



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του βοτάνου *Sanguisorba minor* Scop.»

Στούμπου Σοφία



Επιβλέπων καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Επίκουρος Καθηγητής)

Βόλος, 2018

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα πτυχιακής εργασίας:

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του βοτάνου *Sanguisorba minor Scop.*»

Στούμπου Σοφία

Επιβλέπων καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Επίκουρος Καθηγητής)

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

- 1. Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων**
- 2. Δημήρκου Ανθούλα, Καθηγήτρια, Μέλος**
- 3. Πετρόπουλος Σπυρίδων, Καθηγητής, Μέλος**

Βόλος, 2018

Πρόλογος

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της αζωτούχο λίπανσης στην ανάπτυξη του φυτού *Sanguisorba minor* Scop. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε η επίδραση τριών επιπέδων αζώτου, στην ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος και του ριζικού συστήματος, ενώ μελέτηθηκε και η επίδραση της στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Ανέστη Καρκάνη τόσο για την ανάθεση του θέματος, όσο και για την πολύτιμη βοήθεια και τη συνεχή καθοδήγηση κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων αλλά και για τη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια κα. Ανθούλα Δημήρκου και τον Επίκουρο Καθηγητή Σπυρίδων Πετρόπουλο για τις διορθώσεις τους αλλά και για το χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	5
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	6
1.1 Φαρμακευτικά-Αρωματικά Φυτά.....	6
1.2 Το γένος <i>Sanguisorba</i>	8
1.2.1 Είδος <i>Sanguisorba minor</i>	8
1.2.2 Είδος <i>Sanguisorba officinalis</i>	11
1.2.3 Βιοδραστικές ουσίες διαφόρων ειδών <i>Sanguisorba</i>	12
1.2.4 Φαρμακευτικές ιδιότητες διαφόρων ειδών <i>Sanguisorba</i>	13
1.3 Άζωτο.....	15
1.3.1 Γενικά.....	15
1.3.2 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών.....	16
1.4 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.....	19
Κεφάλαιο 2ο: Υλικά και Μέθοδοι	20
2.1 Εγκατάσταση πειράματος.....	20
2.2 Πειραματικό σχέδιο.....	20
2.3 Μετρήσεις.....	21
2.4 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	24
2.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	25
Κεφάλαιο 3ο: Αποτελέσματα	26
3.1 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος.....	26
3.2 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος.....	30
3.3 Ανάπτυξη ριζικού συστήματος.....	35
3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης – Τιμές SPAD.....	38
Κεφάλαιο 4ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα	44
4.1 Αξιολόγηση της επίδρασης του αζώτου στην ανάπτυξη του είδους <i>Sanguisorba minor</i>	44
4.2 Συμπεράσματα.....	47
Βιβλιογραφία.....	47
Παράρτημα.....	56

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του φυτού *Sanguisorba minor*. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2016-2017 (Δεκέμβριος – Μάιος). Η σπορά είχε πραγματοποιηθεί την προηγούμενη χρονιά και ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Έγινε διαχωρισμός σε 3 σειρές με 14 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Οι επεμβάσεις του πειράματος ήταν οι εξής: Επέμβαση Α: μάρτυρας [0 μονάδες αζώτου], επέμβαση Β: νιτρική αμμωνία [5 μονάδες αζώτου] και επέμβαση Γ: νιτρική αμμωνία [10 μονάδες αζώτου]. Οι μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν σε τρία φυτοδοχεία ανά επέμβαση Α, Β και Γ, στις 15 Μαρτίου, 5 Απριλίου, 3 και 24 Μαΐου του 2017 που αντιστοιχούν σε 15, 36, 64 και 86 ημέρες μετά την εφαρμογή του αζώτου (HME). Τα φυτικά χαρακτηριστικά τα οποία μελετήθηκαν ήταν α) το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, β) η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (τιμές SPAD) και γ) το νωπό και ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην 1η μέτρηση υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα του βοτάνου *Sanguisorba minor*. Η μικρότερη συγκέντρωση (24,80) παρατηρήθηκε στην επέμβαση Α και η μεγαλύτερη (41,67) στην επέμβαση Γ. Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν στην 2^η και 3^η μέτρηση. Όσον αφορά το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος και του ριζικού τμήματος του φυτού παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Οι μικρότερες τιμές καταγράφηκαν στην επέμβαση του μάρτυρα. Τέλος, οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων για το λόγο του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος προς το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος ήταν στατιστικά μη σημαντικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

1.1 Φαρμακευτικά – Αρωματικά φυτά

Πάνω από 2000 χρόνια πριν ο Πατέρας της Φαρμακευτικής, Ιπποκράτης, αναφέρθηκε σε 400 φαρμακευτικά φυτά και τόνισε: «Φάρμακο σας ας γίνει η τροφή σας και η τροφή σας ας γίνει φάρμακο σας». Μέχρι το 2020 ο πληθυσμός της Γης εκτιμάται να φτάσει κοντά στα 7,5 δισεκατομμύρια και η αύξηση αυτή πιστεύεται ότι θα γίνει κυρίως στις υπανάπτυκτες χώρες, όπου οι πιθανότητες για ανάπτυξη ασθενειών είναι μεγάλες. Ένα εκατομμύριο άνθρωποι, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες βασίζονται ή επιλέγουν να χρησιμοποιούν φαρμακευτικά φυτά για να καλύψουν όλη ή μέρος των αναγκών της υγείας τους. (IUCN, 1993, WHO, 2002).

Στην Ελλάδα συναντάμε περισσότερα από 6000 είδη φυτών, τα 500-600 από τα οποία χαρακτηρίζονται ως αρωματικά και φαρμακευτικά (Παναγιώτου κ.α. 2001, Σκρουμπής 1998). Τα φαρμακευτικά φυτά είναι η πλουσιότερη βιολογική πηγή φαρμάκων για παραδοσιακά συστήματα ιατρικής, φάρμακα και συμπληρώματα διατροφής.

Τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά (MAP) διακινούνται χύμα από πολλές αναπτυσσόμενες χώρες στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου επεξεργάζονται περαιτέρω (Handa et al. 2008). Σημειώνεται ότι στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική υπάρχει μια «βοτανική αναγέννηση». Με αυτόν τον όρο εννοείται ότι οι άνθρωποι στρέφονται τελευταία όλο και περισσότερο σε θεραπείες με φάρμακα που χρησιμοποιούν φυτικές ουσίες ακόμα και σε καλλυντικά που η βάση τους είναι κάποιο βότανο ή φυτό και όχι αποκλειστικά χημικά. Την τελευταία δεκαετία έχει παρατηρηθεί ότι η κατανάλωση φαρμακευτικών φυτών έχει διπλασιαστεί στη Δυτική Ευρώπη και μετά από πολλές μελέτες πάνω σε αυτά τα φυτά, έχουν βρεθεί πολλές ουσίες και χρήσεις (π.χ. αρωματοθεραπεία). Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι χημικά υποκατάστατα αιθέριων ελαίων δεν είναι τόσο αποτελεσματικά για το σκοπό που παρασκευάζονται όσο τα φυσικά. Η Ασία αποτελεί την κυρίαρχη παραγωγική χώρα τέτοιου είδους φυτών. Η Κίνα και η Ινδία εκτιμώνται ως μεγαλύτερες αγορές από άποψη ποσότητας, αλλά μεγάλο μέρος του εμπορίου είναι άτυπο και μη εμπορευματοποιημένο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί το μεγαλύτερο παγκόσμιο εισαγωγέα ακατέργαστων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, με αξία που ξεπερνά τα 250εκ. δολάρια, με τη Γερμανία

να είναι ο σημαντικότερος εισαγωγέας, με ποσοστό 38% της αγοράς. Ακολουθούν η Γαλλία (17%) και η Ιταλία (9%) (Μαλούπα κ.α. 2012).

Πρόσθετα, τα MAP χρησιμοποιούνται είτε ως φυτικό υλικό (ξηρό ή χλωρό) είτε ως αιθέριο έλαιο. Το ξηρό φυτικό μέρος (δρόγη) χρησιμοποιείται, κυρίως για την παρασκευή ροφημάτων, στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών, καθώς και για ορισμένους φαρμακευτικούς σκοπούς (Μαλούπα κ.α. 2012). Από τα MAP προέρχονται και τα αιθέρια έλαια, των οποίων η χρήση είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Τα αιθέρια έλαια αποτελούν μίγματα από πολλές οργανικές ουσίες, των οποίων η σύσταση έχει άμεση συσχέτιση με το γονότυπο του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται στα φύλλα, τους βλαστούς, καθώς και στα αναπαραγωγικά όργανα. Τα τερπενοειδή είναι η πιο σημαντική ομάδα ουσιών που βρίσκονται στα αιθέρια έλαια (Δόρδας, 2009). Η οσμή και τα χαρακτηριστικά του κάθε αιθέριου ελαίου είναι διαφορετικά (Μαλούπα κ.α. 2012).

Η παραλαβή των διάφορων βιοδραστικών ουσιών πραγματοποιείται με διάφορες μεθόδους όπως η απόσταξη (πχ. αιθέρια έλαια) και η εκχύλιση.

Απόσταξη

Αποτελεί την πιο απλή και οικονομική μέθοδο και χρησιμοποιείται ευρέως. Ουσιαστικά, είναι η τοποθέτηση του φυτικού υλικού σε δοχείο με νερό, το οποίο θερμαίνεται μέχρι να αρχίσει να βράζει και έτσι οι υδρατμοί που σχηματίζονται, παρασύρουν τα αιθέρια έλαια από τους ιστούς. Οι ατμοί, στη συνέχεια, υφίστανται συμπύκνωση με ψύξη και υγροποιούνται κι έτσι τα αιθέρια διαχωρίζονται από το νερό λόγω διαφοράς στο ειδικό βάρος. Υπάρχουν διάφορα είδη απόσταξης: η υδροαπόσταξη (ή απόσταξη με νερό), η υδρατμοαπόσταξη κ.α. Η διάρκεια μιας απόσταξης εξαρτάται από το είδος της απόσταξης, τις συνθήκες, την αξία του αιθέριου ελαίου. Η διαδικασία αυτή φτάνει στο τέλος της όταν στο απόσταγμα υπάρχουν ίχνη αιθέριου ελαίου και η περιεκτικότητα σε φυτικό υλικό έχει μειωθεί κατά πολύ (Δόρδας, 2009).

Εκχύλιση

Αποτελεί την απομόνωση μιας ουσίας ή ενός μείγματος ουσιών από ένα φυτικό δείγμα με τη χρήση διαλυτών. Τα προϊόντα που λαμβάνονται έτσι από τα φυτά είναι

σχετικά πολύπλοκα μίγματα μεταβολιτών, σε υγρή ή ημιστερεή κατάσταση ή μετά από απομάκρυνση του διαλύτη σε ξηρή σκόνη και προορίζονται για στοματική ή εξωτερική χρήση. Σκοπός των τυποποιημένων διαδικασιών εκχύλισης για τα ακατέργαστα φάρμακα (μέρη φαρμακευτικών φυτών) είναι να επιτευχθεί το επιθυμητό και να εξαλειφθεί το ανεπιθύμητο υλικό. Το εκχύλισμα, μετά την τυποποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φαρμακευτικός παράγοντας υπό τη μορφή βάμματος ή υγρού και τα εκχυλίσματα με περαιτέρω επεξεργασία να ενσωματωθούν σε δισκία ή κάψουλες. Όλα αυτά τα προϊόντα έχουν μίγμα μεταβολιτών όπως αλκαλοειδή, γλυκοζίτες, τερπενοειδή, φλαβονοειδή, λιγνάνες κ.α. (Handa, 2005).

1.2 Το γένος *Sanguisorba*

Γενικά, τα διάφορα είδη του γένους *Sanguisorba* έχουν διάφορα κοινά ονόματα όπως «Μαυρόφυλλο», «Σανγκουισόρβη», «Αιματόχορτο» ή «Πιμπρινέλλα». Το γένος προέρχεται από τις λατινικές λέξεις «sanguis» που σημαίνει αίμα και «sorbeo» που σημαίνει απορροφώ, προερχόμενο από την ιδιότητα του φυτού που ήταν η διακοπή μιας τυχόν αιμορραγίας. Δύο κοινά είδη της ελληνικής χλωρίδας είναι τα: *Sanguisorba minor* και *Sanguisorba officinalis*.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ (Σαρλής, 1999)

ΑΘΡΟΙΣΜΑ	Angiosperms
ΚΛΑΣΗ	<i>Magnoliopsida/ Eudicots</i>
ΥΠΟΚΛΑΣΗ	<i>Rosidae</i>
ΤΑΞΗ	<i>Rosales</i>
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	<i>Rosaceae</i>
ΓΕΝΟΣ	<i>Sanguisorba</i>
ΕΙΔΟΣ	<i>Sanguisorba minor</i>

1.2.1 Είδος *Sanguisorba minor*

Το φυτό *Sanguisorba minor* ή αλλιώς στα ελληνικά «Σανγκουισόρβον το έλασσον», αποτελεί ποώδες πολυετές φυτό της οικογένειας Rosaceae. Το είδος αυτό

έχει αριθμό χρωμοσωμάτων $X=14$ (Cronquist et al. 1997) και προέρχεται από την Ευρώπη, τη Δυτική Ασία, τη Σιβηρία και τη Βόρεια Αφρική, όμως το συναντάμε και στο μεγαλύτερο τμήμα της Βόρειας Αμερικής, έχοντας πίσω του μεγάλη ιστορία, καθώς ονομάστηκε αγαπημένο βότανο από τον Francis Bacon και φτάνοντας στο Νέο Κόσμο με τους πρώτους Άγγλους αποίκους, έλαβε ειδική μνεία από τον Thomas Jefferson (Germplasm Resources Information Network, 2008, Robertson et al. 1974, Royal Botanic Garden Edinburgh, 2008).

Όσον αφορά τα βοτανικά χαρακτηριστικά του φυτού, τα στελέχη είναι όρθια (Hickman, 1993) και μπορούν να φτάσουν έως 70 cm ύψος σε υγρές τοποθεσίες (Hickman, 1993, Lackschewitz, 1991, St. John, 2006). Τα φύλλα είναι σύνθετα, με φυλλάρια ωοειδή-επιμήκη και οδοντωτά. Τα άνθη έχουν 4 σέπαλα, μήκους 4-5 χιλιοστών, πρασινωπού ή λευκού έως κόκκινου ή πορφυρού χρώματος. Τα πέταλα απουσιάζουν, ενώ ο καρπός του φυτού είναι αχαίνιο (Cronquist et al. 1997).



Εικόνα 1. Σύνθετα φύλλα με οδοντωτά φυλλάρια του φυτού *Sanguisorba minor*.

Το φυτό *Sanguisorba minor* στην Ευρώπη περιορίζεται σε ασβεστολιθικά εδάφη (Fryer, 2008), ενώ στη Βόρεια Αμερική αναπτύσσεται σε σχετικά άγονα, καλά

στραγγιζόμενα και είναι πιο παραγωγικό σε αργιλώδη εδάφη με ετήσιες κατακρημνίσεις έως και 350 mm. Δεν έχει μεγάλη αντοχή σε ξηρότερες περιοχές ή εδάφη κακώς στραγγιζόμενα (Ogle, 2011). Επιπλέον, έχει εξαιρετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και αντέχει ασθενώς σε αλατούχα και όξινα εδάφη. Αξίζει να σημειωθεί ότι θεωρείται πυρίμαχο φυτό λόγω των φύλλων και των στελεχών που μένουν πάντα πράσινα, με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία.

Το Σανγκουισόρβον το έλασσον θα πρέπει να σπέρνεται σε βάθος 0,5 έως 2 cm (Ogle, 2011). Καλύτερη απόδοση στο εν λόγω είδος υφίσταται όταν η σπορά γίνεται στο τέλος του φθινοπώρου έως πολύ νωρίς την άνοιξη, σε εδάφη πηλώδη έως βαριά αργιλώδη. Στα τέλη του καλοκαιριού (Αύγουστος – μέσα Σεπτεμβρίου) η σπορά δεν συνίσταται, εκτός αν το έδαφος αρδεύεται. Τα άνθη εμφανίζονται τέλη Μαΐου έως Ιούνιο, όμως η πλήρης ανθοφορία θα πρέπει να αναμένεται κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (Stevens et al. 2004). Τα φυτά αυτά έχει παρατηρηθεί ότι μπορούν να αντέξουν για πάνω από 20 χρόνια (Ogle et al. 2009).

Για παραγωγή σπόρων, το είδος *Sanguisorba minor* πρέπει να σπέρνεται σε σειρές για το μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων και τη διευκόλυνση της συγκομιδής. Η σπορά θα πρέπει να πραγματοποιείται νωρίς την άνοιξη (Απρίλιος-Μάιος). Εφαρμογές αζώτου κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο και εφαρμογή φωσφόρου κατά το φθινόπωρο μπορούν να επιφέρουν καλύτερη απόδοση μετά το έτος εγκατάστασης του φυτού. Για βέλτιστη παραγωγή, δεν θα πρέπει τα φυτά να στρεσάρονται με υγρασία κατά τη διάρκεια της άνθισης. Η ανάπτυξη των σπόρων συμβαίνει σταδιακά από τη βάση του φυτού έως την κορυφή, ενώ κατά την ωρίμανση οι σπόροι είναι σκληροί και έχουν σκούρο χρώμα. Η συγκομιδή θα πρέπει να γίνεται όταν το 80% των σπόρων είναι ώριμο. Το σπάσιμο του σπόρου σε αυτό το φυτό δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα κατά την συγκομιδή. Ο σπόρος θα πρέπει να αφήνεται να ξηραθεί έως 12-15% υγρασία και στη συνέχεια να γίνεται αποθήκευση σε δροσερές και ξηρικές συνθήκες. Υπό αυτές τις συνθήκες ο σπόρος μπορεί να διατηρήσει τη βιωσιμότητα του για πολλά χρόνια (Cornforth et al. 2001). Τέλος, η χρήση του φυτού είναι πολλαπλή. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- ✓ Βόσκησι/Ζωοτροφή: Αποτελεί πολύτιμη πηγή και έχει θρεπτική αξία τόσο για οικόσιτα ζώα όσο και για την άγρια πανίδα (ελάφια, πουλιά) σε όλη τη

διάρκεια του χρόνου, καθώς παραμένει πράσινο ακόμα και το χειμώνα (Fryer 2008, Ogle et al. 2011).

- ✓ Έλεγχος/Ανάκτηση διαβρωμένων εδαφών: Χρησιμοποιείται για έλεγχο διάβρωσης, καθώς και για αποκατάσταση εδαφών μετά από πυρκαγιά (Fryer, 2008).
- ✓ Επικονίαση : Προσελκύει τις μέλισσες (Fryer, 2008)
- ✓ Φαρμακευτικοί σκοποί : Αναλύονται παρακάτω.

1.2.2 Είδος *Sanguisorba officinalis*

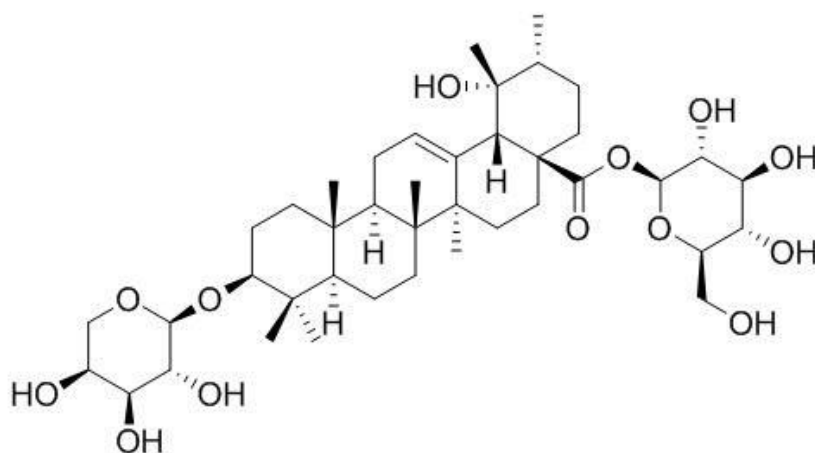
Το φυτό *Sanguisorba officinalis* ή αλλιώς «Σανγκουισόρβο το φαρμακευτικό» το συναντάμε στην Εύρωπη, στην Ασία καθώς και στη Βόρεια Αμερική (Kurtto, 2009). Αποτελεί ένα ποώδες πολυετές βότανο που αναπτύσσεται 30-90 cm σε ύψος. Ευδοκμεί καλύτερα σε λειμώνες. Επιπλέον, το φυτό προτιμά τα καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη και μπορεί να αναπτυχθεί σε εδάφη φτωχά, ενώ το ιδανικό pH κυμαίνεται από 6 έως 8 (Mirgos et al. 2012).

Όσον αφορά τα βοτανικά του χαρακτηριστικά, το φυτό έχει πασσαλώδη πρωτογενή ρίζα, σκούρου καφέ χρώματος. Τα φύλλα είναι σύνθετα με μήκος 25-40 cm. Τα φυλλάρια είναι 7-15, έχουν ωοειδές σχήμα και είναι οδοντωτά. Το άνθος του φυτού έχει βυσσινί χρώμα, με μακρείς πράσινους ποδίσκους. Επίσης, δεν έχει πέταλα, ενώ η ανθοφορία, συνήθως, πραγματοποιείται τον Ιούνιο ή τον Ιούλιο. Ο καρπός είναι αχαίνιο (Nature Gate, 2013).

Το βότανο *Sanguisorba officinalis*, χρησιμοποιούνταν αρκετά και ήταν περισσότερο δημοφιλές για γαστρονομικούς σκοπούς και μέχρι και σήμερα συναντάμε τα φύλλα και τα «κεφάλια» των ανθών σε ανατολίτικες κουζίνες, κυρίως σε σούπες ή σάλτσες. Επίσης, τα φύλλα του μπορούν να σερβιριστούν σε κρύα ποτά ως αρωματικά. Τα αποξηραμένα φύλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τσάι, αν και για γαστρονομικές χρήσεις προτιμώνται κυρίως τα φρέσκα φύλλα (Bilton, 2011). Το φυτό χρησιμοποιείται και για φαρμακευτικούς λόγους, κυρίως για διακοπή αιμορραγίας. Οι ρίζες του φυτού χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική για την καταπολέμηση παθήσεων του εντέρου και του τραχήλου. Επίσης, παρουσιάζει στυπτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Bilton, 2011).

1.2.3 Βιοδραστικές ουσίες των διάφορων ειδών *Sanguisorba*.

Από τα αρχαία χρόνια, το φυτό *Sanguisorba officinalis* έχει χρησιμοποιηθεί ως φαρμακευτικό φυτό για τη θεραπεία εγκαυμάτων, εντερικών λοιμώξεων, δερματίτιδας, κυρίως σε χώρες όπως η Κίνα, η Κορέα και η Ιαπωνία. Η θεραπευτική αποτελεσματικότητα του βοτάνου αυτού συνδέεται στενά με αντιφλεγμονώδεις (Yu et al. 2011, Ravipati et al. 2012), αντιμικροβιακές (Liang et al. 2013, Liu et al. 2014), αντιοξειδωτικές (Ravipati et al. 2012), αντικαρκινικές (Cai et al. 2012, Choi et al. 2012) και αντιαλλεργικές δράσεις (Kim et al.2002).



Εικόνα 2. Χημική δομή της ουσίας Ziyuglycoside I.

Η ρίζα του βοτάνου (*Radix Sanguisorbae*) είναι γνωστό ότι περιέχει τριτερπενοειδείς σαπωνίνες και έχουν αναφερθεί περισσότερα από 50 τριτερπενοειδή (Yu et al. 2009). Μετά από συνεχή διερεύνηση των τριτερπενοειδών σαπωνινών, απομονώθηκε από τη ρίζα του βοτάνου μια νέου τύπου σαπωνίνη που ονομάστηκε Sanguiside A(1) μαζί με 9 γνωστές σαπωνίνες. Η ουσία Sanguiside A(1) απομονώθηκε ως λευκή σκόνη και ο μοριακός τύπος της είναι $C_{41}H_{64}O_{13}$ (Zhao et al. 2001, Zhang et al. 2012). Εξίσου σημαντικές ενώσεις είναι οι Ziyuglycoside I ($C_{41}H_{66}O_{13}$, Εικόνα 2) και Ziyuglycoside II ($C_{35}H_{56}O_8$), καθώς και η τανίνη sanguiin H-6 ($C_{82}H_{54}O_{52}$). Αυτές οι δραστικές ανακαλύφθηκε ότι δεν παρουσιάζουν κυτοτοξικότητα. Επιπλέον, έχουν αντικαρκινικές ιδιότητες προκαλώντας απόπτωση, ενώ παρεμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων. Ο βασικός μηχανισμός που εμπλέκεται στις φαρμακευτικές δράσεις των δραστικών αυτών συστατικών σχετίζεται με πρωτεϊνικές κινάσες P38 MAPK που ενεργοποιούνται από το μιτογόνο P38 και ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα στρες, υπερϊώδη ακτινοβολία, θερμικό και ωσμωτικό

σοκ και εμπλέκονται σε διάφορες λειτουργίες όπως η κυτταρική διαφοροποίηση, η απόπτωση και η αυτοφαγία (Segalés et al. 2016). Επίσης, αναφέρεται ότι η συνεχής ενεργοποίηση της οδού P38 MAPK στα μυϊκά βλαστοκύτταρα λόγω της γήρανσης, υποβαθμίζει την αναγέννηση των μυών (Segalés et al. 2016).

1.2.4 Φαρμακευτικές ιδιότητες των διάφορων ειδών *Sanguisorba*.

Το φυτό *Sanguisorba*, όπως και άλλα βρώσιμα βότανα και λαχανικά είναι ευρέως γνωστά και χρησιμοποιούνται στη φαρμακευτική, καθώς αποτελούν πολύτιμη πηγή διάφορων ουσιών και χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία διάφορων ασθενειών που κατατράχουν έως και σήμερα τον πλανήτη (Cuccioloni et al. 2012). Πολίτες χωρών με περιορισμένη πρόσβαση στην ιατρική τεχνολογία και τον εξοπλισμό, μπορούν να επωφεληθούν από τέτοιου είδους φάρμακα, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν ένα αυτόχθον σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα χημικά φάρμακα έχουν πολύ υψηλό κόστος και με προβλήματα ανθεκτικότητας στα φάρμακα αυτά, κρίθηκε επιτακτική η ανάγκη για ανακάλυψη νέων εναλλακτικών φαρμάκων (Sun et al. 2012). Η παραδοσιακή κινέζικη ιατρική (TMC), λοιπόν, αποτελεί μια σημαντική πηγή για την ανάπτυξη αυτών. Συνήθως, χρησιμοποιούνταν τα υπόγεια όργανα του είδους αυτού όπως ρίζες και ριζώματα (Grieve, 1931), ενώ τα φύλλα λιγότερο συχνά, αν και όλα τα όργανα έχει αποδειχτεί ότι διαθέτουν στυπτικές, αντιβακτηριακές και αναλγητικές ιδιότητες (Mirgos et al. 2012).

Σύγχρονες έρευνες έχουν αποδείξει ότι το συγκεκριμένο βότανο θεραπεύει τα εγκαύματα πιο αποτελεσματικά από τις εκχυλισμένες τανίνες (Chevallier, 1996). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ασθενείς, πάσχοντες από έκζεμα, παρουσίασαν μεγάλη βελτίωση όταν υποβλήθηκαν σε αγωγή με αλοιφή από τη ρίζα του φυτού (Chevallier, 1996). Τα φύλλα, όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να μην έχουν τόσο έντονη θεραπευτική δράση όπως το ριζικό σύστημα, όμως και αυτά έχουν στυπτικές και τονωτικές ιδιότητες (Chiej, 1984), ενώ έχουν χρησιμοποιηθεί και αυτά σε θεραπεία κατά του πυρετού και της αιμορραγίας (Duke et al. 1985, Foster and Duke, 1990). Από την άλλη, το υπόγειο τμήμα του φυτού χρησιμοποιείται στη θεραπεία πεπτικών ελκών, αιματουρίας, εμμηνόρροιας, αιματώδους κόλπου, δυσεντερίας, διάρροιας, αιμορροΐδων και εγκαυμάτων (Yeung, 1985).

Εκτός, λοιπόν, από τέτοιες λιγότερο σοβαρές ασθένειες, τα φυτά του γένους *Sanguisorba*, μετά από έρευνες, έχει βρεθεί ότι συμβάλλουν θετικά στην

αντιμετώπιση σοβαρότερων και επικινδυνότερων ασθενειών. Μια από τις σοβαρότερες και πιο σημαντικές ασθένειες είναι ο καρκίνος. Το είδος *Sanguisorba officinalis* βρέθηκε ότι αναστέλλει την εξάπλωση του καρκίνου του μαστού και του στόματος, καθώς κι ότι τα εκχυλίσματα του φυτού θεραπεύουν τον καρκίνο του προστάτη (Choi et al. 2012, Karkanis et al. 2014). Μετά, λοιπόν, από διάφορες μελέτες και αναλύσεις, διαπιστώθηκε ότι εκχυλίσματα του φυτού αυτού καθώς και διάφορα συστατικά του φυτού που απομονώθηκαν, ρυθμίζουν τη δράση της ανθρώπινης πλασμίνης τόσο σε ένα συνθετικό υπόστρωμα, όσο και σε μοντέλα κυτταροκαλλιέργειας του καρκίνου του μαστού (Cuccioloni et al. 2012). Πιο αναλυτικά, η κύρια βιοδραστική ένωση του *Sanguisorba officinalis*, Ziyuglycoside II παρεμποδίζει τον πολλαπλασιασμό των ενδοθηλιακών κυττάρων ομφάλιας φλέβας, ενώ γενικά, η ουσία αυτή αναστέλλει διάφορα χαρακτηριστικά αγγειογένεσης, τα οποία συνδέονται με αντικαρκινικές ιδιότητες (Nam et al. 2017).

Επιπρόσθετα, η ρίζα του *Sanguisorba officinalis* (Radix Sanguisorbae), τις τελευταίες δεκαετίες έχει αναφερθεί ότι είναι κλινικά αποτελεσματική κατά της μυελοκαταστολής, προκαλούμενης από χημειοθεραπεία ή ακτινοθεραπεία. Οι ασθενείς που λαμβάνουν χημειοθεραπευτικούς παράγοντες ή/και ιονίζουσες ακτινοβολίες, εμφανίζουν συχνά ποικίλους βαθμούς μυελοκαταστολής λόγω της διακοπής της αιματοποιητικής δραστηριότητας (Barreto et al. 2014). Η αντικαρκινική θεραπεία, επίσης, προκαλεί μυελοτοξικότητα έμμεσα, επηρεάζοντας το μικροπεριβάλλον του μυελού των οστών. Η μυελοτοξικότητα μπορεί να οδηγήσει σε συμβάντα απώλειας αίματος ή λοίμωξη που συνοδεύεται από σηψαιμία και εμπύρετη ουδετεροπενία. Τέτοιου είδους τοξικότητες αποτελούν έως και σήμερα λόγους θνησιμότητας και νοσηρότητας κατά τη διάρκεια θεραπείας του καρκίνου (Wang et al. 2006).

Ανακαλύφθηκε, ακόμα, ότι τα εκχυλίσματα του *Sanguisorba officinalis* έχουν θεραπευτικές ιδιότητες κατά του ιού HIV-1 (ιός της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας). Συγκεκριμένα, τα εκχυλίσματα ανέστειλαν τη λοίμωξη του ιού της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας, όμως απέτυχαν να αποκλείσουν τον ιό της φυσαλιδώδους στοματίτιδας και του ψευδοιού της γρίπης H5N1. Τα εκχυλίσματα του φυτού *Sanguisorba officinalis* εμφάνισαν μέγιστη ανασταλτική δραστηριότητα και μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι πιθανόν αποκλείουν την είσοδο του ιού ενεργώντας πάνω σε αυτόν απευθείας (Liang et al. 2013).

1.3 Άζωτο

1.3.1 Γενικά

Το άζωτο (N) είναι ένα από τα πιο ευρέως διαδεδομένα στοιχεία στη φύση, δεδομένου ότι είναι το πιο άφθονο αέριο στην ατμόσφαιρα. Δεν εμφανίζεται σε ορυκτές μορφές όπως το φώσφορο (P) και το κάλιο (K), αλλά υπάρχουν πολλές οργανικές ενώσεις.

Το άζωτο υπάρχει στο έδαφος σε διάφορες μορφές. Η διαδρομή που ακολουθεί το άζωτο μέσα και έξω από το «σύστημα» εδάφους ονομάζεται «κύκλος του αζώτου». Ο κύκλος του αζώτου επηρεάζεται βιολογικά. Οι βιολογικές διεργασίες με τη σειρά τους επηρεάζονται από τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες μαζί με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες ενός συγκεκριμένου εδάφους. Το ατμοσφαιρικό άζωτο (N₂) είναι η κύρια δεξαμενή αζώτου στον κύκλο, καθώς αποτελεί το 79% της ατμόσφαιρας. Παρόλο που δεν είναι διαθέσιμο στα περισσότερα φυτά, μεγάλες ποσότητες N₂ μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης, αρχικά από βακτήρια (π.χ. *Rhizobium*) που συμβιώνουν στις ρίζες των ψυχανθών και μετατρέπουν το ατμοσφαιρικό άζωτο σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το φυτό (Overdahl, 1991). Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε 2 μορφές. Τη φυσική και τη βιολογική. Κατά τη φυσική αζωτοδέσμευση, το N₂ ενώνεται με το υδρογόνο σχηματίζοντας αμμωνία ή με το οξυγόνο σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα και η απαιτούμενη ενέργεια για τη δέσμευση αυτή εξασφαλίζεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (κεραυνούς) στην ατμόσφαιρα. Οι ενώσεις αυτές είναι υδατοδιαλυτές και μέσω των κατακρημνίσεων καταλήγουν στο έδαφος. Όμως, το άζωτο, δεσμευόμενο καθ' αυτόν τον τρόπο, αποτελεί το 10% περίπου. Το υπόλοιπο 90% προσλαμβάνεται κατά τη βιολογική αζωτοδέσμευση. Επιπρόσθετα, υπάρχει άζωτο δεσμευμένο μέσα στην οργανική ύλη φυτών και ζώων (πρωτεΐνες και αμινοξέα). Τελικό προϊόν της διάσπασης του αζώτου στην αποικοδόμηση αποτελεί η αμμωνία. Η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρώδη ιόντα από βακτήρια (π.χ. *Nitrosomonas*). Στη συνέχεια, ακολουθεί η οξείδωση των νιτρώδων ιόντων, η οποία πραγματοποιείται από αερόβια βακτήρια (π.χ. *Nitrobacter*) και μετατρέπουν τα νιτρώδη σε νιτρικά, τα οποία είναι τα λιγότερο τοξικά και η μορφή αζώτου, η οποία δεσμεύεται πιο εύκολα από τα φυτά. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται νιτροποίηση και συμβαίνει σε συνθήκες αερόβιας παρουσία οξυγόνου. Εξαιτίας του γεγονότος ότι η αμμωνία, τα νιτρικά, όπως και τα

νιτρώδη ιόντα είναι διαλυτά, θα ήταν αναμενόμενο τα αποθέματα αζώτου να μειώνονται. Κάτι τέτοιο, όμως, δεν υφίσταται καθώς συμβαίνει η διαδικασία της απονιτροποίησης, η οποία διαδραματίζεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες από ομάδες αναερόβιων βακτηρίων (π.χ. *Pseudomonas*). Έτσι, λοιπόν, τα νιτρικά ιόντα ανάγονται σε νιτρώδη, στη συνέχεια τα νιτρώδη σε οξείδιο του αζώτου και αυτό με τη σειρά του σε μοριακό άζωτο που είναι σε αέρια μορφή. Έτσι, η ατμόσφαιρα τροφοδοτείται ξανά με άζωτο και αρχίζει ο κύκλος του αζώτου από την αρχή (Lamb et al. 2014).

Ένα από τα σημαντικότερα αζωτούχα λιπάσματα είναι η νιτρική αμμωνία ή νιτρικό αμμώνιο και εμπορικά συναντάται με την ονομασία 34-0-0 (34% άζωτο) (Mitchell and Baldwin 1999). Πιο αναλυτικά, η νιτρική αμμωνία αποτελεί άλας λευκού χρώματος, στερεό και ιδιαίτερα διαλυτό στο νερό. Η κύρια χρήση του είναι ως λίπασμα υψηλής περιεκτικότητας σε άζωτο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως εκρηκτικό. Επιπλέον, το νιτρικό αμμώνιο βρίσκεται ως φυσικό ορυκτό στην έρημο Ατακάμα στη Χιλή. Το νιτρικό αμμώνιο εξορυσσόταν στο παρελθόν, αλλά τώρα χρησιμοποιείται σχεδόν το 100% ως χημικό προϊόν (Zapp, 2012).

Ένα εξίσου σημαντικό αζωτούχο λίπασμα είναι η ουρία. Αποτελεί ένα λευκό κρυσταλλικό στερεό που περιέχει άζωτο 46% (46-0-0) και χρησιμοποιείται ευρέως στη γεωργία ως λίπασμα. Από εμπορικής άποψης, η ουρία βρίσκεται σε μορφή κοκκώδους υλικού. Μετά την εφαρμογή στο έδαφος, η ουρία υφίσταται χημικές μεταβολές και σχηματίζονται ιόντα αμμωνίου. Η ταχύτητα της μετατροπής αυτής καθορίζεται από την υγρασία του εδάφους. Όταν η ουρία διαλύεται, το pH του εδάφους αυξάνεται, ενώ παράλληλα παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης της αμμωνίας που μπορεί να είναι τοξική για τα φυτά (Overdahl, 1991).

1.3.2 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών

Γενικά, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά περιέχουν συστατικά, τα οποία παρουσιάζουν βιοδραστικές ιδιότητες, οι οποίες ποικίλουν και παρέχουν, όπως προαναφέρθηκε, προστασία εναντίον του καρκίνου, καρδιαγγειακών ασθενειών ή ψυχολογικών ασθενειών, όπως κατάθλιψη, άγχος κτλ. (WHO, 1999, Percival, 2000).

Ένα φυτικό προϊόν μπορεί να τυποποιείται βασιζόμενο σε μία συγκεκριμένη βιοδραστική ουσία, ακόμα κι αν η συγκεκριμένη ουσία δεν είναι αποκλειστικά

υπεύθυνη για τη βιολογική δραστηριότητα ενός εκχυλίσματος (Denke et al. 1999). Το αυξανόμενο ενδιαφέρον, λοιπόν, καθώς και η εξελισσόμενη αγορά των φαρμάκων φυτικής προέλευσης, έχει οδηγήσει στην ανάγκη για καλύτερη ποιότητα, δραστηριότητα και χημική σύνθεση των προϊόντων φυτικής προέλευσης. Στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι πολύ σημαντική, καθώς οι δευτερογενείς τους μεταβολίτες έχουν μεγάλη αξία στο εμπόριο. Στη συνήθη γεωργική πρακτική, ο εμπλουτισμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία είναι από τα σημαντικότερα εργαλεία για την επίτευξη ικανοποιητικής παραγωγής. Η πρακτική αυτή είναι σημαντική για την επίτευξη μεγάλων αποδόσεων (WHO, 2003).

Σε γενικές γραμμές, λοιπόν, ένα αυξημένο επίπεδο θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος προωθεί την ανάπτυξη των φυτών (πχ. μεγαλύτερη βιομάζα), αλλά όταν ένα ιδιαίτερο τμήμα του φυτού παρουσιάζει ενδιαφέρον (π.χ. σπόροι, ρίζες, άνθη) ή όταν τα χαρακτηριστικά ποιότητας είναι σημαντικά, το αποτέλεσμα της λίπανσης μπορεί να είναι δραματικά διαφορετικό. Κατά συνέπεια, είναι απαραίτητη μια πρακτική λίπανσης και οι μορφές, τα ποσοστά και οι χρόνοι εφαρμογής των λιπασμάτων πρέπει να σχεδιάζονται με ακρίβεια (Carruba, 2015).

Η λίπανση, επίσης, επηρεάζει το ελαιούχο περιεχόμενο και την ποιότητα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Η λίπανση, γενικά, επηρεάζει την απόδοση σε αιθέριο έλαιο, αλλά και την ποσότητα της βιομάζας (Malik et al. 2011). Στην πραγματικότητα, αποφάσεις που λαμβάνονται σχετικά με τη λίπανση, συνεπάγονται πολλές συνέπειες. Μια ακατάλληλη εφαρμογή λιπάσματος, μπορεί να προκαλέσει μια σειρά μειονεκτημάτων στα φυτά, συμπεριλαμβανομένων των προσβολών από παράσιτα, καθυστέρηση του βιολογικού κύκλου, πτώση ανθέων κτλ. Μερικά στοιχεία, επίσης, μπορεί να έχουν αρνητικά αποτελέσματα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος (Radanovic et al. 2004).

Σημαντικές διαφορές όσον αφορά την λίπανση παρατηρούνται μεταξύ των ετήσιων και πολυετών φυτών. Πολλά πολυετή φυτά (π.χ. φασκόμηλο, λεβάντα) έχουν μειωμένες ανάγκες σε λίπανση κατά το πρώτο έτος καλλιέργειας, λόγω του αρχικού τους μεγέθους, αλλά μεγαλύτερες ποσότητες απαιτούνται τα επόμενα χρόνια (Karamanos 2000). Παράγοντες που σχετίζονται με το περιβάλλον, ο γονότυπος των φυτών, ο σκοπός της καλλιέργειας και η γονιμότητα του εδάφους, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Το άζωτο, αποτελεί το στοιχείο που ασκεί την μεγαλύτερη επίδραση στις καλλιέργειες. Σε γενικές γραμμές, η πρωταρχική επίδραση της λίπανσης με άζωτο, είναι η βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών. Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά όπου το βότανο παρουσίασε βελτίωση με αυξημένες εφαρμογές αζώτου. Τέτοια παραδείγματα είναι ο κόλιανδρος (*Coriandrum sativum*) (Lenardis et al. 2000), ο δυόσμος (*Mentha gracilis* Sole) (Kothari and Singh, 1995), η μέντα (*Mentha spicata*) (Piccaglia et al. 1993), η σιτρονέλλα (*Pelargonium citrosum*) (Singh et al. 1996), η λεβάντα (*Lavandula angustifolia*) (Biesada et al. 2008), ο βασιλικός (*Ocimum basilicum* L.) (Rangappa και Bhardwaj, 1998) κ.α.

Το φαινόμενο αυτό είναι εντυπωσιακό σε χαμηλά επίπεδα λίπανσης, αλλά γίνεται λιγότερο εμφανές με την αύξηση των δόσεων N (Arnon, 1992). Για παράδειγμα, στο φυτό τζίνσενγκ (*Panax ginseng*), η βιομάζα αυξάνεται στο μέγιστο και στη συνέχεια μειώνεται με αυξημένη εφαρμογή αζώτου με μέγιστη δόση τα 40 kg N ha⁻¹ (Beyaert, 2006). Στον κόλιανδρο, η απόδοση σε σπόρο αυξάνεται με τη εφαρμογή αζώτου, με αύξηση αποδόσεων κατά 10,7% σε σύγκριση με τα φυτά στα οποία δεν έχει εφαρμοστεί αζωτούχος λίπανση και γενικά κάθε 10 kg N ha⁻¹ (μέχρι την επίτευξη του βέλτιστου ρυθμού) είναι ικανά να προκαλέσουν αύξηση της απόδοσης των σπόρων που κυμαίνονται από 20 έως 70 kg ha⁻¹ (Carruba, 2009). Σε ορισμένες περιπτώσεις η ανταπόκριση της καλλιέργειας στην αζωτούχο λίπανση μπορεί να είναι διαφορετική. Εφαρμογή μικρότερων ποσοτήτων αζώτου, γενικά, απαιτούνται σε καλλιέργειες που προορίζονται για παραγωγή ριζών, όπως η βαλεριάνα (*Valeriana officinalis*), η γεντιανή (*Gentiana amarelle*), η εχινάκεια (*Echinacea purpurea*) κα., δεδομένου ότι το άζωτο ευνοεί την ανάπτυξη του εναέριου μέρους των φυτών και εμποδίζει το σχηματισμό ριζών (Basso, 2009).

Αυτή η διαφορετική αντίδραση, λοιπόν, στην αζωτούχο λίπανση από τα διάφορα φυτικά όργανα εξηγεί γιατί σε κάποιες περιπτώσεις, η μεταβολή του Δείκτη συγκομιδής (Harvest Index: HI) (κλάσμα της απόδοσης των σπόρων/ολική φυτική βιομάζα) είναι περισσότερο εμφανής από την μεταβολή των δύο επιμέρους συστατικών π.χ. στη μπουράντζα (*Borago officinalis*), όπου ο HI τείνει να μειώνεται, αυξάνοντας τη δόση εφαρμογής του N, ενώ οι αποδόσεις των σπόρων και η συνολική βιομάζα δεν επηρεάζονται (El Hafid et al. 2002).

1.4 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του φυτού *Sanguisorba minor* Scop. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε η επίδραση τριών επιπέδων αζώτου, στην ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος και του ριζικού συστήματος, ενώ μελετήθηκε και η επίδραση της στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Εγκατάσταση πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου στη χρονική περίοδο Δεκέμβριος 2016-Μάιος 2017.

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Στο πείραμα ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων σε ήδη εγκατεστημένα από την προηγούμενη χρονιά φυτά *S. minor* σε φυτοδοχεία ύψους 13 cm και διαμέτρου 17 cm το καθένα. Τα φυτοδοχεία χωρίστηκαν σε τρεις σειρές, με 14 επαναλήψεις ανά επέμβαση (Εικόνα 3). Οι επεμβάσεις ήταν οι εξής: Επέμβαση Α: μάρτυρας [0 μονάδες αζώτου], επέμβαση Β: νιτρική αμμωνία [5 μονάδες αζώτου] και επέμβαση Γ: νιτρική αμμωνία [10 μονάδες αζώτου]).



Εικόνα 3. Διάταξη επεμβάσεων του πειράματος (αριστερά στη φωτογραφία-διετή φυτά).

Η νιτρική αμμωνία εφαρμόστηκε στη 1 Μαρτίου του 2017. Μετά τη λίπανση, ακολουθήθηκε άρδευση μέχρι τη πλήρη διάλυση του λιπάσματος, ενώ αφαιρέθηκαν τα ζιζάνια από κάθε φυτοδοχείο για την αποφυγή ανταγωνισμού στο καλλιεργούμενο φυτό της *S. minor*.



Εικόνα 4. Ανάπτυξη των φυτών του βοτάνου *S. minor* κατά τη χρονική περίοδο εφαρμογής της νιτρικής αμμωνίας

2.3 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν σε τρία φυτοδοχεία ανά επέμβαση Α, Β και Γ, στις 15 Μαρτίου, 5 Απριλίου, 3 και 24 Μαΐου

του 2017 που αντιστοιχούν σε 15, 36, 64 και 86 ημέρες μετά την εφαρμογή του αζώτου (HME). Τα φυτικά χαρακτηριστικά τα οποία μελετήθηκαν και στα οποία βασίστηκε η πορεία του πειράματος ήταν τα εξής:

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



Εικόνα 5. Φορητό όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης: SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.).

- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Για τη μέτρηση της χλωροφύλλης χρησιμοποιήθηκε το όργανο SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) με τρεις μετρήσεις ανά πειραματική επέμβαση (Α, Β, Γ) σε επιλεγμένα φυτά. Σημειώνεται ότι το όργανο SPAD-502 chlorophyll meter (Εικόνα 5) χρησιμοποιεί την απορρόφηση για να υπολογίσει τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στους ιστούς των φύλλων.



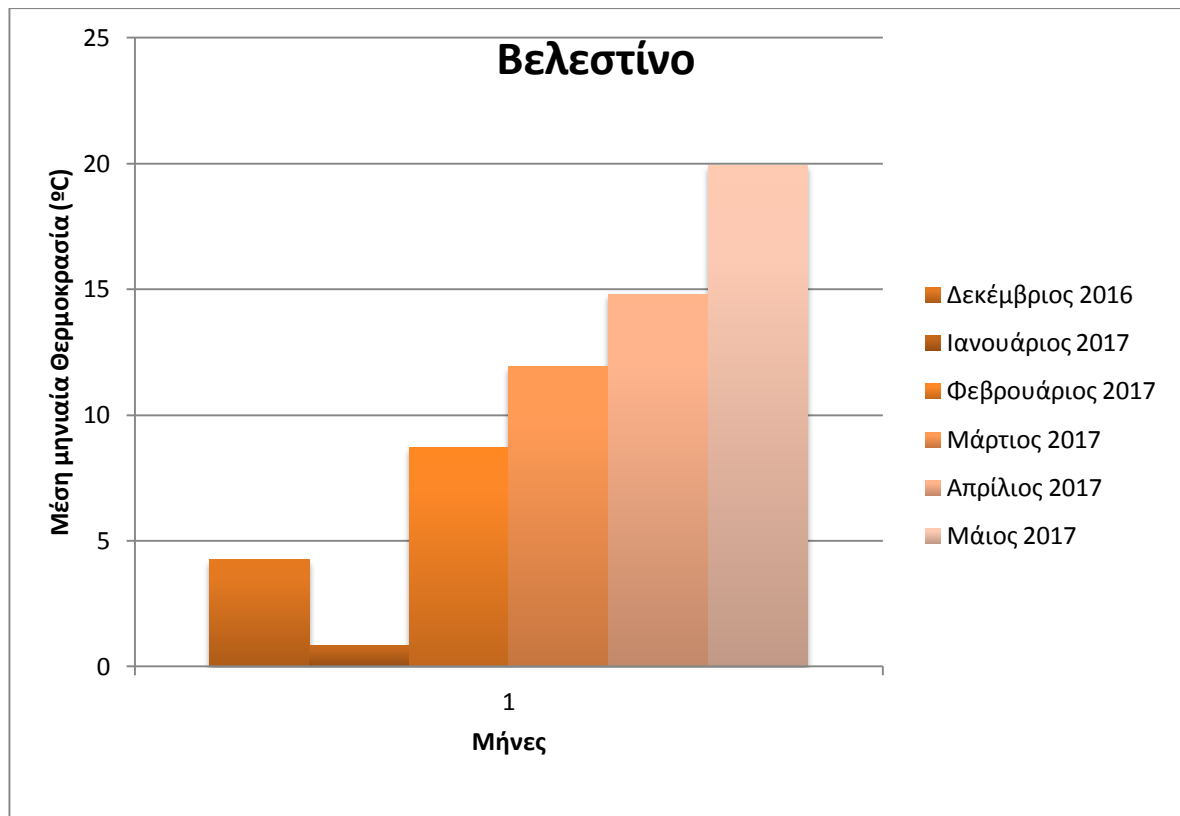
Εικόνα 6. Ανάπτυξη του ριζικού συστήματος φυτών *Sanguisorba minor* στις διάφορες επεμβάσεις Α, Β και Γ (από αριστερά προς τα δεξιά)

- **Νωπό Βάρος (ριζικού συστήματος):** Για τη μέτρηση του εν λόγω νωπού βάρους έγινε λήψη ριζών από 3 φυτοδοχεία ανά επέμβαση Α, Β και Γ. Πραγματοποιήθηκε πολύ καλό καθάρισμα και ξέπλυμα με νερό, προκειμένου να απομακρυνθεί όλη η τύρφη. Στη συνέχεια, τα δείγματα στραγγίστηκαν, τοποθετήθηκαν σε σακουλάκια και ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας.

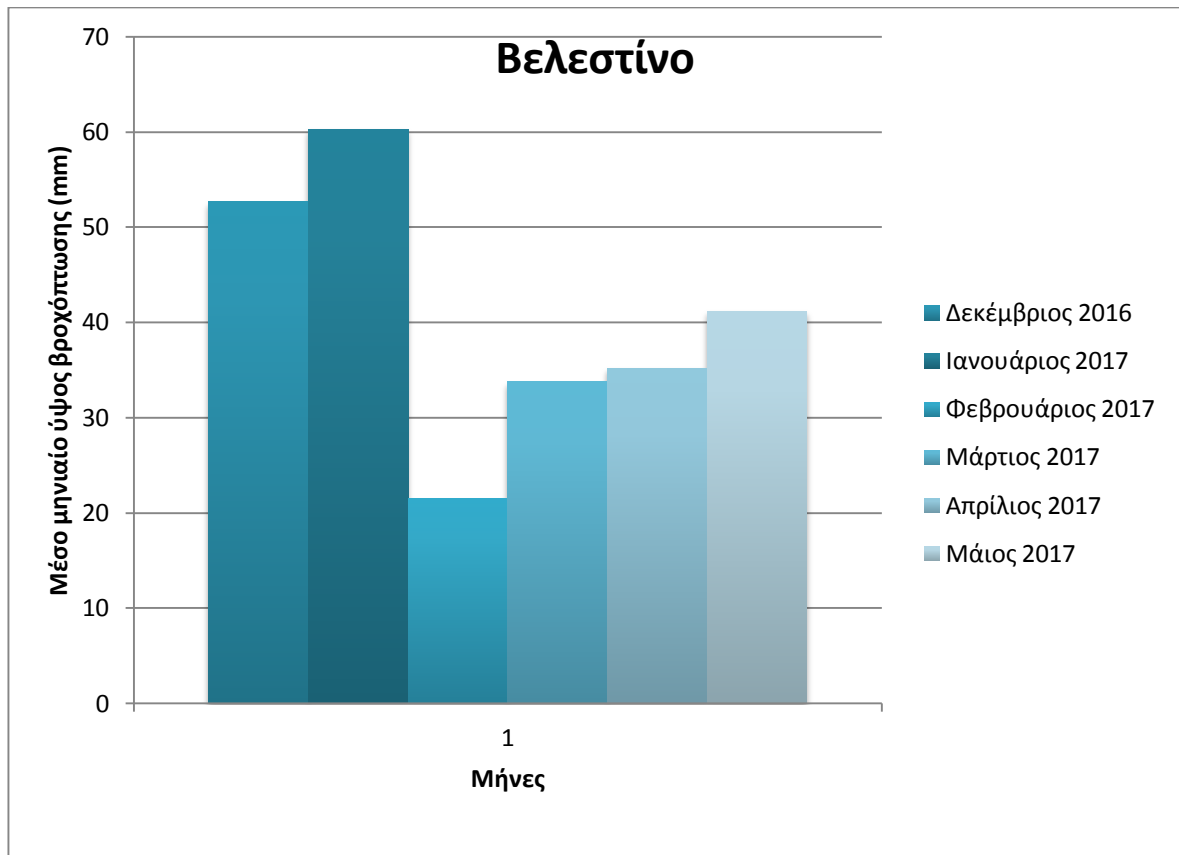
- **Ξηρό βάρος (ριζικού συστήματος):** Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους των ριζών των φυτών τα δείγματα του νωπού βάρους τοποθετούνταν σε κλίβανο για 3 ημέρες στους 60°C. Έπειτα, το βάρος αυτών μετρήθηκε με ζυγαριά ακριβείας.

2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στα διαγράμματα 2 και 3 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία και το ύψος της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του φυτού. Μεγαλύτερο ύψος βροχής αποδόθηκε τον Ιανουάριο (60,3 mm), όπως και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες (0,84°C).



Διάγραμμα 2. Μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια του πειράματος (Δεκέμβριος 2016 – Μάιος 2017).



Διάγραμμα 3. Μηνιαία βροχόπτωση στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια του πειράματος (Δεκέμβριος 2016-Μάιος 2017).

2.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διασποράς με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Στις περιπτώσεις που η ανάλυση της διασποράς έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές πραγματοποιήθηκε σύγκριση των μέσων με την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

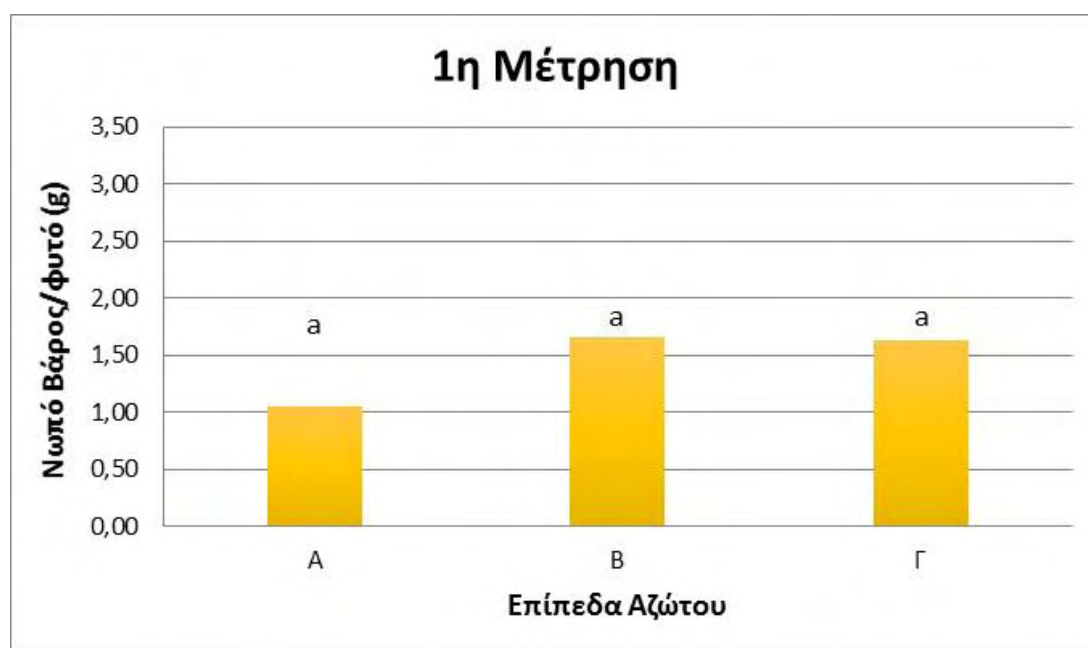
Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA). Η ανάλυση της διασποράς για κάθε μέτρηση και φυτική παράμετρο παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Νωπό Βάρος υπέργειου τμήματος

1^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι κατά την 1^η μέτρηση δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο νωπό βάρος (1,06 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Α (μάρτυρας) και το μεγαλύτερο νωπό βάρος (1,65 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Β.

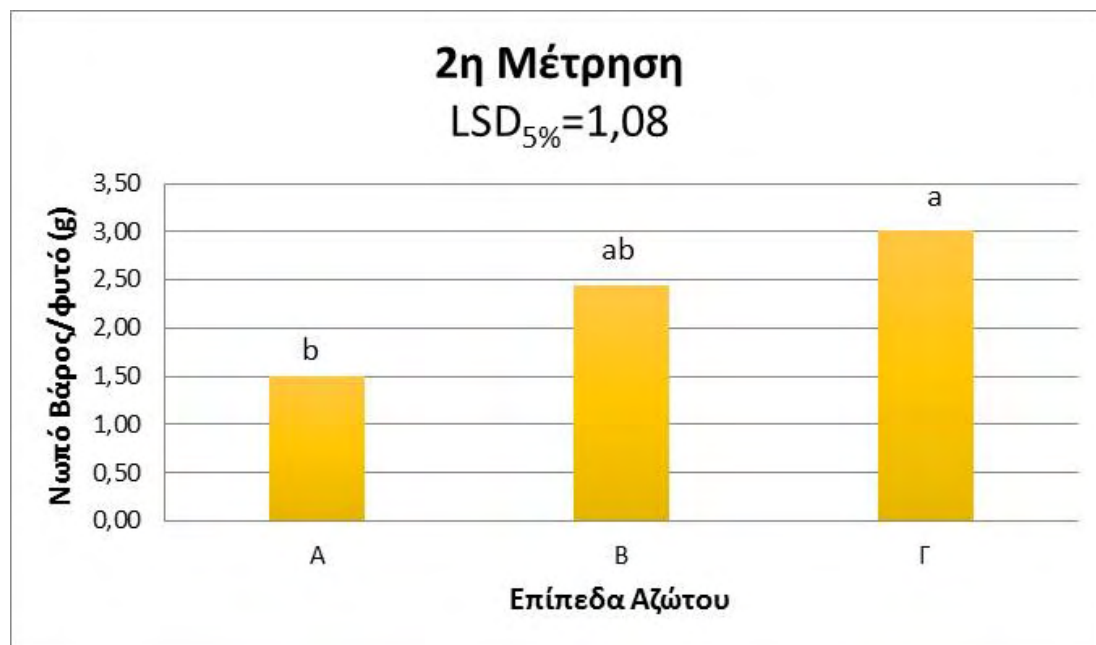


Διάγραμμα 3. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 1^η μέτρηση.

2^η Μέτρηση

Στη 2^η μέτρηση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisroba minor*. Το μικρότερο νωπό βάρος (1,50 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Α και το μεγαλύτερο νωπό βάρος (3,01 g/φυτό) καταγράφηκε στην

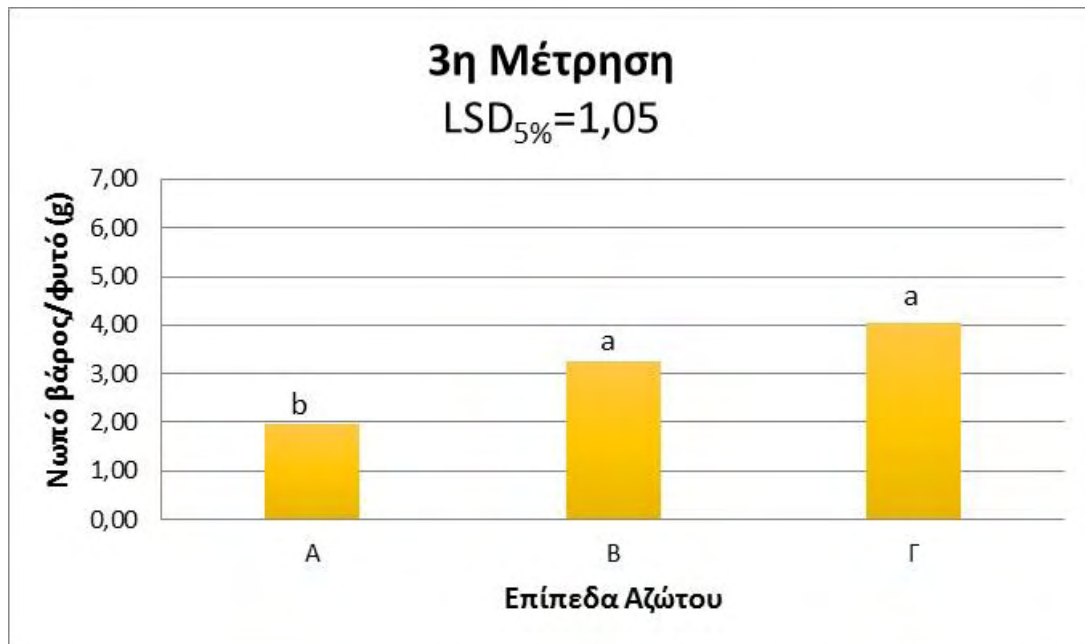
επέμβαση Γ. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων Β και Γ.



Διάγραμμα 4. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 kg N/στρέμμα, Γ=10 kg N/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά τη 2^η μέτρηση.

3^η Μέτρηση

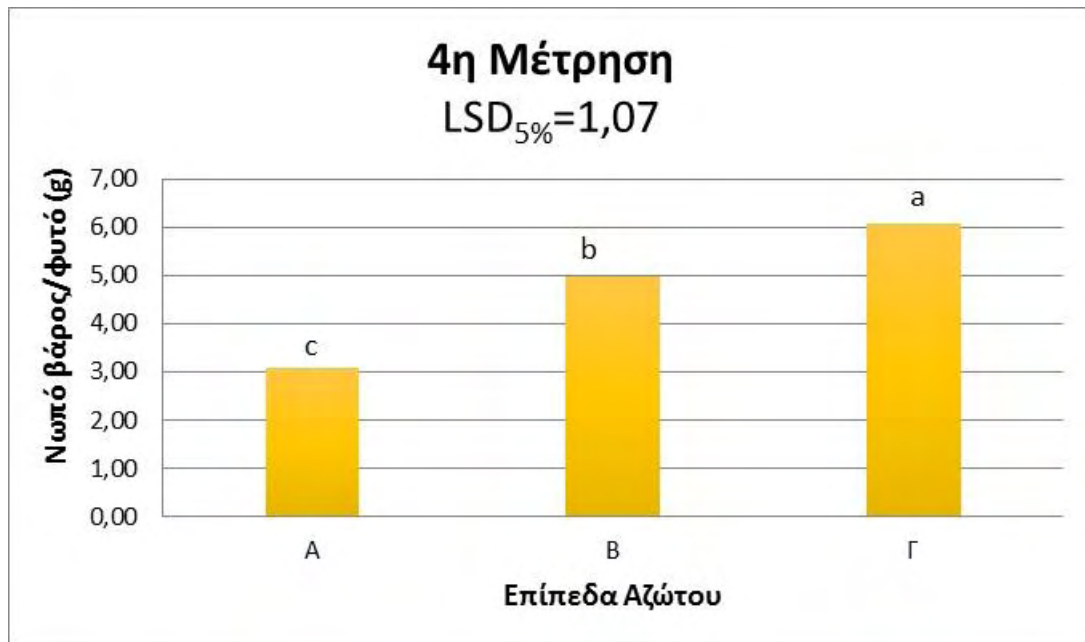
Στην 3^η μέτρηση έγιναν αντιληπτές στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο νωπό βάρος (1,96 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση Α, ενώ το μεγαλύτερο (4,05 g/φυτό) στην επέμβαση Γ. Μεταξύ των επεμβάσεων Α και Β οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές, ενώ μεταξύ των Β και Γ δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 5. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 3^η μέτρηση.

4^η Μέτρηση

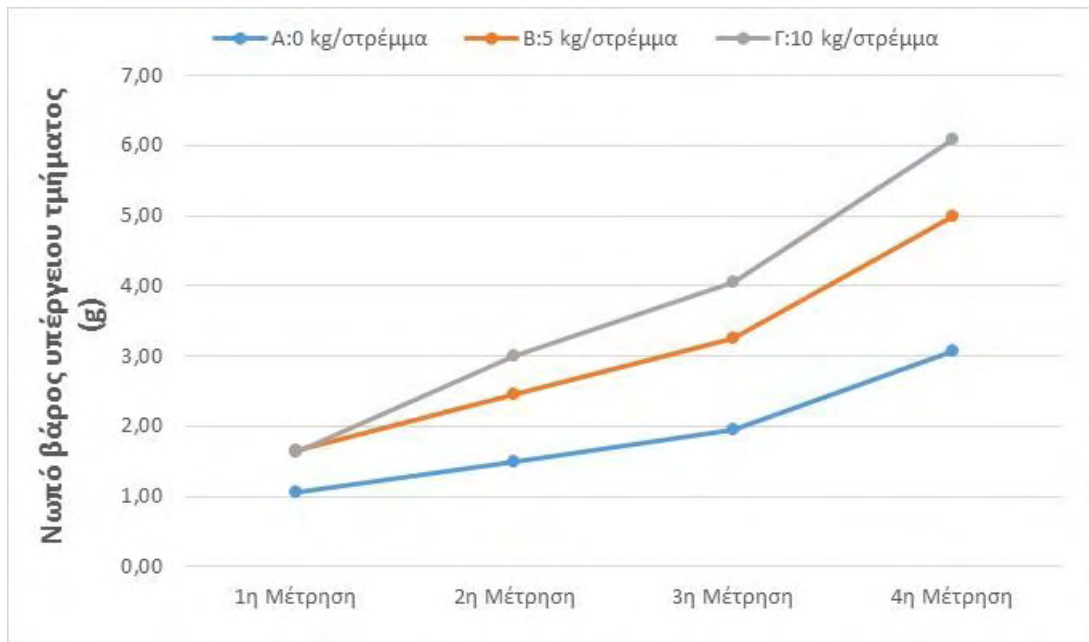
Στην 4η μέτρηση υπήρξαν διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων του αζώτου για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor*. Η διαφορά μεταξύ του μικρότερου νωπού βάρους (3,07 g/φυτό) που αφορά την επέμβαση A, είναι διπλάσια από το μεγαλύτερο (6,08 g/φυτό) που αφορά την επέμβαση Γ. Μεταξύ των επεμβάσεων A και B παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ οι διαφορές ήταν μηδαμινές.



Διάγραμμα 6. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sangisorba minor* κατά την 4^η μέτρηση.

Μεταβολή του νωπού βάρους κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

Και στις τρεις περιπτώσεις εφαρμογής αζώτου παρατηρούμε αύξηση του νωπού βάρους με την πάροδο του χρόνου, δηλαδή η καθεμία από τις τέσσερις μετρήσεις ήταν μεγαλύτερη από την προηγούμενη. Όπως ήταν αναμενόμενο, στην A κατηγορία (0kg N/στρ) η μεταβολή του νωπού βάρους είναι ανοδική, αλλά σε μικρότερο βαθμό από τις B (5kg N/στρ) και Γ (10 kg N/στρ), αντίστοιχα.

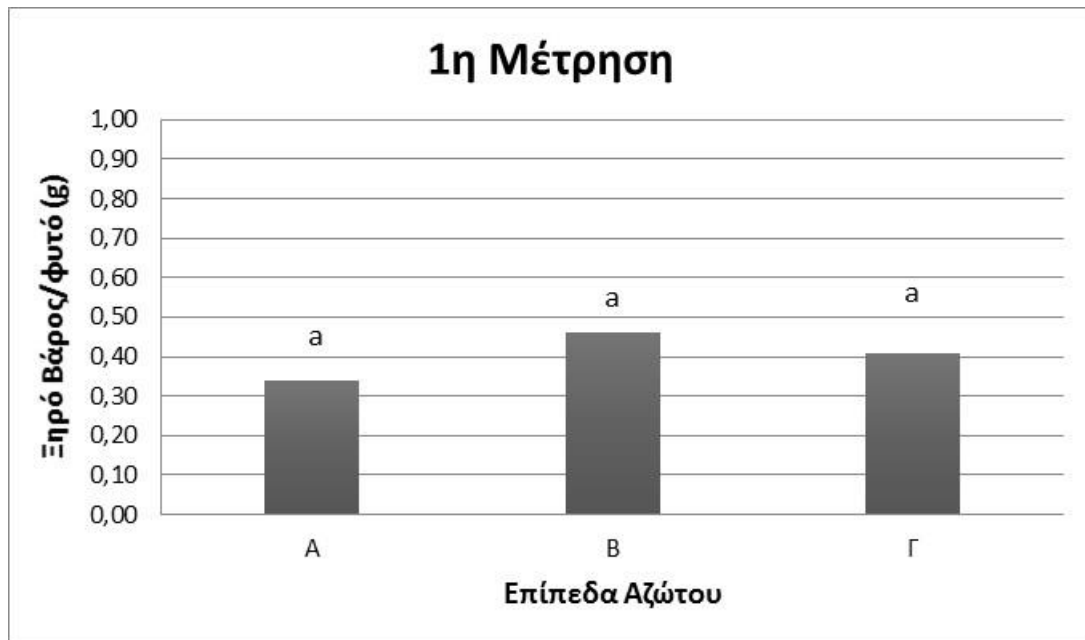


Διάγραμμα 7. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sangisorba minor*.

3.2 Ξηρό Βάρος υπέργειου τμήματος

1^η Μέτρηση

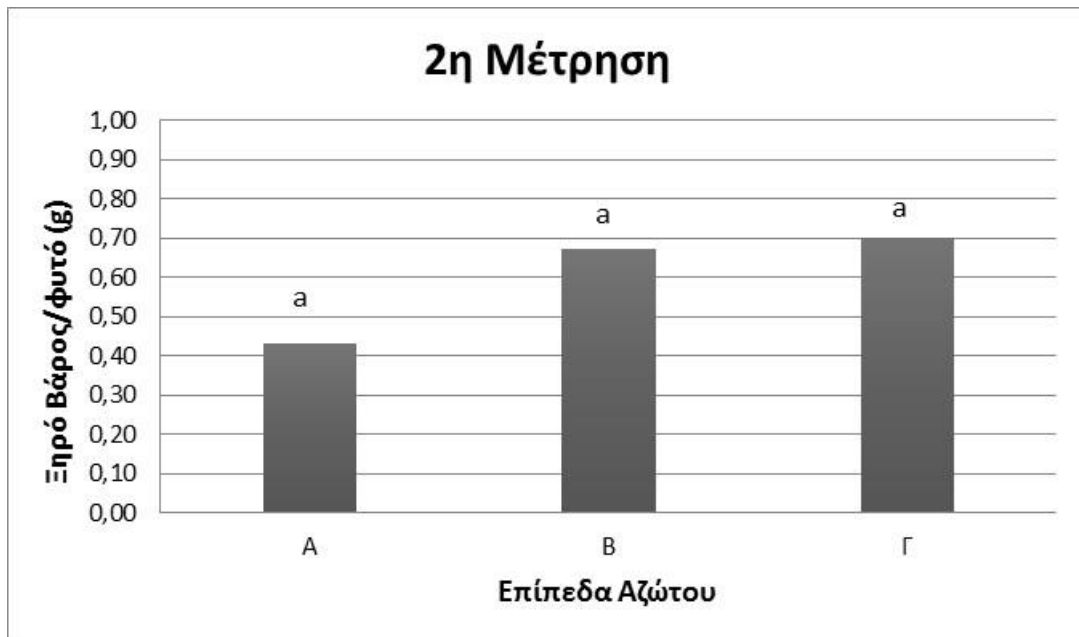
Στην 1^η μέτρηση οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sangisorba minor* ήταν ελάχιστες. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,34 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση A και το μεγαλύτερο (0,46 g/φυτό) στην επέμβαση B, η οποία δεν διέφερε σχεδόν καθόλου από την επέμβαση Γ.



Διάγραμμα 8. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 1^η μέτρηση.

2^η Μέτρηση

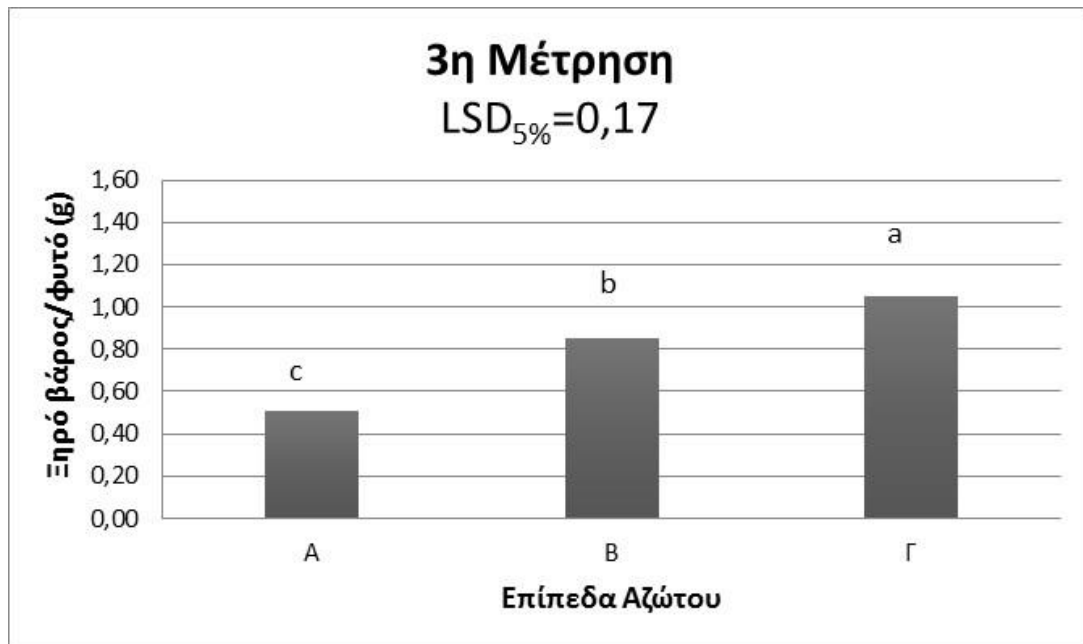
Στην 2^η μέτρηση οι διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για το ξηρό βάρος του φυτού *Sanguisorba minor* ήταν ανεπαίσθητες. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,43 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση A και το μεγαλύτερο (0,70 g/φυτό) στην επέμβαση Γ. Οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 9. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά τη 2η μέτρηση.

3^η Μέτρηση

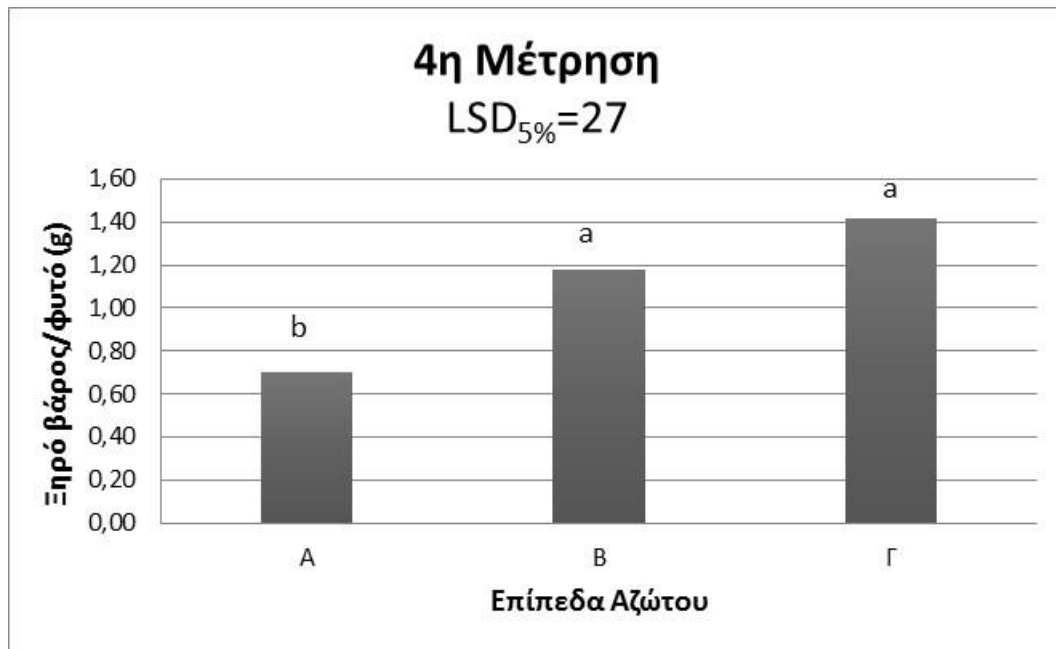
Στην 3η μέτρηση παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου του ξηρού βάρους του φυτού *Sanguisorba minor*. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,51 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση A και το μεγαλύτερο (1,05 g/φυτό) στην επέμβαση Γ. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ, καθώς και μεταξύ των επεμβάσεων A και B.



Διάγραμμα 10. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 3^η μέτρηση.

4^η Μέτρηση

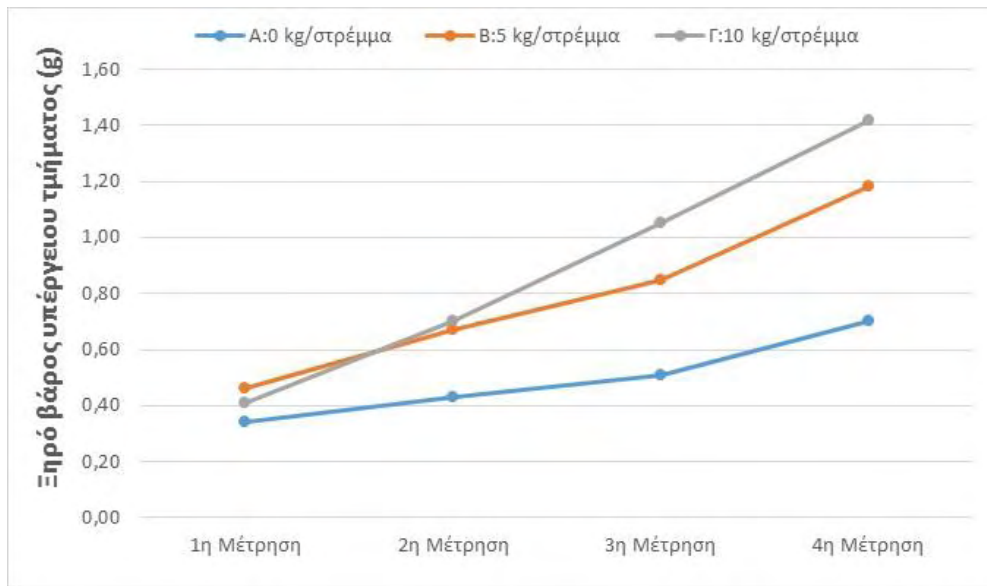
Στην 4^η μέτρηση οι διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* ήταν σημαντικές. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,70 g/φυτό) μετρήθηκε στην επέμβαση A και το μεγαλύτερο (1,42 g/φυτό) στην επέμβαση Γ. Οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 11. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 4^η μέτρηση.

Μεταβολή του ξηρού βάρους κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

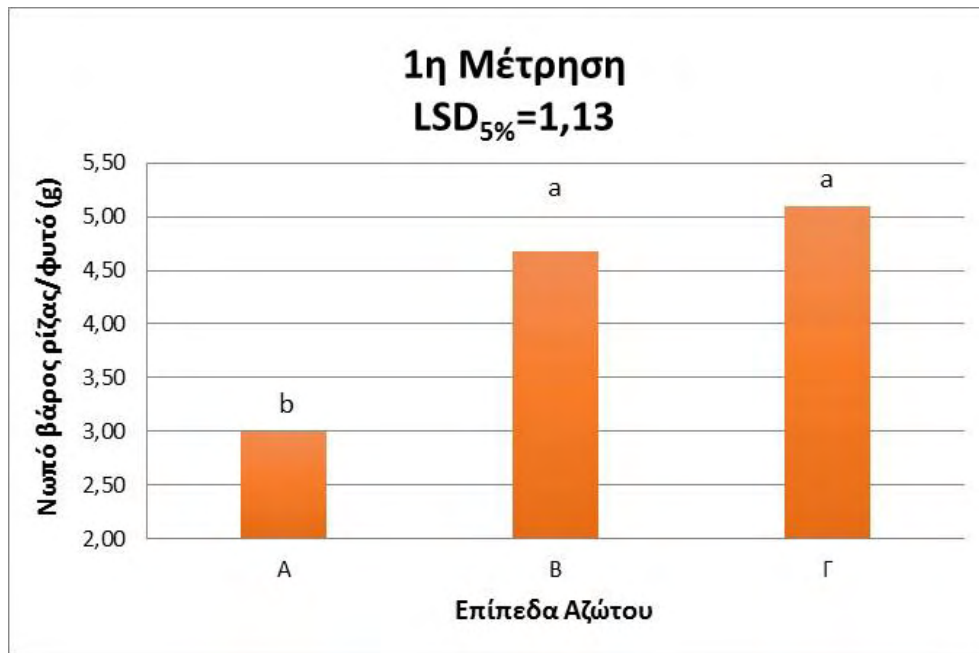
Η ίδια μεταβολή όπως και στο νωπό βάρος παρατηρείται να συμβαίνει και στο ξηρό βάρος όπου και στις τρεις επεμβάσεις αζώτου, το βάρος αυξάνεται με το πέρας των μετρήσεων. Συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι το ξηρό βάρος των φυτών των επεμβάσεων B (5 kg N/στρ) και Γ (10 kg N/στρ) αυξάνεται με μεγαλύτερο ρυθμό σε σχέση με την επέμβαση A (0kg N/στρ).



Διάγραμμα 12. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor*.

3.3 Ανάπτυξη ριζικού συστήματος Νωπό βάρος

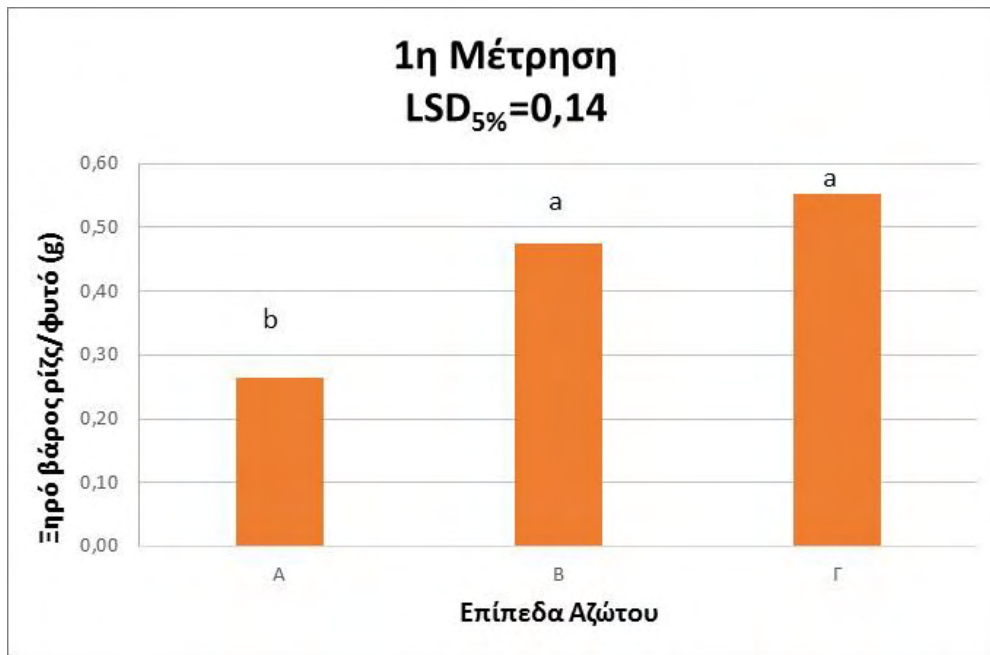
Στη μέτρηση του νωπού βάρους του ριζικού συστήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν σημαντικές. Το μικρότερο νωπό βάρος (3,00 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση A και το μεγαλύτερο (5,10 g/φυτό) στην επέμβαση Γ. Αρκετά μεγάλη διαφορά παρατηρήθηκε και μεταξύ των επεμβάσεων A και B, ενώ οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ ήταν μη στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 13. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο νωπό βάρος του υπόγειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 1^η μέτρηση.

Ξηρό Βάρος

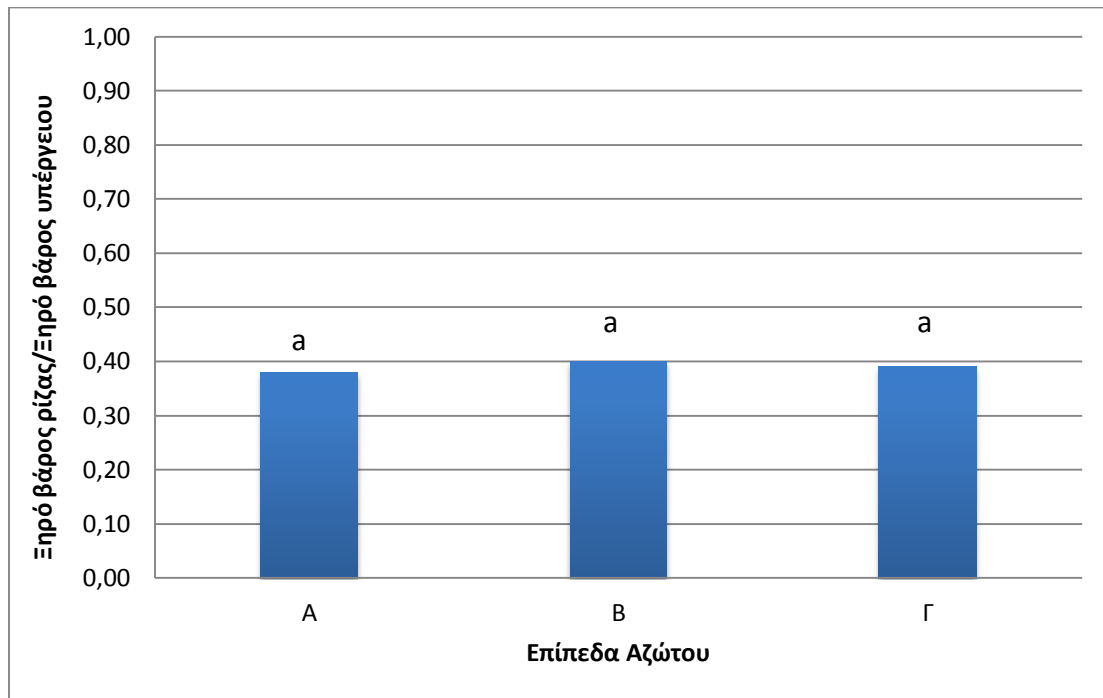
Στη μέτρηση του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν στατιστικά σημαντικές. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,26 g/φυτό) καταγράφηκε στην επέμβαση A και το μεγαλύτερο (0,55 g/φυτό) στην επέμβαση Γ. Αρκετά μεγάλη διαφορά παρατηρήθηκε και μεταξύ των επεμβάσεων A και B , ενώ οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ ήταν στατιστικά μη σημαντικές.



Διάγραμμα 14. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στο ξηρό βάρος του υπόγειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 1^η μέτρηση.

Λόγος ξηρού βάρους ρίζας προς ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

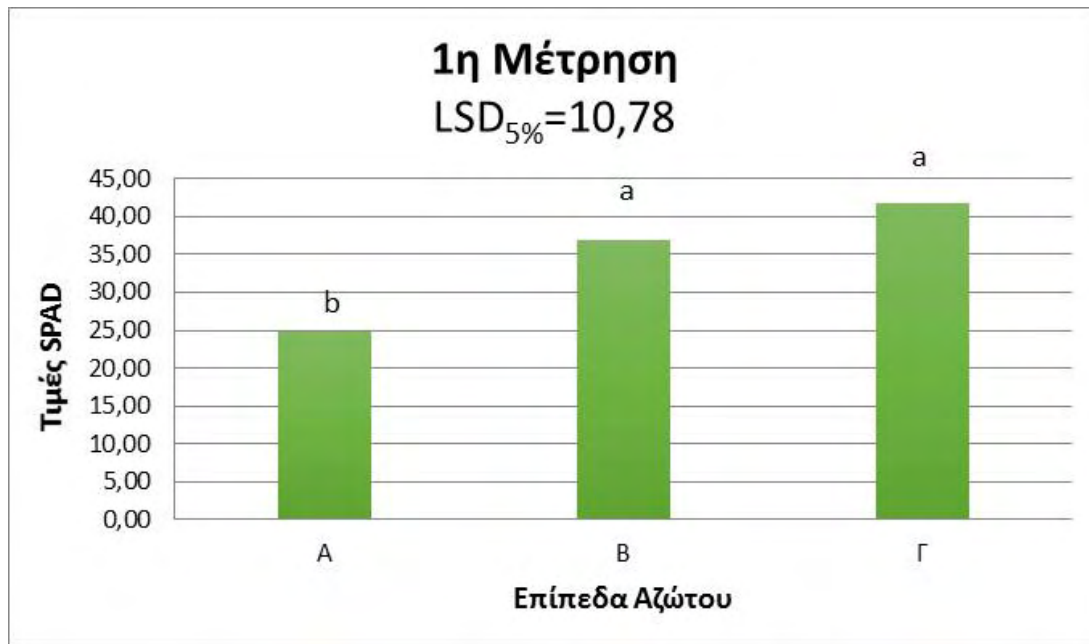
Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των λόγων του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος προς το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος ήταν στατιστικά μη σημαντικές. Η μικρότερη τιμή (0,38) καταγράφηκε στην επέμβαση A και η μεγαλύτερη (0,40) στην επέμβαση Γ.



Διάγραμμα 15. Λόγος ξηρού βάρους ριζικού προς υπέργειο τμήμα του φυτού στα τρία επίπεδα αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα).

3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD 1^η Μέτρηση

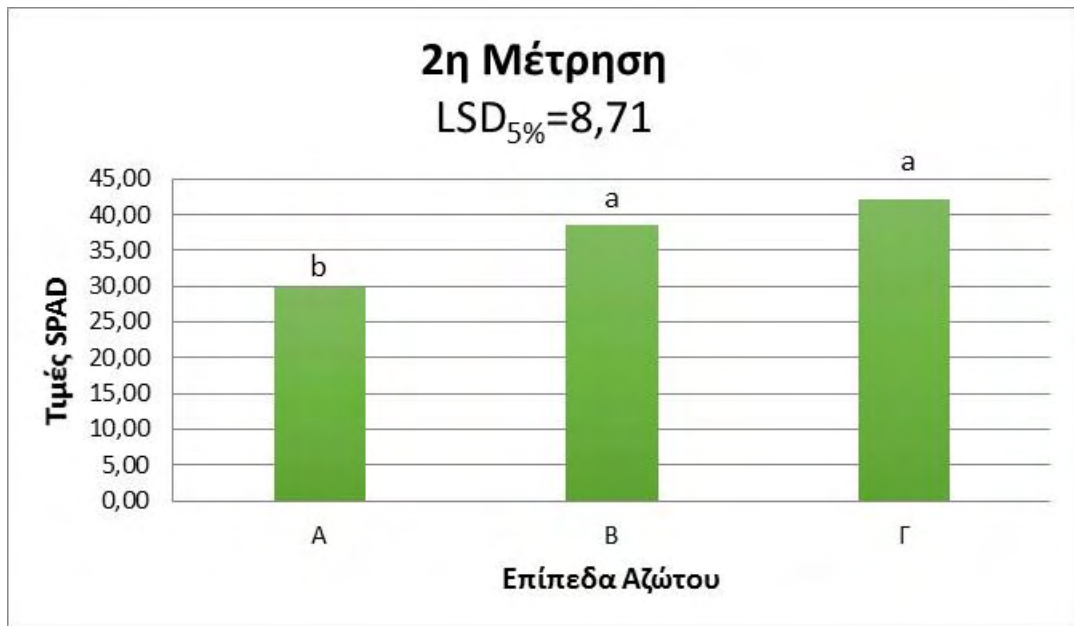
Στην 1^η μέτρηση υπήρξαν διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα του βοτάνου *Sanguisorba minor*. Η μικρότερη συγκέντρωση (24,80) παρατηρήθηκε στην επέμβαση A και η μεγαλύτερη (41,67) στην επέμβαση Γ. Οι διαφορές μεταξύ A και B ήταν στατιστικά σημαντικές, ενώ μεταξύ B και Γ δεν ήταν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 16. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 1^η μέτρηση.

2^η Μέτρηση

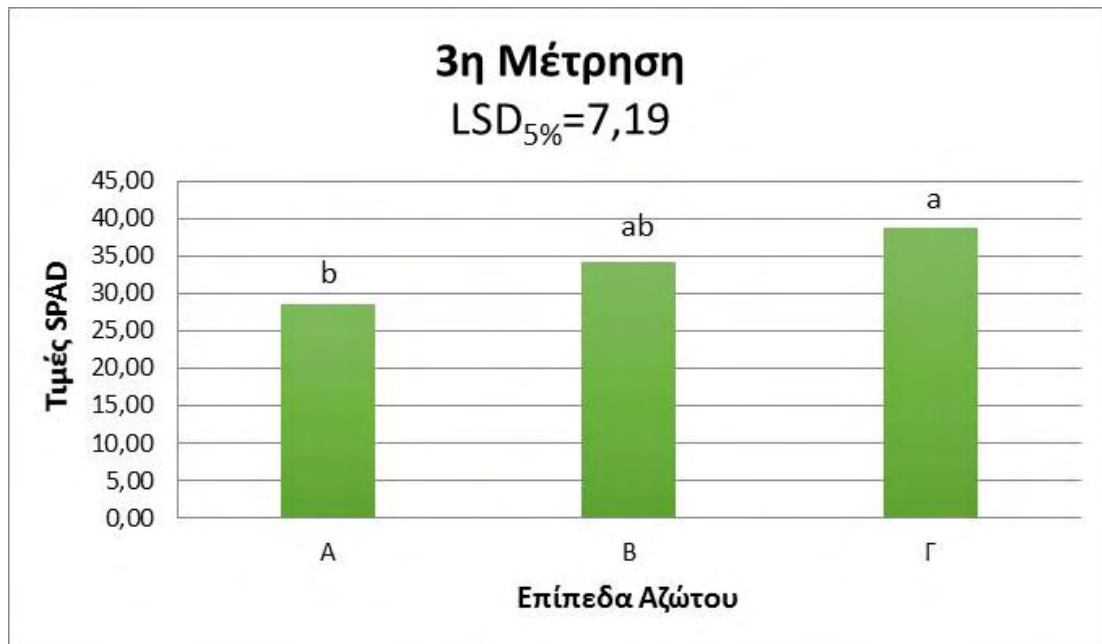
Στη 2^η μέτρηση και πάλι υπήρχαν σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης μεταξύ των τριών επεμβάσεων αζώτου. Η μικρότερη τιμή (29,73) αποδόθηκε στην επέμβαση A και η μεγαλύτερη (42,20) στην επέμβαση Γ. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ, παρόλα αυτά οι διαφορές μεταξύ B και A ήταν στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 17. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά τη 2^η μέτρηση.

3^η Μέτρηση

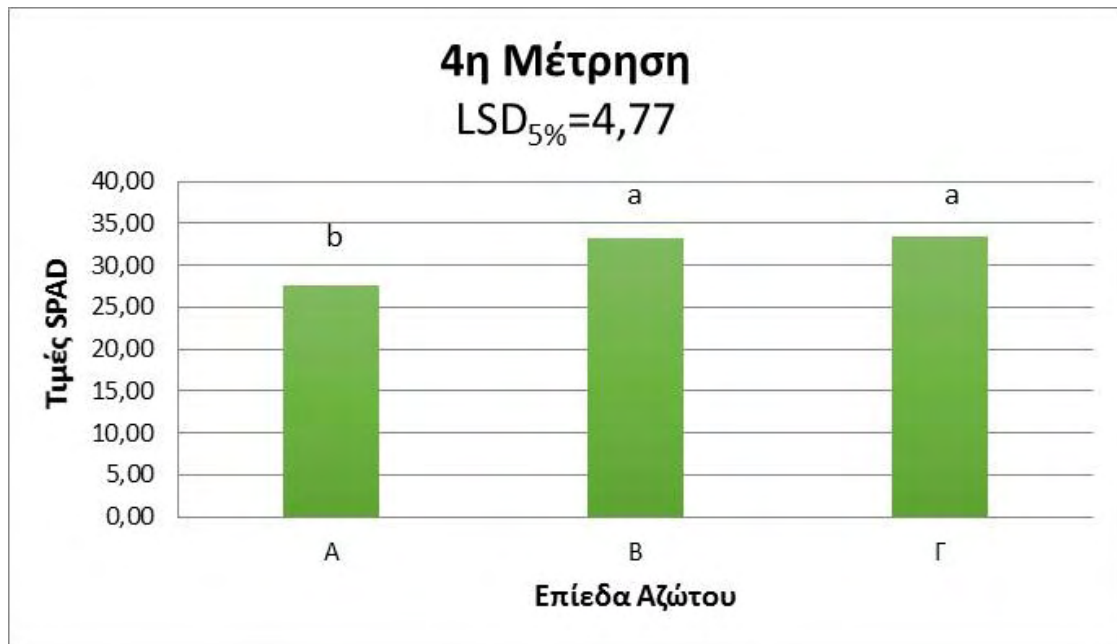
Στην 3^η μέτρηση υπήρξαν διαφορές μεταξύ των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης μεταξύ των τριών επιπέδων αζώτου. Η μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης (28,53) παρατηρήθηκε στην επέμβαση A και η μεγαλύτερη (38,77) στην επέμβαση Γ. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταξύ των επεμβάσεων B και Γ καθώς και μεταξύ των επεμβάσεων A και B.



Διάγραμμα 18. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 3^η μέτρηση.

4^η Μέτρηση

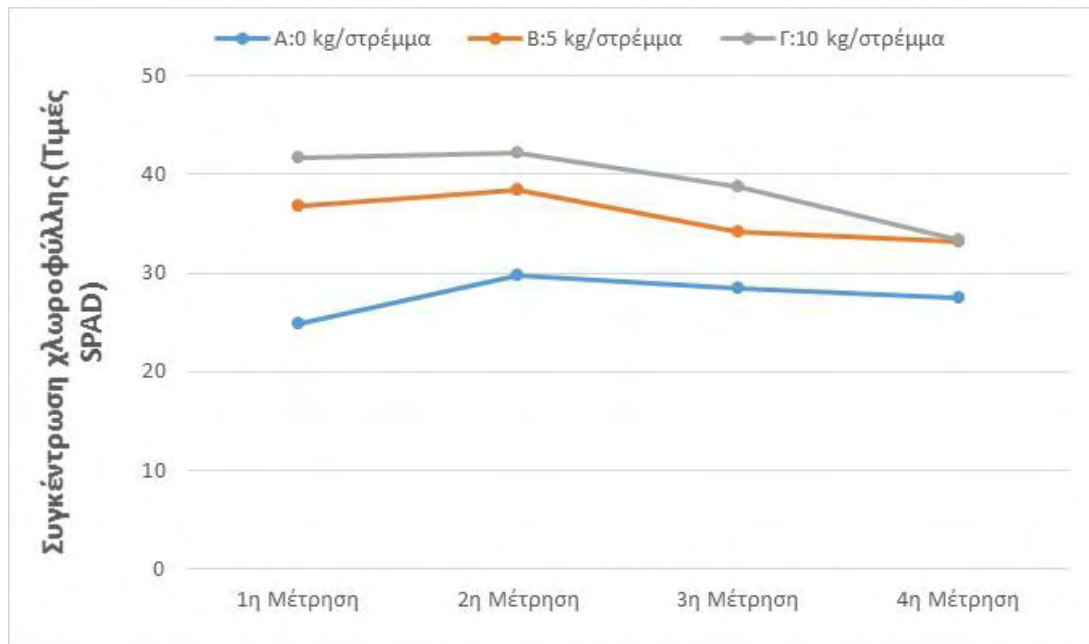
Στην 4η μέτρηση οι διαφορές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης στο βότανο *Sanguisorba minor* ήταν πολύ μικρές. Η μικρότερη τιμή (27,53) συγκέντρωσης χλωροφύλλης που παρατηρήθηκε ήταν στην επέμβαση A και η μεγαλύτερη (33,43) στην επέμβαση Γ. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων Γ και Β.



Διάγραμμα 19. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor* κατά την 4^η μέτρηση.

Μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, ενώ δείχνει μεταξύ πρώτης και δεύτερης μέτρησης να αυξάνεται, στη συνέχεια φαίνεται να ελαττώνεται και να σταθεροποιείται μέχρι την τέταρτη και τελευταία μέτρηση. Αυτό συμβαίνει στα φυλλάρια των φυτών και των τριών επιπέδων αζώτου (N) A, B και Γ.



Διάγραμμα 20. Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου (A=0 kg N/στρέμμα, B=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης του υπέργειου τμήματος του βοτάνου *Sanguisorba minor*.



Εικόνα 7. Ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος των φυτών *Sanguisorba minor* στις διάφορες επεμβάσεις A, B και Γ κατά την 1^η μέτρηση.



Εικόνα 8. Ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος των φυτών *Sanguisorba minor* στις διάφορες επεμβάσεις Α, Β και Γ κατά την 2^η μέτρηση (αριστερή ομάδα φυτοδοχείων).

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

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

Από τα αποτελέσματα, όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω, μετά από επέμβαση με αζωτούχα λίπανση και συγκεκριμένα νιτρική αμμωνία, το συμπέρασμα ήταν ότι το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φαρμακευτικού φυτού *Sanguisorba minor* ήταν εμφανώς μεγαλύτερο στα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση. Πιο αναλυτικά, στις τρεις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν (Α=0 kg N/στρέμμα, Β=5 Kg N/στρέμμα, Γ=10 Kg N/στρέμμα), συγκριτικά, η Γ επέμβαση είχε την πιο μεγάλη ανάπτυξη, στη συνέχεια η Β και τέλος η Α και στις τέσσερις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την χρονική περίοδο Μάρτιος έως Μάιος (Εικόνα 9).

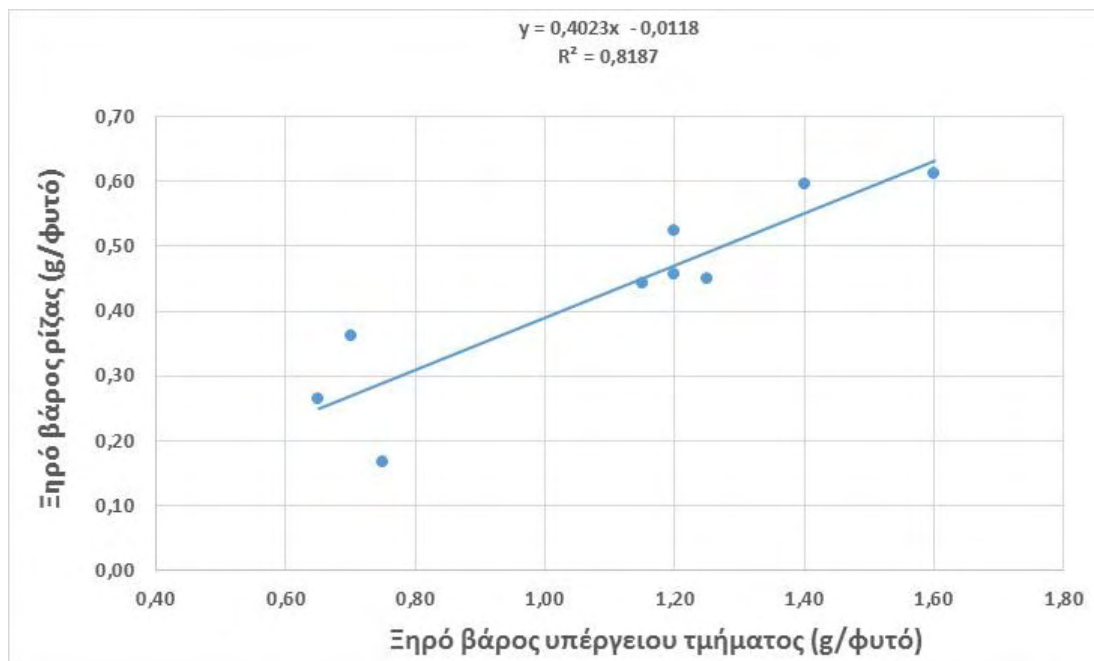


Εικόνα 9. Ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος των φυτών *Sanguisorba minor* στις διάφορες επεμβάσεις Α, Β και Γ κατά την 4^η μέτρηση.

Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και στο ξηρό βάρος του φυτού, όπου στα φυτά στα οποία είχε εφαρμοστεί άζωτο καταγράφηκε μεγαλύτερο ξηρό βάρος σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Αυτό συνέβη και στις τέσσερις μετρήσεις, όπου η αύξηση του βάρους στα φυτά και των τριών επεμβάσεων ήταν ανοδική. Επιπρόσθετα, το βάρος των ριζών στις οποίες είχε εφαρμοστεί αζωτούχος λίπανση ήταν εμφανώς μεγαλύτερο από αυτό του μάρτυρα. **Καταγράφηκε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος ($r=0,905$, $P<0.001$).** Όσον αφορά το λόγο του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος προς το υπέργειο τμήμα του φυτού, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά μεγάλες διαφορές στα φυτά και των τριών επεμβάσεων.

Επίσης, οι τιμές στο όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης (SPAD) έδειξαν ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά είναι σε υψηλότερα επίπεδα σε αυτά που έχει εφαρμοστεί αζωτούχος λίπανση από ότι σε αυτά του μάρτυρα. Κατά την πάροδο, όμως, του χρόνου και των μετρήσεων και συγκεκριμένα μετά τη δεύτερη μέτρηση,

παρατηρείται ότι η συγκέντρωση ελαττώνεται και στη συνέχεια σταθεροποιείται σε επίπεδα πιο χαμηλά από τα αρχικά.



Διάγραμμα 21. Συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος του είδους *Sanguisorba minor*.

Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αναφορές σχετικές με την επίδραση του αζώτου στην ανάπτυξη του είδους *Sanguisorba minor*. Αν και το φυτό αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε εδάφη φτωχά (Mirgos et al. 2012), τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι το φυτό αντιδρά στην αζωτούχο λίπανση. Παρόμοια επίδραση έχει αναφερθεί και σε άλλα είδη φαρμακευτικών-αρωματικών φυτών. Για παράδειγμα, οι Andrzejewska et al. (2011) αναφέρουν ότι 50 kg ha^{-1} αζώτου είναι αρκετά για την επίτευξη ικανοποιητικών αποδόσεων στο φαρμακευτικό φυτό *Silybum marianum* (κουφάγκαθο). Ακόμη, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η αζωτούχος λίπανση έχει βρεθεί να επηρεάζει και αρνητικά καλλιέργειες φαρμακευτικών-αρωματικών φυτών (λεβάντα) προκαλώντας υπερβολική ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος σε βάρος της ανάπτυξης άλλων επιθυμητών τμημάτων του φυτού ή καθυστέρηση της άνθησης ή πτώση των ανθέων (Catizone et al. 1986). Επίσης, αναφέρεται ότι η αζωτούχος λίπανση μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα των φυτών. Στο χαμομήλι, η αζωτούχος λίπανση προκαλεί το σχηματισμό μικρότερων ανθέων, γεγονός που μειώνει την εμπορική τους αξία (Catizone et al. 1986). Γι' αυτό είναι σημαντικό να

εξετασθεί η επίδραση του αζώτου στις βιοδραστικές ουσίες που περιέχονται στο είδος *S. minor*.

4.2 Συμπεράσματα

Στο πείραμα αυτό καταγράφηκαν σημαντικά δεδομένα για την ανάπτυξη του φυτού *Sanguisorba minor* με την εφαρμογή ή μη αζωτούχου λίπανσης (νιτρική αμμωνία). Μετά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, όπως διαπιστώνεται από τα διαγράμματα, προκύπτουν τα εξής:

- ❖ Η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης επηρέασε σημαντικά το νωπό και ξηρό βάρος τόσο του υπέργειου όσο και του ριζικού τμήματος του φυτού.
- ❖ Η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης επηρέασε θετικά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυλλαρίων του φυτού.
- ❖ Οι διαφορές μεταξύ του λόγου του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος προς το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος ήταν στατιστικά μη σημαντικές.
- ❖ Σε όλα τα χαρακτηριστικά (νωπό, ξηρό βάρος υπέργειου και ριζικού συστήματος, λόγος ξηρού βάρους ριζικού προς υπέργειο τμήμα, συγκέντρωση χλωροφύλλης) και σε όλες τις μετρήσεις, **τη μικρότερη τιμή κατείχε ο μάρτυρας (επέμβαση Α).**

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

Δόρδας Χ., 2009. Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Τομέας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας, Εργαστήριο Γεωργίας, Θεσσαλονίκη.

Μαλούπα Ε., Γρηγοριάδου Κ., Λάζαρη Μ., 2012. Στοιχεία καλλιέργειας–αξιοποίησης ελληνικών φαρμακευτικών/αρωματικών ειδών. Εργαστήριο Τοπικής Εμβέλειας Γεωτεχνικών στην Καλλιέργεια Ελληνικών Αρωματικών/Φαρμακευτικών ειδών (ΓΕΩΤΕΕ), Παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας.

- Παπαναγιώτου Ε., Παπανικολάου Κ. και Ζαμανίδης Σ., 2001. Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα. Γεωργία και Κτηνοτροφία 1, Σελ.36-42.
- Σαρλής Γ.Π., 1999. Συστηματική Βοτανική: Εφαρμογές Κορμόφυτων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Σκρουμπής Β. 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Εκδόσεις Αγρότυπος., Αθήνα.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Arnon I., 1992. Agriculture in drylands principles and practices. Elsevier, Amsterdam. p. 975.
- Andrzejewska J., Sadowska K. and Mielcarek S., 2011. Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) on light soil in a moderate climate. Industrial Crops and Products. 33: 462–468.
- Barreto J.N., McCullough K.B., Ice LL. and Smith J.A., 2014. Antineoplastic agents and the associated myelosuppressive effects: a review. Journal of Pharmacy Practice. 27:440–446.
- Basso F., 2009. Piante officinali aromatiche e medicinali. Aspetti bioagronomici, aromatici e fitoterapeutici. Pitagora Editrice, Bologna, p. 381.
- Beyaert R.P., 2006. Influence of nitrogen fertilization on the growth and yield of North American Ginseng. Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants. 4(11):65–80.
- Biesiada A., Sokol-Letowska A. and Kucharska A., 2008. The effect of nitrogen fertilization on yielding and antioxidant activity of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 7(2):33–40.
- Bilton P., 2011. Herbs: Salad Burnet; Medicinal, Culinary Uses and Nutrition. Nutrition, Supplements & Drugs.<https://herbs-herbal->

supplements.knoji.com/herbs-salad-burnet-medicinal-culinary-uses-and-nutrition/.

- Cai Z., Li W., Wang H., Yan W., Zhou Y. and Wang G., 2012. Anti-tumor and immunomodulating activities of a polysaccharide from the root of *Sanguisorba officinalis* L. *International Journal of Biological Macromolecules*. 51:484–488.
- Carruba A., 2009. Nitrogen fertilization in coriander (*Coriandrum sativum* L.): a review and meta-analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 6(89):921–926.
- Carruba A., 2015. Sustainable fertilization in Medicinal and Aromatic Plants. In: *Medicinal and Aromatic Plants of the World. Scientific, Production, Commercial and Utilization Aspects*. Publisher:Springer Science+Business Media Editors: Ákos Máthé, Palermo pp. 192-193.
- Catizone P., Marotti M., Toderi G. and Tetenyi P., 1986. *Coltivazione delle piante medicinali e aromatiche*. Publisher:Pàtron editore, Bologna, p. 379.
- Chevallier A., 1996. *The Encyclopedia of Medicinal Plants*. Publisher:Dorling Kindersley, London.
- Chiej R., 1984. *Encyclopaedia of Medicinal Plants*. Publisher: MacDonal, London.
- 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.
- Cornforth B., St. John L. and Ogle D., 2001. *Seed Production Standards for Conservation Plants in the Intermountain West*. Technical Note 14. USDA Natural Resources Conservation Service. Boise.
- Cronquist A., Holmgren N. and Holmgren P., 1997. *Intermountain Flora, Vascular Plants of the Intermountain West, U.S.A. Volume 3 part A Subclass Rosidae (except Fabales)*. The New York Botanical Garden. p. 446.
- Cuccioloni M., Mozzicafreddo M., Spina M., Tran C.N., Falconi M., Eleuteri A.M. and Angeletti M., 2011. Epigallocatechin-3-gallate potently inhibits the in vitro

- activity of hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA reductase. *Journal of Lipid Research*. 52:897–907.
- Denke A., Schneider W. and Elstner, E., 1999. Biochemical activities of extracts from *Hypericum perforatum* L. 2nd. Communication: Inhibition of metenkephaline- and tyrosine- dimerization. *Arzneimittelforschung*, 49(2): 109-114.
- Duke J. A. and Ayensu E. S., 1985. *Medicinal Plants of China*. Reference Publications, Michigan.
- El Hafid R., Blade S.F. and Hoyano Y., 2002. Seeding date and nitrogen fertilization effects on the performance of borage (*Borago officinalis* L.). *Industrial Crops and Products*. 3(16):193–199.
- Foster S. and Duke J.A., 1990. *A Field Guide to Medicinal Plants*. Publisher: Houghton Mifflin Harcourt, Eastern and Central N. America, p. 432.
- Fryer J., 2008. *Sanguisorba minor*. In: *Fire Effects Information System*, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. <http://www.fs.fed.us/database/feis>.
- Grieve M., 1931. *A Modern Herbal in Two Volumes*. Publisher:Penguin, Middleburg, pp.912.
- Handa S.S., 2005. Traditional and Modern methods of extraction of essential oils from aromatic plants. Presentation at the training course on cultivation, post-harvesting and processing technologies of medicinal and aromatic plants in developing countries.ICS-UNIDO organized at Bomako, Mali (West Africa), 25-29 July 2005.
- Handa S.S., Suman P., Singh K., Gennaro L. and Rakesh D.D., 2008. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*, United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology.
- Hickman J.C., 1993. *The Jepson manual: Higher plants of California*. Berkeley, CA: University of California Press, p.1400.

- Karamanos A.J., 2000. The cultivation of sage. In: Kintzios SE (ed) Chapter IV. Cultivation and breeding; sage. The genus *salvia*, OPA (Overseas Publishers Association), Amsterdam, p. 93–108.
- Karkanis A., Vellios A., Thomaidis T., Bilalis D., Efthimiadou A. and Travlos I., 2014. Phytochemistry and Biological Properties of Burnet Weed (*Sanguisorba spp.*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 6:395-398.
- Kim S.H., Eom K.D.O., Kim S.Y., Kim S.H., and Shin T.Y., 2002. *Sanguisorba officinalis* inhibits immediate-type allergic reactions. *Natural Product Sciences*. 8:177–182.
- Kothari S.K. and Singh U.B., 1995. The effect of row spacing and nitrogen fertilization on scotch spearmint (*Mentha gracilis* Sole). *Journal of Essential Oil Research*. 3(7):287–297.
- Kurtto A., 2009. Rosaceae (pro parte majore). In: Euro+Med Plantbase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.
- Lackschewitz K., 1991. Vascular plants of west-central Montana--identification guidebook. General Technical Reports INT-227. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, p.648.
- Lamb J.A., Fernandez F.G. and Kaiser D.E., 2014. Understanding Nitrogen in Soils. University of Minnesota Extension. <https://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/nitrogen/understanding-nitrogen-in-soils/index.html>.
- Lenardis A., de la Fuente E., Gil A. and Tubia A., 2000. Response of coriander (*Coriandrum sativum* L.) to nitrogen availability. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 7(4):47–58.
- Liang J., Chen J., Tan Z., Peng J., Zheng X. and Nishiura K., 2013. Extracts of medicinal herb *Sanguisorba officinalis* inhibit the entry of human immunodeficiency virus type one. *Yao Wu Shi Pin Fen Xi*. 21:S52–S58.
- Liu Y., Nielsen M., Staerk D., and Jager, A.K., 2014. High-resolution bacterial growth inhibition profiling combined with HPLC-HRMS-SPE-NMR for

- identification of antibacterial constituents in Chinese plants used to treat snakebites. *Journal of Ethnopharmacology*. 155:1276–1283.
- Malik A.A., Suryapani S. and Ahmad J., 2011. Chemical Vs organic cultivation of medicinal and aromatic plants: the choice is clear. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants (IJMAP)*. 1(1):5-13.
- Mirgos M., Przybyszewska E., Capecka E., Angielczyk M., Przybyl J.L., Baczek K. and Weglarz Z., 2012. Intraspecific variability of great burnet (*Sanguisorba officinalis* L.) in respect of sterols content. *Herba Polonica*. 58(3):16-23.
- Mitchell C.C. and Baldwin D.S., 1999. The effects of sediment desiccation on the potential for nitrification, denitrification, and methanogenesis in an Australian reservoir In: *Hydrobiologia*. Murray-Darling Freshwater Research Centre and the CRC for Freshwater Ecology Albury Australia, p. 3–11.
- Nam S.H., Lkhagvasuren K., Won Seo H. and Kim J.K., 2017. Antiangiogenic Effects of Ziyuglycoside II, a Major Active Compound of *Sanguisorba officinalis* L. *Phytotherapy Research*. 31:1449-1456.
- National plant germplasm system, 2008. [Online]. Beltsville, MD: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Germplasm Resources Information Network (Producer). Available: <http://www.ars-grin.gov/npgs/aboutgrin.html>.
- Nature Gate, 2013. Great Burnet. Available at: <http://www.luontoportti.com/suomi/en/kukkakasvit/great-burnet>. (Accessed: July 2013).
- Ogle D., St. John L., Stannard M., Cornwell J. and Holzworth L., 2009. Pasture and Range Seedings – Planning, Installation, Evaluation, Management. Technical Note 10. United States Department of Agriculture (USDA)-Natural Resources Conservation Service. Boise, p.35.
- Ogle D., St. John L., Stannard, M. and Holzworth, L., 2011. Conservation Plant Materials for the Intermountain West. Technical Note 24. United States Department of Agriculture (USDA)-Natural Resources Conservation Service. Boise, p.57.

- Overdahl C.J., Rehm G.W. and Harvey L.M., 1991. Fertilizer Urea. University of Minnesota Extension Service.
<http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC0636.html>.
- Percival S., 2000. Use of Echinacea in medicine. *Biochemical Pharmacology*. 60(2): 155-158.
- Piccaglia R. and Marotti M., 1993. Characterization of several aromatic plants grown in northern Italy. *Flavour and Fragrance Journal*. 2(8):115–122.
- Radanovic D., Antic M.S., Sekulic P. and Nastovski T., 2004. Influence of soil characteristics and nutrient supply on medicinal and aromatic plants. *Proceedings of the 3rd conference on medicinal and aromatic plants of Southeast European countries, 5–8 Sept 2004, Nitra, Slovak Republic*, p. 15.
- Rangappa M. and Bhardwaj H.L., 1998. Nitrogen fertilization of Basil. *HortScience(HORTSCI)*. 33(3):481.
- Ravipati A.S., Zhang L., Koyyalamudi S.R., Jeong S.C., Reddy N., Bartlett J., et al. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory activities of selected Chinese medicinal plants and their relation with antioxidant content. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 12:173.
- Robertson K.R., 1974. The genera of Rosaceae in the southwestern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*. 55: 344-401.
- Royal Botanic Garden Edinburgh, 2008. *Flora Europaea*, [Online]. Edinburgh, UK: Royal Botanic Garden Edinburgh (Producer). Available: <http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html>.
- Segales J., Perdiguero E. and Munoz-Canoves P., 2016. Regulation of Muscle Stem Cell Functions: A Focus on the p38 MAPK Signaling Pathway. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*.4:91.
- Singh M., Chandrashekhara G.D. and Prakasa R.E.V.S., 1996. Oil and herb yields of Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt.) in relation to nitrogen and irrigation regimes. *Journal of Essential Oil Research (JEOR)*. 5(8):531–534.

- St. John L. and Ogle D., 2009. Green Strips or Vegetative Fuel Breaks. Technical Note 16. United States Department of Agriculture (USDA)-Natural Resources Conservation Service. Boise, ID 16 p.
- St. John L., Tilley D.J. and Ogle D.G., 2006. Plants for solving resource problems: 'Delar' small burnet, [Online]. Aberdeen, ID: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Aberdeen Plant Materials Center (Producer).p.2 Available:<http://www.plant-materials.nrcs.usda.gov/pubs/idpmcbr6973.pdf>
- Stevens R., 2004. Management of restored and revegetated sites. In: Monsen, Stephen B.; Stevens, Richard; Shaw, Nancy L., comps. Restoring western ranges and wildlands. General Technical Reports RMRS-GTR-136-vol. 1. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 193-198.
- Sun, W.; Zhang, Z.-L.; Liu, X.; Zhang, S.; He, L.; Wang, Z.; Wang, G.-S., 2012. Terpene Glycosides from the Roots of *Sanguisorba officinalis* L. and Their Hemostatic Activities. *Molecules*. 17:7629-7636.
- The World Conservation Union (IUCN), 1993. Guidelines on the conservation of medicinal plants. Published by The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland,Switzerland, in partnership with The World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland, and WWF –World Wide Fund for Nature, Gland, Switzerland, p.38.
- Wang Y., Probin V. and Zhou D., 2006. Cancer therapy-induced residual bone marrow injury-Mechanisms of induction and implication for therapy. *Current Cancer Therapy Reviews*. 2:271–279.
- World Health Organization, 1999. WHO Monographs on Selected Medicinal Plants, vol.1. World Health Organization (WHO), Geneva, p.289.
- World Health Organization, 2002. WHO Traditional Medicine Strategy 2002-2005 (Online). World Health Organization, Geneva, p. 61.

- World Health Organization, 2003. WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants. World Health Organization, Geneva, p. 80.
- Yeung H.C., 1985. Handbook of Chinese Herbs and Formulas. Institute of Chinese Medicine, Los Angeles, p. 673.
- Yu P.P., Zhong F.X. and Dong X., 2009. Progress on chemical ingredient of *Sanguisorba officinalis*. Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine 16(suppl):103.
- Yu T., Lee Y.J., Yang H.M., Han, S., Kim J.H., Lee Y., Kim C., Han M.H., Kim M.Y., Lee J. and Cho J.Y. 2011. Inhibitory effect of *Sanguisorba officinalis* ethanol extract on NO and PGE(2) production is mediated by suppression of NF-kappaB and AP-1 activation signaling cascade. Journal of Ethnopharmacology. 134:11–17.
- Zapp K.H., 2012. Ammonium Compounds in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim p.4021.
- Zhang P.Y., Qin S.H., Zhao H.X., Wang F.L., Guo H.J. and Bai H., 2012. A new triterpenoid saponin from *Sanguisorba officinalis*. Journal of Asian Natural Products Research.14:607-611.
- Zhao W.Q., Ding L.S., Zhang Q. and Wang M.K., 2001. A novel ursane triterpene from *Rubus swinhoei*. Chinese Chemical Letters. 12: 245-246.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος-1η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	0,679	0,339	4,929	0,083
REPLICATIONS	2	0,000252	0,000126	0,00183	0,998
Residual	4	0,275	0,0689		
Total	8	0,955	0,119		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean

A 1,059

B 1,652

Γ 1,631

Std Err of LS Mean = 0,152

2. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος-2η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	3,503	1,751	7,704	0,042
REPLICATIONS	2	0,0193	0,00967	0,0425	0,959
Residual	4	0,909	0,227		
Total	8	4,432	0,554		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean

A 1,500

B 2,448

Γ 3,012

Std Err of LS Mean = 0,275

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	1,512	1,081	0,018	Yes
Γ vs. B	0,564	1,081	0,221	No
B vs. A	0,948	1,081	0,072	No

3. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος-3η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	6,701	3,351	15,684	0,013
REPLICATIONS	2	0,120	0,0600	0,281	0,769
Residual	4	0,855	0,214		
Total	8	7,676	0,960		

Least square means for TREATMETNS :

Group Mean

A 1,956

B 3,256

Γ 4,049

Std Err of LS Mean = 0,267

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	2,093	1,048	0,005	Yes
Γ vs. B	0,793	1,048	0,103	No
B vs. A	1,300	1,048	0,026	Yes

4. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος-4η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	13,926	6,963	31,372	0,004
REPLICATIONS	2	0,209	0,104	0,470	0,656
Residual	4	0,888	0,222		
Total	8	15,022	1,878		

Least square means for TREATMETNS :

Group Mean

A 3,067

B 4,981

Γ 6,077

Std Err of LS Mean = 0,272

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	3,010	1,068	0,001	Yes
Γ vs. B	1,095	1,068	0,047	Yes
B vs. A	1,915	1,068	0,008	Yes

5. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος-1η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	0,0190	0,00950	0,939	0,463
REPLICATIONS	2	0,00212	0,00106	0,105	0,903
Residual	4	0,0405	0,0101		
Total	8	0,0616	0,00770		

Least square means for TREATMETNS :

Group Mean

A 0,344

B 0,455

Γ 0,414

Std Err of LS Mean = 0,0581

6. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος-2η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	0,129	0,0647	3,614	0,127
REPLICATIONS	2	0,0259	0,0130	0,724	0,539
Residual	4	0,0716	0,0179		
Total	8	0,227	0,0284		

Least square means for TREATMETNS :

Group Mean

A 0,433

B 0,673

Γ 0,700

Std Err of LS Mean = 0,0773

7. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος-3η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	0,407	0,204	33,967	0,003
REPLICATIONS	2	0,00349	0,00174	0,291	0,762
Residual	4	0,0240	0,00599		
Total	8	0,435	0,0543		

Least square means for TREATMETNS :

Group Mean

A 0,533

B 0,850

Γ 1,050

Std Err of LS Mean = 0,0447

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	0,517	0,176	0,001	Yes
Γ vs. B	0,200	0,176	0,034	Yes
B vs. A	0,317	0,176	0,007	Yes

8. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος-4η Μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	0,802	0,401	28,294	0,004
REPLICATIONS	2	0,0117	0,00583	0,412	0,688
Residual	4	0,0567	0,0142		
Total	8	0,870	0,109		

Least square means for TREATMETNS :

Group Mean

A 0,700

B 1,183

Γ 1,417

Std Err of LS Mean = 0,0687

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD (alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	0,717	0,270	0,002	Yes
Γ vs. B	0,233	0,270	0,074	No
B vs. A	0,483	0,270	0,008	Yes

9. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	7,434	3,717	14,810	0,014
REPLICATIONS	2	0,0838	0,0419	0,167	0,852
Residual	4	1,004	0,251		
Total	8	8,522	1,065		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean

A 2,997

B 4,681

Γ 5,101

Std Err of LS Mean = 0,289

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: TREATMETNS

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	2,103	1,136	0,007	Yes
Γ vs. B	0,420	1,136	0,363	No
B vs. A	1,683	1,136	0,015	Yes

10. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	0,133	0,0665	17,857	0,010
REPLICATIONS	2	0,0240	0,0120	3,214	0,147
Residual	4	0,0149	0,00373		
Total	8	0,172	0,0215		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean

A 0,265

B 0,474

Γ 0,553

Std Err of LS Mean = 0,0352

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	0,288	0,138	0,004	Yes
Γ vs. B	0,0783	0,138	0,191	No
B vs. A	0,210	0,138	0,014	Yes

11. Ανάλυση της διασποράς για το λόγο ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος/ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	0,000502	0,000251	0,0405	0,961
REPLICATIONS	2	0,0238	0,0119	1,919	0,260
Residual	4	0,0248	0,00620		
Total	8	0,0491	0,00613		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean

A 0,383

B 0,401

Γ 0,390

Std Err of LS Mean = 0,0455

12. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)-1^η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	452,169	226,084	9,989	0,028
REPLICATIONS	2	122,889	61,444	2,715	0,180
Residual	4	90,538	22,634		
Total	8	665,596	83,199		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean	SEM
A 24,800	2,747
B 36,800	2,747
Γ 41,667	2,747

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	16,867	10,785	0,012	Yes
Γ vs. B	4,867	10,785	0,279	No
B vs. A	12,000	10,785	0,037	Yes

13. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)-2^η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	245,627	122,813	8,317	0,038
REPLICATIONS	2	9,327	4,663	0,316	0,746
Residual	4	59,067	14,767		
Total	8	314,020	39,252		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean
A 29,733
B 38,467
Γ 42,200

Std Err of LS Mean = 2,219

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	12,467	8,711	0,016	Yes

Γ vs. B	3,733	8,711	0,300	No
B vs. A	8,733	8,711	0,050	Yes

14. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)-3^η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	157,762	78,881	7,834	0,041
REPLICATIONS	2	38,682	19,341	1,921	0,260
Residual	4	40,278	10,069		
Total	8	236,722	29,590		

Least square means for TREATMETNS:

Group	Mean	SEM
A	28,533	1,832
B	34,233	1,832
Γ	38,767	1,832

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: TREATMETNS

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	10,233	7,194	0,017	Yes
Γ vs. B	4,533	7,194	0,155	No
B vs. A	5,700	7,194	0,093	No

15. Ανάλυση της διασποράς για την συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)-4^η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
TREATMETNS	2	67,340	33,670	7,595	0,043
REPLICATIONS	2	17,287	8,643	1,950	0,256
Residual	4	17,733	4,433		
Total	8	102,360	12,795		

Least square means for TREATMETNS:

Group Mean

A 27,533

B 33,233

Γ 33,433

Std Err of LS Mean = 1,216

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Fisher LSD Method):

Comparisons for factor: **TREATMETNS**

Comparison	Diff of Means	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
Γ vs. A	5,900	4,773	0,026	Yes
Γ vs. B	0,200	4,773	0,913	No
B vs. A	5,700	4,773	0,030	Yes