



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Επίδραση της φωσφορούχο λίπανσης στην ανάπτυξη του φυτού *Sanguisorba minor* Scop.»



Τζήμου Κωνσταντίνα

Επιβλέπων καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Επίκουρος Καθηγητής)

Βόλος, Φεβρουάριος 2019

«Επίδραση της φωσφορούχο λίπανσης στην ανάπτυξη του φυτού *Sanguisorba minor*
Scop.»

Τζήμου Κωνσταντίνα

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων
2. Πετρόπουλος Σπυρίδων, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος
3. Λύκας Χρήστος, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Βόλος, Φεβρουάριος 2019

Πρόλογος

Στην συγκεκριμένη προπτυχιακή εργασία μελετήθηκε η επίδραση της φωσφορούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος και του ριζικού συστήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor*.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση κατά την διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά και της συγγραφής της πτυχιακής εργασίας μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους Επίκουρους Καθηγητές κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο και κ. Χρήστο Λύκα για τις πολύτιμες συμβουλές τους, αλλά και για τον χρόνο που διέθεσαν για την μελέτη της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	2
1.1. Το γένος <i>Sanguisorba</i>	2
1.2. Μορφολογία του είδους <i>Sanguisorba minor</i>	3
1.3. Βιοδραστικές ουσίες των ειδών του γένους <i>Sanguisorba</i> .	4
1.4. Φαρμακευτικές ιδιότητες των ειδών του γένους <i>Sanguisorba</i>	6
1.5. Φώσφορος-Έδαφος-Φυτά	8
1.6. Φώσφορος και αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά	9
1.7. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι	11
2.1 Πείραμα σε Φυτοδοχεία	11
2.2 Πειραματικό σχέδιο	11
2.3 Μετρήσεις	12
2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα	13
2.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	13
Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα	17
3.1 Νωπό Βάρος υπέργειου τμήματος	17
3.2 Ξηρό Βάρος υπέργειου τμήματος	21
3.3 Ανάπτυξη ριζικού συστήματος	24
3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD	27
Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα	32
4.1 Αξιολόγηση της επίδρασης του φωσφόρου στην ανάπτυξη του είδους <i>Sanguisorba minor</i>	32
4.2 Συμπεράσματα	36
Βιβλιογραφία	37
Παράρτημα- Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων	43

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το είδος *Sanguisorba minor* είναι σημαντικό βότανο το οποίο συναντάμε σε άγονα εδάφη στη χώρα μας και σε πολλές περιοχές της Μεσογείου. Είναι ένα φυτό πολύ ανθεκτικό στη ξηρασία, ενώ στο ριζικό του σύστημα, αλλά και στους βλαστούς-φύλλα έχουν απομονωθεί διάφορες βιοδραστικές ουσίες, οι οποίες παρουσιάζουν διάφορες φαρμακολογικές ιδιότητες. Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της φωσφορούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του υπέργειου και του ριζικού συστήματος του συγκεκριμένου βοτάνου. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε φυτοδοχεία στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας την περίοδο Δεκέμβριος 2016-Μάιος 2017 και ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 14 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Οι επεμβάσεις του πειράματος ήταν οι εξής: επέμβαση Φ0: μάρτυρας [0 μονάδες φωσφόρου], επέμβαση Φ1: [5 μονάδες φωσφόρου] και επέμβαση Φ2: [10 μονάδες φωσφόρου]. Χρησιμοποιήθηκε το λίπασμα τριπλό υπερφωσφορικό (0-46-0) το οποίο εφαρμόστηκε πριν την σπορά. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι φωσφορούχος λίπανση είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών του είδους *Sanguisorba minor*. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών του είδους *S. minor* καταγράφηκε στις επεμβάσεις Φ1 και Φ2. Επίσης, η μεγαλύτερη βιομάζα του ριζικού συστήματος καταγράφηκε στις επεμβάσεις Φ1 και Φ2, ενώ δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο επεμβάσεων. Όσον αφορά την επίδραση της φωσφορούχου λίπανσης σε φυσιολογικά χαρακτηριστικά παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης καταγράφηκε στις επεμβάσεις Φ1 και Φ2. Αντίθετα, ο λόγος της βιομάζας του ριζικού συστήματος προς τη βιομάζα του υπέργειου τμήματος δεν επηρεάστηκε από την φωσφορούχο λίπανση. Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα φανερώνουν ότι η ποσότητα φωσφόρου 5 Kg/στρέμμα είναι αρκετή έτσι ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη ανάπτυξη του συγκεκριμένου βοτάνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

1.1. Το γένος *Sanguisorba*

Το γένος *Sanguisorba* ανήκει στην οικογένεια Rosaceae (Πίνακας 1) και περιλαμβάνει περίπου 30 είδη, τα οποία συναντάμε σε διάφορες περιοχές σε όλο τον κόσμο, όμως κυρίως στην Ευρώπη, την Ασία και τη Βόρεια Αμερική (Andrabi et al. 2012, Meng et al. 2018).

Πίνακας 1. Συστηματική ταξινόμηση του γένους *Sanguisorba* (Σαρλής, 1999)

ΦΥΙΚΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	Plantae
ΑΘΡΟΙΣΜΑ	Spermatophyta
ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ	Angiospermae
ΚΛΑΣΗ	Magnoliopsida
ΥΠΟΚΛΑΣΗ	Rosidae
ΤΑΞΗ	Rosales
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	Rosaceae
ΓΕΝΟΣ	<i>Sanguisorba</i>

Μερικά από τα είδη του γένους *Sanguisorba* είναι τα εξής:

- *Sanguisorba albanica*: Είναι ένα άγριο φυτό με προέλευση από το Κόσοβο. Έχει ελκυστικό άρωμα και γι' αυτό το λόγο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην μοντέρνα κουζίνα (Sabbatini et al. 2018).
- *Sanguisorba minor*: Το είδος αυτό είναι πολυετές φυτό, έχει κοινή ονομασία μαυρόφυλλο, αιματόχορτο ή πιμπρινέλλα, ενώ στα αγγλικά είναι γνωστό ως small burnet (Σαρλής 1999, Andrabi et al. 2012).
- *Sanguisorba officinalis*: Το κοινό του όνομα είναι αιματόχορτο, ενώ στα αγγλικά είναι γνωστό ως great burnet. Είναι πολυετές είδος και η κύρια

χρήση του είναι στη βοτανοθεραπεία, το βρίσκουμε κυρίως στη Βορειοηπειρωτική Ελλάδα (Σαρλής 1999, Pelc et al. 2011).

- *Sanguisorba alpina*: Στην Κίνα συναντάμε επτά είδη *Sanguisorba* (Rosaceae), ένα από τα οποία είναι το *S. alpina*. Τα περισσότερα από αυτά τα είδη χρησιμοποιούνται στην Κινέζικη Παραδοσιακή Ιατρική ως στυπτικό, αντιεμετικό και αντισηπτικό φάρμακο (Jia et al. 1992).
- *Sanguisorba ancistroides*: Είναι ένα είδος που το συναντάμε στην Ανατολική Μεσόγειο (Helfgott et al. 2000).
- *Sanguisorba annua*: Είναι ένα είδος που το συναντάμε στη Βόρεια Αμερική (Lee et al. 2011).
- *Sanguisorba cretica*: Το είδος αυτό το συναντάμε στην Κρήτη (Lee et al. 2011).
- *Sanguisorba hybrida*: Είναι πολυετές και ενδημικό είδος της Πορτογαλίας, ενώ αναφέρεται ότι τα εκχυλίσματα των φύλλων του παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση (Madureira et al. 2014).
- *Sanguisorba tenuifolia*: Το είδος αυτό είναι αρκετά διαδεδομένο στην Βορειοανατολική Ασία και χρησιμοποιείται για τη θεραπεία του Διαβήτη (Kuang et al. 2011).

1.2.Μορφολογία του είδους *Sanguisorba minor*

Το είδος αυτό είναι πολυετές φυτό ενώ το ύψος του βλαστού κυμαίνεται από 60 έως 105 cm. Ο βλαστός διακλαδίζεται, ενώ τα φύλλα του είναι σύνθετα αποτελούμενα από 3-11 πριονωτά φυλλάρια. Τα άνθη είναι επάκρια και σχηματίζουν κεφάλια. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα με μήκος 3-4 mm, έχουν τέσσερα σέπαλα

πρασινωπού έως πορφυρού χρώματος, ενώ απουσιάζουν τα πέταλα (Andrabi et al. 2012).



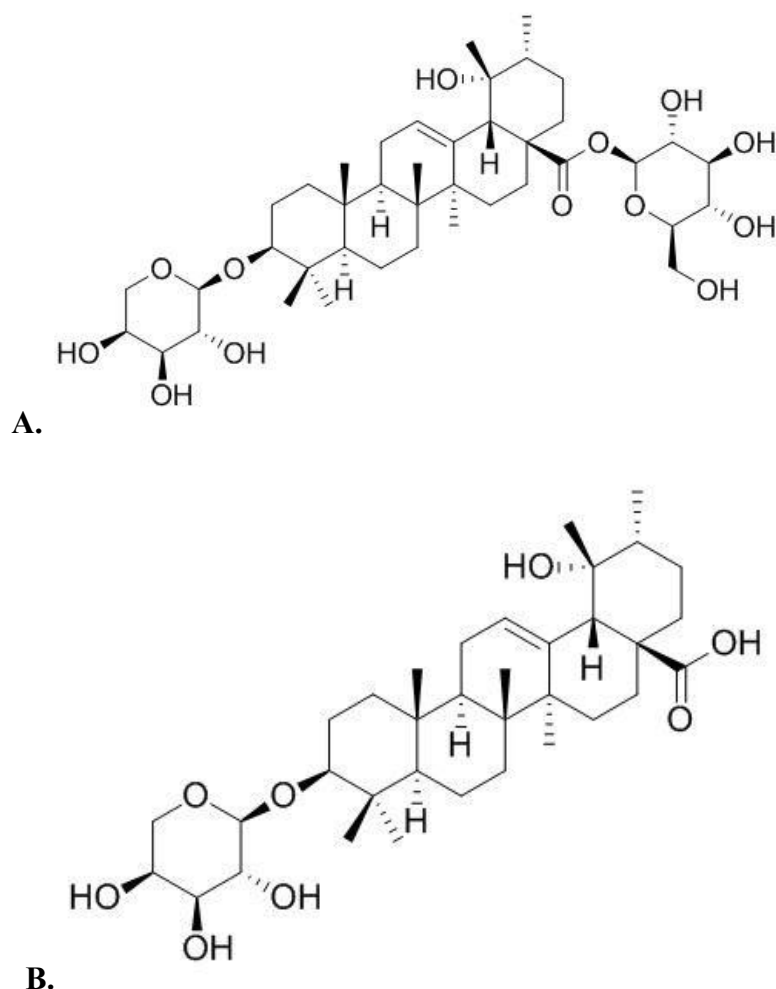
Εικόνα 1. Σύνθετα φύλλα του φυτού *Sanguisorba minor*.

1.3. Βιοδραστικές ουσίες των ειδών του γένους *Sanguisorba*.

Στο υπέργειο τμήμα και το ριζικό σύστημα των φυτών των διάφορων ειδών του γένους *Sanguisorba* μέχρι σήμερα έχουν ανακαλυφθεί περισσότερες από 120 ουσίες και κυρίως στα είδη *S. officinalis* και *S. minor* (Διάγραμμα 1 και 2). Μεταξύ αυτών οι κύριες βιοδραστικές ουσίες κατατάσσονται στις ομάδες τριτερπενοειδή, φαινόλες και φλαβονοειδή (Zhao et al. 2017).

Σε πρόσφατη έρευνα, οι Su et al. (2018) απομόνωσαν από το είδος *Sanguisorba officinalis* τις ενώσεις: methyl 3-(β -d-glucopyranosyloxy)-4-hydroxy-5-methoxybenzoate, 7-Hydroxy-3,7-dimethyloctyl-6-*O*- α -l-arabinofuranosyl- β -d-glucopyranoside, methyl 4-(β -d-glucopyranosyloxy)-3-hydroxy-5-methoxybenzoate, methyl 3,4-*O*-dimethylgallate, methyl 3-methoxy-4,5-dihydroxybenzoate, gallic acid, 3,3',4-tri-*O*-methylellagic acid, 3,4'-di-*O*-methylellagic acid, geranyl 6-*O*- α -l-arabinofuranosyl- β -d-glucopyranoside, rhodioloside E, (2*E*)-7-hydroxy-3,7-dimethyl-

2-octenyl 6-*O*- α -l-arabinofuranosyl- β -d-glucopyranoside, (*2E*)-7-hydroxy-3,7-dimethyl-2-octenyl- β -d-glucopyranoside, miyaginin (+)-catechin, taxifolin 3-*O*- β -d-glucopyranoside, (*2S*)-hydroxynaringenin-7-*O*- β -d-glucopyranoside, ziyuglycoside II, kaji-ichigoside F₁, rosamultin, 28-*O*- β -d-glucopyranosyl pomolic acid, ziyuglycoside I, sericoside, 3 β -[(α -l-arabinopyranosyl)oxy]-19 α -hydroxyurs-12-en-28-oic acid 28-(6-*O*-galloyl- β -d-glucopyranosyl) ester, 3 β -[(α -l-arabinopyranosyl)oxy]urs-12,19(29)-dien-28-oic acid β -d-glucopyranosyl ester, 3 β -[(α -l-arabinopyranosyl)oxy]urs-12,18-dien-28-oic acid β -d-glucopyranosyl ester. Σε προηγούμενη έρευνα οι Hu et al. (2012) απομόνωσαν τις ουσίες 9-*O*-[6-*O*-acetyl- β -d-glucopyranosyl]-4-hydroxycinnamic acid και 8-*O*- β -d-glucopyranosyl-(*R*)-(+)-3,4,8-trihydroxy methyl phenylpropionate από το ριζικό σύστημα του ίδιου είδους.



Διάγραμμα 1. Χημική δομή των ουσιών ziyuglycoside I (A.) και II (B.).

Επίσης οι Liu et al. (2005) απομόνωσαν τις τριτερπενοειδείς ενώσεις 3β-[(α-L-arabinopyranosyl)oxy]- 19β-hydroxyurs-12,20(30)-dien-28-oic acid, 3β-[(α-L-arabinopyranosyl)oxy]-urs-11,13(18)-dien-28-oic acid β-D-glucopyranosyl ester, 2α,3α,23-trihydroxyurs-12-en-24,28-dioic acid 28-β-D-glucopyranosyl ester, 3β-[(α-L-arabinopyranosyl)oxy]-urs-12,19(20)-dien-28-oic acid, 3β-[(α-L-arabinopyranosyl)oxy]-urs-12,19(29)-dien-28-oic acid, 3β-[(α-L-arabinopyranosyl)oxy]- 19α-hydroxyolean-12-en-28-oic acid, 2α,3β-dihydroxy-28-norurs-12,17,19(20),21-tetraen-23-oic acid από το ριζικό σύστημα του *S. officinalis*.

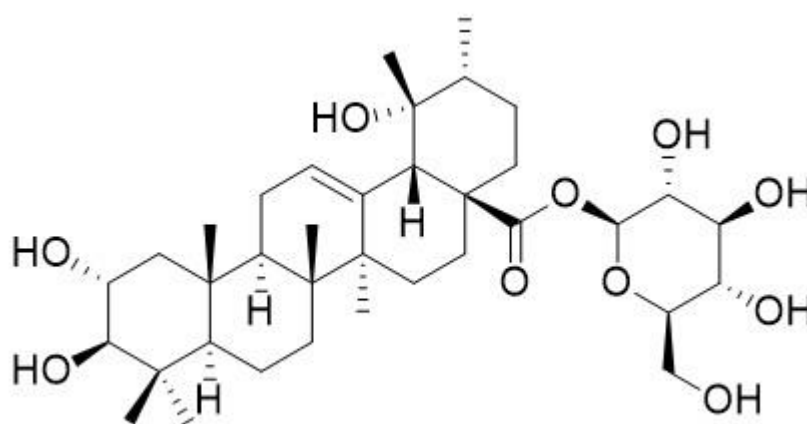
1.4. Φαρμακευτικές ιδιότητες των ειδών του γένους *Sanguisorba*

Εκχυλίσματα από διάφορα μέρη των ειδών *S. minor*, *S. officinalis* και άλλων ειδών παρουσιάζουν θεραπευτική δράση εναντίον διάφορων ασθενειών. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές από τις φαρμακευτικές ιδιότητες αυτών των βοτάνων.

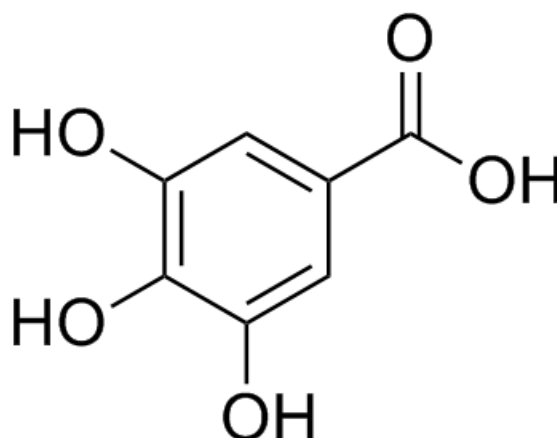
- ✓ Τα εκχυλίσματα των βοτάνων αυτών παρουσιάζουν αντικαρκινικές ιδιότητες για διάφορες μορφές καρκίνου. Σε πρόσφατη έρευνα οι Choi et al. (2012) αναφέρουν ότι τα εκχυλίσματα του είδους *S. officinalis* παρουσιάζει κυτταροτοξική δράση έναντι καρκινικών κυτταρικών σειρών του προστάτη, ενώ οι Shin et al. (2012) αναφέρουν ότι εκχυλίσματα του ίδιου είδους παρουσίασαν δράση έναντι του καρκίνου του στόματος. Επίσης, διάφορα εκχυλίσματα έδειξαν να αναστέλλουν τον καρκίνο του μαστού (Wang et al. 2012, Zhu et al. 2014) και του καρκίνου του παχέος εντέρου και του ορθού (Liu et al. 2018). Επιπλέον, αρκετά τριτερπενοειδή τα οποία έχουν απομονωθεί από τις ρίζες του *Sanguisorba officinalis* έδειξαν ότι αναστέλλουν την ανάπτυξη κυτταρικών καρκινικών σειρών (Liu et al. 2005).
- ✓ Η νόσος του Αλτσχάιμερ (Alzheimer) είναι μια ασθένεια που εμφανίζεται συχνά σε ηλικιωμένους ανθρώπους, ως αποτέλεσμα της δυσλειτουργίας των διαφόρων βιοχημικών οδών (Perry et al. 1999). Τα εκχυλίσματα διάφορων φυτών συμπεριλαμβανομένου και του είδους *S. officinalis*

αναφέρεται ότι παρουσιάζουν δράση έναντι της συγκεκριμένης ασθένειας (da Rocha et al. 2011).

- ✓ Τα εκχύλιμα του φυτού *Sanguisorba officinalis* σε in vitro μελέτες εμφάνισε αντι-φλεγμονώδη, αντι-μολυσματική, αντι-αλλεργική, αναλγητική και αγγολυτική δράση (Shin et al. 2012). Αυτό το είδος έχει χρησιμοποιηθεί στην παραδοσιακή ιατρική και για τη θεραπεία της διάρροιας, για χρόνιες εντερικές λοιμώξεις, αιμορραγία και το έλκος του δωδεκακτύλου (Yu et al. 2011).



A.



B.

Διάγραμμα 2. Χημική δομή των ουσιών rosamultin (A.) και gallic acid (B.).

- ✓ Τα εκχυλίσματα των *Sanguisorba minor* καθώς και του *S. officinalis* έδειξαν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση (Menkovic et al. 2007, Nguyen et al. 2008, Zhu et al. 2013).
- ✓ Εκχυλίσματα του είδους *Sanguisorba hybrida* παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση έναντι των βακτηρίων *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* και *Mycobacterium smegmatis* (Moreira et al. 2011).
- ✓ Το είδος *Sanguisorba minor* χρησιμοποιείται και για την αντιμετώπιση τσιμπήματων από δηληριώδη φίδια όπως ο αστρίτης (Redzic 2010).
- ✓ Τα εκχυλίσματα από το είδος *Sanguisorba officinalis* και οι βιοδραστικές ουσίες ziyuglycoside I και II (Διάγραμμα 1) που περιέχονται σε αυτά παρουσιάζουν δράση κατά του ιού της Ηπατίτιδας Β (HBV).
- ✓ Εκτός από την θεραπευτική δράση έναντι ασθενειών του ανθρώπου, εκχυλίσματα του είδους *S. minor* παρουσιάζουν μυκητοκτόνο δράση. Εκχυλίσματα από αυτό το είδος παρεμπόδισαν πλήρως την βλάστηση των σπορίων των μυκήτων *Monilnia laxa*, *Penicillium digitatum*, *Pencillium italicum* και *Aspergillus niger*, ενώ μείωσε σημαντικά εκείνες των μυκήτων *Botrytis cinerea* και *Pencillium expansum* (Gatto et al. 2011).

1.5. Φώσφορος-Έδαφος-Φυτά

Οι κυριότερες πηγές με τις οποίες εμπλουτίζεται το έδαφος με φώσφορο είναι τα φωσφορικά ορυκτά, η οργανική ουσία και τα φωσφορικά λιπάσματα (Καραμάνου 2012). Η ποσότητα του φωσφόρου στο έδαφος διαφέρει σημαντικά στα διάφορα εδάφη (Μήτσιος 2004) και κυμαίνεται από 0,02 έως 0,15%, ενώ το 50% του ολικού φωσφόρου είναι δεσμευμένο οργανικά (Σιδηράς 2002). Το pH του εδάφους αποτελεί τον κύριο παράγοντα που επηρεάζει τη διαθεσιμότητα και την απορρόφηση του φωσφόρου (Sato and Comerford 2005, Shaheen et al. 2009). Σε ουδέτερο pH ευνοείται η δραστηριότητα των μικροοργανισμών με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται κινητοποίηση του P (Σιδηράς 2002). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η

υπερβολική και εντατική εφαρμογή των λιπασμάτων με φώσφορο έχει οδηγήσει στη συσσώρευσή του στο έδαφος και την απελευθέρωση του στα επιφανειακά ύδατα, προκαλώντας ευτροφισμό των υδάτινων περιβαλλόντων (van der Salm et al. 2017).

Ο φώσφορος είναι συστατικό των φωσφορικών σακχάρων, των νουκλεϊκών οξέων, των νουκλεοτιδίων, των συνενζύμων, των φωσφολιπιδίων κτλ., ενώ έχει ρόλο κλειδί σε αντιδράσεις που συμμετέχει το ATP (Τσέκος 2004, Schachtman et al. 1998).

Τα φυτά απορροφούν το φώσφορο, με την μορφή φωσφορικών ανιόντων ($H_2PO_4^-$ και HPO_4^{2-}) (Καραμάνου 2012), ενώ σε αρκετά είδη των φυτών η μυκκόριζα παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του φωσφόρου από το έδαφος (Schachtman et al. 1998, Miyasaka and Habte 2001). Η έλλειψη φωσφόρου προκαλεί νανισμό στα φυτά, τα φύλλα αποκτούν βαθύ πράσινο ή ερυθρό χρώμα, ενώ η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος περιορίζεται (Σιδηράς 2002, Abel et al. 2002, Wissuwa et al. 2005, Rosolem and Tavares 2006). Συστήνεται το ύψος της φωσφορούχο λίπανσης να ισοδυναμεί με τις ποσότητες του P που απορροφάτε από την καλλιέργεια (Σιδηράς 2002).

Τα φωσφορικά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται ως βασική λίπανση είναι τα εξής (Σιδηράς 2002, Καραμάνος 2012):

- ✓ Απλό υπερφωσφορικό (0-20-0)
- ✓ Τριπλό υπερφωσφορικό (0-46-0)
- ✓ Φωσφορικό μονοαμμώνιο ($NH_4H_2PO_4$, 12-61-0)
- ✓ Φωσφορικό διαμμώνιο ($(NH_4)_2HPO_4$, 21-53-0)
- ✓ Φωσφορικό οξύ (H_3PO_4 , 0-85-0)

1.6. Φώσφορος και αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά

Ο φώσφορος είναι ένα σημαντικό θρεπτικό στοιχείο που συμβάλει στην βελτιστοποίηση της ανάπτυξης, της απόδοσης και της ποιότητας διάφορων φαρμακευτικών-αρωματικών φυτών. Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στη Τουρκία, οι Özgüven and Sekeroğlu (2007) αναφέρουν ότι η εφαρμογή 60 Kg P/ha είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης και της βελτίωσης της ποιότητας του φαρμακευτικού φυτού Νιγέλα (*Nigella sativa*). Συγκεκριμένα οι παραπάνω ερευνητές

αναφέρουν ότι η φωσφορούχος λίπανση στη συγκεκριμένη ποσότητα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ύψους, του αριθμού των βλαστών, του αριθμού των καψών, της απόδοσης σε σπόρο καθώς και της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο. Σε πιο πρόσφατη έρευνα οι Ramezani et al. (2009) παρατήρησαν ότι η φωσφορούχος λίπανση βελτίωσε την ποιότητα του βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.) διότι αυξήθηκε η συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο.

Θετική επίδραση της εφαρμογής φωσφόρου στην ποιότητα των φαρμακευτικών φυτών αναφέρεται και στα είδη *Silybum marianum* και *Mentha piperita*. Οι Rahimi and Kamali (2012) αναφέρουν αύξηση της περιεκτικότητας της σιλυμαρίνης στους σπόρους του *S. marianum* με εφαρμογή φωσφόρου, ενώ οι Jeliazkova et al. (2009) αναφέρουν ότι η λίπανση αύξησε τη συγκέντρωση της μενθόλης στο αιθέριο έλαιο της μέντας.

Όλες οι παραπάνω εργασίες φανερώνουν ότι η φωσφορούχος λίπανση συμβάλει σημαντικά στην αύξηση των αποδόσεων και την βελτίωση της ποιότητας διαφόρων αρωματικών ή φαρμακευτικών φυτών. Γι' αυτό το λόγο συστήνεται να εφαρμόζεται βασική λίπανση κατά την εγκατάσταση των καλλιεργειών.

1.7.Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της φωσφορούχο λίπανσης στην ανάπτυξη του φυτού *Sanguisorba minor* Scop. Πραγματοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές επεμβάσεις φωσφόρου και μελετήθηκε η ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος η συγκέντρωση της χλωροφύλλης καθώς και η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πείραμα σε Φυτοδοχεία

Πραγματοποιήθηκε σπορά του είδους *Sanguisroba minor* σε φυτοδοχεία στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Χρησιμοποιήθηκαν φυτοδοχεία ύψους 13 cm και διαμέτρου 17 cm. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 8 Δεκεμβρίου του 2017, ενώ το φύτευμα ολοκληρώθηκε μετά από 3 εβδομάδες. Μετά το φύτευμα πραγματοποιήθηκε αραίωμα έτσι ώστε στο κάθε φυτοδοχείο να παραμείνουν 5 φυτά.

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Στο πείραμα ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 14 επαναλήψεις ανά επέμβαση (Εικόνα 2). Οι επεμβάσεις ήταν οι εξής: Επέμβαση Φ0: μάρτυρας [0 μονάδες φωσφόρου], επέμβαση Φ1: [5 μονάδες φωσφόρου] και επέμβαση Φ2: [10 μονάδες φωσφόρου]. Χρησιμοποιήθηκε το λίπασμα τριπλό υπερφωσφορικό (0-46-0) το οποίο εφαρμόστηκε πριν την σπορά. Μετά το φύτευμα πραγματοποιήθηκε ριζοπότισμα με το μυκητοκτόνο Previcur SL (propamocarb 53% β/ο). Χρησιμοποιήθηκε δόση του σκευάσματος 3 ml/2 L νερού, το οποίο εφαρμόστηκε ανά 10 φυτοδοχεία.



Εικόνα 2. Διάταξη επεμβάσεων του πειράματος κατά την σπορά (Φεβρουάριος 2017).

2.3 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν σε τρία φυτοδοχεία με επεμβάσεις Φ0, Φ1 και Φ2, στις 15 Μαρτίου, 5 Απριλίου, 3 και 24 Μαΐου του 2017. Τα φυτικά χαρακτηριστικά τα οποία μελετήθηκαν και στα οποία βασίστηκε η πορεία του πειράματος ήταν τα εξής:

- **Νωπό Βάρος του υπέργειου τμήματος (φύλλα και βλαστοί):** Για τη μέτρηση του νωπού βάρους των φυτών γινόταν τυχαία λήψη από τα 3 φυτοδοχεία ανά επέμβαση, τοποθετούνταν σε σακουλάκια και στη συνέχεια ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας
- **Ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (φύλλα και βλαστοί):** Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών τα δείγματα του νωπού βάρους τοποθετούνταν σε κλίβανο για 3 ημέρες στους 60°C. Έπειτα, πραγματοποιούνταν μέτρηση σε ζυγαριά ακριβείας.



Εικόνα 3. Φορητό όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης: SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.).

- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Όσον αφορά τη μέτρηση της χλωροφύλλης χρησιμοποιήθηκε το όργανο SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) κάνοντας τρεις μετρήσεις ανά πειραματική επέμβαση (Φ0, Φ1, Φ2) σε επιλεγμένα φύλλα των φυτών (Εικόνα 3).
- **Νωπό Βάρος του ριζικού συστήματος:** Η μέτρηση του νωπού βάρους του ριζικού συστήματος πραγματοποιήθηκε σε 3 τυχαία φυτοδοχεία ανά επέμβαση Φ0, Φ1 και Φ2. Στη συνέχεια προκειμένου να απομακρυνθεί όλη η τύρφη, έγινε πολύ καλό καθάρισμα και ξέπλυμα με άφθονο νερό. Ακολούθησε η στράγγιση των ριζών σε διηθητικό χαρτί, τοποθέτηση τους σε χάρτινα σακουλάκια και ζύγιση τους σε ζυγαριά ακριβείας.
- **Ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος:** Τα δείγματα του νωπού βάρους τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για 3 ημέρες στους 60°C, ενώ στη συνέχεια το βάρος των δειγμάτων μετρήθηκε με ζυγαριά ακριβείας.

2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα

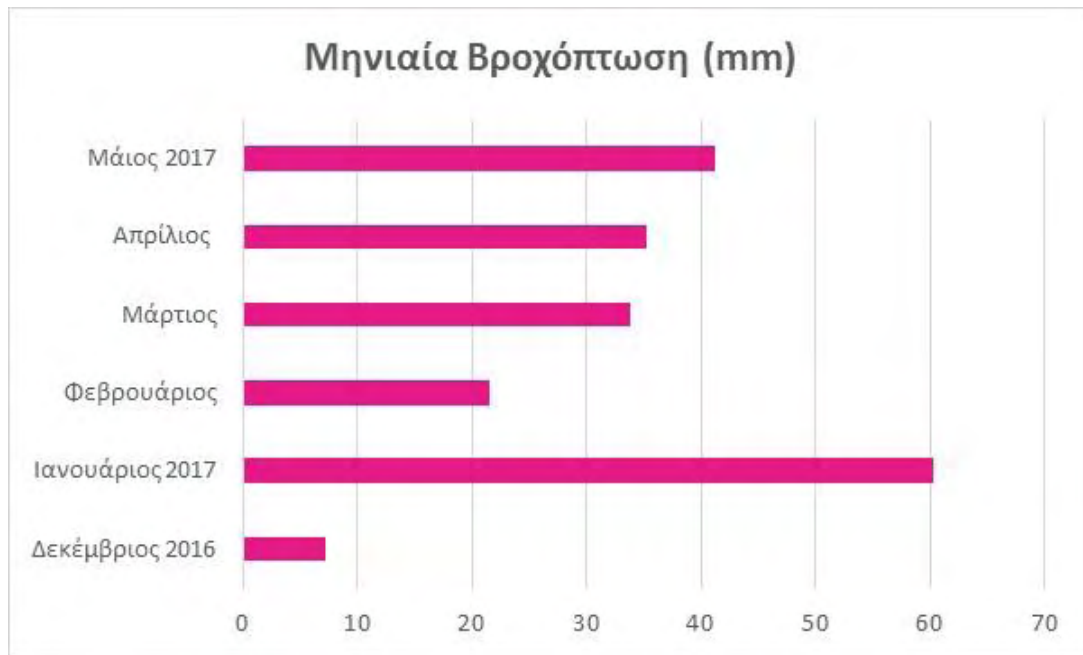
Στα διαγράμματα 3, 4, 5 και 6 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C), μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C), ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία (°C) και η μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Δεκέμβριος 2016 έως Μάιος 2017) στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

2.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Όσον αφορά τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και βάση του σχεδίου των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διασποράς. Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, όταν η ανάλυση της διασποράς έδειξε σημαντικές διαφορές. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA).



Διάγραμμα 3. Μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Δεκέμβριος 2016 – Μάιος 2017).



Διάγραμμα 4. Μηνιαία βροχόπτωση στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Δεκέμβριος 2016-Μάιος 2017).



Διάγραμμα 5. Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Δεκέμβριος 2016 – Μάιος 2017).



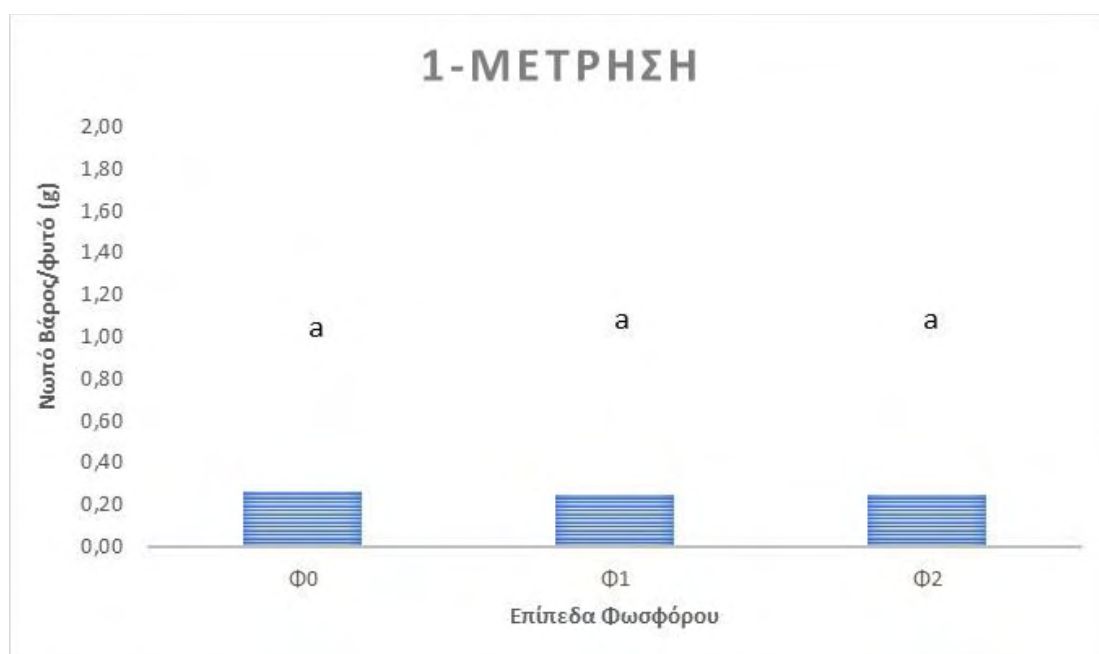
Διάγραμμα 6. Ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Δεκέμβριος 2016 – Μάιος 2017).

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Νωπό Βάρος υπέργειου τμήματος

1^η Μέτρηση

Κατά τη 1^η μέτρηση του νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του φωσφόρου. Το μικρότερο νωπό βάρος (0,25 g/φυτό) καταγράφηκε στις επεμβάσεις Φ1 και Φ2, ενώ το μεγαλύτερο νωπό βάρος (0,26 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0 (Διάγραμμα 7).

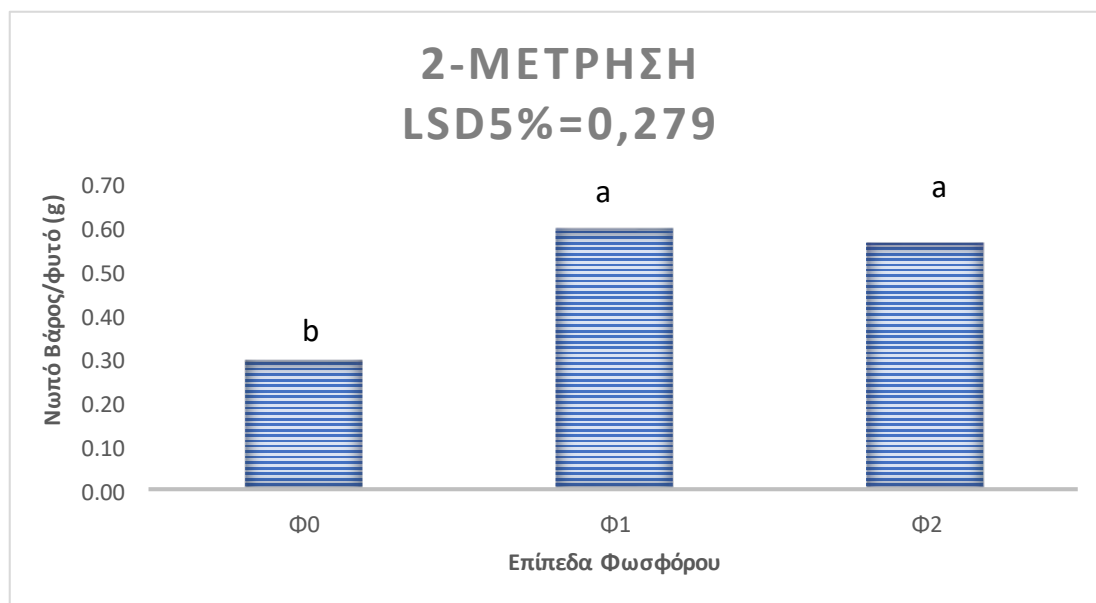


Διάγραμμα 7. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 1^η μέτρηση.

2^η Μέτρηση

Στη 2^η μέτρηση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* (Διάγραμμα 8). Το μικρότερο νωπό βάρος (0,30 g/φυτό)

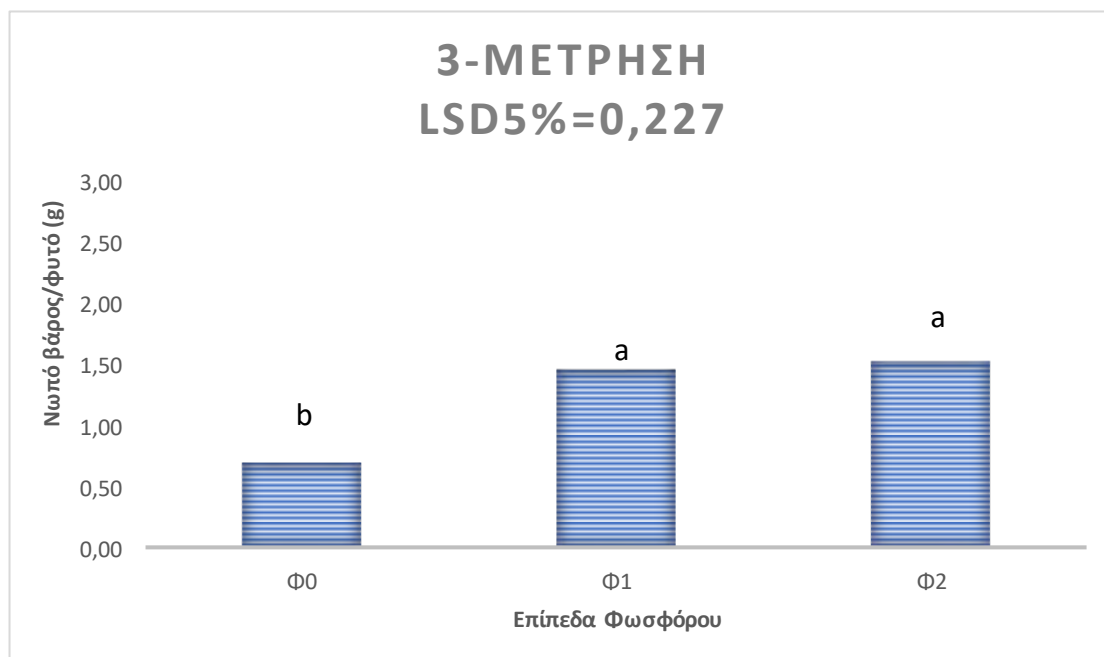
καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0 και το μεγαλύτερο νωπό βάρος (0,60 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ1. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δόσεων φωσφόρου Φ1 και Φ2.



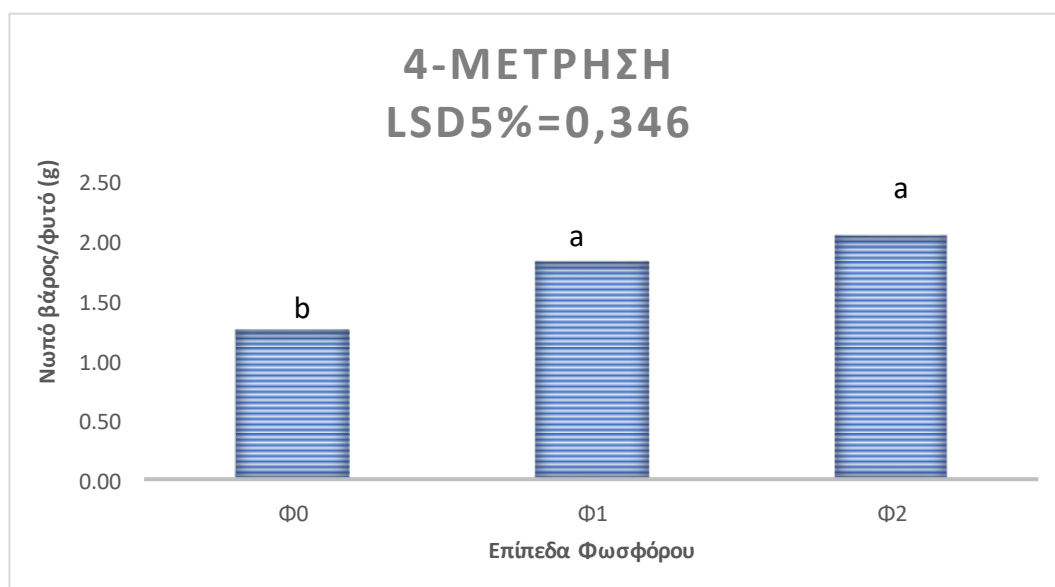
Διάγραμμα 8. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 2^η μέτρηση.

3^η Μέτρηση

Στην 3^η μέτρηση υπήρξαν διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων του φωσφορόρου για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο νωπό βάρος (0,70 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ το μεγαλύτερο (1,53 g/φυτό) στην επέμβαση Φ2. Μεταξύ των δόσεων φωσφόρου Φ1 και Φ2 οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Διάγραμμα 9).



Διάγραμμα 9. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 3^η μέτρηση.



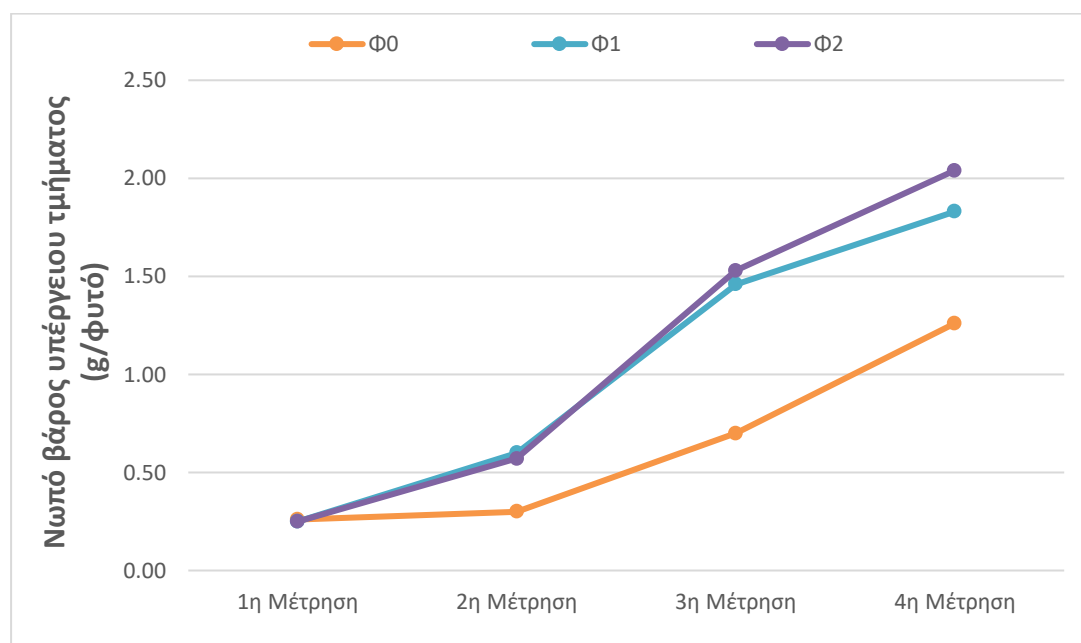
Διάγραμμα 10. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 4^η μέτρηση.

4^η Μέτρηση

Στην 4η μέτρηση βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο νωπό βάρος (1,26 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ το μεγαλύτερο (2,04 g/φυτό) στην επέμβαση Φ2. Μεταξύ των επεμβάσεων Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 10).

Μεταβολή του νωπού βάρους κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

Παρατηρούμε με τη πάροδο του χρόνου και στις τρεις περιπτώσεις εφαρμογής φωσφόρου αύξηση του νωπού βάρους, δηλαδή η καθεμία από τις τέσσερις μετρήσεις ήταν μεγαλύτερη από την προηγούμενη. Στην δόση φωσφόρου Φ0 (0kg N/στρ) , όπως ήταν αναμενόμενο, η μεταβολή του νωπού βάρους είναι ανοδική, αλλά με μικρότερο ρυθμό από τις δόσεις Φ1 (5kg N/στρ) και Φ2 (10 kg N/στρ), αντίστοιχα (Διάγραμμα 11).

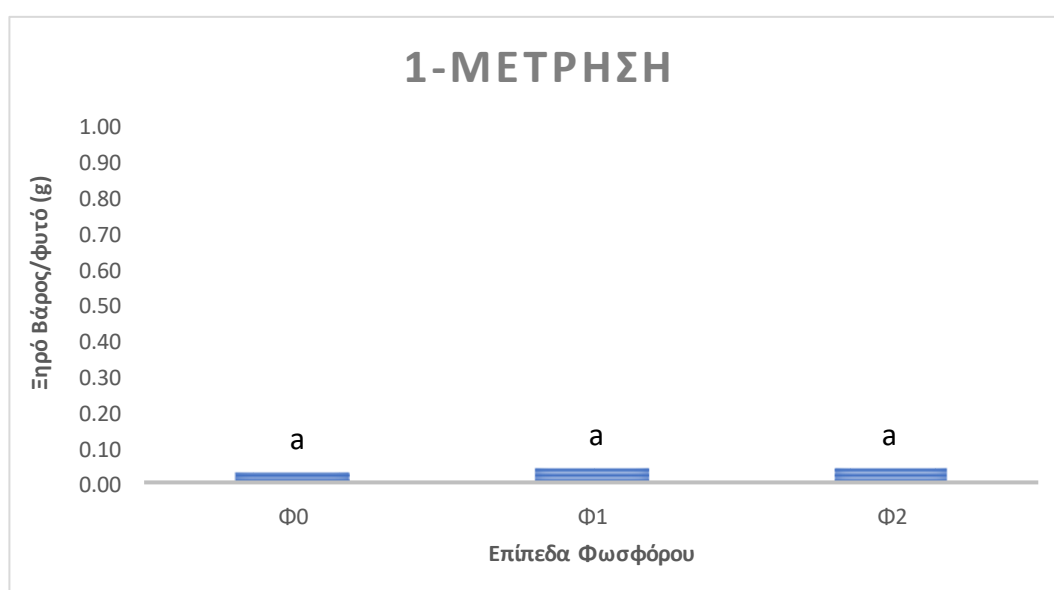


Διάγραμμα 11. Μεταβολή του νωπού βάρους τριών επιπέδων φωσφόρου του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στις τρεις επεμβάσεις (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα).

3.2 Ξηρό Βάρος υπέργειου τμήματος

1^η Μέτρηση

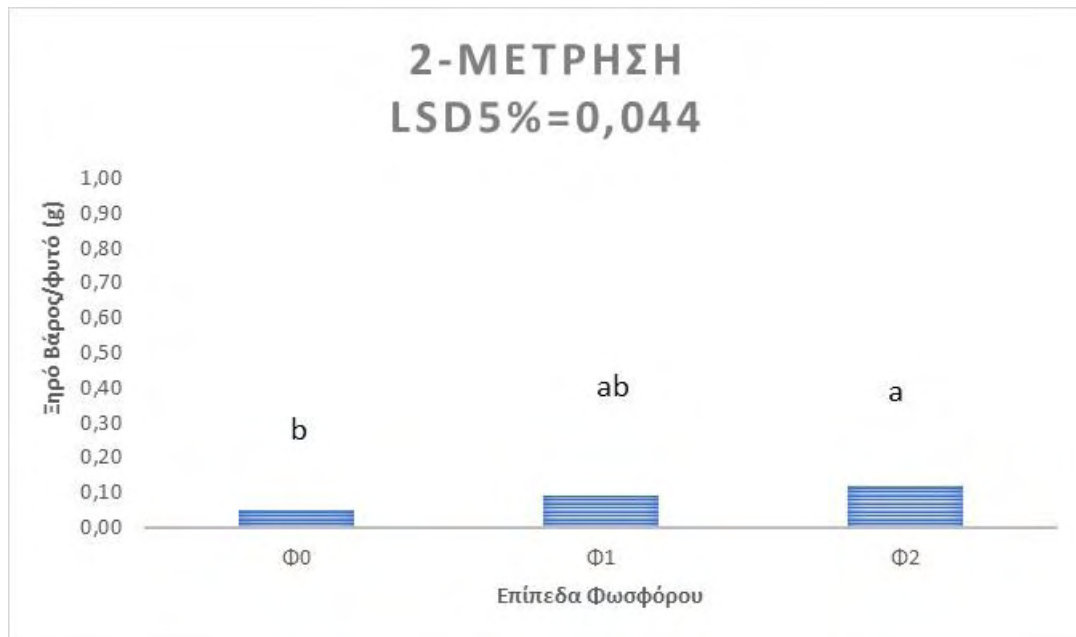
Όσον αφορά το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, κατά τη 1^η μέτρηση των τριών επιπέδων φωσφόρου του φυτού *Sanguisorba minor* τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 12). Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,03 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0 και στις επεμβάσεις Φ1 και Φ2 το μεγαλύτερο ξηρό βάρος με σχεδόν μηδενική διαφορά (0,04 g/φυτό).



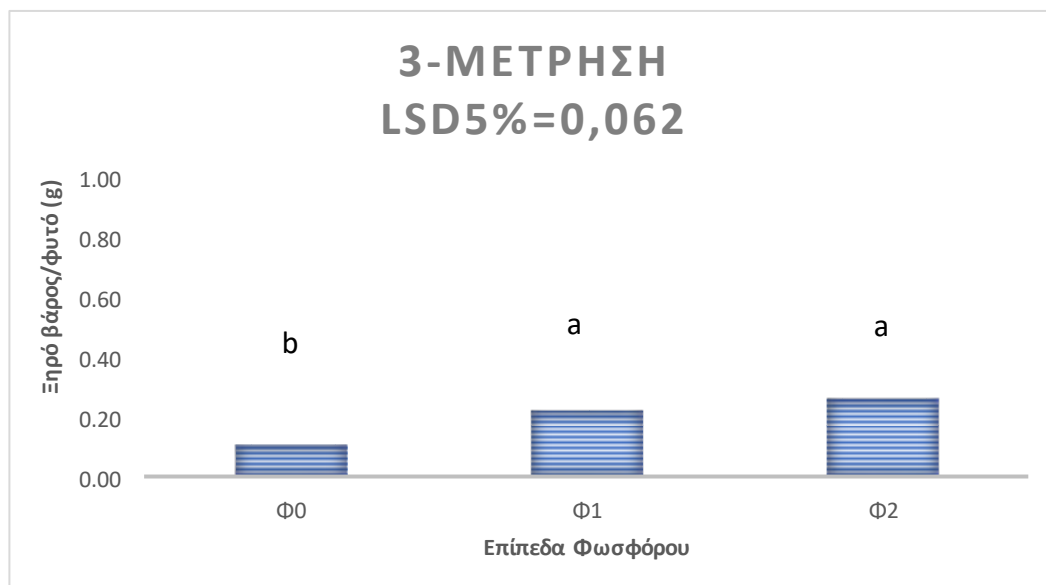
Διάγραμμα 12. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 1^η μέτρηση.

2^η Μέτρηση

Στη 2^η μέτρηση, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,05 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0 και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (0,12 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ2 (Διάγραμμα 13). Δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων Φ0 και Φ1 καθώς και μεταξύ των επεμβάσεων Φ1 και Φ2.



Διάγραμμα 13. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 2^η μέτρηση.



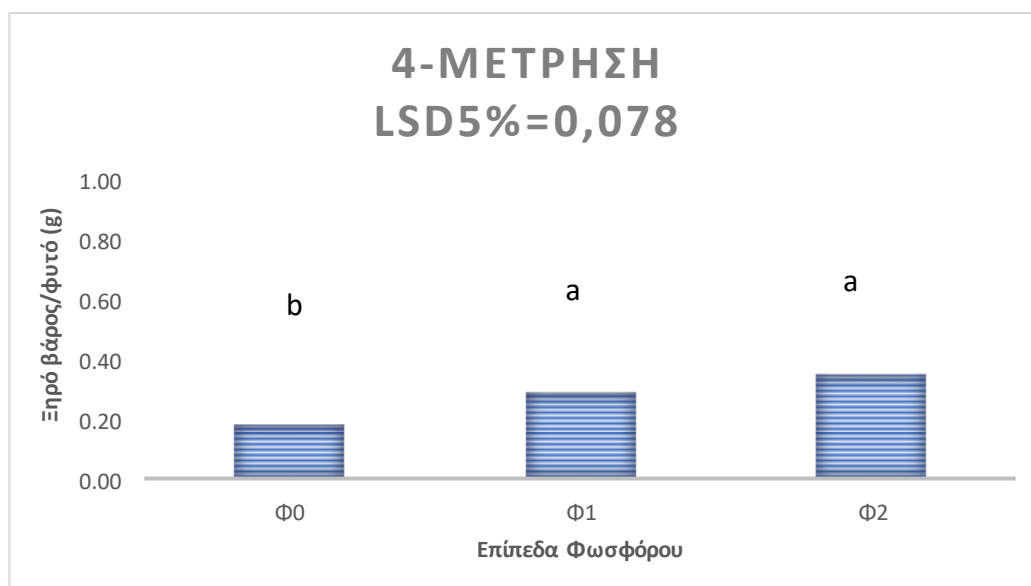
Διάγραμμα 14. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 3^η μέτρηση.

3^η Μέτρηση

Στην 3^η μέτρηση βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,11 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ το μεγαλύτερο (0,26 g/φυτό) στην επέμβαση Φ2. Μεταξύ των δόσεων φωσφόρου Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 14).

4^η Μέτρηση

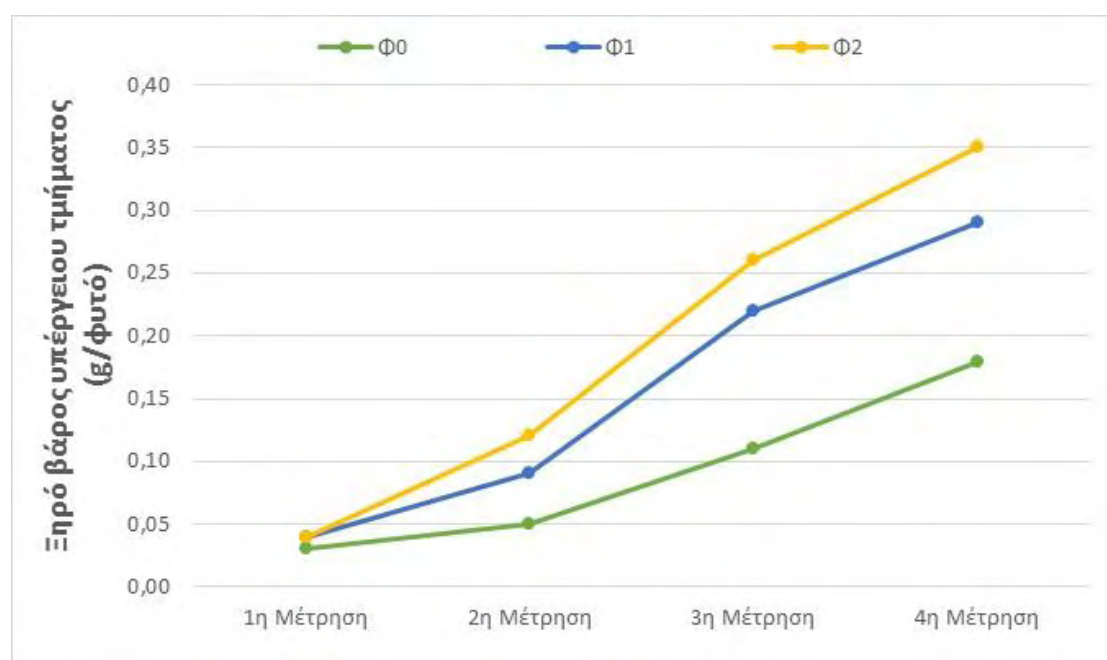
Στην 4^η μέτρηση βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,18 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (0,35 g/φυτό) στην επέμβαση Φ2. Μεταξύ των δόσεων φωσφόρου Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 15).



Διάγραμμα 15. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά την 4^η μέτρηση.

Μεταβολή του ξηρού βάρους κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

Και στις τρεις επεμβάσεις του πειράματος παρατηρούμε αύξηση του ξηρού βάρους των φυτών καθώς η καθεμία από τις τέσσερις μετρήσεις ήταν μεγαλύτερη από την προηγούμενη. Στην επέμβαση Φ0(0kg N/στρ) παρατηρούμε όπως και με το νωπό βάρος ότι η μεταβολή είναι ανοδική, αλλά με μικρότερο ρυθμό σε σχέση με τις Φ1 (5kg N/στρ) και Φ2 (10 kg N/στρ), αντίστοιχα (Διάγραμμα 16).



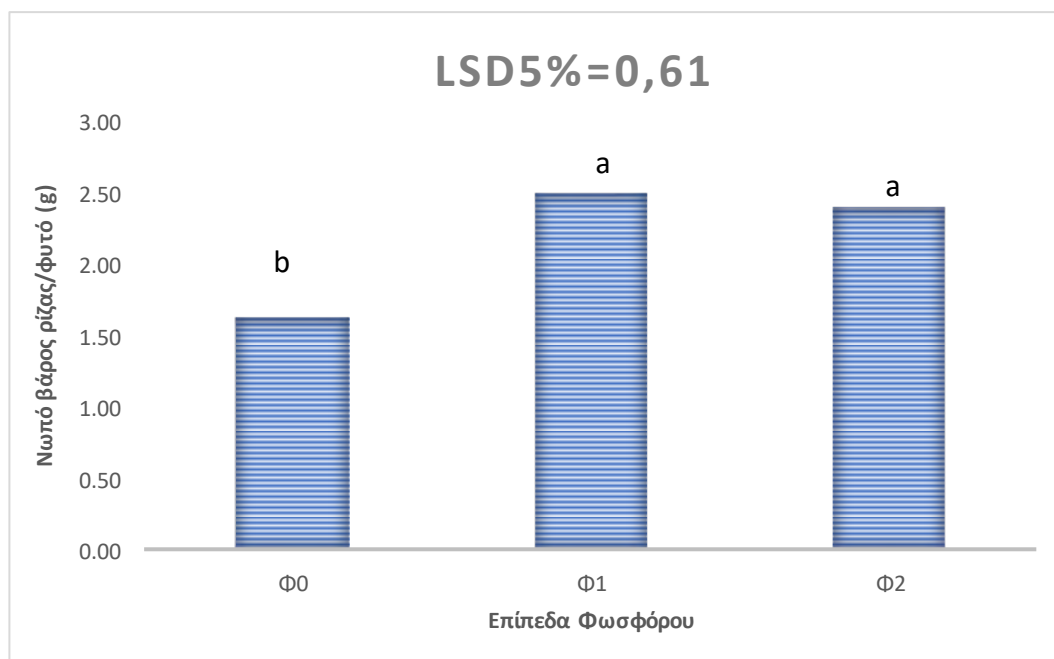
Διάγραμμα 16. Μεταβολή του ξηρού βάρους τριών επιπέδων φωσφόρου του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στις τρεις επεμβάσεις (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα).

3.3 Ανάπτυξη ριζικού συστήματος

Νωπό βάρος

Στη μέτρηση που αφορά το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το φυτό *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο νωπό βάρος (1,64 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ το μεγαλύτερο (2,51 g/φυτό) στην επέμβαση Φ1. Μεταξύ των

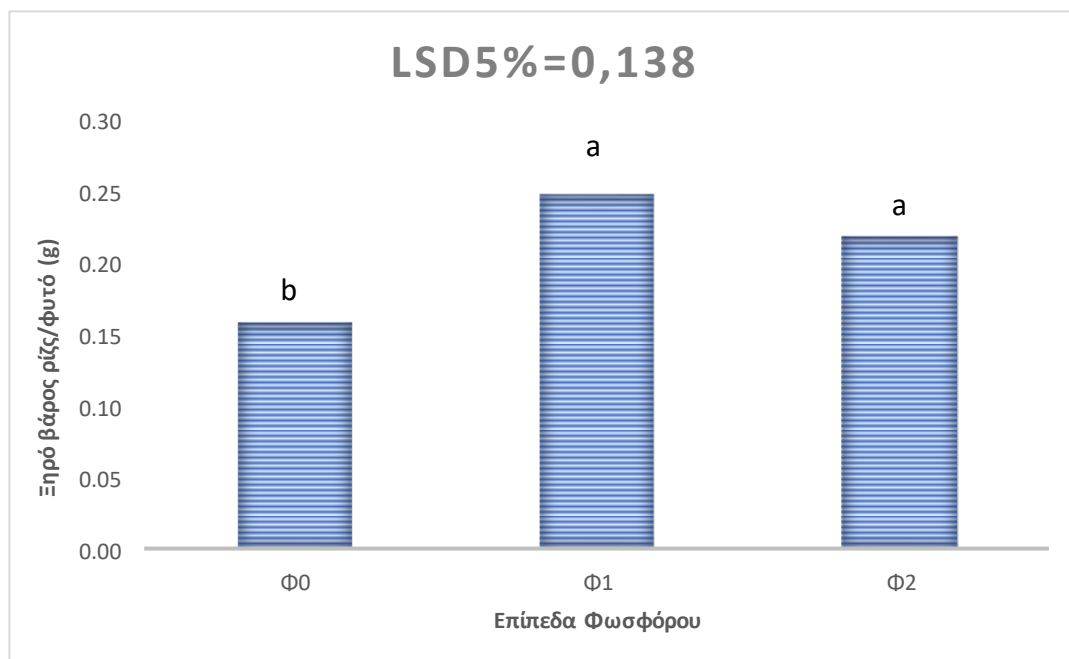
δόσεων του φωσφόρου Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 17).



Διάγραμμα 17. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο νωπό βάρος του ριζικού συστήματος του φυτού *Sanguisorba minor*.

Ξηρό Βάρος

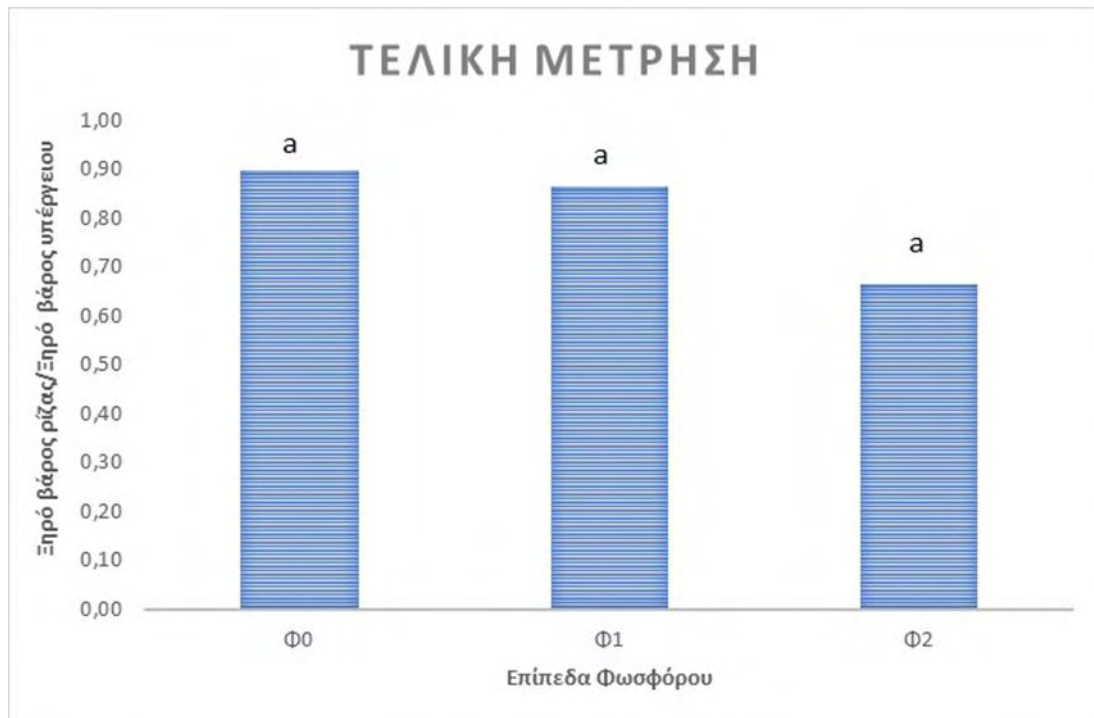
Όσον αφορά τη μέτρηση του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος για το φυτό του φυτού *Sanguisorba minor* παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,16g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ το μεγαλύτερο (0,25 g/φυτό) στην επέμβαση Φ1. Μεταξύ των επεμβάσεων Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 18. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος του φυτού *Sangisorba minor*.

Λόγος ξηρού βάρους ρίζας προς ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

Στη τελική μέτρηση που αφορά το λόγο ξηρού βάρους ρίζας προς ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το φυτό *Sangisorba minor*. Η μικρότερη τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου (0,66) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ2, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές (0,90) παρουσιάστηκαν στην επέμβαση Φ0 (Διάγραμμα 19).

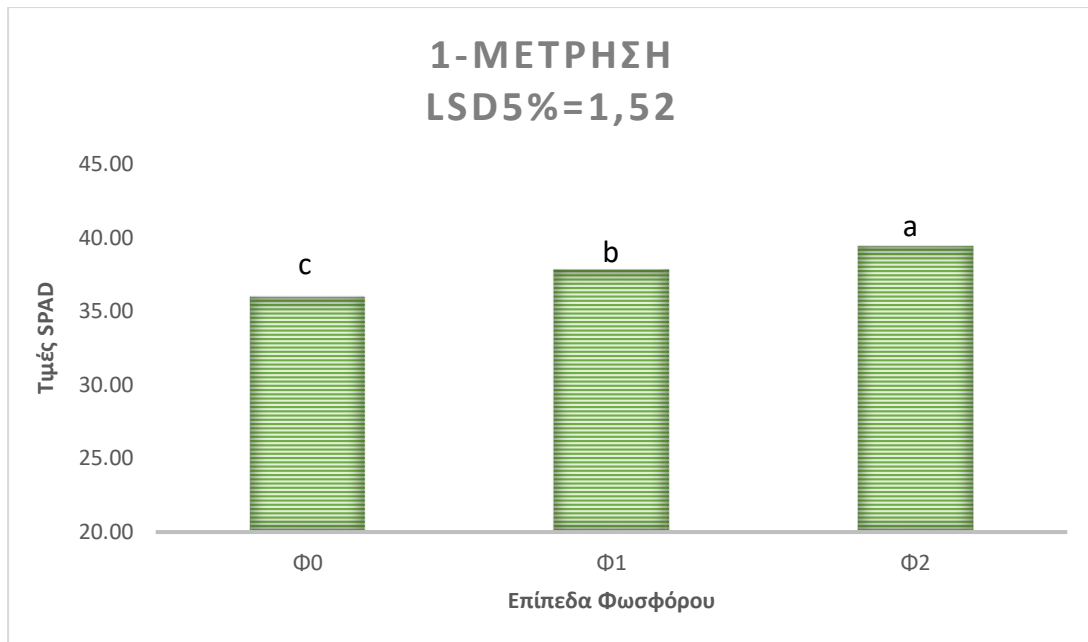


Διάγραμμα 19. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στο λόγο ξηρού βάρους ρίζας προς ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος .

3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD

1^η Μέτρηση

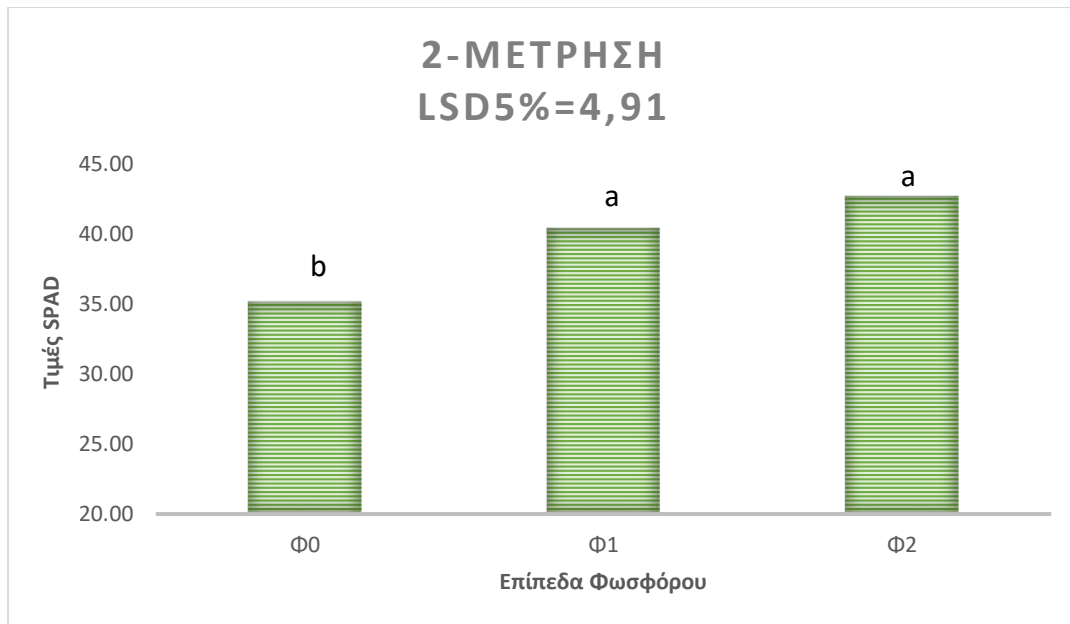
Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι κατά την 1^η μέτρηση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωφόρου για τη συγκέντρωση χλωροφύλλης του φυτού *Sanguisorba minor*. Η μικρότερη τιμή SPAD (35,9) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0 η μεγαλύτερη τιμή spad (39.4) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ2 και στην επέμβαση Φ1 η τιμή που καταγράφηκε ήταν 37,8 (Διάγραμμα 20).



Διάγραμμα 20. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD) του φυτού *Sanguisorba minor*.

2^η Μέτρηση

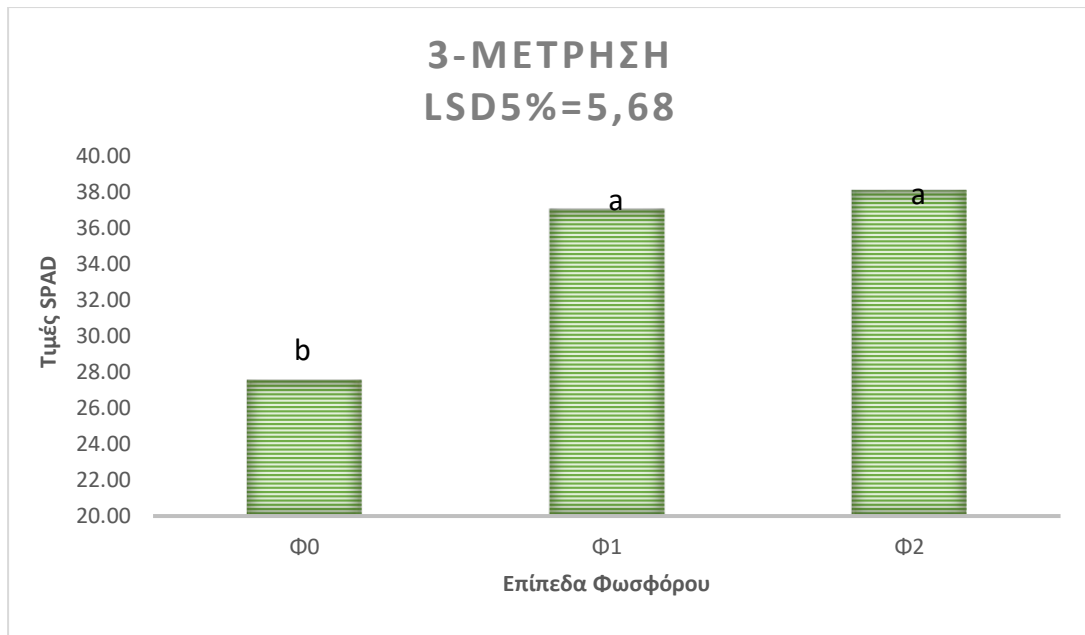
Στην 2η μέτρηση βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για τη συγκέντρωση χλωροφύλλης του φυτού *Sanguisorba minor*. Η μικρότερη τιμή SPAD (35,2) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ η μεγαλύτερη (42,7) στην επέμβαση Φ2. Μεταξύ των επεμβάσεων Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 21).



Διάγραμμα 21. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD) του φυτού *Sanguisorba minor*.

3^η Μέτρηση

Στη 3^η μέτρηση επίσης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για τη συγκέντρωση χλωροφύλλης του φυτού *Sanguisorba minor*. Η μικρότερη τιμή SPAD (27,6) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0 και η μεγαλύτερη τιμή (38,1) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ2 (Διάγραμμα 22).



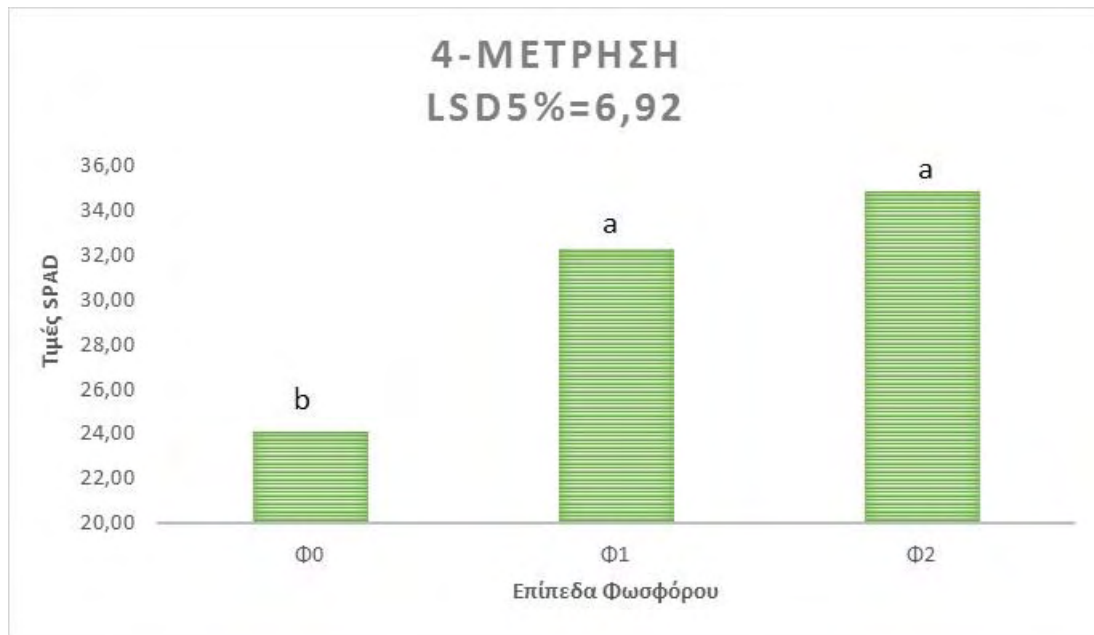
Διάγραμμα 22. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD) του φυτού *Sangisorba minor*.

4^η Μέτρηση

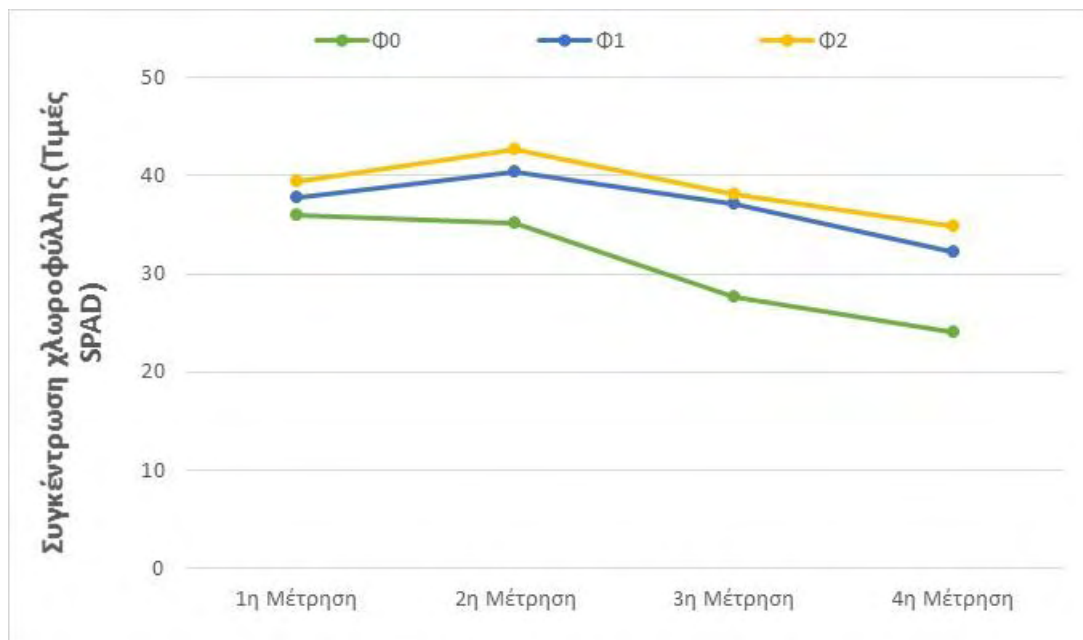
Τέλος στην 4^η μέτρηση βρέθηκαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για τη συγκέντρωση χλωροφύλλης του φυτού *Sangisorba minor*. Η μικρότερη τιμή SPAD (24,1) καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ η μεγαλύτερη (34,8) στην επέμβαση Φ2. Μεταξύ των δόσεων φωσφόρου Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 23).

Μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

Και στις τρεις επεμβάσεις του πειράματος παρατηρούμε μείωση της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης κατά την 3^η και 4^η μέτρηση σε σχέση με την 1^η μέτρηση (Διάγραμμα 24). Κατά την 2^η μέτρηση στις επεμβάσεις Φ1 και Φ2 παρατηρείται αύξηση των τιμών SPAD, ενώ στην επέμβαση Φ0 μείωση.



Διάγραμμα 23. Επίδραση τριών επιπέδων φωσφόρου (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD) του φυτού *Sanguisorba minor*.



Διάγραμμα 24. Μεταβολή της σχετικής συγκέντρωσης της του υπέργειου τμήματος του φυτού *Sanguisorba minor* κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στις τρεις επεμβάσεις (Φ0=0 kg P₂O₅/στρέμμα, Φ1=5 Kg P₂O₅/στρέμμα, Φ2=10 Kg P₂O₅/στρέμμα).

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1 Αξιολόγηση της επίδρασης του φωσφόρου στην ανάπτυξη του είδους *Sanguisorba minor*

Τα αποτελέσματα του πειράματος μας έδειξαν ότι η φωσφορούχος λίπανση επηρέασε την ανάπτυξη του φυτού *S. minor*. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού. Στις περισσότερες μετρήσεις, η μικρότερη βιομάζα καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ η μεγαλύτερη βιομάζα στην επέμβαση Φ2 (Εικόνα 4 και 5). Μεταξύ των δύο επιπέδων φωσφόρου Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης, και στα δύο επίπεδα φωσφόρου ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών ήταν πιο ταχύς σε σχέση με τον ρυθμό ανάπτυξης των φυτών του μάρτυρα.



Εικόνα 4. Ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος των φυτών *Sanguisorba minor* στις τρεις δόσεις φωσφόρου Φ0, Φ1 και Φ2 κατά την 2^η μέτρηση.

Η έρευνα σχετικά με την επίδραση διάφορων καλλιεργητικών πρακτικών (πχ. λίπανση) στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου φυτού είναι περιορισμένη. Για παράδειγμα οι Opitz Von Boberfeld and Theobald (2003) αναφέρουν ότι η ανάπτυξη του είδους *S. minor* ήταν μεγαλύτερη όταν εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση 100 Kg/ha σε σύγκριση με την επέμβαση των 50 Kg N/ha. Επίσης, οι Γεωργίου κ.α. (2017) αναφέρουν ότι τα φυτά του συγκεκριμένου είδους ανέπτυξαν μεγαλύτερο ριζικό σύστημα και υπέργεια βιομάζα σε υπόστρωμα τύρφης σε σύγκριση με το υπόστρωμα τύρφης:περλίτη (1:1 v/v). Όσον αφορά τις ανάγκες του είδους *S. minor* σε φώσφορο οι Nygaard Sorensen and Thorup-Kristensen (2011) σε πείραμα που πραγματοποίησαν στη Δανία αναφέρουν ότι τα φυτά του συγκεκριμένου είδους στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης απορρόφησαν 2,2 g P/Kg ξηρής βιομάζας. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι τα φυτά του είδους *S. minor* παρουσίασαν υψηλές συγκεντρώσεις βορίου στο υπέργειο τμήμα.



Εικόνα 5. Ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος των φυτών *Sanguisorba minor* στις τρεις δόσεις φωσφόρου Φ0, Φ1 και Φ2 κατά την 3^η μέτρηση.

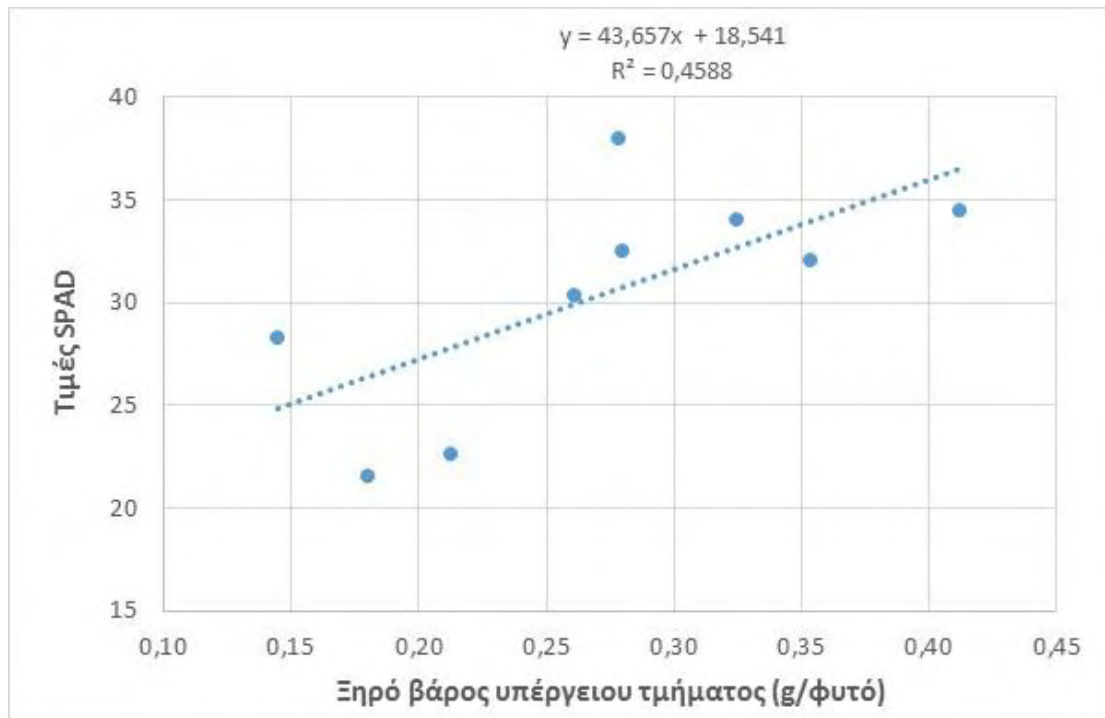
Ομοίως, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το νωπό και ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος μεταξύ των τριών επιπέδων φωσφόρου για το φυτό *S.*

minor. Η μικρότερη βιομάζα καταγράφηκε στην επέμβαση Φ0, ενώ η μεγαλύτερη βιομάζα του ριζικού συστήματος αναπτύχθηκε στην επέμβαση Φ1. Επίσης, μεταξύ των δόσεων του φωσφόρου Φ1 και Φ2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

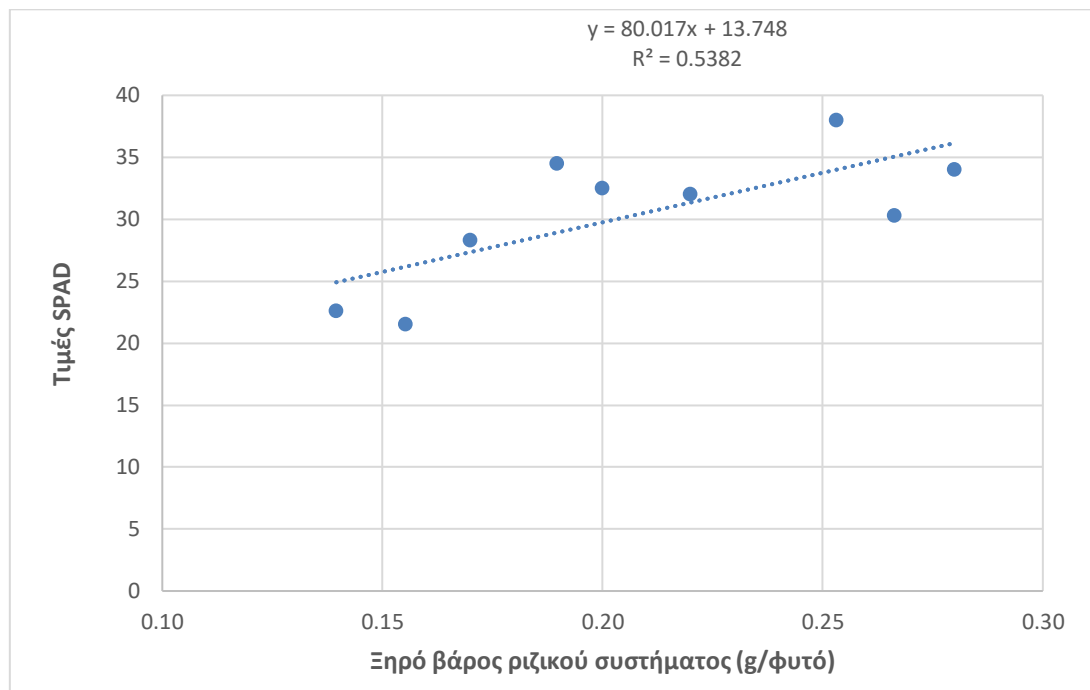
Όσον αφορά την επίδραση του φωσφόρου στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά, παρατηρήθηκε ότι η φωσφορούχος λίπανση είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD), όμως δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο επιπέδων λίπανσης. Καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) και του ξηρού βάρους των φυτών ($r=0.677^*$, $P<0.05$, Διάγραμμα 25). Επίσης, Καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) και του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος ($r=0.734^*$, $P<0.01$, Διάγραμμα 26).



Εικόνα 6. Ανάπτυξη του ριζικού τμήματος των φυτών *Sanguisorba minor* στις τρεις δόσεις φωσφόρου Φ0, Φ1 και Φ2 κατά την 4^η δειγματοληψία.



Διάγραμμα 25. Συσχέτιση μεταξύ της σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος.



Διάγραμμα 26. Συσχέτιση μεταξύ της σχετικής συγκέντρωσης χλωροφύλλης και του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος.

4.2 Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος έδειξαν ότι η φωσφορούχος λίπανση είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών του είδους *Sanguisorba minor*. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών του είδους *S. minor* καταγράφηκε στις επεμβάσεις **Φ1** (5 μονάδες φωσφόρου) και **Φ2** (10 μονάδες φωσφόρου).
- Η μεγαλύτερη βιομάζα του ριζικού συστήματος καταγράφηκε στις επεμβάσεις **Φ1** και **Φ2**, ενώ δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο επεμβάσεων.
- Η μεγαλύτερη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης καταγράφηκε στις επεμβάσεις **Φ1** και **Φ2**.
- Ο λόγος της βιομάζας του ριζικού συστήματος προς τη βιομάζα του υπέργειου τμήματος δεν επηρεάστηκε από την φωσφορούχο λίπανση.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Γεωργίου Ε., Καρκάνης Α. και Πετρόπουλος Σ., 2017. Αξιολόγηση της δυνατότητας καλλιέργειας του βοτάνου *Sanguisorba minor* Scop. Πρακτικά 19^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας. Ορεστιάδα, 2017. σελ. 37-38.
- Καραμάνου Α., 2012. Αρχές φυτικής παραγωγής στις αγροτικές καλλιέργειες. Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.
- Μήτσιος Ι., 2004. Γονιμότητα εδαφών. Θρεπτικά στοιχεία φυτών (μακροθρεπτικά, μικροθρεπτικά) και βαρέα μέταλλα. Μέθοδοι και Εφαρμογές. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
- Σαρλής Γ.Π., 1999. Συστηματική Βοτανική: Εφαρμογές Κορμόφυτων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Σιδηράς Ν.Κ., 2002. Εδαφικό περιβάλλον. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας. Πανεπιστημιακό Βιβλίο. σελ. 283-291.
- Τσέκος Ι.Β., 2004. Φυσιολογία Φυτών. Εκδόσεις: Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε., 2^η Έκδοση. Θεσσαλονίκη.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Abel S., Ticconi C.A. and Delatorre C.A., 2002. Phosphate sensing in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 115(1): 1-8.
- Andrabi S.M., Rehman W., Reshi Z.A., Naqshi A.R. and Aijaz G.H. 2012. *Sanguisorba minor* Scop. (Rosaceae), a new addition to the Indian flora. *Taiwania*. 57(4), 410-412.
- Choi E. S., Kim J. S., Kwon K. H., Kim H. S., Cho N. P. and Cho, S. D., 2012. Methanol extract of *Sanguisorba officinalis* L. with cytotoxic activity against PC3 human prostate cancer cells. *Molecular Medicine Reports*. 6:670–674.

- da Rocha M.D., dias Viegas F.P., Campos .C., Barreiro E.J. and Viegas Jr.C., 2011. The role of natural products in the discovery of new drug candidates for the treatment of neurodegenerative disorders ii: Alzheimer's disease CNS and Neurological Disorders - Drug Targets, 10(2): 251-270.
- Gatto M.A., Ippolito A., Linsalata V., Cascarano N.A., Nigro F., Vanadia S. and Venere D., 2011. Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology. 61:72-82.
- Helfgott D.M., Francisco-Ortega J., Santos-Guerra A., Jansen, R.K. and Simpson, B.B., 2000. Biogeography and breeding system evolution of the woody Bencomia alliance (Rosaceae) in Macaronesia based on ITS sequence data. Systematic Botany, 25(1): 82-97
- Hu J., Shi X.D., Mao X., Lu W.D., Zhu L. and Yu L. 2012. Two new phenylpropanoid glycosides from *Sanguisorba officinalis*. Chinese Chemical Letters. 23(11): 1243-1246.
- Jang E., Kim S., Lee N.-R., Kim H., Chae S., Han C.-W., Kim Y., Lee K.-T., Kim B.-J., Inn K.-S. and Lee J.-H., 2018. *Sanguisorba officinalis* extract, ziyuglycoside I, and II exhibit antiviral effects against hepatitis B virus. European Journal of Integrative Medicine, 20: 65-172.
- Jeliazkova E.A., Zheljazkov V.D., Craker L.E., Yankov B. and Georgieva T. 1999. NPK fertilizer and yields of peppermint, *Mentha x piperita*. Acta Horticulturae, 502: 231-236
- Jia Z.-J., Liu X.-Q. and Liu Z.-M., 1992. Triterpenoids from *Sanguisorba alpine*. Phytochemistry, 32(1): 155-159.
- Kuang H.-X., Li H.-W., Wang Q.-H., Yang B.Y., Wang Z.-B. and Xia Y.-G., 2011. Triterpenoids from the roots of *Sanguisorba tenuifolia* var. Alba. Molecules, 16(6): 4642-4651.
- Lee S., Heo K., Cho J., Lee C., Chen W. and Kim S.-C., 2011. New insights into pollen morphology and its implications in the phylogeny of *Sanguisorba* L. (Rosaceae; Sanguisorbeae). Plant Systematics and Evolution. 291(3):227-242.

- Liu M., Wa Li ., Cong D., Christopher Wai Kei Lam, Zheng Li, Jie-feng Chen, Zuan-guang Chen, Wei Zhang, and Yao M., 2018. Aqueous extract of *Sanguisorba officinalis* blocks the Wnt/b-catenin signaling pathway in colorectal cancer cells. RSC Advances. In press.
- Liu M.-P., Liao M., Dai C., Chen J.-F., Yang C.-J., LiuM., Chen Z.-G. and Yao, M.-C. 2016. *Sanguisorba officinalis* L synergistically enhanced 5-fluorouracil cytotoxicity in colorectal cancer cells by promoting a reactive oxygen species-mediated, mitochondria-caspase-dependent apoptotic pathway Scientific Reports, 6: 34245.
- Liu X., Cui Y., Yu Q. and Yu B., 2005. Triterpenoids from *Sanguisorba officinalis*. Phytochemistry, 66: 1671-1679.
- Madureira A.M., Duarte A., Correia A.I.e.T.G. 2014. *Sanguisorba hybrida*: pharmacognostic studies and antimicrobial activity evaluation of crude extracts. Revista de Ciências Agrárias, 37: 482-490.
- Meng X.-X., Xian Y.-F., Xiang L., Zhang D., Shi Y.-H., Wu M.-L., Dong G.-Q., Ip S.-P., Lin Z.-X., Wu L. and Sun W., 2018. Complete chloroplast genomes from *Sanguisorba*: Identity and variation among four species. Molecules, 23(9): 2137.
- Menkovic N., Zdunic ., Šavikin K., Stanojkovic T., Juranic Z. and Jankovic T., 2007. Preliminary investigation of cytotoxic and antioxidant activity of some medicinal plants growing in Serbia and Montenegro. Planta Medica, 73, 043.
- Miyasaka S.C. and Habte M. 2001. Plant mechanisms and mycorrhizal symbioses to increase phosphorus uptake efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 32(7-8):1101-1147.
- Moreira I., Madureira A.M., Duarte A., Feijão M.D., Correia A.I. and Teixeira G., 2011. *Sanguisorba hybrida*: pharmacognostic and antimicrobial activity evaluation. Planta Medica. 77: P-L21.
- Nguyen T.T.H., Cho S.O., Ban J.Y., Kim J.Y., Ju H.S., Koh S.B., Song K.-S. and Seong Y.H., 2008. Neuroprotective effect of *Sanguisorbae radix* against oxidative stress-induced brain damage: In vitro and in vivo. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 31(11): 2028-2035

- Nygaard Sorensen J. and Thorup-Kristensen K, 2011. Plant-based fertilizers for organic vegetable production. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174(2), 321-332.
- Opitz Von Boberfeld W. and Theobald P., 2003. Performance of common species in the Festuco-Brometea under various conditions. *Pflanzenbauwissenschaften*, 7(1): 1-12.
- Özgüven M. and Sekeroğlu N. 2007. Agricultural practices for high yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) cultivated in Turkey. *Acta Horticulturae*, 756: 329-337
- Pelc M., Przybyszewska E., Przybył J.L., Capecka E., Bączek K. and Węglarz, Z., 2011. Chemical variability of great burnet (*Sanguisorba officinalis* L.) growing wild in Poland. *Acta Horticulturae*. 925, 97-102.
- Perry E.K., Pickering A.T., Wang, W.W., Houghton P.J. and Perry N.S.L., 1999. Medicinal plants and Alzheimer's disease: from ethnobotany to phytotherapy. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 51, 527–534.
- Rahimi A. and Kamali M. 2012. Different planting date and fertilizing system effects on the seed yield, essential oil and nutrition uptake of Milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn). *Advances in Environmental Biology*. 6(5): 1789-1796.
- Ramezani S., Rezaei M.R. and Sotoudehnia P. 2009. Improved growth, yield and essential oil content of basil grown under different levels of phosphorus sprays in the field. *Journal of Applied Biological Sciences*. 3(2), 96-101
- Redzic S., 2010. Wild medicinal plants and their usage in traditional human therapy (Southern Bosnia and Herzegovina, W.Balkan). *Journal of Medicinal Plants Research* 4: 1003-27.
- Rosolem C.A. and Tavares C.A., 2006. Phosphorus deficiency symptoms in soybean. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 30(2): 385-389.
- Sabbatini A., Jurnatan Y., Fraatz M.A., Sevdije G., Hazirib A., Millakuc F., Holger Z. and Zhang Y., 2018. Aroma characterization of a wild plant (*Sanguisorba albanica*) from Kosovousing multiple headspace solid phase microextraction

- combined with gaschromatography-mass spectrometry-olfactometry. Food Research International. In press.
- Sato S. and Comerford, N.B., 2005. Influence of soil pH on inorganic phosphorus sorption and desorption in a humid Brazilian Ultisol. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 29(5): 685-694.
- Schachtman D.P., Reid R.J. and Ayling, S.M., 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiology*, 116(2): 447-453.
- Shaheen S.M., Tsadilas, C.D. and Eskridge K.M. 2009. Effect of common ions on phosphorus sorption and lability in Greek alfisols with different pH. *Soil Science*, 174(1): 21-26.
- Shin JI-AE., Jun-Sung K., Kwon K., Jeong-Seok N.A.M , JI-Youn Jung , Nam-Pyo Cho and Sung-Dae Cho, 2012. Apoptotic effect of hot water extract of *Sanguisorba officinalis* L. in human oral cancer cells. *Oncology Letters*. 4: 489-494.
- Su X.D., Guo R.H., Li H.X., Ma J.Y., Kim Y.R., Kim Y.H. and Yang S.Y., 2018. Anti-allergic inflammatory components from *Sanguisorba officinalis* L. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 28(12), 2210-2216.
- van der Salm C., van Middelkoop J.C. and Ehlert, P.A.I., 2017. Changes in soil phosphorus pools of grasslands following 17yrs of balanced application of manure and fertilizer. *Soil Use and Management*, 33, 2–12.
- Wang Z., Loo W.T.Y., Wang N., Chow L.W.C., Wang D., Han F., Zheng X. and Chen J.P., 2012. Effect of *Sanguisorba officinalis* L. on breast cancer growth and angiogenesis. *Expert Opinion in Therapeutic Targets*, 16(S1):S79-S89.
- Wissuwa M., Gamat G. and Ismail A.M., 2005. Is root growth under phosphorus deficiency affected by source or sink limitations? *Journal of Experimental Botany*, 56: 1943-1950
- Yu T., Lee Y.J., Yang H.M., Lee J., Cho .Y., 2011. Inhibitory effect of *Sanguisorba officinalis* ethanol extract on NO and PGE2 production is mediated by

suppression of NF- κ B and AP-1 activation signaling cascade. *Journal of Ethnopharmacology*, 134: 11-17.

Zhao Z., He X., Zhang Q., Wei X., Huang L., Fang J.C., Wang X., Zhao M., Bai Y. and Zheng X., 2017. Traditional Uses, Chemical Constituents and Biological Activities of Plants from the Genus *Sanguisorba*. *American Journal of Chinese Medicine*. 45(2): 199-224.

Zhu X., Wang K., Zhang K., Huang B., Zhang J., Zhang Y., Zhu L., Zhou B. and Zhou F., 2013. Ziyuglycoside II inhibits the growth of human breast carcinoma MDA-MB-435 cells via cell cycle arrest and induction of apoptosis through the mitochondria dependent pathway. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(9): 18041-18055.

Zhu X., Wang K., Zhang K., Zhu L. and Zhou, F., 2014. Ziyuglycoside II induces cell cycle arrest and apoptosis through activation of ROS/JNK pathway in human breast cancer cells. *Toxicology Letters*, 227(1): 65-73.

Παράρτημα- Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων

1. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την 1^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	18,062	9,031	19,873	0,008
REPLICATIONS	2	0,762	0,381	0,839	0,496
Residual	4	1,818	0,454		
Total	8	20,642	2,580		

2. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την 2^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	108,282	54,141	11,525	0,022
REPLICATIONS	2	8,402	4,201	0,894	0,478
Residual	4	18,791	4,698		
Total	8	135,476	16,934		

3. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την 3^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	2203,042	101,521	16,167	0,012
REPLICATIONS	2	26,242	13,121	2,090	0,239
Residual	4	25,118	6,279		
Total	8	254,402	31,800		

4. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την 4^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	187,229	93,614	10,029	0,028
REPLICATIONS	2	14,402	7,201	0,771	0,521
Residual	4	37,338	9,334		
Total		8238,969	29,871		

5. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος κατά την τελευταία δειγματοληψία.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	1,365	0,683	9,288	0,031
REPLICATIONS	2	0,137	0,0683	0,930	0,466
Residual	4	0,294	0,0735		
Total	8	1,796	0,225		

6. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος κατά την τελευταία δειγματοληψία.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	0,133	0,0665	17,857	0,010
REPLICATIONS	20	0,0240	0,0120	3,214	0,147
Residual	40	0,0149	0,00373		
Total	8	0,172	0,0215		

7. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 1^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	20,0001180,0000591	0,0163	0,984		
REPLICATIONS	20,0280	0,0140	3,870	0,116	
Residual	40,0145	0,00362			
Total	80,0427	0,00533			

8. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 2^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2 0,222	0,111	7,311	0,046	
REPLICATIONS	20,0007390,000369	0,0243	0,976		
Residual	40,0608	0,0152			
Total	8 0,284	0,0355			

9. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 3^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2 1,265	0,633	62,991	<0,001	
REPLICATIONS	20,0726	0,0363	3,615	0,127	
Residual	40,0402	0,0100			
Total	8 1,378	0,172			

10. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 4^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	0,973	0,487	20,928	0,008
REPLICATIONS	20	0,0713	0,0356	1,532	0,321
Residual	40	0,0930	0,0233		
Total	8	1,138	0,142		

11. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 1^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	0,000275	0,000137	1,622	0,305
REPLICATIONS	20	0,00000467	0,00000233	0,0276	0,973
Residual	40	0,000339	0,0000847		
Total	80	0,000618	0,0000772		

12. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 2^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	2	0,0735	0,0368	9,644	0,030
REPLICATIONS	20	0,000569	0,000285	0,0747	0,929
Residual	40	0,0152	0,000381		
Total	80	0,0893	0,00112		

13. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 3^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	20,0367	0,0184	24,225	0,006	
REPLICATIONS	20,00439	0,00220	2,895	0,167	
Residual	40,003030	0,000758			
Total	80,0442	0,00552			

14. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος κατά την 4^η μέτρηση.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	20,0441	0,0220	18,611	0,009	
REPLICATIONS	20,00872	0,00436	3,681	0,124	
Residual	40,00474	0,00118			
Total	80,0575	0,00719			

15. Ανάλυση της διασποράς για το λόγο ξηρό βάρος ριζικού συστήματος/ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος κατά την τελευταία δειγματοληψία.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
FERTILIZATION	20,0964	0,0482	3,468	0,134	
REPLICATIONS	2 0,231	0,115	8,308	0,038	
Residual	40,0556	0,0139			
Total	8	0,383	0,0479		