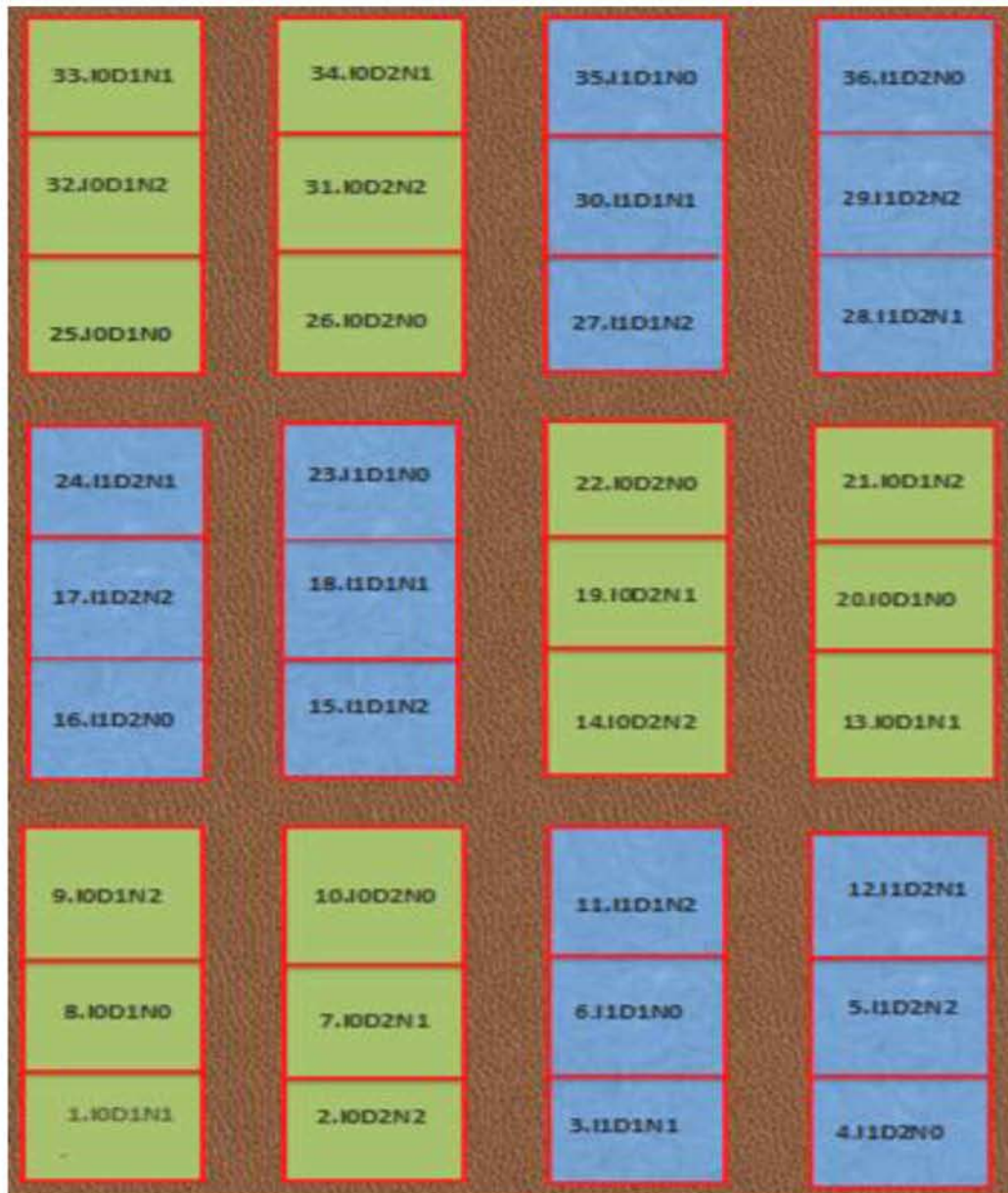
Το πειραματικό σχέδιο σχεδιάστηκε ως πλήρως τυχαιοποιημένο σε blocks εξετάζοντας τρεις παράγοντες (split-plot-plot). Ο κύριος παράγοντας είναι η άρδευση που εφαρμόστηκε σε δύο επίπεδα [0%(I0) και 100% (I1) της Εξατμισοδιαπνοής (ET₀)], ο υπό-παράγοντας είναι οι πυκνότητες φύτευσης σε δύο επίπεδα επί της γραμμής [D1:(20x50)cm, D2:(40x50)cm] και η λίπανση (υπό-υπό-παράγοντας) σε τρία επίπεδα (N0:0 kg στρ⁻¹, N4:4 kg στρ⁻¹, N8:8 kg στρ⁻¹). (Σχήμα 2). Πρόκειται δηλαδή για ένα πολυπαραγοντικό πείραμα με τρεις παράγοντες, δώδεκα μεταχειρίσεις σε τρεις επαναλήψεις.

2.2. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος το οποίο βρίσκεται στην περιοχή Βελεστίνου, Μαγνησίας (39ο Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, 22ο Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος). Η τοποθεσία βρίσκεται σε υψόμετρο 70m από την επιφάνεια της θάλασσας καλύπτοντας έκταση 150 στρ. Όσον αφορά το έδαφος της περιοχής, χαρακτηρίζεται ως αργιλοπηλοαμμώδες με αλκαλικό pH με μέτρια έως χαμηλή οργανική ουσία.

2.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε αγρό ο οποίος βρίσκονταν σε αγρανάπαυση για πέντε χρόνια με πολυπληθή αυτοφυή φυτικό πληθυσμό. Για το λόγο αυτό χρειάστηκε να γίνει μια καλή προετοιμασία του αγρού με καλλιεργητή και στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί φρεζάρισμα του αγρού με σκοπό τη δημιουργία κατάλληλων εδαφολογικών συνθηκών για την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Στην συνέχεια, στις αρχές Νοεμβρίου, ορθογωνίστηκε το πειραματικό χωράφι διαστάσεων 20 m (μήκος) και 11m (πλάτος). Η συνολική έκταση του αγρού ήταν 220 m², το κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 2m x 2m και για τη διευκόλυνση της μετακίνησης στον αγρό δημιουργήθηκαν διάδρομοι 1m μεταξύ και ανάμεσα από τις επαναλήψεις.



Σχήμα 2. Σχέδιο πειραματικού αγρού συνολικής έκτασης 220 m², αριθμημένα πειραματικά τεμάχια: 2m x 2m, διάδρομος 1m και blocks: 6m x 11m. Μεταχειρήσεις είναι η άρδευση: Ι0(ξηρικό) και Ι1 (100% της Εξατμισοδιαπνοής), η πυκνότητα φύτευσης: D1:(20x50)cm, D2: (40x50) cm και η αζωτούχος λίπανση: N0:0 kgστρ.⁻¹, N1: 4 kgστρ.⁻¹, N2: 8 kg στρ.⁻¹.

2.4.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας έγινε το φθινόπωρο (μέσα Νοεμβρίου) ως γραμμική καλλιέργεια. Το πολλαπλασιαστικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν σπορόφυτα. Τα σπορόφυτα τοποθετήθηκαν σε 10 cm βάθος στο έδαφος και επί της γραμμής εφαρμόστηκαν δύο αποστάσεις φύτευσης όπου στην πρώτη τα φυτά απέιχαν 20cm (D1) και στη δεύτερη 40cm (D2). Μεταξύ των γραμμών η απόσταση ήταν

σταθερή 50 cm σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν πέντε γραμμές και σε κάθε γραμμή είχαν τοποθετηθεί δέκα σπορόφυτα (D1) ή πέντε (D2). Μετά τη φύτευση, ακολούθησε άρδευση του αγρού για την εγκατάσταση της καλλιέργειας με τη μέθοδο του καταιονισμού.

2.5. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την εδαφολογική ανάλυση, λήφθηκε δείγμα χώματος με κατάλληλο εδαφολήπτη (Εικόνα 6), από τρία σημεία του προς ανάλυση πειραματικού αγρού. Το δείγμα εδάφους παραλήφθηκε από δύο βάθη, το πρώτο ήταν στα 30 cm από την επιφάνεια του εδάφους (β_1 : 0-30 cm) και το δεύτερο στα 60 cm (β_2 : 30-60 cm). Μετά τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές συσκευασίες και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για ανάλυση.



Εικόνα 6. Εδαφολήπτης στον πειραματικό αγρό

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι σε βάθος 0-30cm το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό με εδαφικό pH 7.7, πηλώδες με ποσοστό ιλύος 47% ,

πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο (12,5%), σε οργανική ουσία (2,5%), σε φώσφορο (42 mg P kg⁻¹ εδαφικού δείγματος) και σε κάλιο (1118 mg K kg⁻¹ εδαφικού δείγματος) (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Πλήρης (κοκκομετρική ανάλυση, pH, αγωγιμότητα, οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία) εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού σε δύο δείγματα εδάφους με βάθος 0-30cm και 30-60cm από την επιφάνεια του εδάφους.

Βάθος	Άμμος (%)	Άργι. (%)	Ιλύς (%)	pH	Αγωγ.	CaCO ₃ (%)	Ο. ΟΥ. (%)	P (mg/kg)	K ⁺ (mg/kg)	Ολικό N (%)
0-30εκ.	39	14	47	7.7	302	12.5	2.5	42	1118	0.08
30-60εκ.	42	12	46	7.7	378	13	2.1	35	1077	0.11

2.6. ΛΙΠΑΝΣΗ

Η λίπανση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση οργανικού λιπάσματος με περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο (N) 6%, σε οξείδια του καλίου (K₂O) 0.3% και υπεροξείδια του φωσφόρου (P₂O₅) 0.5%. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του λιπάσματος ήταν η υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία με ποσοστό 85%. Επιπλέον, για την κάλυψη των αναγκών σε φώσφορο χρησιμοποιήθηκε άλλο ένα οργανικό λίπασμα με περιεκτικότητα 30 kg P₂O₅ στρ.⁻¹ Το πρόγραμμα λίπανσης που σχεδιάστηκε για την καλλιέργεια ήταν το εξής:

- ❖ N0: 0-2-0 (N-P-K)
- ❖ N1: 4-2-0 (N-P-K)
- ❖ N2: 8-2-0 (N-P-K)

Βάσει της περιεκτικότητας των λιπασμάτων σε άζωτο και φώσφορο υπολογίστηκαν οι ποσότητες λιπάσματος που θα ενσωματώνονταν στον πειραματικό αγρό. Έτσι λοιπόν για να καλυφθούν 4 μονάδες σε αζωτούχο λίπανση χρειάστηκε να ενσωματωθούν 66.7 kg στρ.⁻¹ που αντιστοιχούν σε 267 g ανά πειραματικό τεμάχιο (plot) ενώ για 8 μονάδες αζώτου ενσωματώθηκαν 540 g plot⁻¹. Τέλος, για την κάλυψη

των αναγκών σε 2 μονάδες φωσφόρου με βάση το διαθέσιμο λίπασμα χρειάστηκε να ενσωματωθούν 70 g plot^{-1} .

2.7. ΑΡΔΕΥΣΗ

Η μέθοδος με την οποία πραγματοποιήθηκε η άρδευση ήταν η στάγδην άρδευση με τη χρήση πλαστικών σωλήνων οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε κάθε γραμμή του πειραματικού τεμαχίου. Οι σωλήνες διέθεταν οπές οι οποίες βρίσκονταν κοντά στο φυτό και από αυτές γινόταν η άρδευση του φυτού. Για να υπολογίσουμε την ποσότητα του νερού που προθέτονταν στην καλλιέργεια χρειάστηκε αρχικά να υπολογίσουμε την παροχή ανά οπή. Οπότε με τη χρήση ογκομετρικού σωλήνα και χρονόμετρου βρέθηκε ότι η παροχή ήταν 70 ml min^{-1} . Ο υπολογισμός της ποσότητας αρδευτικού νερού που παρέχονταν από το σύστημα άρδευσης πραγματοποιήθηκε με τον παρακάτω τρόπο:

1. Μετατροπή παροχής που βρέθηκε ανά οπή σε lh^{-1} :

$$70 \frac{\text{ml}}{\text{min}} \Rightarrow 4 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

2. Ο κάθε σωλήνας σε κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από 7 σταλάχτες και σε κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν πέντε σωλήνες συνολικά. Άρα:

$$7 \text{σταλάχτες} * 4 \frac{\text{l}}{\text{h}} * 5 \text{σωλήνες} \Rightarrow 140 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

3. Επειδή οι σωλήνες βρίσκονταν πάνω στην γραμμή που σημαίνει ότι στις ακριανές θέσεις του πειραματικού τεμαχίου, ποσότητα αρδευτικού νερού θα υπάρχει και έξω από το πειραματικό τεμάχιο. Για αυτό το λόγο, εκτιμήθηκε ότι η έκταση του κάθε πειραματικού τεμαχίου που αρδεύονταν είχε περίμετρο $4 * 2.25\text{m} = 9\text{m}$ και εμβαδόν $2.25 * 2.25\text{m} = 5\text{m}^2$. Άρα η παροχή ανά συνολική επιφάνεια πειραματικού αγρού βρέθηκε με την απλή μέθοδο των τριών:

$$\frac{((5\text{m}^2 * 18 \text{plots}) * 140 \frac{\text{l}}{\text{h}})}{5\text{m}^2} \Rightarrow \frac{12600 \frac{\text{l}}{\text{h}}}{5} \Rightarrow 2520 \frac{\text{l}}{\text{h}} \Rightarrow 2,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

4. Για να γίνει ο υπολογισμός σε χιλιοστά αρδευτικού νερού, αρκεί να υπολογιστεί η ποσότητα νερού που βρέθηκε ανά στρέμμα. Δηλ.

$$\frac{1000m^2 \times 2.5 \frac{m^3}{h}}{90m^2} \Rightarrow 27 \frac{m^3}{στρ.h} \Rightarrow 27 \frac{mm}{h}$$

Μετά τον υπολογισμό της ποσότητας του αρδευτικού νερού, τοποθετήθηκε εξατμισόμετρο για τον έμμεσο υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής. Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε ως εξατμισόμετρο ένα ατμόμετρο κοντά στην καλλιέργεια. Μέσω ατιομέτρου υπολογίζεται η απώλεια ύδατος από μια υγρή πορώδη επιφάνεια που στην περίπτωση αυτή ήταν ένα εκτεθειμένο στην ατμόσφαιρα φίλτρο σε μορφή δίσκου διαποτισμένο με νερό (Εικόνα 7). Εκτός από το ατμόμετρο, υπολογίζονταν σε ειδική συσκευή η ποσότητα του νερού προερχόμενου από τη βροχή, ώστε να αφαιρεθεί από την ένδειξη εξατμισοδιαπνοής του ατμόμετρου. Με αυτήν την έννοια, μετά το πέρας τριών ημερών, η καλλιέργεια αρδεύονταν και συνολικά η ποσότητα του αρδευόμενου νερού που έπεσε ήταν 346 mm. Οι αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος φαίνονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Πρόγραμμα άρδευσης με βάση τις ημερομηνίες άρδευσης, την διάρκεια άρδευσης σε ώρες (h) και λεπτά (min) , την ποσότητα νερού σε χιλιοστά (mm).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Διάρκεια άρδευσης (h, min)	Ποσότητες αρδευτικού νερού (mm)
07/04/2017	30 min	14mm
13/04/2017	1h 15min	34mm
28/04/2017	1h	27 mm
3/05/2017	1h	27 mm
4/05/2017	Πρώτη συγκομιδή	Πρώτη συγκομιδή
08/05/2017	1 h	27 mm
12/05/2017	1 h	27 mm
2/6/2017	1h	27mm
7/6/2017	30min	14mm
12/06/2017	Δεύτερη συγκομιδή	Δεύτερη Συγκομιδή
14/06/2017	30min	14 mm
26/06/2017	2h	54 mm
31/06/2017	1 h	27 mm
4/7/2017	2h	54 mm



Εικόνα 7: Ατμόμετρο που υπολογίζει τη εξατμισοδιαπνοή τοποθετημένο στο αγρό.

2.8. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Τα ζιζάνια άρχισαν να φύονται με την άνοδο της θερμοκρασίας περίπου στις αρχές της άνοιξης σε μικρό πληθυσμό αρχικά και στην συνέχεια σε πολύ μεγαλύτερη ένταση προκαλώντας προβλήματα στην αύξηση του φασκόμηλου. Πριν την αντιμετώπιση τους πραγματοποιήθηκε μια καταγραφή του ποσοστού που καταλάμβαναν στα πειραματικά τεμάχια και αναγνώριση τους (Πίνακας 5). Η παρουσία λοιπόν των ζιζανίων ήταν περίπου 15% σε κάθε αγροτικό τεμάχιο (30 ζιζάνια ανά m^2) και τα πιο κύρια ήταν η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*) και η βερόνικα (*Veronica persica*). Η παρουσία των ζιζανίων ήταν περίπου στο 30% της έκτασης σε κάθε πειραματικό τεμάχιο (30 ζιζάνια ανά m^2) και τα πιο κύρια ήταν η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*) και η βερόνικα (*Veronica persica*). Η αντιμετώπισή τους έγινε στις αρχές Μαρτίου όταν ήταν στο στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης. Η ζιζανιοκτονία

πραγματοποιήθηκε με ξεβοτάνισμα με τη χρήση σκαλιστικού και τα ζιζάνια αφήνονταν στην άκρη του πειραματικού αγρού ή στους διαδρόμους. Η αντιμετώπιση των χειμερινών ζιζανίων πραγματοποιήθηκε αρχές Μαρτίου, τέλη Μαρτίου και τέλη Απριλίου.

Πίνακας 5. Καταγραφή των χειμερινών ζιζανίων (κοινό όνομα – επιστημονικό όνομα) καθώς και τα ποσοστά που καταλάμβαναν στα πειραματικά τεμάχια.

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Ποσοστό εμφάνισης
Παπαρούνα	<i>Papaver rhoeas</i>	30%
Καπνόχορτο	<i>Fumaria officinalis</i>	20%
Βερόνικα	<i>Veronica persica</i>	20%
Καψέλα	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	10%
Μαργαρίτα	<i>Bellis perennis</i>	5%
Σινάπι	<i>Sinapis arvensis</i>	5%
Αγριοπαπαρούνα	<i>Glaucium flavum</i>	5%
Λάμιο	<i>Lamium sp</i>	2%
Μολόχα	<i>Malva sylvestris</i>	1%
Ήρα	<i>Lolium perenne</i>	1%
Αγριοβρώμη	<i>Avena fatua</i>	1%
Κολιτσίδα	<i>Arctium lappa</i>	1%

Μετά την καταπολέμηση των χειμερινών ζιζανίων, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των εαρινών ζιζανίων (Πίνακας 6). Από τα εαρινά ζιζάνια, κυρίαρχη θέση κατείχε ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*), η αγριάδα (*Cynodon dactylon*) και η λουβουδιά (*Chenopodium album* L). Η εμφάνιση των εαρινών ζιζανίων ήταν ιδιαίτερα αυξημένη στα αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια ενώ στο ξηρικό ήταν ελάχιστη. Η επέμβαση για την αντιμετώπιση των εαρινών ζιζανίων έγινε μέσα Μαΐου, τέλη Μαΐου, μέσα προς τέλη Ιουνίου και μέσα Ιουλίου.

Πίνακας 6: Καταγραφή ανοιξιότατων ζιζανίων (κοινό όνομα, επιστημονικό όνομα) και των ποσοστών που καταλαμβάνουν στο αρδευόμενο τμήμα του χωραφίου.

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Ποσοστό εμφάνισης
Βέλιουρας	<i>Sorghum halepense</i>	30%
Αγριάδα	<i>Cynodon dactylon</i>	20%
Λουβουδιά	<i>Chenopodium album L</i>	15%
Πολυκόμπι γραμμικό	<i>Polygonum vulgare L</i>	10%
Τριβόλι	<i>Tribulus terrestris</i>	5%
Βλήτο	<i>Amaranthus blitum</i>	5%
Ηλιοτρόπιο Ευρωπαϊκό	<i>Heliotropium europaeum</i>	2%
Περικοκλάδα	<i>Calystegia sepium</i>	2%
Στελάρια	<i>Stellaria media</i>	2%

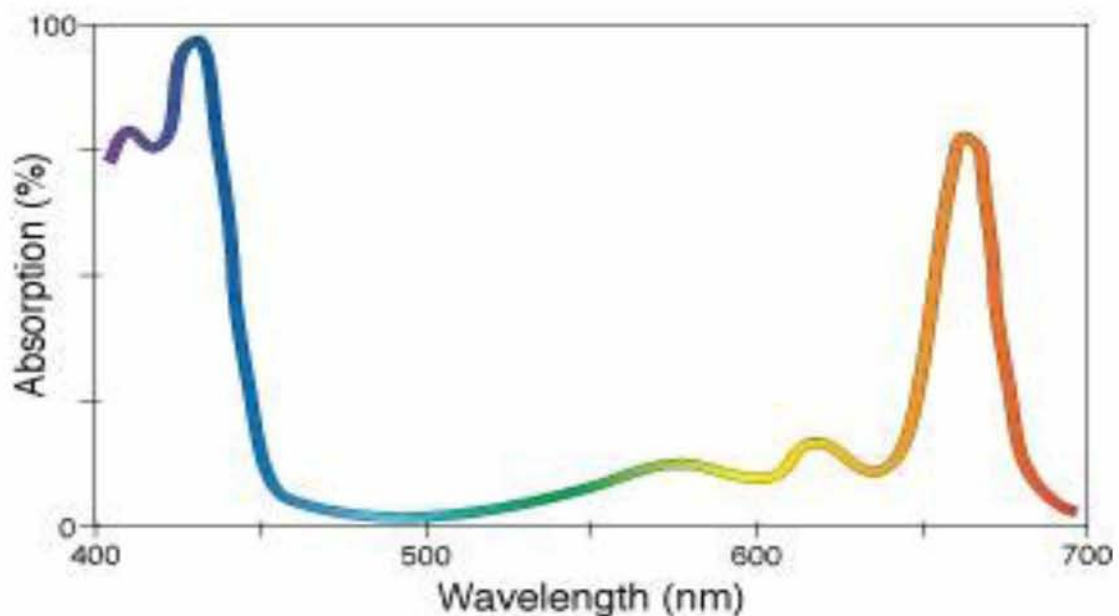
2.9. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΕΣ ΚΟΠΕΣ

Οι μετρήσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος αφορούσαν το δείκτη περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (CCI), το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI), το χλωρό βάρος - ξηρό βάρος (φύλλα, βλαστοί, ανθικά στελέχη), το ύψος και το ειδικό βάρος των φύλλων (SLW). Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο του αγροκτήματος το οποίο βρισκόταν κοντά στο πειραματικό αγρό. Η μέτρηση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με συσκευή μέτρησης της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (CCM-200 Chlorophyll Content Meter) (Εικόνα 8). Η λειτουργία της συσκευής στηρίζεται στην ιδιότητα της χλωροφύλλης να απορροφάται έντονα σε μήκη κύματος 460 nm (κυανό) και 670 nm (ερυθρό) του ορατού φάσματος φωτός (400-700 nm) (Εικόνα 9). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται δίοδος εκπομπής φωτός (LED) ώστε να εκπέμπεται φωτεινή ακτινοβολία με μήκος κύματος 670 nm και προκυμμένου να αντισταθμιστούν μηχανικές διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των φύλλων (π.χ. πάχος φύλλων) το μηχάνημα έχει ρυθμιστεί ώστε να εκπέμπεται και μια δεύτερη φωτεινή ακτινοβολία με μεγαλύτερο μήκος κύματος από το ορατό ώστε να μην επηρεάζεται η μέτρηση της χλωροφύλλης. Πρόκειται ουσιαστικά για μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την κατ' εκτίμηση περιεκτικότητας της χλωροφύλλης στον αγρό και όχι για τον ακριβή

υπολογισμό της χλωροφύλλης που μπορεί να υπολογιστεί εργαστηριακά (Πηγή: http://www.apogeeinstruments.com/content/CCM_webmanual.pdf)



Εικόνα 8. Μέτρηση χλωροφύλλης με την συσκευή Chlorophyll Content Measure (CCM-200) σε φύλλο φασκόμηλου σε συνθήκες αγρού. Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη φαίνεται από την τιμή CCI της οθόνης.



Εικόνα 9. Μήκη κύματος ορατού φάσματος φωτός συνάρτηση ποσοστού απορρόφησης χλωροφύλλης α. Τα χρώματα της γραμμής αντιπροσωπεύουν το φάσμα απορρόφησης των συγκεκριμένων χρωμάτων στα αντίστοιχα μήκη κύματος. (Source: https://www.giss.nasa.gov/research/features/201311_kiang/).

Η μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας γνωστός ως δείκτης LAI (Leaf Area Index) που ορίστηκε από τον Watson (1947) ως η συνολική επιφάνεια ενός φύλλου ως προς ως προς την επιφάνεια του εδάφους πραγματοποιήθηκε με συσκευή LI-3100C Area Meter. Από κάθε πειραματικό τεμάχιο επιλέγονταν αντιπροσωπευτικό δείγμα φυτού το οποίο κοβόταν με την χρήση χειροκίνητου κλαδευτηριού 5 εκ. πάνω από το έδαφος και τοποθετούνταν σε χάρτινη σακούλα. Στην συνέχεια το δείγμα μεταφερόταν στο εργαστήριο του αγροκτήματος και γινόταν διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα (έμμισχα φύλλα, βλαστοί και ταξιανθίες). Από τα διαχωρισθέντα τμήματα, λαμβάνονταν τα φύλλα τα οποία τοποθετούνταν σε κινούμενο διαφανή μίαντα και μετριόνταν η επιφάνεια τους από τη συσκευή σε cm^2 . Στην συνέχεια, βλαστοί και φύλλα τοποθετούνταν σε διαφορετική χαρτοσακούλα και τοποθετούνταν σε φούρνο αποξήρανσης για διάστημα οχτώ ημερών σε θερμοκρασία 45°C . Η μέτρηση του ύψους πραγματοποιούνταν με την χρήση μετροταινίας από την επιφάνεια του εδάφους ενώ το χλωρό και ξηρό βάρος καταγράφονταν με τη χρήση ηλεκτρονικής ζυγαριάς. Ο τρόπος δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε ως εξής: σε κάθε κοπή επιλέγονταν μια γραμμή (εκτός των ακριανών γραμμών) στην οποία κοβόταν τέσσερα φυτά επί της γραμμής οπότε στην περίπτωση των D1 αποστάσεων φύτευσης λαμβάνονταν δείγμα σε επιφάνεια εδάφους 0.4 m^2 ($0.8\text{m} \times 0.5\text{m}$) και στην περίπτωση των μεταχειρίσεων D2 0.8m^2 ($1.6\text{m} \times 0.5\text{m}$) αντίστοιχα. Το πιο αντιπροσωπευτικό από αυτά τα δείγματα φυτών επιλέγονταν για την μέτρηση του LAI. Στην συνέχεια μεταφέρονταν στο εργαστήριο, διαχωρίζονταν στα επιμέρους φυτικά μέρη (έμμισχα φύλλα, βλαστοί και βλαστοί αποτελούμενοι από άνθη) ζυγίζονταν και μεταφέρονταν σε φούρνο αποξήρανσης στους 45°C για διάστημα 8 ημερών. Η αποξήρανση γινόταν σε αυτές τις συνθήκες και για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα διότι σύμφωνα με τους Sellami et al. (2012), σε αυτές τις συνθήκες το φασκόμηλο διατηρεί το αιθέριο έλαιο του. Πραγματοποιήθηκαν τρεις κοπές ξεκινώντας από τις αρχές Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου και επειδή κατά τις τρεις κοπές δεν έγινε διαχωρισμός των φύλλων από τους μίσχους χρειάστηκε να γίνει δειγματοληψία φυτών ως προς τα τέλη Ιουλίου ώστε να υπολογιστεί ο λόγος που συνδέει τα ξηρά βάρη των μίσχων ως προς τα φύλλα. Το ποσοστό των μίσχων αφαιρέθηκε από το ξηρό βάρος των έμμισχων φύλλων που χρησιμοποιήθηκαν για την καταμέτρηση του LAI με σκοπό να υπολογιστεί το ειδικό βάρος των φύλλων (SLW) δηλαδή το ξηρό βάρος των φύλλων εκφρασμένη σε kg ως προς την επιφάνεια των φύλλων (m^2). Τέλος, επειδή παρατηρήθηκε ανθοφορία κατά την διάρκεια του

πειράματος, επιχειρήθηκε να καταγραφεί το ποσοστό άνθησης στις μεταχειρίσεις της άρδευσης ώστε να καταγραφεί η ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το ποσοστό άνθησης υπολογίστηκε ως εξής: καταγράφονταν ο αριθμός των φυτών στα οποία παρατηρούνταν έκπτυξη ανθέων τόσο στην Ι0 όσο και στην Ι1 μεταχείριση. Στην συνέχεια, υπολογίζονται το ποσοστό άνθησης έχοντας ως δεδομένο το συνολικό αριθμό των φυτών που υπάρχουν σε κάθε μεταχείριση.

2.10. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όλοι οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο Excel. Για τους υπολογισμούς εκτιμήθηκε ότι τα τέσσερα φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο λήφθηκαν από επιφάνεια εδάφους 0.4m^2 στις μεταχειρίσεις D1 και 0.8m^2 στις μεταχειρίσεις D2 ενώ για τον υπολογισμό του LAI θεωρήθηκε ότι ένα φυτό καταλαμβάνει επιφάνεια εδάφους 0.1m^2 στις μεταχειρίσεις D1 και 0.2m^2 . Κατά συνέπεια αφού μετατράπηκαν τα g ξηρού βάρους σε kg ξηρού βάρους και η επιφάνεια φύλλων από cm^2 σε m^2 υπολογίστηκαν τα kg ξηρού βάρους ανά στρ. και μέσω μιας διαίρεσης της επιφάνειας φύλλων ως προς επιφάνεια εδάφους υπολογίστηκε το LAI. Μετά το πέρας των μετατροπών, τα δεδομένα επεξεργάστηκαν σε υπολογιστικό φύλλο Excel όπου υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι, η διακύμανση, η ανάλυση της παραλλακτικότητας και η ελάχιστη σημαντική διαφορά. Η επεξεργασία των δεδομένων επιβεβαιώθηκαν ως προς την ορθότητα τους και από το στατιστικό πακέτο GENSTAT.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

3.1. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που αφορούσαν την περίοδο που εξελίχθηκε το πείραμα (Νοέμβριος 2016-Ιούλιος 2017) στο αγρόκτημα του τμήματος στο Βελεστίνο φαίνονται στο Γράφημα 1. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, η μέση θερμοκρασία ήταν 12,2°C, η μέση σχετική υγρασία ήταν 56 % και το άθροισμα των βροχοπτώσεων 285 mm βροχής. Η ελάχιστη θερμοκρασία σημειώθηκε το μήνα Ιανουάριο (-0,8°C) ενώ η μέγιστη τον Ιούνιο (29°C) και παρατηρείται μια σημαντική αυξομείωση της θερμοκρασίας τα δεκαήμερα του Φεβρουαρίου. Επιπλέον, παρατηρείται ότι και κατά τους ανοιξιάτικους μήνες υπάρχει μια μικρή αυξομείωση της θερμοκρασίας, η οποία εμφανίζεται και κατά το μήνα Ιούνιο. Αυτό αποδεικνύει ότι κατά τη διάρκεια της ανοιξιάτικης περιόδου, η θερμοκρασία δεν αυξάνονταν σταθερά αλλά με μικρές αυξομειώσεις.



Γράφημα 1: Μέση θερμοκρασία αέρα (°C) που επικρατούσε από τους μήνες Νοέμβριο 2016 έως τέλος Ιουνίου 2017 υπολογισμένη ανά δεκαήμερο.

Όσον αφορά στη σχετική υγρασία που επικρατούσε η μέγιστη ήταν προς το τελευταίο δεκαήμερο του Νοεμβρίου (72%) και η ελάχιστη (44%) παρατηρήθηκε προς τέλος Δεκεμβρίου, πρώτο δεκαήμερο Μαΐου και τέλος Ιουνίου (Γράφημα 2). Κατά την άνοιξη όπου παρατηρήθηκε η ανάπτυξη του φασκόμηλου, καταγράφηκαν τρία σημαντικά ποσά υετού στις αρχές Μαρτίου, αρχές και μέσα Απριλίου και τέλος

Μαΐου. Επίσης, και τους καλοκαιρινούς μήνες του Ιουνίου καταγράφηκαν δύο σημαντικές ποσότητες νερού στις αρχές Ιουνίου και μέσα Ιουνίου (Γράφημα 2).



Γράφημα 2. Μέσες τιμές σχετικής υγρασίας(%) και άθροισμα βροχοπτώσεων(mm) ανά δεκαήμερο από τους μήνες Νοέμβριος 2016 έως Ιούνιος 2017.

3.2. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟΥ

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε ότι από τις αρχές Μαρτίου έως τις αρχές Απριλίου υπήρχε βλαστική ανάπτυξη στο φασκόμηλο. Από τις αρχές Απριλίου παρατηρήθηκε έκπτυξη κλειστής ταξιανθίας στην κορυφή του βλαστού όπως φαίνεται στην Εικόνα 10.

Κατά τα μέσα Απριλίου παρατηρήθηκαν και άλλοι βλαστοί οι οποίοι φέραν στην κορυφή τους κλειστή ταξιανθία. (Εικόνα 11). Καταγράφηκε ότι το ποσοστό της κλειστής ταξιανθίας στο αρδευόμενο τμήμα ήταν σε ποσοστό 9% συγκριτικά με της ξηρικής καλλιέργειας που ήταν 10%.

Κατά τα τέλη Απριλίου, παρατηρήθηκε έκπτυξη της ταξιανθίας σε μορφή βότρυς και τα άνθη κατά σπονδύλους με δίχειλη μορφή. Το μήκος της ταξιανθίας ήταν περίπου 7 εκ. ενώ το ποσοστό ανθοφορίας στην συγκεκριμένη περίοδο καταγράφηκε να είναι 33% στις αρδευόμενες μεταχειρίσεις και 38% στην ξηρική καλλιέργεια. (Εικόνα 12). Επιπλέον, σε ορισμένες ταξιανθίες παρατηρήθηκε ότι τα άνθη είχαν αποβάλλει τα

πέταλά τους και είχε αρχίσει ο σχηματισμός σπόρου στο εσωτερικό των ανθέων
(Εικόνα 13)



Εικόνα 10. Σχηματισμός κλειστού άνθους στην κορυφή του βλαστού.



Εικόνα 11. Ανάπτυξη κλειστών ταξιανθιών στην κορυφή των βλαστών.



Εικόνα 12. Έκπτυξη ταξιανθίας σε μορφή βότρυς και άνθη κατά σπονδύλους. Με τα κόκκινα βέλη φαίνεται η θέση των ανθέων πάνω στο βλαστό.



Εικόνα 13.

Εικόνα 13. Ταξιανθία φασκόμηλου όπου τα άνθη έχουν αποβάλει τα πέταλλα τους. Με πράσινα βέλη φαίνεται στο εσωτερικό η θέση όπου ξεκινάει ο σχηματισμός των σπόρων στο άνθος.

Η μέγιστη ανθοφορία καταγράφηκε κατά τα μέσα Μαΐου, μετά την πρώτη συγκομιδή (Εικόνα 14.) Το ποσοστό άνθισης καταγράφηκε να είναι 40% περίπου και στην ξηρική και στην αρδευόμενη καλλιέργεια.



Εικόνα 14. Ανθοφορία στην πειραματική καλλιέργεια φασκόμηλου κατά την περίοδο της άνοιξης. Με τα κόκκινα βέλη φαίνεται η ταξιανθία του φασκόμηλου.

Στα τέλη Μαΐου παρατηρήθηκε ότι σε ορισμένες ταξιανθίες, τα άνθη είχαν αποβάλλει τα πέταλά τους και τα σέπαλά τους είχαν διαφοροποιηθεί ως προς το χρώμα από κόκκινο σε πράσινο(Εικόνα 15) και στο εσωτερικό τους παρατηρήθηκαν τέσσερις σχηματισμένοι σπόροι (Εικόνα 16).



Εικόνα 15. Ταξιανθίες σε πειραματικά τεμάχια φασκόμηλου όπου ορισμένα άνθη έχουν αποβάλλει τα πέταλα.



Εικόνα 16. Ταξιανθία με σέπαλα τα οποία αποτελούνται από σχηματισμένους σπόρους. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την θέση των σπόρων.

Κατά τη δεύτερη συγκομιδή (αρχές Ιουνίου) το ποσοστό των φυτών που είχαν αναπτυγμένη ταξιανθία στην ξηρική καλλιέργεια ήταν 22% ενώ στο αρδευόμενο ήταν 35%. Κατά τα τέλη Ιουνίου παρατηρήθηκαν ταξιανθίες οι οποίες είχαν αποξηραμένα άνθη που αποτελούνταν από σέπαλα όπως φαίνεται στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17. Ταξιανθίες φασκόμηλου αποτελούμενες από αποξηραμένα και κανονικά άνθη που περιέχουν μόνο σέπαλα.

Κατά τα τέλη Ιουλίου όλες οι ταξιανθίες είχαν αποξηραθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 18.

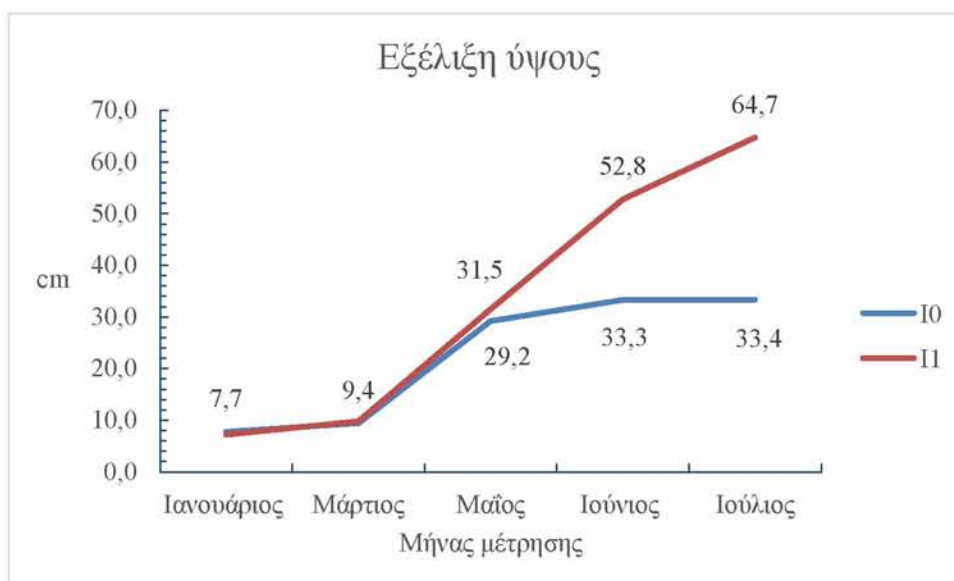


Εικόνα 18. Αποξηραμένη ταξιανθία σε καλλιέργεια φασκόμηλου το μήνα Ιούλιο.

3.3. ΎΨΟΣ

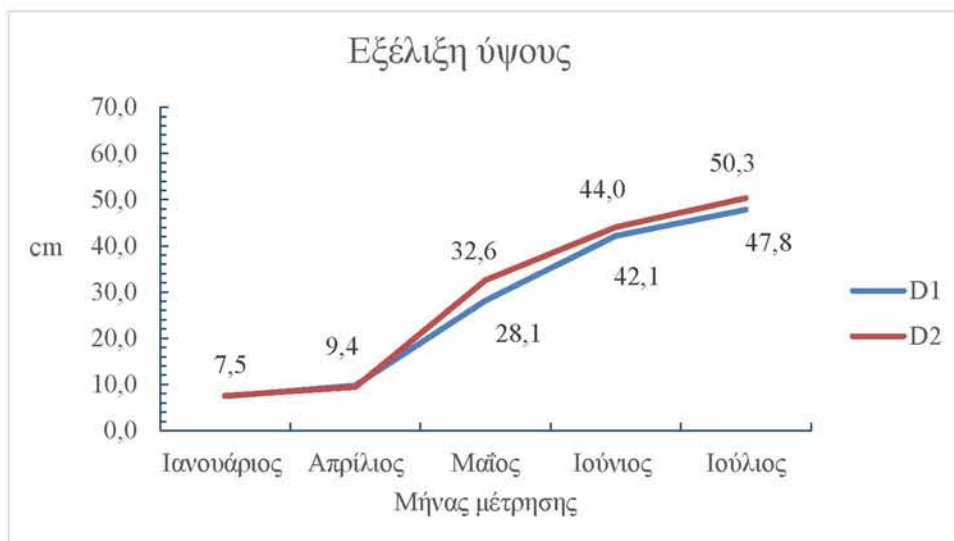
Τα αποτελέσματα που αφορούν την αύξηση σε ύψος έδειξαν ότι η μεταχείριση της Π1 είχε μια υπεροχή συγκριτικά με τη Ι0 μεταχείριση. Πιο συγκεκριμένα, το χειμώνα δεν παρατηρήθηκε διαφορά σε αύξηση ύψους μεταξύ των μεταχειρίσεων. Από το διάστημα Μαρτίου έως Απριλίου υπήρχε μια ελάχιστη διαφορά μεταξύ των αρδευόμενων και ξηρικών, η οποία άρχισε να αυξάνεται από το Μάιο έως τον Ιούνιο, όπου τα αρδευόμενα φυτά άρχισαν να αποκτούν μια υπεροχή έναντι των μη αρδευόμενων. Στο ίδιο διάστημα, στα φυτά της μεταχείρισης Ι0 καταγράφηκε μια αύξηση σε ύψος, η οποία ακολούθησε μια σταθερή πορεία την περίοδο από Ιούνιο-Ιούλιο σε αντίθεση με τη μεταχείριση Π1 που παρουσίαζε μια συνεχόμενη αύξηση (Γράφημα 3). Τα ύψη των φυτών διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τις μετρήσεις που καταγράφηκαν κατά τη δεύτερη και τρίτη καταστρεπτική κοπή. Η αύξηση του φυτού σε ύψος στην αρδευόμενη καλλιέργεια είναι μεγαλύτερη από αυτή την οποία βρήκαν οι Bettaieb et al. (2009) εφαρμόζοντας άρδευση 100% της υδατοϊκανότητας σε πείραμα σε γλάστρες και συνθήκες θερμοκηπίου. Ο ρυθμός αύξησης της μεταχείρισης Π1 είναι από την πρώτη έως τη

δεύτερη κοπή 0,5 εκ. ανά ημέρα ενώ από τη δεύτερη έως την τρίτη κοπή είναι 0,4 εκ. ανά ημέρα. Η αντίστοιχη αύξηση στη μεταχείριση I0 είναι 0,1εκ. ανά ημέρα και 0,003 εκ. ανά ημέρα, αντίστοιχα.



Γράφημα 3. Μέσοι όροι ύψους φυτού σε εκ. υπό την επίδραση της άρδευσης [0% (I0) και 100% (I1) της Εξαμυσοδιαπνοής].

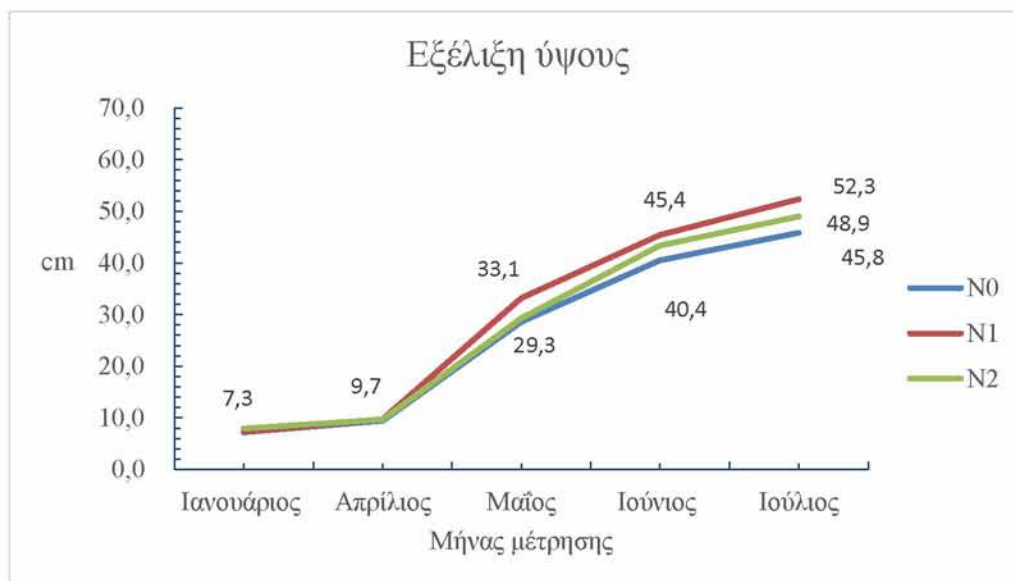
Η αύξηση του φυτού υπό την επίδραση των διαφορετικών αποστάσεων φύτευσης δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά. Πάρα το γεγονός αυτό, παρατηρείται μια αριθμητική υπεροχή των φυτών της μεταχείρισης D2 (Γράφημα 4).



Γράφημα 4. Μέσοι όροι ύψους σε εκ. υπό την επίδραση των αποστάσεων φύτευσης (D1:20εκ.χ50εκ. και D2: 40εκ.χ50εκ.).

Η λίπανση δεν προκάλεσε στατιστικά σημαντική επίδραση στην εξέλιξη του ύψους ενώ μια υπεροχή είχαν τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε η μισή λιπαντική

αγωγή, ακολούθως τα φυτά με τη μέγιστη λίπανση και τέλος ο μάρτυρας (Γράφημα 5).



Γράφημα 5. Μέσοι όροι ύψους σε εκ. υπό την επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (N0:0 kg στρ.⁻¹ N1:4 kg στρ.⁻¹ N2: 8 kgστρ.⁻¹).

Στον πίνακα 7 καταγράφονται συγκεντρωτικά οι μέσοι όροι από τα ύψη των φυτών και διαπιστώνεται ότι οι μεταχειρίσεις της άρδευσης προκάλεσαν στατιστικά σημαντική διαφορά στα ύψη στη δεύτερη και τρίτη μέτρηση. Οι πυκνότητες φύτευσης δεν προκάλεσαν στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση του φυτού σε ύψος, ενώ η λίπανση προκάλεσε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο κατά την τρίτη κοπή.

Πίνακας 7. Μέσοι όροι των υψών των φυτών σε cm όπως υπολογίστηκαν κατά τις τρεις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

Μεταχειρίσεις	04/05/2017	13/06/217	13/07/2017
*I0	29,3	33,3	33,4
*I1	31,4	52,8	64,7
**ΕΣΔ ₀₅	ns	12.5	21.7
*D1	28,1	42,1	47,8
*D2	32,6	44,0	50,3
ΕΣΔ ₀₅	*ns	***ns	***ns
*N0	28,6	40,4	45,8
*N1	33,0	45,4	52,3
*N2	29,4	43,3	48,9
ΕΣΔ ₀₅	*ns	***ns	4.9

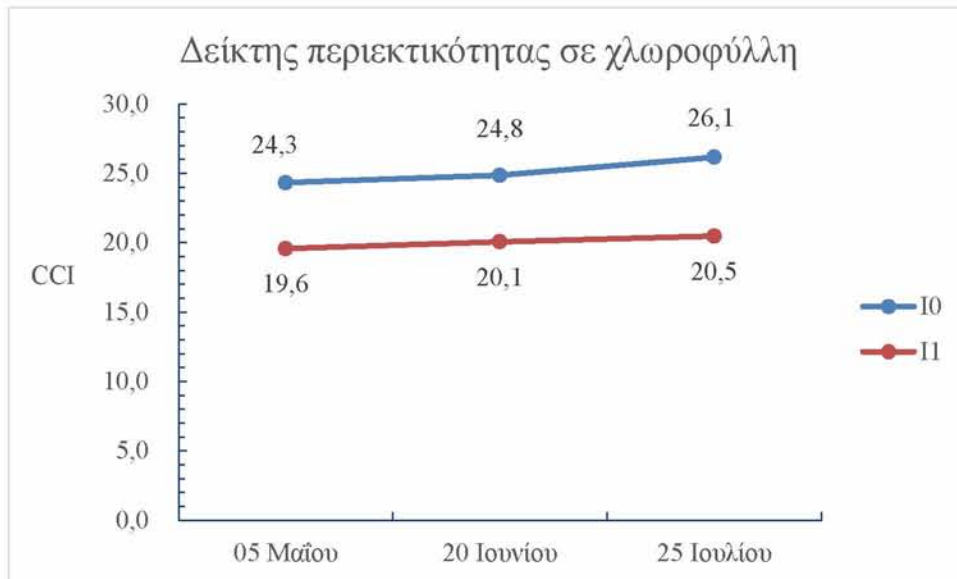
*I0:0% και I1:100% της ΕΤο, D1:(20x50)cm, D2:(40x50)cm, N0:0 kg/στρ., N1:4kg/στρ., N2:8kg/στρ.

**ΕΣΔ₀₅: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για $p < 0,05$.

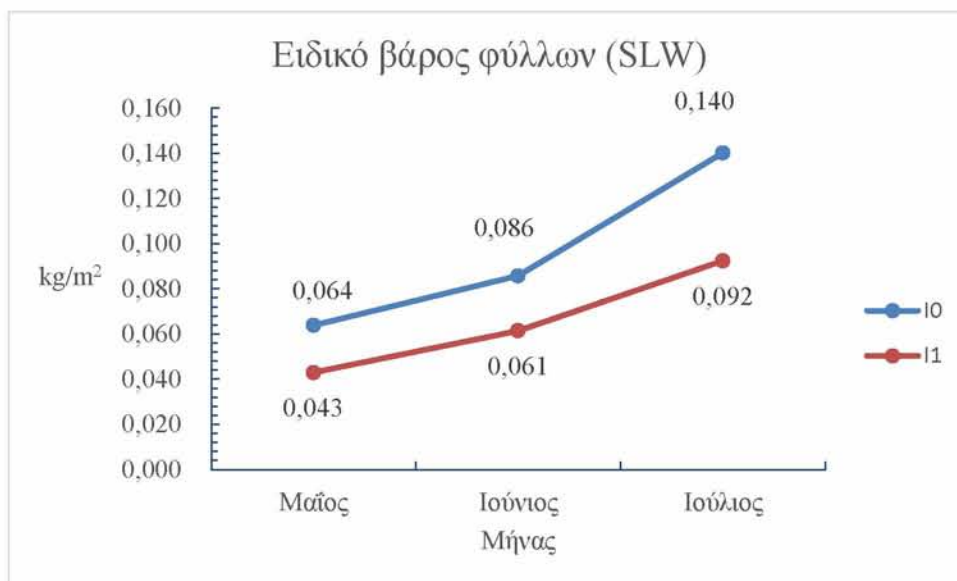
***ns: no significant

3.4. ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ (CCI) ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (SLW)

Σύμφωνα με τους Murillo-Amador et al., (2014) η ένδειξη σε περιεκτικότητα χλωροφύλλης στο φασκόμηλο (*Salvia officinalis* L.) υπολογισμένη με συσκευή SPAD-502 κυμαίνεται από 25 μέχρι 68 με μέσο όρο στα 43. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας έδειξαν ότι η ένδειξη σε χλωροφύλλη κυμαίνεται από 18 έως 30. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στον παράγοντα άρδευση, η ένδειξη σε χλωροφύλλη είναι μεγαλύτερη στη I0 μεταχείριση συγκριτικά με τη I1 και στις τρεις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν (Γράφημα 6). Καταγράφηκε ότι η μεταχείριση I0 είχε μεγαλύτερη τιμή CCI και SLW συγκριτικά με τη μεταχείριση I1. Όπως φαίνεται στο Γράφημα 6 σε αντιδιαστολή με το Γράφημα 7, οι μεταχειρίσεις I0 έχουν μεγαλύτερο λόγο kg φύλλων ανά m² φύλλων (SLW) συγκριτικά με την μεταχείριση I1, που σημαίνει ότι μια επιφάνεια ενός m² περιέχει περισσότερα kg ξηρών φύλλων που συνεπάγεται περισσότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη ανά επιφάνεια.



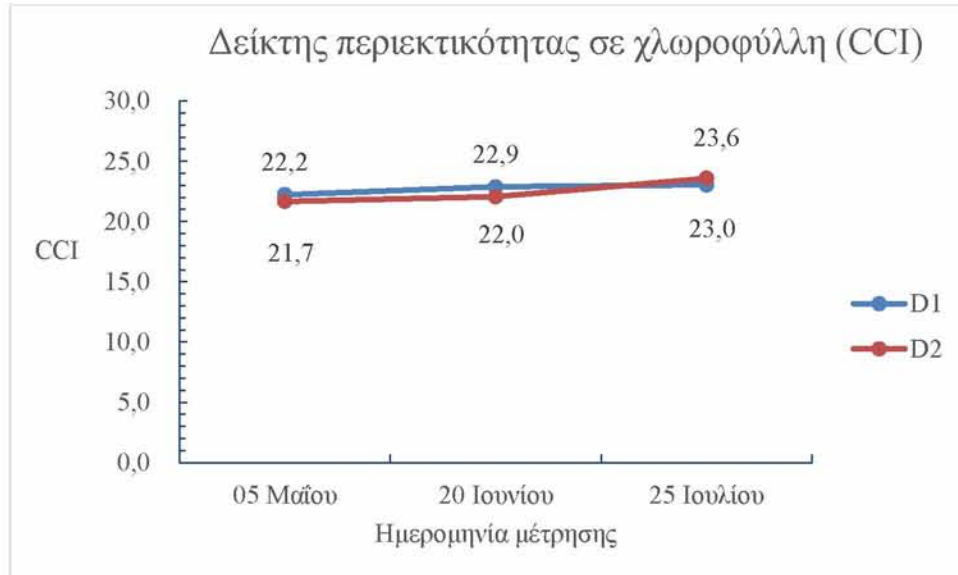
Γράφημα 6. Μέσοι όροι των ενδείξεων περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (CCI) συναρτήσει των χρόνων μέτρησης υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων της άρδευσης [0% (I0) και 100% (I1) της Εξαμυσοδιαπνοής].



Γράφημα 7. Ειδικό βάρος φύλλων (kg φύλλων /m² φύλλων) υπό την επίδραση δύο επιπέδων άρδευσης (I0: 0% και I1: 100% της Εξαμυσοδιαπνοής) όπως μετρήθηκε κατά τους μήνες Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου.

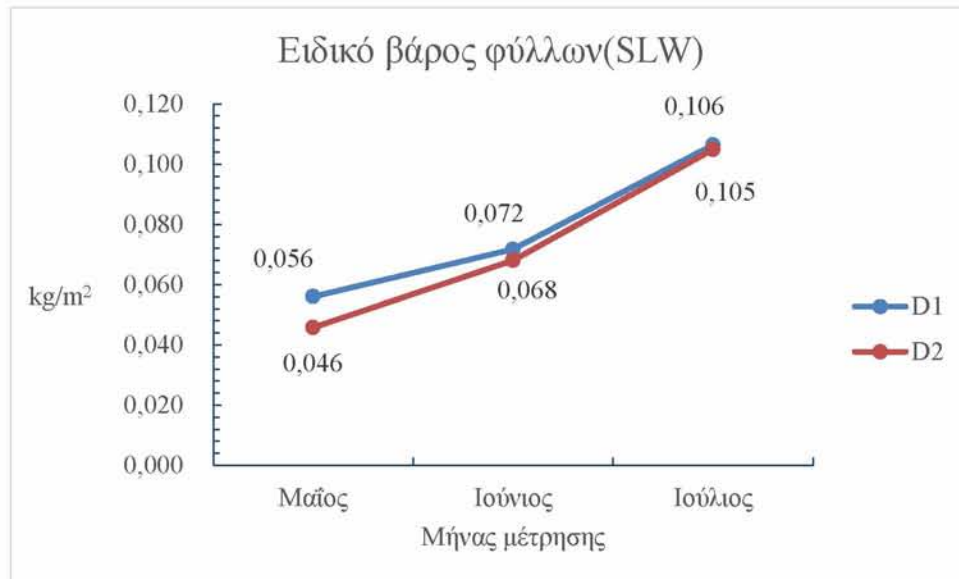
Οι αποστάσεις φύτευσης δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη σε καμία από τις μετρήσεις. Εντούτοις, κατά την πρώτη και τη δεύτερη μέτρηση καταγράφηκε μια υπεροχή των φυτών που είχαν υποστεί τις μεταχειρίσεις D1 συγκριτικά με τις D2 μεταχειρίσεις. Από τη δεύτερη έως την τρίτη μέτρηση καταγράφηκε ελάχιστη αύξηση στην τιμή CCI στις μεταχειρίσεις D1 και μια άνοδος 1,6 μονάδων στην τιμή στις D2 μεταχειρίσεις. Φαίνεται ότι οι

πυκνές αποστάσεις φύτευσης αποτέλεσαν ένα περιοριστικό παράγοντα στην αύξηση του δείκτη CCI.



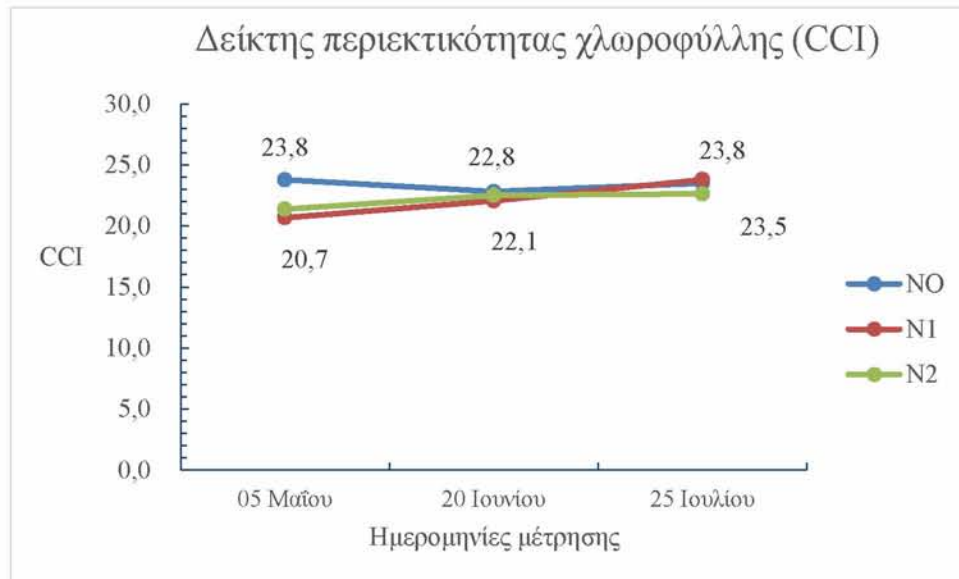
Γράφημα 8. Μέσοι όροι των ενδείξεων περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (CCI) συναρτήσει των χρόνων μέτρησης υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων των αποστάσεων φύτευσης [D1: 20cmx50cm και D2: 40cmx50cm].

Εξετάζοντας την επίδραση των αποστάσεων φύτευσης στην παραγωγή ξηρής ουσίας ως προς την επιφάνεια φυλλώματος, παρατηρείται ότι ενώ στην αρχή οι μεταχειρίσεις D1 είχαν μια υπεροχή, στη δεύτερη και τρίτη μέτρηση σχεδόν εξισώνεται με τις D2 μεταχειρίσεις (Γράφημα 9). Σημειώνεται ότι οι πυκνότητες φύτευσης δεν επηρέασαν το δείκτη SLW στην διάρκεια αύξησης του φυτού.



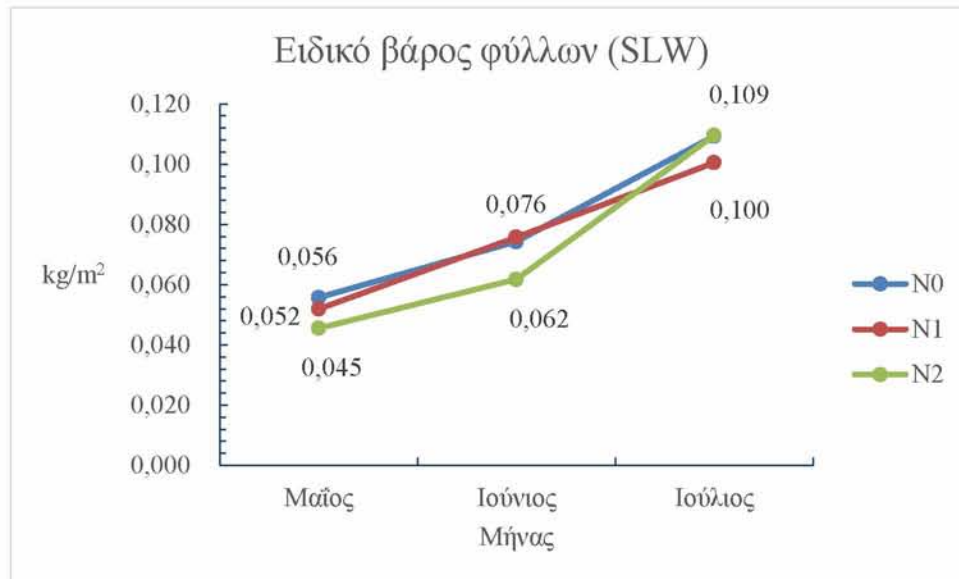
Γράφημα 9. Ειδικό βάρος φύλλων (kg φύλλων /m²φύλλων) υπό την επίδραση δύο αποστάσεων φύτευσης (D1:20cm x 50cm και D2:40cm x 50cm).

Όσον αφορά στις μεταχειρίσεις των λιπάνσεων δεν αποδείχτηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διάφορων μεταχειρίσεων όσον αφορά στη μέτρηση του CCI. Αυτό το οποίο καταγράφηκε είναι ότι οι μεταχειρίσεις του μάρτυρα ξεκίνησαν με μια υπεροχή κατά την πρώτη και δεύτερη μέτρηση. Η μεταχείριση N1 καταγράφηκε να έχει την χαμηλότερη τιμή κατά την πρώτη και δεύτερη μέτρηση ενώ κατά την τρίτη μέτρηση αυξήθηκε η τιμή της σχεδόν δύο μονάδες ξεπερνώντας την όποια υπεροχή είχε ο μάρτυρας. Όσον αφορά στην μεταχείριση N2 σημειώθηκε μια αυξητική τάση από την πρώτη έως τη δεύτερη μέτρηση, ενώ κατά την τρίτη μέτρηση σχεδόν σταθεροποιήθηκε η τιμή. Συμπερασματικά, η μισή λιπαντική αγωγή (N1) ακολούθησε μια σταθερή ανοδική πορεία επιδρώντας καλύτερα στην αύξηση της τιμής CCI συγκριτικά με το μάρτυρα και τη μεταχείριση N2 η οποία κατέληξε να σταθεροποιεί την τιμή του CCI. (Γράφημα 10).



Γράφημα 10. Μέσοι όροι των ενδείξεων περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (CCI) συναρτήσει των χρόνων μέτρησης υπό την επίδραση των επιπέδων λίπανσης [N0: 0 kg/στρ., N1:4kg/στρ., N2: 8kg/στρ.].

Η εξέλιξη του δείκτη SLW έδειξε ότι η μεταχείριση N1 είχε ομαλή ευθύγραμμη αύξηση. Η μεταχείριση N0 ξεκίνησε με μια μικρή υπεροχή κατά την πρώτη μέτρηση, εξισώθηκε με τη μεταχείριση N1 κατά τη δεύτερη μέτρηση και απέκτησε μια υπεροχή έναντι των μεταχειρίσεων N1 κατά την τρίτη μέτρηση. Οι μεταχειρίσεις N2 ενώ ξεκίνησαν με την μικρότερη τιμή και στην πρώτη και στην δεύτερη μέτρηση στην τρίτη μέτρηση καταγράφηκε μια ανοδική αύξηση η οποία έφτασε να εξισωθεί με τις μεταχειρίσεις N0 (Γράφημα 11). Καταγράφεται λοιπόν ότι, η μέγιστη λιπαντική αγωγή άρχισε να επιδρά στο δείκτη SLW κατά την διάρκεια της δεύτερης έως της τρίτης μέτρησης, ενώ οι μεταχειρίσεις με τη μισή λιπαντική αγωγή ακολούθησαν μια ομαλή αύξηση σε όλες τις μετρήσεις.



Γράφημα 11. Ειδικό βάρος φύλλων (kg φύλλων /m²φύλλων) υπό την επίδραση τριών επιπέδων λίπανσης (N0:0 kg/στρ., N1:4 kg/στρ., N2:8 kg/στρ.).

Στον πίνακα 8 καταγράφονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων του δείκτη CCI όπως αυτές μετρήθηκαν κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο. Οι μεταχειρίσεις της άρδευσης διέφεραν στατιστικά σημαντικά κατά τη δεύτερη και τρίτη μέτρηση ενώ οι μεταχειρίσεις των πυκνοτήτων φύτευσης και της λίπανσης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε καμία από τις μετρήσεις.

Πίνακας 8. Μέσοι όροι των μετρήσεων των CCI που υπολογίστηκαν στις τρεις μετρήσεις.

Μεταχειρήσεις	04/05/2017	20/06/2017	25/07/2017
*I0	24,3	24,8	26,1
*I1	19,6	20,1	20,5
ΕΣΔ ₀₅	*ns	0,9	1,4
*D1	22,2	22,9	23,0
*D2	21,7	22,0	23,6
ΕΣΔ ₀₅	*ns	***ns	***ns
*N0	23,8	22,8	23,5
*N1	20,7	22,1	23,8
*N2	21,4	22,5	22,6
ΕΣΔ ₀₅	*ns	***ns	***ns

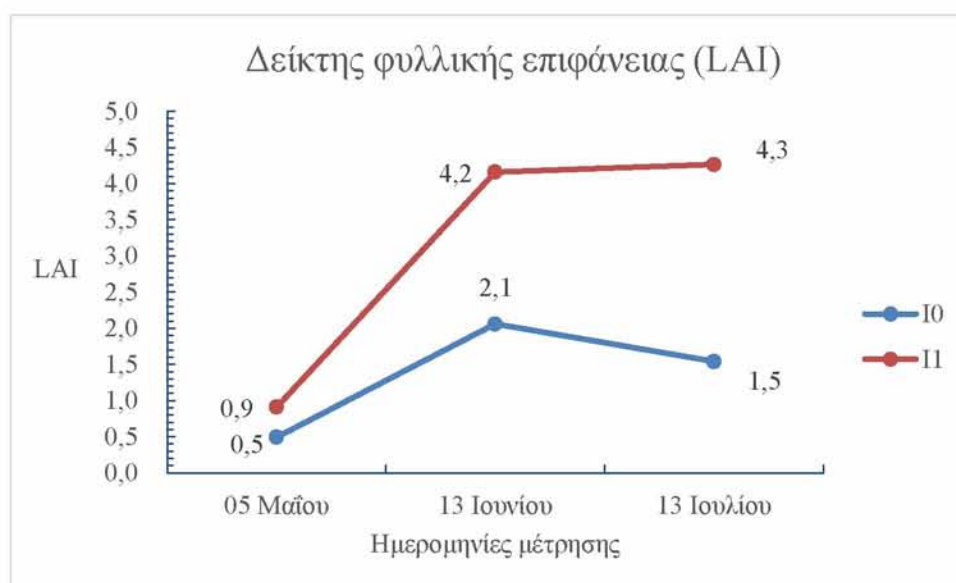
*I0:0% και I1:100% της ΕΤο, D1:(20x50)cm, D2:(40x50)cm, N0:0 kg/στρ., N1:4kg/στρ., N2:8kg/στρ.

**ΕΣΔ₀₅: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για p <0,05.

***ns: no significant

3.5. ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (LAI)

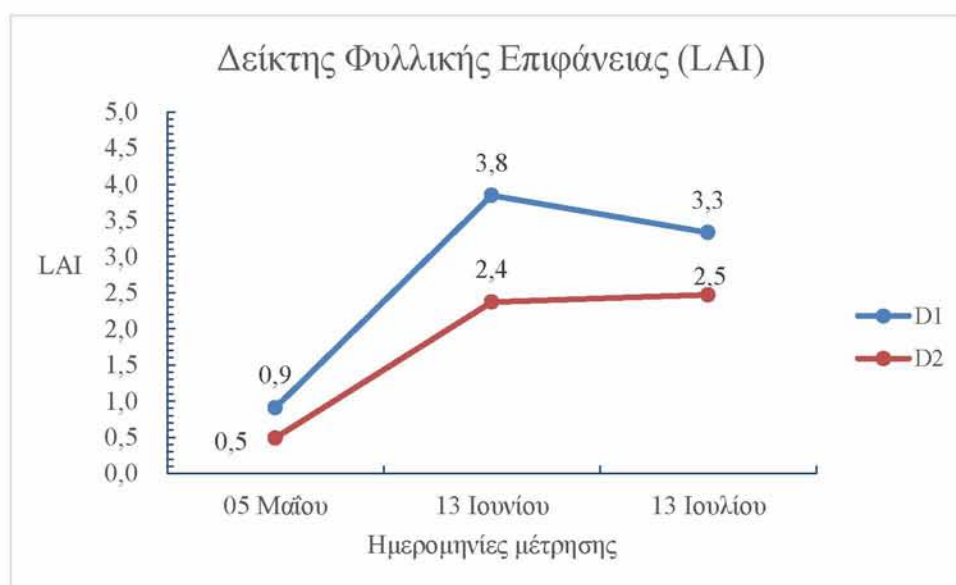
Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) στο πείραμά μας κυμάνθηκε από 0,3 (πρώτη καταστρεπτική κοπή) έως 6 (τρίτη καταστρεπτική κοπή). Η άρδευση σχεδόν διπλασίασε το LAI κατά την πρώτη και δεύτερη κοπή ενώ κατά την τρίτη σχεδόν τριπλασιάστηκε. Το LAI από την πρώτη έως τη δεύτερη κοπή αυξήθηκε και στο αρδευόμενο και στο ξηρικό με μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης στο αρδευόμενο. Στο διάστημα από την δεύτερη έως την τρίτη κοπή, ο LAI σταθεροποιήθηκε με τάση αύξησης στο αρδευόμενο ενώ στο ξηρικό μειώθηκε κατά μια μονάδα. Από το διάστημα της πρώτης έως την τελευταία συγκομιδή, η άρδευση αυξάνει και διατηρεί τη φυλλοστοιβάδα του φυτού ενεργή, καθυστερώντας τη γήρανσή του, ενώ στο ξηρικό, η φυλλοστοιβάδα αυξάνεται φτάνοντας σε μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώνεται αρκετά (Γράφημα 12). Επειδή το εμπορικό προϊόν του φασκόμηλου είναι τα φύλλα του, ο LAI δείχνει ότι είναι σημαντική η άρδευση για αύξηση της παραγωγής.



Γράφημα 12. Μέσοι όροι δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) συναρτήσει των χρόνων μέτρησης υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων της άρδευσης [0% (I0) και 100% (I1) της Εξαμμυσοδιαπνοής].

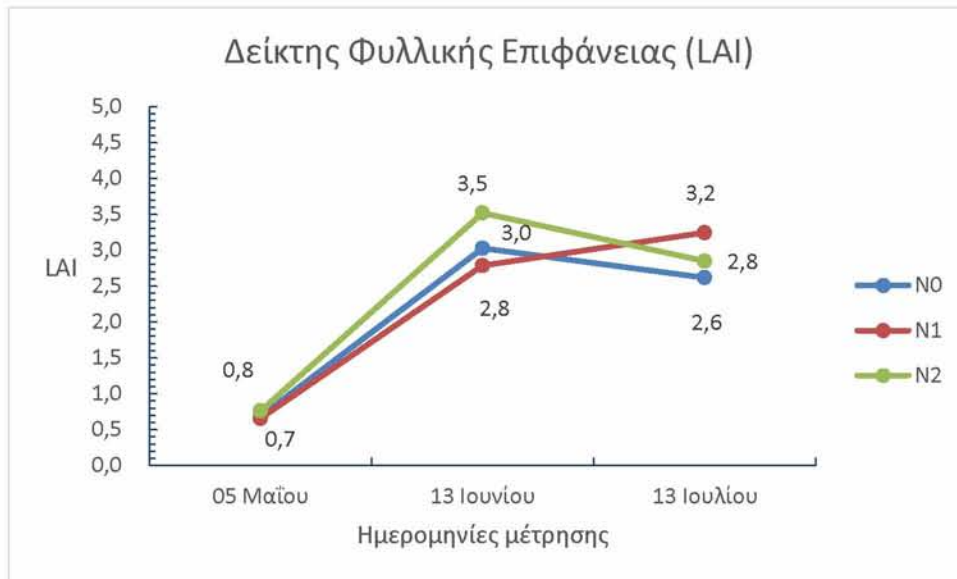
Όσον αφορά στην επίδραση της πυκνότητας φύτευσης, οι αποστάσεις φύτευσης επηρέασαν το LAI στατιστικά σημαντικά κατά την πρώτη και τη δεύτερη μέτρηση, με Ελάχιστη Στατιστική Διαφορά (ΕΣΔ₀₅) 0.26, 0.82 και 0.8, αντίστοιχα. Οι

μεταχειρίσεις D1 είχαν μεγαλύτερο LAI σε όλες τις μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, από το διάστημα της πρώτης έως της δεύτερης μέτρησης ο LAI αυξήθηκε και στα δύο επίπεδα μεταχειρίσεων. Από το διάστημα της δεύτερης έως της τρίτης μέτρησης ο LAI μειώθηκε στην περίπτωση των μεταχειρίσεων D1 ενώ στις μεταχειρίσεις D2 δεν καταγράφηκε αύξηση. (Γράφημα 13). Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Kumar et al. (2013) όπου βρήκαν ότι σε αποστάσεις φύτευσης (30x30) cm στο είδος *Salvia sclarea* L., ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας ήταν 3,9 συγκριτικά με αποστατήσεις φύτευσης (45x30)cm που ήταν 2,5 και σε (45x45)cm ήταν 1,5 αποδεικνύοντας ότι όσο μικρότερες είναι οι αποστάσεις φύτευσης τόσο αυξάνει και η κατανομή των φύλλων τους στο έδαφος.



Γράφημα 13. Μέσοι όροι του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) συναρτήσει των ημερομηνιών μέτρησης υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων της πυκνότητας φύτευσης (D1: 20cm x 50cm και D2:40cm x 50cm).

Τα επίπεδα λίπανσης δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά τον δείκτη LAI σε καμιά από τις τρεις μετρήσεις. Από την πρώτη έως τη δεύτερη μέτρηση, οι μεταχειρίσεις της N2 είχαν μια υπεροχή έναντι του μάρτυρα και της μεταχείρισης N1. Κατά τη δεύτερη έως την τρίτη μέτρηση μειώθηκε η τιμή του LAI του μάρτυρα και της μεταχείρισης N2, ενώ αντιθέτως οι μεταχειρίσεις των N1 παρουσίασαν μια αύξηση στην τιμή του LAI (Γράφημα 14).



Γράφημα 14. Μέσοι όροι του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) συναρτήσει των ημερομηνιών μέτρησης υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων της αζωτούχου λίπανσης (N0 0 kg, N1 4kg N2 8 kg).

Στον πίνακα 9 καταγράφονται οι μέσοι όροι του δείκτη φυλλικής επιφάνειας όπως μετρήθηκαν τον μήνα Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο. Οι μεταχειρίσεις της άρδευσης και των πυκνοτήτων φύτευσης διαφέρουν στατιστικά σημαντικά και στις τρεις μετρήσεις, ενώ η λίπανση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμιά από τις μετρήσεις.

Πίνακας 9. Μέσοι όροι από τις μετρήσεις του δείκτη φυλλικής επιφάνειας όπως μετρήθηκε το Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο.

Μεταχειρίσεις	04/05/2017	13/06/2017	13/07/2017
*I0	0.5	2.1	1.5
*I1	0.9	4.2	4.3
ΕΣΔ ₀₅	*ns	0.89	2.1
*D1	0.9	3.8	3.3
*D2	0.5	2.4	2.5
ΕΣΔ ₀₅	0.26	0.82	*ns
*N0	0.7	3.0	2.6
*N1	0.7	2.8	3.2
*N2	0.8	3.5	2.8
ΕΣΔ ₀₅	*ns	***ns	***ns

*I0:0% και I1:100% της ΕΤο, D1:(20x50)cm, D2:(40x50)cm, N0:0 kg/στρ., N1:4kg/στρ., N2:8kg/στρ.

**ΕΣΔ₀₅: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για $p < 0,05$.

***ns: no significant

3.6. ΣΧΕΣΕΙΣ ΧΛΩΡΟΥ-ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα βάρη (g) όπως μετρήθηκαν κατά την πρώτη καταστρεπτική κοπή και υπολογίστηκε ότι ο λόγος του ξηρού βάρους ως προς το χλωρό βάρος των φύλλων, βλαστών και ανθέων και βρέθηκε να είναι κατά μέσο 0.24, 0.15 και 0.22, αντίστοιχα. Φαίνεται ότι οι μεταχειρίσεις I0 (Πειραματικά τεμάχια 1, 2, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 31, 32, 33, 34) έχουν μεγαλύτερο λόγο συγκριτικά με τις μεταχειρίσεις I1. Ο λόγος των επιμέρους ξηρών μερών του φυτού ως προς το συνολικό ξηρό βάρος είναι 0.76, 0.14, 0.11 για τα φύλλα, τους βλαστούς και τους ανθοφόρους βλαστούς, αντίστοιχα.

Πίνακας 10. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων όσον αφορά στα βάρη (σε g) και τους λόγους των επιμέρους τμημάτων των φυτών (άνθη, φύλλα, βλαστοί), όπως αυτά μετρήθηκαν στην πρώτη κοπή στις 4/5/2017 και μετά την ξήρανση τους.

Χλωρό Βάρος				Ξηρό Βάρος				Λόγοι Ξηρού Βάρους/Χλωρού				Λόγοι Ξηρού Βάρους						
#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα/Σύνολο	Βλαστός/Σύνολο	Άνθη*/Σύνολο
1.	100,9	30	29	159,9	1.	24,5	5,2	7	36,7	1.	0,24	0,17	0,24	0,23	1.	0,67	0,14	0,19
2.	81,5	17,4	5,7	104,6	2.	18,6	2,9	1,5	23	2.	0,23	0,17	0,26	0,22	2.	0,81	0,13	0,07
3.	168,4	50,6	26,5	245,5	3.	35,2	7,9	5,2	48,3	3.	0,21	0,16	0,20	0,20	3.	0,73	0,16	0,11
4.	63	12,5	19,4	94,9	4.	18,4	2,4	3,6	24,4	4.	0,29	0,19	0,19	0,26	4.	0,75	0,10	0,15
5.	111,8	48	36,3	196,1	5.	22,8	7,9	7,9	38,6	5.	0,20	0,16	0,22	0,20	5.	0,59	0,20	0,20
6.	150	34,7	16,2	200,9	6.	33,7	5,5	2,5	41,7	6.	0,22	0,16	0,15	0,21	6.	0,81	0,13	0,06
7.	68,5	19	9,9	97,4	7.	17,5	3,3	2	22,8	7.	0,26	0,17	0,20	0,23	7.	0,77	0,14	0,09
8.	88,9	17,8	10,4	117,1	8.	23,6	3,2	2,3	29,1	8.	0,27	0,18	0,22	0,25	8.	0,81	0,11	0,08
9.	95,9	16,8	3,4	116,1	9.	24,7	2,4	0,8	27,9	9.	0,26	0,14	0,24	0,24	9.	0,89	0,09	0,03
10.	65	15	6,6	86,6	10.	15,6	1,9	1,5	19	10.	0,24	0,13	0,23	0,22	10.	0,82	0,10	0,08
11.	214,5	54	36	304,5	11.	42	6,7	7,2	55,9	11.	0,20	0,12	0,20	0,18	11.	0,75	0,12	0,13
12.	185,8	45,7	13,1	244,6	12.	38,7	6,5	2,1	47,3	12.	0,21	0,14	0,16	0,19	12.	0,82	0,14	0,04
13.	84,8	28,1	24,7	137,6	13.	24,9	7,1	5,5	37,5	13.	0,29	0,25	0,22	0,27	13.	0,66	0,19	0,15
14.	23,1	4,2	11,4	38,7	14.	8,8	1	2,9	12,7	14.	0,38	0,24	0,25	0,33	14.	0,69	0,08	0,23
15.	165,7	61,4	30,8	257,9	15.	37,2	11,2	6,4	54,8	15.	0,22	0,18	0,21	0,21	15.	0,68	0,20	0,12
16.	133,7	33,2	-	166,9	16.	27,9	4,1	-	32	16.	0,21	0,12	-	0,19	16.	0,87	0,13	-
17.	142,9	45,8	26	214,7	17.	34,3	7,5	7,3	49,1	17.	0,24	0,16	0,28	0,23	17.	0,70	0,15	0,15
18.	190,1	67,1	26,3	283,5	18.	45,3	9,2	6	60,5	18.	0,24	0,14	0,23	0,21	18.	0,75	0,15	0,10
19.	70,3	23,8	32,1	126,2	19.	18	3,8	6,8	28,6	19.	0,26	0,16	0,21	0,23	19.	0,63	0,13	0,24
20.	102,8	28,7	16,2	147,7	20.	26,9	4,2	3,1	34,2	20.	0,26	0,15	0,19	0,23	20.	0,79	0,12	0,09
21.	50,7	29,8	16,9	97,4	21.	18,3	5,5	5,3	29,1	21.	0,36	0,18	0,31	0,30	21.	0,63	0,19	0,18
22.	20,9	19,2	27	67,1	22.	9,8	4	7	20,8	22.	0,47	0,21	0,26	0,31	22.	0,47	0,19	0,34
23.	276	66,8	12	354,8	23.	51,1	4	2	57,1	23.	0,19	0,06	0,17	0,16	23.	0,89	0,07	0,04
24.	111,8	34,8	14,8	161,4	24.	21,8	4,7	2,5	29	24.	0,19	0,14	0,17	0,18	24.	0,75	0,16	0,09
25.	96,9	34,7	17	148,6	25.	30	6	4,4	40,4	25.	0,31	0,17	0,26	0,27	25.	0,74	0,15	0,11
26.	75,8	20,6	-	96,4	26.	24,6	3,7	-	28,3	26.	0,32	0,18	-	0,29	26.	0,87	0,13	-
27.	240	68,2	16,8	325	27.	59,8	5	7,4	72,2	27.	0,25	0,07	0,44	0,22	27.	0,83	0,07	0,10
28.	227	42,9	41	310,9	28.	48,4	5,4	6,5	60,3	28.	0,21	0,13	0,16	0,19	28.	0,80	0,09	0,11
29.	193	57,4	0	250,4	29.	37,8	6,7	0	44,5	29.	0,20	0,12	-	0,18	29.	0,85	0,15	0,00
30.	179,5	60,5	44,2	284,2	30.	47,5	8,9	9	65,4	30.	0,26	0,15	0,20	0,23	30.	0,73	0,14	0,14
31.	69,9	23,9	34,6	128,4	31.	22,6	4,6	7,2	34,4	31.	0,32	0,19	0,21	0,27	31.	0,66	0,13	0,21
32.	125,9	48,4	40,4	214,7	32.	42,55	8,8	11,5	62,85	32.	0,34	0,18	0,28	0,29	32.	0,68	0,14	0,18
33.	112,4	30	2,7	145,1	33.	36,7	6,1	1,8	44,6	33.	0,33	0,20	0,67	0,31	33.	0,82	0,14	0,04
34.	66	18,9	9,5	94,4	34.	20,7	4,5	2,8	28	34.	0,31	0,24	0,29	0,30	34.	0,74	0,16	0,10
35.	339,6	109,4	2,7	451,7	35.	71,5	15,1	1,3	87,9	35.	0,21	0,14	0,48	0,19	35.	0,81	0,17	0,01
36.	137,3	52,2	32,8	222,3	36.	34	7,2	5,1	46,3	36.	0,25	0,14	0,16	0,21	36.	0,73	0,16	0,11
	4630	1371,5	692,4	6694		1116	204,1	155,4	1475		0,24	0,15	0,22	0,22		0,76	0,14	0,11

* Άνθη: ανθοφόρο βλαστό με ανθίδια

Στον Πίνακα 11 καταγράφονται τα βάρη και οι λόγοι των ξηρών προς τα χλωρά βάρη των μερών που αποτελείται το φυτό, σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και όπως φαίνεται ο λόγος ξηρών προς χλωρό βάρος είναι 0.21, 0.25, 0.28 για τα φύλλα, τους βλαστούς και τα άνθη, αντίστοιχα. Επιπλέον, ο λόγος του συνολικού ξηρού βάρους προς το χλωρό είναι 0.24 αυξημένος κατά 0.02 συγκριτικά με την πρώτη μέτρηση και φαίνεται ότι οι μεταχειρίσεις των Ι0 έχουν μεγαλύτερο λόγο ξηρού προς χλωρό βάρος φύλλων στα περισσότερα πειραματικά τεμάχια. Οι λόγοι των ξηρών βαρών των επιμέρους φυτικών μερών ως προς το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών είναι 0.62, 0.29 και 0.10, αντίστοιχα για τα φύλλα, τους βλαστούς και τους ανθοφόρους βλαστούς. Συγκρίνοντας την πρώτη και δεύτερη μέτρηση, αυτό το οποίο καταγράφεται είναι μια αύξηση του λόγου των βλαστών ως προς το συνολικό βάρος και μια μείωση των φύλλων και επίσης, μια μικρή μείωση των ανθοφόρων βλαστών. Όσον αφορά στις μεταχειρίσεις Ι0 και Ι1 καταγράφεται ότι οι μισές μεταχειρίσεις Ι1 (4, 16, 17, 18, 27, 28, 29, 30, 36) είχαν λόγο ανθοφόρων βλαστών ως προς το σύνολο πάνω από 0.1, ενώ στις μεταχειρίσεις Ι0 μόνο το 1/3 είχε λόγο πάνω από 0.1, συμπεραίνοντας ότι υπήρχε μια χρονική καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών όσον αφορά τις μεταχειρίσεις της άρδευσης.

Πίνακας 11. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων όσον αφορά στα βάρη (σε g) και τους λόγους των επιμέρους τμημάτων των φυτών (άνθη, φύλλα, βλαστοί), όπως αυτά μετρήθηκαν στη δεύτερη κοπή στις 13/6/2017 και μετά την ξήρανσή τους.

Χλωρό βέρος				Ξηρό βέρος				Λόγοι Ξηρού Βέρους/Χλωρό				Λόγοι Ξηρού βέρους						
#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα/Σύνολο	Βλαστός/Σύνολο	Άνθη*/Σύνολο
1	502,5	149,3	0	651,8	1	114,8	41,9	0	156,7	1	0,23	0,28	-	0,24	1	0,73	0,27	0,00
2	674,6	185,2	82,6	942,4	2	150,5	63,6	25,5	239,6	2	0,22	0,34	0,31	0,25	2	0,63	0,27	0,11
3	341,6	155,2	23,1	519,9	3	76,6	41,8	6,4	124,8	3	0,22	0,27	0,28	0,24	3	0,61	0,33	0,05
4	456,4	146,1	97	699,5	4	89,9	37,5	29,7	157,1	4	0,20	0,26	0,31	0,22	4	0,57	0,24	0,19
5	993,2	517,3	74,8	1585,3	5	187,0	116,3	22,4	325,7	5	0,19	0,22	0,30	0,21	5	0,57	0,36	0,07
6	570	237,5	64,8	872,3	6	124,6	68,8	12,1	205,5	6	0,22	0,29	0,19	0,24	6	0,61	0,33	0,06
7	404	135,6	50	589,6	7	96,7	36	20	152,7	7	0,24	0,27	0,40	0,26	7	0,63	0,24	0,13
8	236,4	74,1	-	310,5	8	65,6	23,3	-	88,9	8	0,28	0,31	-	0,29	8	0,74	0,26	-
9	243,9	75,7	11,7	331,3	9	40,0	22,3	5,5	67,8	9	0,16	0,29	0,47	0,20	9	0,59	0,33	0,08
10	610,4	81,1	0	691,5	10	149,1	51,5	-	200,6	10	0,24	0,64	-	0,29	10	0,74	0,26	-
11	608,5	292	81	981,5	11	118,5	69,3	19,3	207,1	11	0,19	0,24	0,24	0,21	11	0,57	0,33	0,09
12	723	366	82	1171	12	187,0	82,5	23,9	293,4	12	0,26	0,23	0,29	0,25	12	0,64	0,28	0,08
13	525,8	111,2	11,2	648,2	13	104,5	34,5	4	143	13	0,20	0,31	0,36	0,22	13	0,73	0,24	0,03
14	271,2	58,7	23	352,9	14	85,7	21,8	7,3	114,8	14	0,32	0,37	0,32	0,33	14	0,75	0,19	0,06
15	993	518,5	36	1547,5	15	172,1	118,4	9,9	300,4	15	0,17	0,23	0,28	0,19	15	0,57	0,39	0,03
16	1039	357,7	91	1488	16	192,4	106,6	34,3	333,3	16	0,19	0,30	0,38	0,22	16	0,58	0,32	0,10
17	520,7	248,3	87	856	17	130,0	44,8	21,4	196,2	17	0,25	0,18	0,25	0,23	17	0,66	0,23	0,11
18	654,4	333,1	92	1079,5	18	118,2	73,5	22,5	214,2	18	0,18	0,22	0,24	0,20	18	0,55	0,34	0,11
19	466,7	107,4	24,6	598,7	19	121,9	30,6	8,1	160,6	19	0,26	0,28	0,33	0,27	19	0,76	0,19	0,05
20	412,5	115,1	19	546,6	20	90,7	37,6	6,2	134,5	20	0,22	0,33	0,33	0,25	20	0,67	0,28	0,05
21	417,4	95	12,4	524,8	21	115,7	31,3	4,1	151,1	21	0,28	0,33	0,33	0,29	21	0,77	0,21	0,03
22	490,8	119,7	88	698,5	22	127,6	51,9	26,8	206,3	22	0,26	0,43	0,30	0,30	22	0,62	0,25	0,13
23	956	285,6	70,5	1312,1	23	122,2	61,3	18,7	202,2	23	0,13	0,21	0,27	0,15	23	0,60	0,30	0,09
24	1079	536,5	52	1667,8	24	212,2	121,3	9,8	343,3	24	0,20	0,23	0,19	0,21	24	0,62	0,35	0,03
25	321,3	84,7	89,9	495,9	25	92,4	24,6	37,7	154,7	25	0,29	0,29	0,42	0,31	25	0,60	0,16	0,24
26	598	198,8	96	892,8	26	148,4	63,7	33,9	246	26	0,25	0,32	0,35	0,28	26	0,60	0,26	0,14
27	867	407,5	131,5	1406	27	157,9	102,2	45,8	305,9	27	0,18	0,25	0,35	0,22	27	0,52	0,33	0,15
28	815,6	360,8	366,1	1542,5	28	200,0	80,2	82,1	362,3	28	0,25	0,22	0,22	0,23	28	0,55	0,22	0,23
29	1273	714,4	363,5	2350,6	29	205,8	144,3	89	439,1	29	0,16	0,20	0,24	0,19	29	0,47	0,33	0,20
30	884,5	380,2	136,2	1400,9	30	151,6	95,7	41,5	288,8	30	0,17	0,25	0,30	0,21	30	0,52	0,33	0,14
31	405,1	113,5	-	518,6	31	96,9	32,9	-	129,8	31	0,24	0,29	-	0,25	31	0,75	0,25	-
32	495	115,3	33,4	643,7	32	125,5	33,1	13,6	172,2	32	0,25	0,29	0,41	0,27	32	0,73	0,19	0,08
33	241,6	55,5	26,2	323,3	33	72,1	19,8	9,1	101	33	0,30	0,36	0,35	0,31	33	0,71	0,20	0,09
34	540,5	136,8	61	738,3	34	150,1	46	23,5	219,6	34	0,28	0,34	0,39	0,30	34	0,68	0,21	0,11
35	729,6	354,6	21,7	1105,9	35	145,8	64,3	5,7	215,8	35	0,20	0,18	0,26	0,20	35	0,68	0,30	0,03
36	1226	559,3	212	1997,2	36	225,6	121,3	45,3	392,2	36	0,18	0,22	0,21	0,20	36	0,58	0,31	0,12
22588	8783,3	2711	34082,9		4766	2216,5	765,1	7747,2		0,21	0,25	0,28	0,24		0,62	0,29	0,10	

* Άνθη: Άνθη: ανθοφόρο βλαστό με ανθίδια

Τέλος κατά την τρίτη μέτρηση, υπολογίστηκε ότι ο λόγος ξηρού βάρους ως προς χλωρό για τα φύλλα, τους βλαστούς και τους βλαστούς που φέρουν άνθη είναι 0,29, 0,36, 0,38, αντίστοιχα, ενώ το συνολικό ξηρό βάρος ως προς το χλωρό είναι 0,32 αυξημένο συγκριτικά με την πρώτη και τη δεύτερη μέτρηση. Οι λόγοι που συνδέουν τα ξηρά βάρη των φύλλων, βλαστών και βλαστών που φέρουν άνθη ως προς το συνολικό ξηρό βάρος είναι 0,6, 0,37 και 0,04, αντίστοιχα. Οι λόγοι των ανθοφόρων βλαστών ως προς το συνολικό βάρος δείχνει ότι στην τρίτη μέτρηση τα φυτά των μεταχειρίσεων Ι0 και Ι1 είχαν λόγο κάτω από 0,1 καταδεικνύοντας ότι η άνθηση είχε ολοκληρωθεί και στις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 12. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων όσον αφορά στα βάρη (σε g) και τους λόγους των επιμέρους τμημάτων των φυτών (άνθη, φύλλα, βλαστοί), όπως αυτά μετρήθηκαν στην πρώτη κοπή στις 13/7/2017 και μετά την ξήρανση τους.

Χλωρό βάρος				Ξηρό βάρος				Λόγοι Ξηρού βάρους/Χλωρό				Λόγοι Ξηρού βάρους						
#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα	Βλαστός	Άνθη*	Σύνολο	#	Φύλλα/Σύνολο	Βλαστός/Σύνολο	Άνθη*/Σύνολο
1	274,5	133	-	407,5	1	110,4	61,2	-	171,6	1	0,40	0,46	-	0,42	1	0,64	0,36	-
2	444,1	225,2	12,9	682,2	2	138,2	89,2	5,4	232,8	2	0,31	0,40	0,42	0,34	2	0,59	0,38	0,02
3	622,8	300,8	9,3	932,9	3	176,6	107,9	11,6	296,1	3	0,28	0,36	1,25	0,32	3	0,60	0,36	0,04
4	1149	451,4	69,7	1670,1	4	322,8	168,3	30,7	521,8	4	0,28	0,37	0,44	0,31	4	0,62	0,32	0,06
5	1294,2	657,5	40,2	1991,9	5	354,9	228,4	13,3	596,6	5	0,27	0,35	0,33	0,30	5	0,59	0,38	0,02
6	595,9	271,7	-	867,6	6	164,2	98,3	-	262,5	6	0,28	0,36	-	0,30	6	0,63	0,37	-
7	523,1	313,4	-	836,5	7	186,2	130,8	-	317	7	0,36	0,42	-	0,38	7	0,59	0,41	-
8	181	70,1	9,2	260,3	8	84,2	31,3	6,8	122,3	8	0,47	0,45	0,74	0,47	8	0,69	0,26	0,06
9	195,4	74,4	0	269,8	9	90,3	35,5	-	125,8	9	0,46	0,48	-	0,47	9	0,72	0,28	-
10	654	361	50,5	1065,5	10	242,9	156,8	32,5	432,2	10	0,37	0,43	0,64	0,41	10	0,56	0,36	0,08
11	971	532,4	-	1503,4	11	258,1	166,8	-	424,9	11	0,27	0,31	-	0,28	11	0,61	0,39	-
12	1410,8	659,7	25,2	2095,7	12	371,7	198,1	9,1	578,9	12	0,26	0,30	0,36	0,28	12	0,64	0,34	0,02
13	294,4	107,8	-	402,2	13	101,5	45,2	0	146,7	13	0,34	0,42	-	0,36	13	0,69	0,31	0,00
14	308	108,5	-	416,5	14	123,2	47,9	0	171,1	14	0,40	0,44	-	0,41	14	0,72	0,28	0,00
15	1261	613,2	11,8	1886	15	285,9	201,3	4,2	491,4	15	0,23	0,33	0,36	0,26	15	0,58	0,41	0,01
16	1461,6	711,2	109,4	2282,2	16	353,5	245	32,4	630,9	16	0,24	0,34	0,30	0,28	16	0,56	0,39	0,05
17	1459,6	887,1	121,6	2468,3	17	344	278,8	45,8	668,6	17	0,24	0,31	0,38	0,27	17	0,51	0,42	0,07
18	945,3	473	-	1418,3	18	228,8	153,1	-	381,9	18	0,24	0,32	-	0,27	18	0,60	0,40	-
19	328,3	149,2	-	477,5	19	141,4	70,4	-	211,8	19	0,43	0,47	-	0,44	19	0,67	0,33	-
20	367,5	146,6	-	514,1	20	138,3	65,8	-	204,1	20	0,38	0,45	-	0,40	20	0,68	0,32	-
21	217,8	88	-	305,8	21	86,8	38,8	-	125,6	21	0,40	0,44	-	0,41	21	0,69	0,31	-
22	374,6	170,8	-	545,4	22	149	76,4	-	225,4	22	0,40	0,45	-	0,41	22	0,66	0,34	-
23	615,2	380,8	49,1	1045,1	23	167,7	123,1	20,2	311	23	0,27	0,32	0,41	0,30	23	0,54	0,40	0,06
24	940,6	441,5	-	1382,1	24	253,1	149,7	-	402,8	24	0,27	0,34	-	0,29	24	0,63	0,37	-
25	222,5	79,4	-	301,9	25	100,1	40,4	-	140,5	25	0,45	0,51	-	0,47	25	0,71	0,29	-
26	675,6	265,9	18,7	960,2	26	263	123,7	8,5	395,2	26	0,39	0,47	0,45	0,41	26	0,67	0,31	0,02
27	734	491,5	31,7	1257,2	27	188	174,1	8,3	370,4	27	0,26	0,35	0,26	0,29	27	0,51	0,47	0,02
28	2070,2	1071,7	124,1	3266	28	490,5	355,2	40,5	886,2	28	0,24	0,33	0,33	0,27	28	0,55	0,40	0,05
29	1472	756,2	217,3	2445,5	29	378,8	253,9	74,1	706,8	29	0,26	0,34	0,34	0,29	29	0,54	0,36	0,10
30	977,1	604,8	45,1	1627	30	254,8	235,2	15,7	505,7	30	0,26	0,39	0,35	0,31	30	0,50	0,47	0,03
31	543,8	200,5	10	754,3	31	207,3	82,3	7,2	296,8	31	0,38	0,41	0,72	0,39	31	0,70	0,28	0,02
32	174,4	37,5	11,4	223,3	32	77,1	16,1	8,4	101,6	32	0,44	0,43	0,74	0,45	32	0,76	0,16	0,08
33	208,1	58,6	-	266,7	33	93,7	28,4	-	122,1	33	0,45	0,48	-	0,46	33	0,77	0,23	-
34	381,5	118,8	13,8	514,1	34	161,6	55,6	8,2	225,4	34	0,42	0,47	0,59	0,44	34	0,72	0,25	0,04
35	906	482,7	108,2	1496,9	35	239,4	160,8	44,2	444,4	35	0,26	0,33	0,41	0,30	35	0,54	0,36	0,10
36	1150,6	540,8	109,5	1800,9	36	362,7	221,5	33,1	617,3	36	0,32	0,41	0,30	0,34	36	0,59	0,36	0,05
26406	13036,7	1199	40641		7691	4715,3	460,2	12866		0,29	0,36	0,38	0,32		0,60	0,37	0,04	

* Άνθη: Άνθη: ανθοφόρο βλαστό με ανθίδια

3.7. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΞΗΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ

Σύμφωνα με τον πίνακα 10 ο λόγος του ξηρού βάρους των μίσχων ως προς τα ξηρά φύλλα κυμαίνεται από 0,18 έως 0,22 στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ενώ ο αντίστοιχος λόγος του ξηρού βάρους των μίσχων ως προς εκείνο του βλαστού είναι από 0,29 έως 0,38. Ο λόγος που συνδέει το ξηρό βάρος ως προς το χλωρό βάρος των μίσχων κυμαίνεται 0,15 έως 0,20 ελαφρώς μικρότερος από τον αντίστοιχο λόγο των φύλλων και πολύ μικρότερος συγκριτικά με το λόγο των βλαστών.

Πίνακας13: Χλωρό και ξηρό βάρος φύλλων, βλαστών και μίσχων καθώς και οι λόγοι των ξηρών ως προς το χλωρό βάρος και των ξηρών βαρών μεταξύ των διάφορων φυτικών τμημάτων.

Μεταχειρίσεις	Βάρος (gr)						Λόγοι					
	Χλωρό (Χ)			Ξηρό (Β)			Ξ/Χ			Ξ		
	Φύλλα (Φ)	Βλαστοί (Β)	Μίσχοι (Μ)	Φύλλα (Φ)	Βλαστοί (Β)	Μίσχοι (Μ)	Φ	Β	Μ	Φ/Β	Μ/Φ	Μ/Β
I0	113,9	49,5	36,3	31,0	15,0	5,6	0,27	0,30	0,15	2,1	0,18	0,38
I1	305,8	179,6	85,7	78,4	59,0	17,2	0,26	0,33	0,20	1,3	0,22	0,29
D1	174,0	97,9	47,4	46,9	31,8	9,2	0,27	0,33	0,19	1,5	0,20	0,29
D2	245,7	131,2	74,6	62,6	42,1	13,6	0,25	0,32	0,18	1,5	0,22	0,32
N0	244,4	122,7	66,6	68,0	41,4	13,9	0,28	0,34	0,21	1,6	0,20	0,34
N1	140,2	87,2	46,3	35,4	26,3	7,6	0,25	0,30	0,16	1,3	0,21	0,29
N2	245,0	133,8	70,0	60,8	43,2	12,7	0,25	0,32	0,18	1,4	0,21	0,29

Στον Πίνακα 14 φαίνεται ότι τα επίπεδα άρδευσης διέφεραν στατιστικά σημαντικά και στις τρεις μετρήσεις, ενώ οι πυκνότητες φύτευσης διέφεραν μόνο στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση και τα επίπεδα λίπανσης δεν διέφεραν σημαντικά σε καμία από τις μετρήσεις.

Πίνακας 14. Παραγωγή ξηρών φύλλων με μίσχους (kg/στρ.) όπως μετρήθηκε κατά τις τρεις κοπές υπό την επίδραση της άρδευσης, αποστάσεων φύτευσης και αζωτούχου λίπανσης.

Μεταχειρίσεις	Παραγωγή αποξηραμένων φύλλων (kg/στρ.)		
	4/5/2017	13/6/2017	13/7/2017
I0*	90,7	197,2	234,6
I1*	157,2	278,1	497,2
EΣΔ_{0,05}**	48,7	77,8	76,6
D1*	150,1	283,9	395,3
D2*	97,8	191,4	336,4
EΣΔ_{0,05}**	18,6	45,8	ns***
N0*	115,2	232,9	351,5
N1*	125,8	234,1	398,2
N2*	130,9	246,1	347,9
EΣΔ_{0,05}**	ns***	ns***	ns***

*I0:0% και I1:100% της ETo, D1:(20x50)cm, D2:(40x50)cm, N0:0 kg/στρ., N1:4kg/στρ., N2:8kg/στρ.

**EΣΔ_{0,05}: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για p <0,05.

***ns: no significant

Πιο συγκεκριμένα οι μεταχειρίσεις της άρδευσης έδειξαν ότι η άρδευση (I1) είχε μια υπεροχή στην παραγωγή δρόγης συγκριτικά με την I0 μεταχείριση. Στην

πρώτη καταστρεπτική κοπή, οι μεταχειρίσεις των Ι1 είχαν παραγωγή 67 κιλά περισσότερο συγκριτικά με τις μεταχειρίσεις Ι0. Κατά τη δεύτερη καταστρεπτική κοπή και στις δύο μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε αύξηση της δρόγης με την Ι1 μεταχείριση να έχει παραγωγή 81 κιλά παραπάνω συγκριτικά με την Ι0 μεταχείριση (Γράφημα 12). Οι Seidler-Lozykowska et al.(2015), βρήκαν ότι σε βιολογική καλλιέργεια με pH=7, η απόδοση σε δρόγη κατά το δεύτερο έτος της καλλιέργειας ήταν 231.2 kg στρ.⁻¹, ενώ στην εν λόγω έρευνα υποστηρίζεται ότι το φασκόμηλο ξεπερνάει αυτή την παραγωγή από το πρώτο έτος εγκατάστασης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η παραγωγή στην ξηρική καλλιέργεια είναι κατά 40 κιλά περισσότερο από αυτή που βρήκαν οι Corell et al. (2012) εφαρμόζοντας λίπανση 8 κιλά στρ.⁻¹ αζώτου πριν την φύτευση και άρδευση ίση με το 0% της Εξατμισοδιαπνοής (ΕΤο), ενώ στο 100% της ΕΤο με την ίδια λιπαντική αγωγή απέδωσε 457 κιλά στρ.⁻¹ δηλαδή 179 κιλά περισσότερο από το αποτέλεσμα στην συγκεκριμένη έρευνα.



Γράφημα 15. Μέσοι όροι ξηρής δρόγης συναρτήσει των χρόνων μέτρησης υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων της άρδευσης [0% (Ι0) και 100% (Ι1) της Εξατμισοδιαπνοής].

Από τις μεταχειρίσεις της πυκνότητας φύτευσης, οι μεταχειρίσεις D1 είχαν μια υπεροχή έναντι των μεταχειρίσεων D2. Πιο συγκεκριμένα, κατά την πρώτη καταστρεπτική κοπή η παραγωγή των D1 ήταν 52 κιλά περισσότερο συγκριτικά με την D2 μεταχείριση, ενώ κατά τη δεύτερη κοπή ήταν 92 κιλά περισσότερο (Γράφημα 16). Ο ρυθμός αύξησης του ξηρού βάρους ανά ημέρα από την πρώτη έως τη δεύτερη κοπή είναι 3,35 κιλά ανά στρ. για τις μεταχειρίσεις D1, ενώ των μεταχειρίσεων D2 είναι 2,34 κιλά ανά στρ.



Γράφημα 16. Μέσοι όροι της παραγωγής ξηρής δρόγης συναρτήσει των ημερομηνιών καταστρεπτικής κοπής υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων της πυκνότητας φύτευσης (D1: 20cm x 50cm και D2: 40cm x 50cm).

Όσον αφορά στις μεταχειρίσεις των λιπάνσεων, η παραγωγή δρόγης ήταν σχεδόν η ίδια και στις τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης. Κατά την πρώτη καταστρεπτική κοπή, οι μεταχειρίσεις N2 είχαν μια υπεροχή 5 κιλών ανά στρ. και 15 κιλών ανά στρέμμα από τις μεταχειρίσεις N1 και N0, αντίστοιχα. Αυτή η υπεροχή συνεχίστηκε και κατά τη δεύτερη καταστρεπτική κοπή με 10 κιλά ανά στρ. (Γράφημα 17). Οι διαφορές αυτές όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικές και φαίνεται ότι η λίπανση δεν επηρέασε σημαντικά την παραγωγή δρόγης. Οι Nadjaf et al. (2014) ότι η εφαρμογή βιολογικής λίπανσης δεν επηρεάζει την απόδοση ξηρού βάρους του φασκόμηλου.



Γράφημα 17. Μέσοι όροι της παραγωγής δρόγης (κιλά/στρ.) συναρτήσει των ημερομηνιών μέτρησης υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων της αζωτούχου λίπανσης (N0 0 kg, N1 4kg N2 8 kg).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι μεταχειρίσεις της άρδευσης διαφέρουν στατιστικά σημαντικά όσον αφορά στην παραγωγή ξηρών φύλλων, με τη μεταχείριση Π1 να φτάνει σε μέγιστη παραγωγή στα 497.2 kg στρ.⁻¹ συγκριτικά με το μάρτυρα που έφθασε στα 234.6 kgστρ.⁻¹ κατά την τρίτη κοπή (Ιούλιος). Η άρδευση αύξησε σχεδόν στο διπλάσιο το ύψος των φυτών, με μέγιστη τιμή τα 64.7cm κατά την τρίτη κοπή έναντι του μάρτυρα που έφθασε στα 33.4cm. Επίσης, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας διπλασιάστηκε έναντι του μάρτυρα στη Ι2 μεταχείριση (4.3 vs 2.1).

Η άρδευση είχε αρνητική επίδραση στην τιμή του CCI και του SLW, όπου το CCI έφτασε την τιμή των 20.5 κατά την τρίτη κοπή συγκριτικά με το μάρτυρα (26,1), ενώ στατιστικά σημαντικά διέφεραν οι τιμές της δεύτερης και τρίτης μέτρησης.

Οι πυκνότητες φύτευσης διαφέρουν στατιστικά σημαντικά στην παραγωγή ξηρών φύλλων μόνο κατά την πρώτη και δεύτερη κοπή με τη D1 να αποδίδει περί τα 395.3 kgστρ.⁻¹ και τη D2 να φθάνει τα 336.4 kgστρ.⁻¹, ενώ δεν προκάλεσε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση του ύψους, με τις αραιές αποστάσεις φύτευσης να έχουν μια μικρή αριθμητικά υπεροχή φτάνοντας τα 50.3 cm έναντι των 47.8 cm του μάρτυρα, στην τρίτη κοπή.

Η τιμή του LAI διαφέρει στατιστικά σημαντικά κατά την πρώτη και δεύτερη κοπή σημειώνοντας μέγιστη τιμή 3.8 για τη D1 μεταχείριση κατά τη δεύτερη μέτρηση και 2.5 για τη D2.

Η τιμή του CCI δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά σε καμία από τις μετρήσεις, με μέγιστη τιμή 23 περίπου και για τις δύο μεταχειρίσεις, ενώ η τιμή SLW έφτασε 0,105 και για τις δύο μεταχειρίσεις κατά την Τρίτη κοπή.

Η λίπανση δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά σε καμία από τις κοπές στην παραγωγή ξηρών φύλλων, ενώ στην αύξηση του ύψους κατά την τρίτη κοπή η N1 μεταχείριση έφθασε τα 52.3 cm, διαφορά στατιστικά σημαντική σε σχέση με το μάρτυρα που έφθασε τα 45.8 cm.

Η τιμή του LAI δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά στις μεταχειρίσεις της λίπανσης, ενώ τη μεγαλύτερη τιμή είχε η μεταχείριση N1 (3.2) κατά την τρίτη κοπή.

Η λίπανση δεν προκάλεσε στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή του CCI, με μεγαλύτερη τιμή να έχουν οι μεταχειρίσεις N1 (23.8) και N0 (23.5) έναντι της N2 (22.6), ενώ η τιμή SLW ήταν 0,109 για τις μεταχειρίσεις N0, N2 και 0,100 για την N1 μεταχείριση κατά την Τρίτη κοπή.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, παρόλο το είδος *S. officinalis* L. δεν συναντάται ως αυτοφυές στην κεντρική Ελλάδα, απέδωσε ικανοποιητικά κατά το πρώτο έτος εγκατάστασης. Τα συγκεκριμένα στοιχεία αν και αφορούν την πρώτη χρονιά της καλλιέργειας δείχνουν ότι το φασκόμηλο με άρδευση περί τα 360 mm θα μπορούσε να αποτελέσει εναλλακτική καλλιέργεια σε περιοχές με παρόμοιες εδαφοκλιματικές συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Άκριτίδης Κ.Β. (1993). Ξήρανση-αποθήκευση γεωργικών προϊόντων, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, σελ. 287.

Ιατρού Γ., Λάμαρη Φ., Δημητρέλλας Γ., Τσακίρη Μ. (2014). Κατάλογος αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Εκδόσεις επτάλοφος. Αθήνα. σελ. 119.

Κατσιώτης Σ.Θ., Χατζοπούλου Π.Σ. (2015). Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια, Εκδόσεις Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, σελ. 1002.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ. (2014). Σημειώσεις αρδεύσεων. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ. 73.

Σαρλής Γ. (1991). Συστηματική Βοτανική. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, σελ.429.

Τσέκου Β.Ι. και Ηλία Φ.Η. (2006). Εισαγωγή στην φυσιολογία φυτών. εκδοτικός οίκος αδελφών κυριακίδη. Αθήνα. σελ. 1025.

5.2. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Basker K. and Putievsky E. (1978). Seasonal variation in the yields of herb and essential oil in some Labiatae species. *Journal of Horticultural Science*. 53(3): 179-183.

Battaieb I., Jabri-Kroui I., Hamrouni-sellam I., Bourgou S., Limam F., Marzouk B. (2012). Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Ind. Crops Prod*. 36:238-245.

Battaieb I., Sellami-Hamrouni I., Bourgou S., Limam F., Marzouk B. (2011). Drought effects on polyphenol composition and antioxidant activities in aerial parts of *Salvia officinalis* L. *Acta Physiol Plants* 33:1103-1111.

Bolta Z.D., Baricevic B., Bohanec and S. Andresek (2000). A preliminary investigation of ursolic acid in cell suspension culture of *Salvia officinalis*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 62:57– 63.

Bradley P. (2006). Sage Leaf. *British Herbal Compendium*, a handbook of scientific information on widely used plant drugs. Companion to the British Herbal Pharmacopoeia. Volume 2 Bournemouth, pp. 339-344.

Corell M., Garcia M.C., Contreras J.I., Segura M.L., Cermeno P. (2012). Effect of water stress on *Salvia officinalis* L. bioproductivity and its bioelement concentrations. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 43:419-425.

Dweck A.C. (2000). Specific species of *Salvia*. Overseas Publishers Association, Harwood Academic Publishers: 9-15.

European Medicines Agency, (2009). Committee on herbal medicinal products (hmpc), Assessment report on *Salvia officinalis* L., folium and *Salvia officinalis* L., aetheroleum. London. pp.39.

Farhat M.B., Jordan M.J., Chaouch-Hamada R., Landoulsi A., Sotomayor J. A. (2016). Phenophase effects on sage (*Salvia officinalis* L.) yield and composition of essential oil. *Journal of Applied Research on Medical and Aromatic Plants* 3: 87-93.

Farnsworth N.R. and Soejarto D.D. (1991). Global importance of medicinal plants. In: Akerele, O., Heywood, V. and Synge, H. (eds). *The conservation of medicinal plants: proceedings of an International consultation 21-27 March 1988, Chiang Mai, Thailand*. Cambridge University Press, Cambridge: 25-51.

Fox T.T., Guerimot M.L. (1998). Molecular biology of cation transport in plants. *Annu. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol.*, 49: 669-696.

Geneva M.P., Stancheva V. I., Boychinova M.M., Mincheva M.N., Yonova A.M. (2010). Effect of foliar fertilization and arbuscular mycorrhizal colonization on *Salvia officinalis* L. growth, antioxidant capacity, and essential oil composition. *J Sci Food Agric* 90:696-702.

Greuter W., Burdet H.M. and Long G. (eds.) (1986). *Med-Checklist, Vol.3*. Conservatoire et Jardin botaniques, Geneve.

Grdisa M., Jug-Dujakovic M., Loncaric M., Carovic-Stanko K., Nincevic T., Liber Z., Radosavljevic I., Satovic Z. (2015). Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.): A Review of Biochemical Contents, Medical Properties and Genetic Diversity, *Agriculturae Conspectus Scientificus* . Vol. 80:69-78.

Hanlidou E., Karousou R., Kokkini R. (1998). The Sage Plants in Greece: Morphological Variation and its Taxonomic Implications. In *Progress in Botanical Research*, I. Tsekos and M. Moustakas, ed. Springer Netherlands, pp 65-68.

Hedge I.C. (1992). A global survey of the biogeography of the Labiatae. In R.M. Harley and T. Reynolds (eds.), *Advances in Labiatae Science*, Royal Botanic Gardens, Kew:7-17.

Kamatou G.P.P., Makunga N.P., Ramogola W.P.N., Viljoen A.M.(2008). South African *Salvia* species : a review of biological activities and phytochemistry. *J. Ethnopharmacol.* 199:664-672.

Karousou R., Hanlidou E., Kokkini S. (2005). The saga plants of Greece: Distribution and infraspecific variation., Overseas Publishes Assotiation:27-46.

Kokkini S., Vokou R., Karousou R. (1989). Essential oil yield of Lamiaceae plants in Greece. In S.C. Bhattacharyya, N. Sen, and K.L. Sethi, (eds.), Proc. 11th Int. Congr. Essential Oils, Fragrances and Flavours, Oxford and IBH Publishing, New Delhi, Vol. 3:5-12.

Kumar R., Sharma S., Pathania V.(2013). Effect of shading and plant density on growth, yield and oil composition of clary sage (*Salvia sclarea* L.) in north western Himalaya. The Journal of essential oil research, Vol. 25, No. 1:23-32.

Lakusic B.S., Ristic M.S., Slavkovska N.V., Stojanovic D.Lj., Lakusic D.V.(2013). Variation in essential oil yield and compositions of *Salvia officinalis* at different development stages. Institute of Botany and Botanical Garden Jevremovac:127-139.

Lange D. (2006). International trade in medicinal and aromatic plants:Chapter 11, Springer, Printed in the Netherlands: 155.170.

Lawrence B.M. (1998). Progress in essential oil – sage oil. Perfum Flavor. 23:47-52.

Loomis R.S., and Connor D.J. (1992). Crop Ecology: Productivity and Management in Agriculture Systems. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 516.

Lungu M., Lacatusu R., Constantinovici M, Plugaru V., Stroe V.M., Lazar R., Stanciu Burileanu M.M., Rizea N. (2012). Soil agrochemical properties along three years of ecological *Salvia officinalis* crops. Present Environ Sustain Dev. 6:115-120.

Marschner H.(2002). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London.

Mostafa G., Ghalavand A., Nadjafi F., Sorooshzadeh A. (2015). Industrial Crops and Products 74: 20-27.

Murillo-Amador B., Nieto-Garibay A., Villegas-Espinoza J.A., Troyo-Dieguez E., Ramirez-Serrano R., Cordoba-Matson M.V. (2014). Evaluating the best model for measuring chlorophyll in sage leaves in the field using the SPAD-502 meter. Mitteilungen Klosterneuburg 64(6):84-100.

- Nadjafi F., Mahdavi Damghani M., Tabrizi L., Nejad Ebrahimi S. (2014). Effect of biofertilizers on growth, yield and essential oil content of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 17(2), 237-250.
- Nell M., Votsch M., Vierheiling H., Steinkellner S., Zitterl-Eglseer K., Franz C., Novak J. (2009). *J. Sci. Food Agric.*, 89:1090-1096.
- Perry E.K., Pickering A.T., Wang W.W., Houghton P.J., Perry N.S.L., (2005). Medicinal plants and Alzheimer's disease: from ethnobotany to phytotherapy. *J. Pharm. Pharmacol.* 51:527-534.
- Putievsky E.U., Ravid N., Diwan-Rinzler D. Zohary (1990). Genetic affinities and essential oil composition of *Salvia officinalis* L., *Salvia fruticosa* Mill., *Salvia tomentosa* Mill. And their hybrids. *Flavor and Fragrance Journal* 5:121-123.
- Rioba N.B., Itulya F.M., Saidi M., Dudai N., Bernstein N. (2015). Effects of nitrogen, phosphorus and irrigation frequency on essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Applied Research on Medical and Aromatic Plants* 2:21-29.
- Russo A., Formisano C., Rigano D., Senatore F., Delfino S., Cardile V., Rosselli S., Bruno M. (2013). Chemical composition and anticancer activity of essential oils of Mediterranean sage (*Salvia officinalis* L.) grown in different environmental conditions, *Food and Toxicology* 55:42-47.
- Santos-Gomez P.C., Seabra R.B., Fernandes-Ferreira M. (2002). Phenolic antioxidant compounds produced by in vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L.). *Plant Sci.* 162:981-987.
- Satvatniri S., Qolipouri A., Tobeh A., Jamati S., Ochi M., Rahimzadeh F.(2015). Determining critical period for weeds control in sage (*Salvia officinalis* L.). *The Second National Conference on Applied Research in Science and Technology, Faculty of Science, Cumhuriyet University*:2057-2064.
- Seidler-Lozykowska K., Mordalski R., Krol D., Bocianowski J., Karpinska E. (2015). Yield and quality of sage herb (*Salvia officinalis* L.) from organic cultivation, *Biological Agriculture and Horticulture*, 31(1): 53-60.

Sheidler-Lozykowska K., Mordalski R., Kucharski W., Golcz A., Kozik E., Wojcik J.(2009). Economic and qualitative value of the raw material of chosen species of medicinal plants from organic farming. Part I Yield and quality of garden thyme herb (*Thymus vulgaris* L.). *Acta Sci Pol Agric.* 8:23-28.

Verma R.S., Padalia R.C., Chauhan A. (2015). Harvesting season and plant part dependent variations in the essential oil composition of *Salvia officinalis* L. grown in northern India, *journal of herbal medicine* 5: 165–171.

Vouzounis N.A., Dararas V.E., Georghiou G. (2003). Chemical control of weeds in the aromatic crops lavender, oregano and sage, *Agricultural Research Institute of Cyprus, Technical Bulletin* 218:1-8.

Vouzounis N.A.(1997). Weed control and other problems, which should be solved for the cultivation of aromatic and medicinal plants grown in Cyprus. *Proceedings of ETBA.*

Watson, DJ. (1947). Comparative physiological studies in the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany* 11: 41–76.

Zervoudakis G., Salahas G., Kaspiris G., Konstantopoulou E.(2012). Influence of light intensity on growth and physiological characteristics of common sage (*Salvia officinalis* L.). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 55(1): 89-95. 7th Workshop on Aromatic and Medicinal Plants. March 21-25, Cyprus.

Zheng W. and Wang S.(2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric. Food Chem.* 49:5165-5170.

Zimna D., Grzybowski J., Piekos R. (1984). Extraction of Some Essential Elements from the Leaves of Sage (*Salvia officinalis* L.). *Sci Pharm* 52: 131-141.

5.3. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Στατιστική Αρχή, Δελτίο Τύπου Ετήσιας Στατιστικής Έρευνας Έτους 2013, Πειραιάς,2016, http://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_21/11/2016.

Μπαγκανταζούνης Μπαχαρικά, Προφιαγραφές φασκόμηλου.

<http://bagatzounis.com/web/media/wysiwyg/dloads/herbs/faskomilo.pdf>, 23/07/2017

Οδηγίες χρήσης της συσκευής CCM-200 Chlorophyll Content Meter.

http://www.apogeeinstruments.com/content/CCM_webmanual.pdf, 30/03/2017.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων:

http://www.minagric.gr/syspest/syspest_bycat_byactive.aspx, 21/11/2016.

EUROPAM (2010), Production of MAPs in Europe :

http://europam.net/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=11,
27/10/2016.

EUROSTAT (2015). [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics)

[explained/index.php/Organic_farming_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics). 18/07/2017.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF),

[http://www.gbif.org/occurrence/search?has_geospatial_issue=false&geometry=-](http://www.gbif.org/occurrence/search?has_geospatial_issue=false&geometry=-18.60+28.59%2C-18.60+54.30%2C36.51+54.30%2C36.51+28.59%2C-18.60+28.59&taxon_key=2927004&country=GR#)

[18.60+28.59%2C-18.60+54.30%2C36.51+54.30%2C36.51+28.59%2C-](http://www.gbif.org/occurrence/search?has_geospatial_issue=false&geometry=-18.60+28.59%2C-18.60+54.30%2C36.51+54.30%2C36.51+28.59%2C-18.60+28.59&taxon_key=2927004&country=GR#)

[18.60+28.59&taxon_key=2927004&country=GR#](http://www.gbif.org/occurrence/search?has_geospatial_issue=false&geometry=-18.60+28.59%2C-18.60+54.30%2C36.51+54.30%2C36.51+28.59%2C-18.60+28.59&taxon_key=2927004&country=GR#), 25/03/2017.

5.4. ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Encyclopedia of Life, Discover Life, Point Map of Salvia officinalis :

http://eol.org/data_objects/21429595, 5/11/2016.

Schirber M.(2013). The Full Palette of Photosynthesis Research Features. NASA.

https://www.giss.nasa.gov/research/features/201311_kiang/. 30/03/2017.

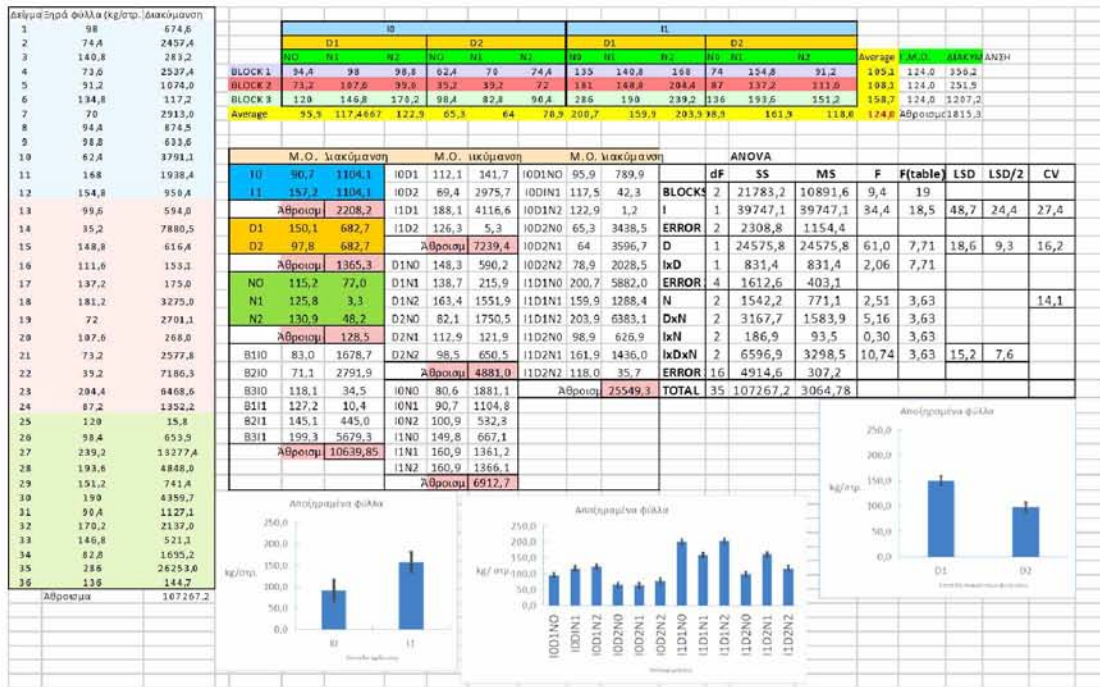
EUROSTAT (2015). [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/3/3c/Share_of_total_organic_area_%28fully_converted_and_under_conversion%29%2C_EU-28%2C_2015_%28%25_of_total_EU-28%29_new.pn)

[explained/images/3/3c/Share_of_total_organic_area_%28fully_converted_and_under_conver](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/3/3c/Share_of_total_organic_area_%28fully_converted_and_under_conversion%29%2C_EU-28%2C_2015_%28%25_of_total_EU-28%29_new.pn)

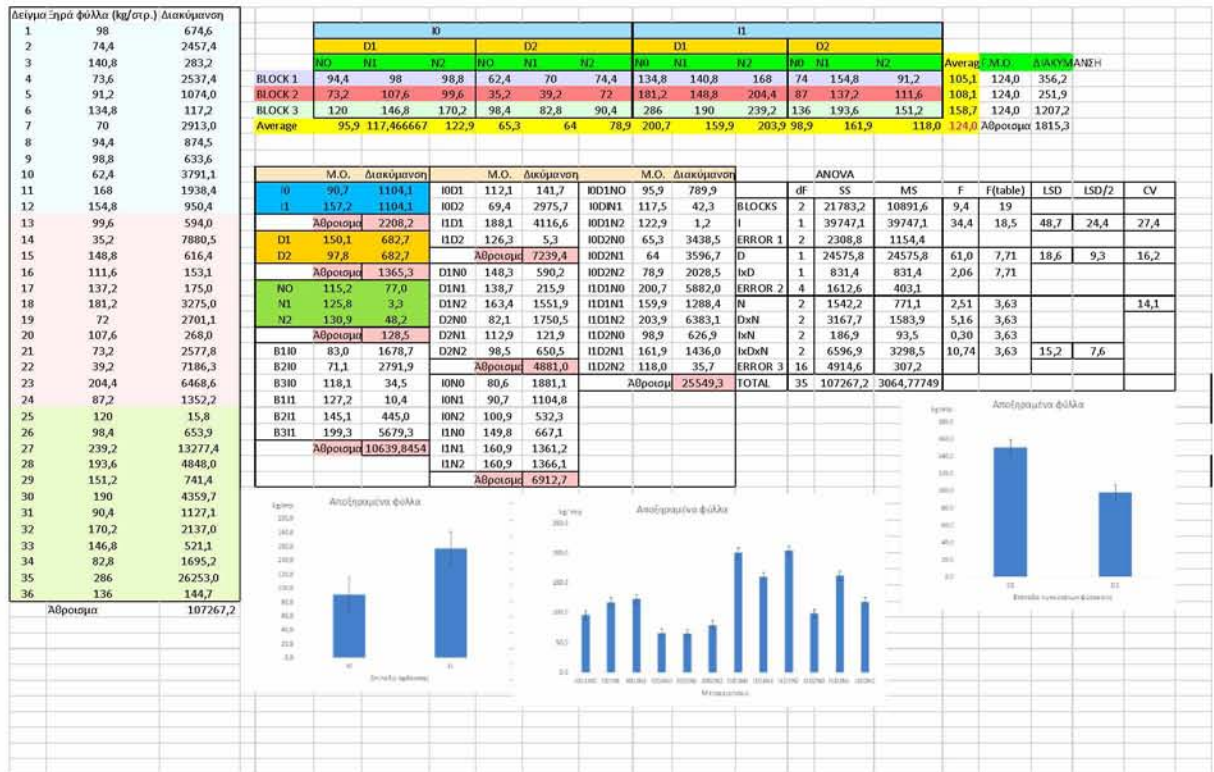
[sion%29%2C_EU-28%2C_2015_%28%25_of_total_EU-28%29_new.pn](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/3/3c/Share_of_total_organic_area_%28fully_converted_and_under_conversion%29%2C_EU-28%2C_2015_%28%25_of_total_EU-28%29_new.pn). 18/07/2017.

6. ΠΑΡΑΤΗΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

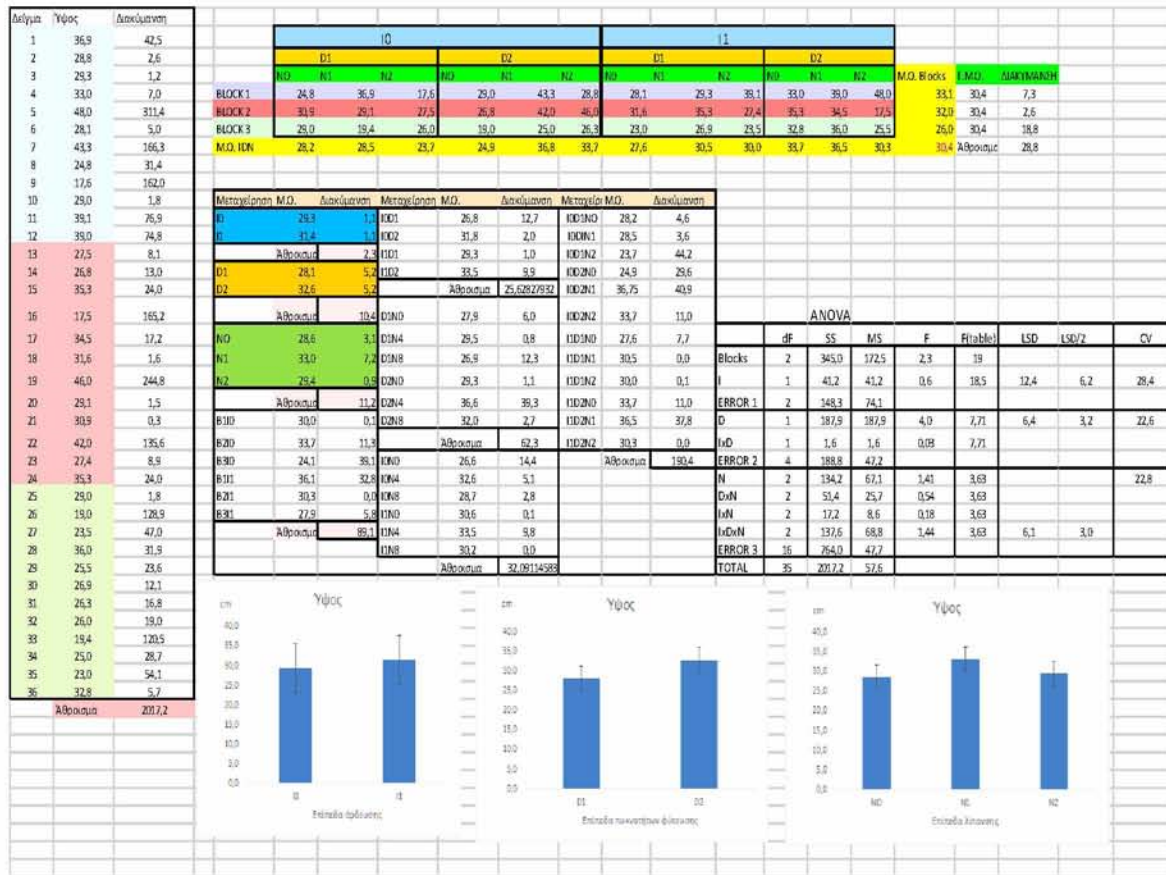
Πίνακας 1'. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διασποράς (ANOVA) για τις μετρήσεις επι των ξηρών φύλλων κατά την πρώτη κατα στρεπτική κοπή (4/5/2017).



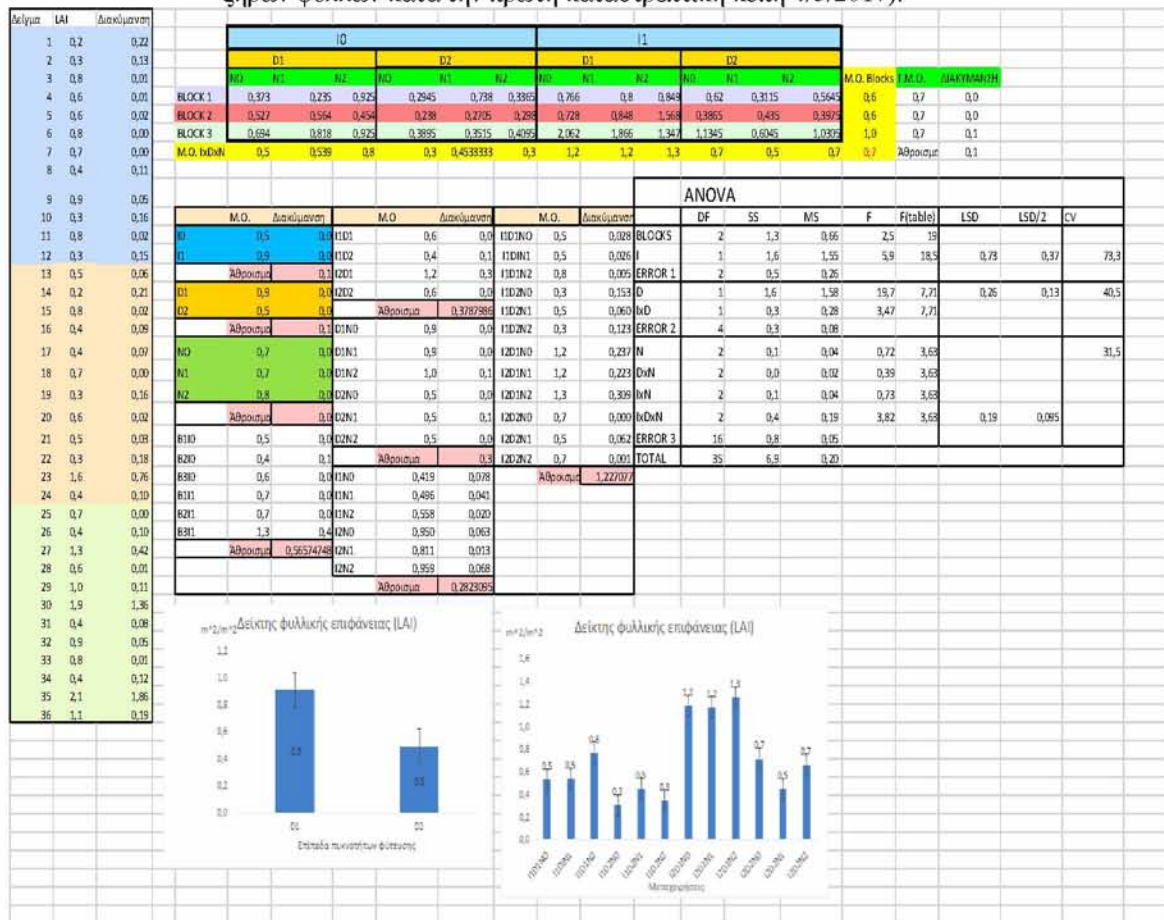
Πίνακας 2'. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διασποράς (ANOVA) για τις μετρήσεις επί των ξηρών φύλλων κατά την πρώτη καταστρεπτική κοπή (4/5/2017).



Πίνακας 3^ο. Πίνακας μέσων όρων και ανάλυσης διασποράς (ANOVA) για τις μετρήσεις επί των ξηρών φύλλων κατά την πρώτη καταστρεπτική κοπή 4/5(2017).



Πίνακας 4^ο. Πίνακας μέσω όρων και ανάλυσης διασποράς (ANOVA) για τις μετρήσεις επί των ξηρών φύλλων κατά την πρώτη καταστρεπτική κοπή 4/5/2017).



Πίνακας 5^ο. Πίνακας μέσω όρων και ανάλυσης διασποράς (ANOVA) για τις μετρήσεις επί των ξηρών φύλλων κατά την δεύτερη καταστρεπτική κοπή (13/6/2017).

Δείγμα (Έτηρά φύλλα (kg/στρ.) Διακείμεση)	ID						II						Average	M.C.	Διακείμεση	Αθροισμ
	D1			D2			D1			D2						
	NO	NI	N2	NO	NI	N2	NO	NI	N2	NO	NI	N2				
1	287															
2	188,125															
3	191,5															
4	112,375	15091,4														
5	233,75	2,2														
6	311,5	5818,3														
7	120,875	13075,3														
8	164	5072,6														
9	100	18285,0														
10	186,375	2386,1														
11	296,25	3724,4														
12	233,75	2,2														
13	261,25	677,4														
14	107,125	16408,9														
15	430,25	38035,8														
16	240,5	27,9														
17	162,5	5288,5														
18	295,5	3633,4														
19	152,375	6863,7														
20	226,75	71,8														
21	289,25	2919,0														
22	159,5	5733,9														
23	305,5	4939,0														
24	265,25	901,7														
25	231	17,8														
26	185,5	2472,3														
27	394,75	25449,1														
28	250	218,4														
29	257,25	485,2														
30	379	20672,0														
31	121,125	13018,2														
32	313,75	6166,6														
33	180,25	3021,9														
34	187,625	2265,5														
35	364,5	16712,7														
36	282	2188,2														
Αθροισμ	248457,1															

M.C.	Διακείμεση	M.C.	Διακείμεση	M.C.	Διακείμεση	ANOVA											
ID	192,3	1840,1	ID01	228,1	50,2	ID01NO	228,1	51,0	df	SS	MS	F	Ftable	LSD	LSD/2	CV	
II	278,1	1840,1	ID02	156,5	6195,0	ID01NI	231,3	15,1	BLOCKS	2	22342,7	11171,4	3,8	19			
Αθροισμ	3680,1		ID01N2	329,9	8956,5	ID01N2	225,0	104,5	I	1	66241,9	66241,9	22,5	18,5	77,8	38,9	23,1
D1	279,0	1916,5	ID02	226,4	78,3	ID02NO	159,7	5708,6	ERROR	2	5891,5	2945,8					
D1	191,4	1916,5	Αθροισμ	15280,0		ID02NI	156	6276,2	D	1	68993,8	68993,8	28,2	7,71	45,8	22,9	21,0
Αθροισμ	3833,0		D1NO	276,0	1659,4	ID02N2	153,9	6617,4	IxD	1	2284,0	2284,0	0,93	7,71			
NO	232,9	5,6	D1NI	282,5	2231,3	ID02NO	323,8	7851,9	ERROR	4	9785,2	2446,3					
N1	234,1	1,3	D1N2	278,6	1880,2	ID01NI	333,6	9674,9	N	2	229,0	114,5	0,03	3,63		28,4	
N2	238,7	12,2	D2NO	189,8	2065,8	ID01N2	332,2	9398,2	DxN	2	443,0	221,5	0,05	3,63			
Αθροισμ	19,1		D2NI	185,7	2451,6	ID02NI	219,9	235,5	IxN	2	746,1	373,1	0,08	3,63			
B1D	174,4	3699,8	D2N2	196,9	1322,6	ID2NI	215,4	392,3	IxDxN	2	261,5	130,7	0,03	3,63	57,8	28,9	
B2D	199,4	1285,0	Αθροισμ	11611,0		ID2N2	243,8	74,2	ERROR	16	71238,3	4452,4					
B3D	203,2	1024,9	IDNO	193,9	1709,6	Αθροισμ	46399,8		TOTAL	35	248457,1	7098,774206					
B1I	229,9	28,8	IDNI	193,7	1726,9												
B2I	283,3	2306,7	IDN2	189,4	2096,2												
B3I	321,3	7400,8	IDNO	271,9	1341,9												
Αθροισμ	15746,02402		II NI	274,5	1542,7												
			II N2	288,0	2785,5												
			Αθροισμ	11202,8													

Αποζημιωμένα φύλλα

Έτηρά φύλλα

Αποζημιωμένα φύλλα

Έτηρά ποικιλιών φύλλα

