



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση της οργανικής λίπανσης στο ριζικό σύστημα
της Τριγωνέλλας (*Trigonella foenum-graecum* L.).

Καλλιόπη Β. Τσεμεντζή

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2022

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση της οργανικής λίπανσης στο ριζικό σύστημα
της Τριγωνέλλας (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Effect of organic fertilization on the root system
of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Καλλιόπη Β. Τσεμεντζή

Εξεταστική Επιτροπή:

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Παναγιώτα - Θηρεσία Παπαστυλιανού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ

Ηλίας Τραυλός, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Επίδραση της οργανικής λίπανσης στο ριζικό σύστημα της Τριγωνέλλας (*Trigonella foenum-graecum L.*)

ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Εργαστήριο Γεωργίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης της οργανικής λίπανσης στο ριζικό σύστημα και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του υπέργειου τμήματος της τριγωνέλλας καθώς και στις αποδόσεις της καλλιέργειας.

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας έγινε στον βιολογικής διαχείρισης, πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στην περιοχή του Βοτανικού.

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος εφαρμόστηκε το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (Split-Plot Design) με 3 επαναλήψεις, δύο κύρια τεμάχια και πέντε υποτεμάχια. Τα κύρια τεμάχια ήταν η αυξημένη αλατότητα (S) και η μη αλατότητα (US) και τα πέντε υποτεμάχια περιλάμβαναν, μάρτυρα, επέμβαση με ανόργανη λίπανση (NPK), με βιοκυκλικό κομπόστ (BHS), με κοπριά και με κομπόστ.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν η επιφάνεια, η διάμετρος, το μήκος, ο όγκος της ρίζας, το ύψος φυτού, ο αριθμός βλαστών, ο αριθμός λοβών, ο αριθμός σπόρων ανά λοβό, το βάρος 1000 σπόρων και η απόδοση σε σπόρο.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων προέκυψε ότι ο παράγοντας «αλατότητα» είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για την επιφάνεια της ρίζας στην 163^η ΗΑΣ, και για το ύψος φυτού.

Ο παράγοντας «λίπανση» είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του υπέργειου τμήματος και τις αποδόσεις, στην επιφάνεια ρίζας και μήκος ρίζας την 155^η ΗΑΣ ενώ στον όγκο ρίζας την 155^η ΗΑΣ και την 163^η ΗΑΣ.

Η αλληλεπίδραση «λίπανση X αλατότητα» δεν ήταν στατιστικά σημαντική για κανένα από τα αξιολογούμενα χαρακτηριστικά.

Η λίπανση με βιοκυκλικό κομπόστ (BHS) έδωσε την υψηλότερη τιμή για τα περισσότερα από τα αξιολογούμενα χαρακτηριστικά. Αμέσως καλύτερη επίδραση στα αξιολογούμενα χαρακτηριστικά είχε η λίπανση με κοπριά.

Επιστημονική Περιοχή: Βιολογική Καλλιέργεια

Λέξεις Κλειδιά: Τριγωνέλλα, Βιοκυκλικό Κομπόστ, Κομπόστ, Κοπριά, Ανόργανη Λίπανση, Αλατότητα, Αγρονομικά Χαρακτηριστικά, Ριζικό Σύστημα, Απόδοση

**Effect of organic fertilization on the root system of fenugreek
(*Trigonella foenum-graecum* L.)**

*MSc Innovative Applications in Sustainable Agriculture, in Plant Improvement and in
Agrometeorology
Department of Crop Faculty
Laboratory of Agronomy*

ABSTRACT

The subject of this master's thesis was the study of the effect of organic fertilization on the root system and the agronomic characteristics of the aboveground part of the fenugreek, as well as on crop yields.

The crop was installed in the biological management, experimental field of the Agriculture Laboratory, at the Agricultural University of Athens, in the area of Votanikos.

The experiment was set up according to the Split-Plot Design with three repetitions, two main plots and five sub-plots. The main plots were increased salinity (S) and non-salinity (US) and the sub-plots included five fertilizer treatments, which are Control, Inorganic Fertilization (NPK), Biocyclic Hummus Soil (BHS), Manure and Compost.

The characteristics studied were surface area, diameter, length, root volume, plant height, number of branches, number of pods, number of seeds in pod, 1000- seeds weight and seed yield.

The statistical analysis of the results of the measurements showed that the factor "salinity" had statistically significant differences only for the root surface in the 163rd DAS, and for the plant height.

The "fertilization" factor had a statistically significant effect on the agronomic characteristics of the aboveground part and the yields, on the root surface and root length at 155th HAS and root volume at 155th DAS and 163rd DAS.

The «fertilization X salinity" interaction was not statistically significant for any of the evaluated characteristics.

Fertilization with biocyclic hummus soil gave the highest value for most of the evaluated characteristics. Manure fertilization had an immediate better effect on the evaluated characteristics.

Scientific Area: Organic Farming

Keywords: *Trigonella foenum-graecum* L, Biocyclic Hummus Soil, Compost, Manure, Inorganic Fertilization, Salinity, Agronomic Characteristics, Root System, Yield

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ όσους συνέβαλλαν με τις γνώσεις, τη συμπαράσταση και την υποστήριξή τους στην ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης αλλά και όσους ήταν δίπλα μου κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Ιδιαιτέρως ευχαριστώ τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Δημήτριο Μπιλάλη για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, την άριστη συνεργασία, τις υποδείξεις και την καθοδήγηση με τις γνώσεις και την εμπειρία του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μελέτης μου.

Ευχαριστώ την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα. Παναγιώτα Παπαστυλιανού και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ηλία Τραυλό, μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής, για τη συμμετοχή τους και τον χρόνο που αφιέρωσαν.

Θερμές ευχαριστίες στην υποψήφια Διδάκτορα του ΓΠΑ κα. Αντιγολένα Φωλίνα για τη συνεχή παρουσία της κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους αλλά και τη διαρκή υποστήριξη και βοήθεια που μου παρείχε κατά τη συγγραφή της διατριβής μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου και τα παιδιά μου για την ενθάρρυνση και την συμπαράσταση που μου πρόσφεραν σε όλο το διάστημα των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Καλλιόπη Τσεμεντζή

Γεωπόνος

«Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της»

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	10
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	14
1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	14
1.1 Τα ψυχανθή.....	14
1.2 Καλλιέργεια της Τριγωνέλλας (<i>Trigonella foenum-graecum L.</i>).....	17
1.2.1 Βοτανική Ταξινόμηση.....	17
1.2.2 Προέλευση και διάδοση.....	18
1.2.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	19
1.2.4 Εδαφοκλιματικές Απαιτήσεις.....	21
1.2.5 Καλλιεργητική Τεχνική.....	21
1.2.6 Χρήσεις.....	24
1.3 Βιολογική Παραγωγή και Οργανικές Λιπάνσεις.....	25
1.3.1 Βιολογική Γεωργία και βιωσιμότητα.....	25
1.3.2 Βιολογική Γεωργία και έδαφος.....	29
1.3.3 Βιοκυκλικό Πρότυπο –Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας.....	31
1.4. Αλατότητα και Γεωργία.....	33
1.4.1 Γενικά στοιχεία.....	33
1.4.2 Τύποι αλατότητας και αίτια εμφάνισης.....	34
1.4.3 Επιπτώσεις στο έδαφος και στα φυτά.....	36
1.4.4. Ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα.....	38
1.5 Σκοπός της μελέτης.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	40
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	40
2.2 Φυτικό υλικό.....	41
2.3 Πειραματικό Σχέδιο.....	41
2. 4 Εδαφοκλιματικές συνθήκες αγρού.....	43
2.4.1 Εδαφολογική ανάλυση.....	43
2.4.2 Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	43

2.5 Εγκατάσταση Πειραματικού Αγρού	45
2.6 Μετρήσεις	47
2.7 Στατιστική Ανάλυση	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	50
3. Αποτελέσματα	50
3.1 Επιφάνεια Ρίζας (Sample Area)	50
3.2 Διάμετρος Ρίζας (Average Diameter)	57
3.3 Μήκος Ρίζας (Length)	63
3.4 Όγκος Ρίζας (Specimen Volume)	69
3.5 Ύψος φυτού (Plant Height)	75
3.6 Αριθμός πλάγιων βλαστών (Number of branches)	77
3.7 Αριθμός λοβών ανά φυτό	78
3.8 Αριθμός σπόρων ανά λοβό	80
3.9 Βάρος 1000 σπόρων	82
3.10 Απόδοση σε σπόρο	84
4. Συζήτηση - Συμπεράσματα	86
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	93
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	103
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΚ	104
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ	104

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τυπικά μορφολογικά μέρη του φυτού Τριγωνέλλα η Ελληνική (<i>Trigonella foenum-graecum</i>), εικονογράφηση από τον Köhler (https://el.wikipedia.org/wiki/Τριγωνέλλα η Ελληνική)	17
Εικόνα 2: Βλαστός με φύλλα και άνθος Τριγωνέλλας.....	20
Εικόνα 3: Φύλλα και λοβοί Τριγωνέλλας.....	20
Εικόνα 4: Σπόροι Τριγωνέλλας.....	20
Εικόνα 5: Δορυφορική εικόνα του πειραματικού αγρού (Πηγή: Google Maps).....	40
Εικόνα 6: Πειραματικός αγρός 19-02-2021.....	46
Εικόνα 7: Πειραματικός αγρός 03-03-2021.....	46

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ταξινόμηση αλατούχων εδαφών κατά Brandy N.C , 2002	35
Πίνακας 2: Αποτελέσματα Εδαφολογικής ανάλυσης πειραματικού αγρού του Εργαστηρίου Γεωργίας ΓΠΑ.....	43
Πίνακας 3: Μετεωρολογικά δεδομένα μηνών Νοεμβρίου 2020 – Μαΐου 2021 (Πηγή: www.meteo.gr).....	44
Πίνακας 3.1.A: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Επιφάνεια ρίζας (SAMPLE AREA) 120η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	52
Πίνακας 3.1.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Επιφάνεια ρίζας (SAMPLE AREA) 155η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	54
Πίνακας 3.1.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Επιφάνεια ρίζας (SAMPLE AREA) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	56
Πίνακας 3.2.A: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Διάμετρος ρίζας(Average Diameter) 120η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	58
Πίνακας 3.2.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Διάμετρος ρίζας (Average Diameter) 155η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	60
Πίνακας 3.2.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Διάμετρος ρίζας(Average Diameter) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	62
Πίνακας 3.3.A: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Μήκος ρίζας (Length) 120η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	64
Πίνακας 3.3.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Μήκος ρίζας (Length) 155η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	66
Πίνακας 3.3.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Μήκος ρίζας (Length) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	68
Πίνακας 3.4.A: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Όγκος ρίζας (Specimen Volume) 120η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα.....	70
Πίνακας 3.4.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Όγκος ρίζας (SPECIMEN VOLUME) 155η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	72
Πίνακας 3.4.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Όγκος ρίζας (SPECIMEN VOLUME) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα	74
Πίνακας 3.5: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής ύψος φυτού	76
Πίνακας 3.6: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής αριθμός πλάγιων βλαστών.....	77
Πίνακας 3.7: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής αριθμός λοβών ανά φυτό	79
Πίνακας 3.8: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής αριθμός σπόρων ανά λοβό	81
Πίνακας 3.9: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής βάρος 1000 σπόρων.....	83
Πίνακας 3.10: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής απόδοση σε σπόρο Kg/ ha.....	85

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Πειραματικό σχέδιο	42
Διάγραμμα 2: Διακύμανση θερμοκρασίας (Μέγιστη-Μέση-Ελάχιστη) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).....	44
Διάγραμμα 3: Απεικόνιση του ύψους της συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης την περίοδο μελέτης (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).....	45
Διάγραμμα 3.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για τις 120η, 155η,163η ΗΑΣ.	50
Διάγραμμα 3.1.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για 120η ΗΑΣ.....	51
Διάγραμμα 3.1.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για 155η ΗΑΣ.....	53
Διάγραμμα 3.1.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για 163η ΗΑΣ.....	55
Διάγραμμα 3.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για 120η, 155η,163η ΗΑΣ.	57
Διάγραμμα 3.2.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για την 120η ΗΑΣ.....	57
Διάγραμμα 3.2.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για 155η ΗΑΣ.....	59
Διάγραμμα 3.2.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για 163η ΗΑΣ.....	61
Διάγραμμα 3.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για τις 120η, 155η,163η ΗΑΣ.	63
Διάγραμμα 3.3.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για την 120η ΗΑΣ.....	63
Διάγραμμα 3.3.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για την 155η ΗΑΣ.....	65
Διάγραμμα 3.3.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για την 163η ΗΑΣ.....	67
Διάγραμμα 3.4: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για τις 120η, 155η,163η ΗΑΣ.	69
Διάγραμμα 3.4.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για την 120η ΗΑΣ.....	69

Διάγραμμα 3.4.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για την 155η ΗΑΣ.....	71
Διάγραμμα 3.4.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για την 163η ΗΑΣ.....	73
Διάγραμμα 3.5: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο ύψος της τριγωνέλλας.....	75
Διάγραμμα 3.6: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον αριθμό πλάγιων βλαστών τριγωνέλλας.....	77
Διάγραμμα 3.7: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον αριθμό λοβών ανά φυτό τριγωνέλλας.....	78
Διάγραμμα 3.8: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον αριθμό σπόρων ανά λοβό τριγωνέλλας.....	80
Διάγραμμα 3.9: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο βάρος 1000 σπόρων τριγωνέλλας.....	82
Διάγραμμα 3.10: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην απόδοση σε σπόρο τριγωνέλλας.....	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

1.1 Τα ψυχανθή

Τα ψυχανθή είναι φυτά της οικογένειας Fabaceae, με ιδιαίτερο διατροφικό και οικονομικό ενδιαφέρον. Πρόκειται για φυτά ετήσια ή πολυετή, θάμνοι, πόες και δένδρα.

Κατέχουν εδώ και χιλιάδες χρόνια σημαντική θέση στην διατροφή του ανθρώπου που μπορεί να συγκριθεί με εκείνη των σιτηρών. (Christenhusz et al.,2016)

Η ένταξή τους στην ανθρώπινη διατροφή χρονολογείται πριν από 3.000 χρόνια, με αναφορές για τα φασόλια στην Αμερική και τη σόγια στην Ασία ως βασικές καλλιέργειες ενώ η χρήση των οσπρίων σε βοσκοτόπια και ως εδαφοβελτιωτικά φυτά, -εκτός από τη διατροφή του ανθρώπου- ήταν γνωστή στους Ρωμαίους.

Συγκεκριμένα ο Μάρκος Τερέντιος Βάρρων (116 π.Χ-27 π.Χ) αναφέρεται από τον Fred et al. (1932) να σημειώνει «Τα όσπρια πρέπει να φυτεύονται σε ελαφρά εδάφη, όχι τόσο για τις δικές τους καλλιέργειες όσο για το καλό που κάνουν στις επόμενες καλλιέργειες» εκτός από τη διατροφική τους αξία, είχε επισημανθεί και η σημασία τους ως εδαφοβελτιωτικά φυτά (Graham και Vance, 2003).

Η οικογένεια των ψυχανθών είναι η τρίτη μεγαλύτερη οικογένεια αγγειόσπερμων, που περιλαμβάνει πάνω από 750 γένη και 19.000 είδη. Χωρίζεται παραδοσιακά σε τρεις υποοικογένειες: την Caesalpinioideae, την Mimosoideae, και την Papilionoideae.

Η πλειονότητα των σημαντικών ψυχανθών και τα είδη οσπρίων για χρήση ως ζωτροφή ανήκουν στην υποοικογένεια των Papilionoideae. Εδώ περιλαμβάνονται χειμερινά είδη όπως οι φακές (*Lens culinaris*), το ρεβίθι (*Cicer arietinum*), ο βίκος (*Vicia sativa*), τα κουκιά (*Vicia faba*), και ανοιξιάτικα είδη όπως η σόγια (*Glycine max*), το φασόλι (*Phaseolus vulgaris*), η αραχίδα (*Arachis hypogaea*) (Mousavi-Derazmahalleh M. et al. 2019)

Καλλιεργούνται για τους καρπούς τους, για την παραγωγή χονδροειδών ζωτροφών, φυτικών ινών, ως φυτά χλωρής λίπανσης και ως καλλωπιστικά φυτά.

Οι καρποί τους χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου αλλά και ως ζωτροφή. Πρόκειται για καρπούς πλούσιους σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας και υδατάνθρακες (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012)

Αξίζει να αναφερθεί πως για τα σιτηρά η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη προσδιορίζεται στο 10% του βάρους τους ενώ για τα ψυχανθή το αντίστοιχο ποσοστό φτάνει

στο 20%. Ανάλογα διαμορφώνεται η περιεκτικότητα πρωτεΐνης για τους βλαστούς και τα φύλλα τους. Περιέχουν όμως και άλλες ευεργετικές για την υγεία ουσίες όπως φώσφορο, σίδηρο, ασβέστιο, βιταμίνες (νιασίνη και θειαμίνη), φυλλικό οξύ, λιγνάνες, σαπωνίνες, αντιοξειδωτικά, διαιτητικές ίνες και ανθεκτικό άμυλο.

Τα ψυχανθή χρησιμοποιούνται και σε τομείς της βιομηχανίας και συγκεκριμένα στους κλάδους των φυτικών ελαίων (σόγια, αραχίδα), των πλαστικών, των χρωμάτων, της ξυλείας, και των βιοκαυσίμων (ψευδακακία) (Blair et al. 2016; Jensen et al. 2012)

Επιπλέον τα ξυλώδη είδη των ψυχανθών (Acacia, Mimosa, Artemisiana, Robinia, κ.λ.π) μπορούν να αποκτήσουν νέες δυνατότητες χρήσης και να αποτελέσουν πολύτιμες καλλιέργειες για εγκαταλελειμμένες ή και υποβαθμισμένες γαίες λόγω των ιδιοτήτων τους να ενισχύουν με άζωτο το έδαφος, να αναπληρώνουν τα αποθέματα οργανικού άνθρακα, να συμβάλλουν στον έλεγχο της διάβρωσης, να λειτουργούν ως καταφύγιο για άλλα είδη, να βελτιώνουν τη σύνθεση των ορυκτών του εδάφους και τη μικροβιακή βιοποικιλότητα.

Δεν πρέπει να παραληφθεί ο ρόλος των ψυχανθών στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Η δυνατότητα να παρέχουν βιομάζα ενισχύει τη στροφή της βιομηχανικής παραγωγής σε βιώσιμες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η χρήση ορυκτών καυσίμων που επιτείνουν το φαινόμενο του Θερμοκηπίου και τα προβλήματα που απορρέουν από αυτό. (David Castro et al., 2017, Jensen et al. 2012)

Τελευταία παρατηρείται μια αυξητική τάση όσον αφορά τη ζήτηση των οσπρίων που αναμένεται να ενταθεί στο μέλλον λόγω των βιοενεργών συστατικών τους όπως οι πρωτεΐνες και τα πεπτίδια που περιέχουν τα όσπρια, το άμυλο χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, οι διαιτητικές ίνες. Μια τέτοια εξέλιξη εκτός από τη ραγδαία ανάπτυξη της βιομηχανικής παραγωγής λειτουργικών τροφίμων με βιοδραστικά συστατικά οπωσδήποτε θα ενισχύσει και τα έσοδα των καλλιεργητών οσπρίων. Έτσι τα συστατικά των οσπρίων όχι μόνο θα καλύπτουν τις καθημερινές διατροφικές ανάγκες αλλά θα παρέχουν τη δυνατότητα για παραγωγή ειδικών προϊόντων διατροφής. (Semin Ozge Keskin, et al., 2021).

Ένα ακόμη στοιχείο που ενισχύει το σημαντικότερο ρόλο των ψυχανθών στη φυτική παραγωγή και που τα διαφοροποιεί σε σχέση με τις άλλες καλλιέργειες, είναι η ικανότητά τους να δημιουργούν συμβιωτικές σχέσεις με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια του γένους *Rhizobium*. Με τον τρόπο συμμετέχουν καθοριστικά στον κύκλο του αζώτου στη φύση.

Τα αζωτοβακτήρια που βρίσκονται στο έδαφος, πολλαπλασιάζονται στην περιοχή της ριζόσφαιρας των ψυχανθών όπου και παρατηρείται πολυπληθής συγκέντρωσή τους ενώ στα υπόλοιπα τμήματα του εδάφους ή στην ριζόσφαιρα άλλων φυτών εκτός ψυχανθών τα βακτήρια αυτά εμφανίζουν μικρή πυκνότητα.

Το άζωτο της ατμόσφαιρας δεσμεύεται από τα βακτήρια, μετατρέπεται σε αμμωνιακό με την παρουσία του ενζύμου νιτρογονάση – το οποίο σχηματίζεται στα αζωτοβακτήρια εντός των φυματίων (Δαλιάνης, 1993)- και στη συνέχεια το προσλαμβάνουν τα φυτά που καλύπτουν ως ένα βαθμό τις ανάγκες τους σε άζωτο, περιορίζοντας έτσι τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων. Επιπλέον κατά την ενσωμάτωση των ψυχανθών στο έδαφος στο πλαίσιο της χλωρής λίπανσης επιτυγχάνεται ο εμπλουτισμός του εδάφους με άζωτο, το οποίο θα είναι διαθέσιμο στην καλλιέργεια που έπεται, ταυτόχρονα όμως βελτιώνεται η δομή και η γονιμότητα του εδάφους ενώ ελέγχεται η ποσότητα των νιτρικών αλάτων που θα κατέληγαν στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. (Παπακώστα, 2005). Όλα τα παραπάνω καταδεικνύουν και τη σημασία της καλλιέργειας ψυχανθών στα διάφορα συστήματα αμειψισποράς, σε ένα μοντέλο γεωργίας με φιλικότερο προς το περιβάλλον.

Από την ετήσια έκθεση του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας(FAO) του ΟΗΕ για το 2016 (διεθνές έτος οσπρίων) αναφέρεται ότι: «Σε παγκόσμιο επίπεδο εκτιμάται πως 190 εκατομμύρια εκτάρια με όσπρια συνεισφέρουν 5.000.000 έως 7.000.000 τόνους αζώτου στο έδαφος. Χάρη σε αυτή τη φυσική γονιμότητα τα σιτηρά που καλλιεργούνται μετά τα ψυχανθή έχουν υψηλότερες αποδόσεις και σπόρο υψηλότερης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη σε σχέση με τα σιτηρά που ακολουθούν καλλιέργεια σιτηρών». (FAO 2016)

Φυσικά η επιλογή του κατάλληλου είδους ψυχανθούς σε ένα σχέδιο αμειψισποράς καθορίζει και την επιτυχία της, αφού η αζωτοδέσμευση και η ποιότητα των φυτικών υπολειμμάτων συνδέονται με το είδος ψυχανθούς.

Από την άλλη η «συγγένεια» ψυχανθούς και αζωτοβακτηρίου κατά τη συμβίωση εξασφαλίζει τον σχηματισμό επαρκούς αριθμού φυματίων και κατά συνέπεια ισχυρή βιολογική δέσμευση του N. Η «έλλειψη συγγένειας» μεταξύ ενός είδους rhizobium, έχει σαν αποτέλεσμα απουσία σχηματισμού φυματίων πάνω στις ρίζες ή σχηματισμό φυματίων που δεν διαθέτουν το «μηχανισμό» δέσμευσης του ατμοσφαιρικού N, οπότε το αζωτοβακτήριο λειτουργεί σε βάρος του ψυχανθούς που δεν επωφελείται από τη συμβίωση. Η συγγένεια ανάμεσα στο ψυχανθές και το είδος του βακτηρίου καθορίζεται από γενετικούς ή χημικούς παράγοντες των κυτταρικών τοιχωμάτων των ριζών των ψυχανθών ή των βακτηρίων ή και των δύο μερών. (Πέτρος Χ. Λόλας- 2020)

Τα ψυχανθή μπορούν να ανταποκριθούν στις μελλοντικές απαιτήσεις για βιώσιμα γεωργικά συστήματα καθώς η καλλιέργειά τους στο ίδιο αγροτεμάχιο με άλλα φυτικά είδη προσφέρει πολλαπλά οφέλη σε ολόκληρο το οικοσύστημα (Jensen *et al.* 2012).

1.2 Καλλιέργεια της Τριγωνέλλας (*Trigonella foenum-graecum* L.)

1.2.1 Βοτανική Ταξινόμηση

Βασίλειο (Kingdom): Plantae

Συνομοταξία (Division): Αγγειόσπερμα Magnoliophyta

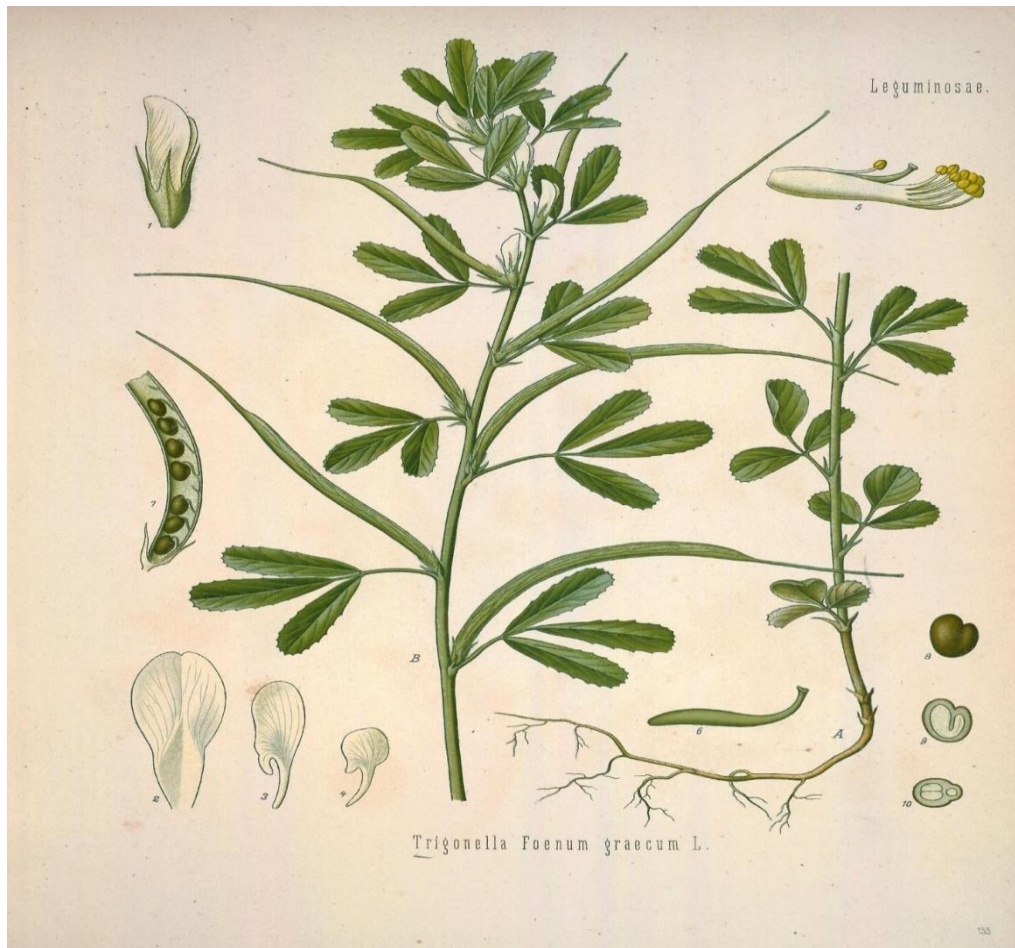
Ομοταξία (Class): Δικοτυλήδονα Magnoliopsida

Τάξη (Order): Κυαμώδη Fabales

Οικογένεια (Family): Κυαμοειδή Fabaceae

Γένος (Genus): *Trigonella*

Είδος: *Trigonella foenum-graecum* L. (Petit –Aldana J., et al.2014).



Εικόνα 1: Τυπικά μορφολογικά μέρη του φυτού Τριγωνέλλα η Ελληνική (*Trigonella foenum-graecum*), εικονογράφηση από τον Köhler (https://el.wikipedia.org/wiki/Τριγωνέλλα_η_Ελληνική)

1.2.2 Προέλευση και διάδοση

Η τριγωνέλλα ή τριγωνίσκος (*Trigonella foenum – graecum* L) είναι φυτό της οικογένειας Fabaceae. Περιλαμβάνει 70 είδη που συναντώνται στην Ευρώπη, στην Ασία, στην Αφρική και στην Αυστραλία.

Η καταγωγή της δεν έχει προσδιορισθεί ακριβώς θεωρείται όμως πως η τριγωνέλλα η ελληνική προέρχεται από την Εγγύς Ανατολή.

Κατά την αρχαιότητα καλλιεργούνταν στην περιοχή της Μεσογείου και της Νότιας Ασίας. Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι το καλλιεργούσαν ως κτηνοτροφικό φυτό. Οι Αιγύπτιοι ως βρώσιμο λαχανικό, καταλάωναν τα τρυφερά μέρη του φυτού ως σαλάτα, ως φαρμακευτικό είδος και ως φυτό κτηνοτροφικής χρήσης ενώ τους σπόρους τους έβαζαν σε θυμιάματα και στις ταριχεύσεις των νεκρών. Σε αρχαιολογικά ευρήματα εντοπίστηκαν σπόροι τριγωνέλλας σε οικισμό του Ιράκ που χρονολογούνται από το 4.000 π.Χ. Στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική αναφέρεται η χρήση σπόρων της τριγωνέλλας ως τονωτικό των νεφρών, για την αντιμετώπιση των κρυολογημάτων και των σωματικών πόνων.

Στην Ινδία οι σπόροι χρησιμοποιούνται ως ανακουφιστικό των ισχιαλγιών, ενώ οι γυναίκες των Βεδουίνων τους χρησιμοποιούσαν την περίοδο της εγκυμοσύνης για να ενδυναμώσουν το σώμα τους.

Η καλλιέργεια της τριγωνέλλας απαντάται στις περισσότερες περιοχές του κόσμου για τη φαρμακευτική της αξία (Petropoulos, 2002), την παρασκευή τροφίμων, αρωμάτων, αιθέριων ελαίων, ως φυτό χλωρής λίπανσης, για παραγωγή ζωοτροφών (Moradi kor Zahra and Bayati Zadeh Jalal, 2013).

Στις μέρες μας η καλλιέργεια εκτείνεται στις χώρες της ανατολικής Μεσογείου, στη δυτική ακτή της Μαύρης Θάλασσας, σε περιοχές της Βόρειας Αφρικής (Μαρόκο, Τυνησία), στην Αίγυπτο, το Πακιστάν, το Ιράν, την Τουρκία, το Νεπάλ, το Μπαγκλαντές, την Αργεντινή, την Ινδία. Η Ινδία κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής Τριγωνέλλας παράγοντας 113.000 τόνους Τριγωνίσκου ετησίως από μια έκταση 93000 εκταρίων. (Tiwari et al., 2013)

Η καλλιέργεια της τριγωνέλλας συναντάται επίσης στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γαλλία, την Ουκρανία, τη Ρωσία, ενώ τα τελευταία χρόνια η εντοπίζεται στην Αυστραλία και τη Βόρεια Αμερική (Acharya et al., 2007a, Basu et al., 2014) και σε μικρή κλίμακα στις ΗΠΑ και τον Καναδά.

Στην Ελλάδα υπάρχουν 14 είδη που είναι αυτοφυή. Σπουδαιότερο είδος είναι το *Trigonella foenum – graecum* που είναι καλλιεργούμενο. Απαντάται σε περιοχές της Πελοποννήσου, των

Ιονίων Νησιών, της Κρήτης και της Βόρειας Ελλάδας. Τα διάφορα είδη του γένους *Trigonella* είναι γνωστά με διάφορα ονόματα όπως Μοσχοσίταρο, Τήλις, ελληνικός σανός, ελληνικό τριφύλλι, Τηντιλίδα, γραικόχορτο ή Τσιμένι στις διάφορες περιοχές της χώρας ενώ ο τριγωνίσκος έχει γίνει παγκόσμια γνωστός ως «γραικόχορτο» ή «ελληνικό τριφύλλι» ή «χόρτο των Ελλήνων».

1.2.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η τριγωνέλλα είναι ετήσιο φυτό της οικογένειας Fabaceae και ανήκει στην υποοικογένεια Papilionaceae. Πρόκειται για φυτό δικοτυλήδονο, ποώδες, κατακόρυφης ανάπτυξης, που φτάνει σε ύψος 30-60 εκατοστών και είναι αυτογονιμοποιούμενο. Έχει ελαφρώς τριχωτούς βλαστούς που φέρουν σύνθετα φύλλα στενά, αποτελούμενα από τρία μεγάλα φυλλάρια, οδοντωτά στο άνω μέρος τους, γκριζοπράσινα, μήκους 20-25 mm. Στη βάση των φύλλων συναντώνται παράφυλλα.

Τα άνθη της είναι μασχαλιαία, άμισχα, βοτρυοειδή, λευκά, υπόλευκα ή υποκίτρινα έως ανοικτό μοβ με τριγωνικό σχήμα, το οποίο έδωσε το όνομα του γένους, *Trigonella*, «τρεις γωνίες», μήκους 12-15 χιλιοστών. Εκφύονται μεμονωμένα και σπανιότερα κατά ζεύγη.

Συναντώνται άνθη που είναι κλειστόγαμα και ανοιχτόγαμα.

Ο καρπός είναι λοβός με μήκος 7-10 εκατοστά, ελαφρά δρεπανοειδείς και στενός στο άκρο του με χαρακτηριστικές λεπτές νευρώσεις καθ' όλο το μήκος του. Ο κάθε λοβός περικλείει 10-20 σχεδόν λεία σπέρματα.

Οι ώριμοι σπόροι είναι σκληροί, μικρού μεγέθους (μήκους 5mm) πεπλατυσμένοι, με χρώμα ανοιχτό καστανό έως καστανοκίτρινο και περίγραμμα τετραγωνικό-ρομβοειδές. Φέρουν χαρακτηριστικό αυλάκι που διαμορφώνει δύο άνισα τμήματα (Basu, 2006; Basu et al., 2014, Moradi kor Z. and Bayati Zadeh J,2013).

Το ριζικό της σύστημα του φυτού είναι πασσαλώδες αρκετά αναπτυγμένο με πλάγιες διακλαδώσεις σε σχήμα δακτύλων, που φθάνει σε βάθος αρκετών εκατοστών ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και την παρουσία ή όχι εδαφικής υγρασίας.

Η κύρια ρίζα και οι διακλαδώσεις φέρουν φυμάτια. Το φυτό αναδίδει μια πικάντικη μυρωδιά που παραμένει στα χέρια μετά το άγγιγμα.

Περιλαμβάνει περίπου 135 είδη σε όλο τον κόσμο. Ο ακριβής αριθμός των ειδών της Τριγωνέλλας δεν είναι γνωστός. Τα περισσότερα είδη είναι διπλοειδή, όπως και το *T. foenum-graecum* L. ($2n = 16$ χρωμοσώματα). Υπάρχουν άγριες και καλλιεργούμενες ποικιλίες.



Εικόνα 2: Βλαστός με φύλλα και άνθος Τριγωνέλλας



Εικόνα 3: Φύλλα και λοβοί Τριγωνέλλας



Εικόνα 4: Σπόροι Τριγωνέλλας

1.2.4 Εδαφοκλιματικές Απαιτήσεις

Η τριγωνέλλα είναι ευπροσάρμοστο είδος σε ποικιλομορφία εδαφών και κλιματολογικών συνθηκών με σημαντικό ενδιαφέρον ως φαρμακευτικό και κτηνοτροφικό φυτό. Δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς τον τύπο εδάφους που θα εγκατασταθεί ως καλλιέργεια, όμως αποδίδει καλύτερα σε εδάφη μέσης σύστασης, με καλή στράγγιση και σε περιοχές με ετήσιο ύψος βροχής μεταξύ 500-1.500 mm. Ιδανικά εδάφη για την καλλιέργεια Τριγωνέλλας είναι τα πηλώδη εδάφη με εύρος PH 5,3 έως 8,2. Εμφανίζει μέτρια ανθεκτικότητα στο ψύχος αλλά και στην ξηρασία. Έτσι στις νότιες και ζεστές περιοχές έχουμε φθινοπωρινές σπορές, ενώ στις βόρειες και ψυχρές η σπορά γίνεται την άνοιξη.

Είναι φυτό με σύντομη καλλιεργητική περίοδο (ωρίμανση περίπου σε 3-6 μήνες από τη σπορά) με χαμηλό κόστος παραγωγής και ικανοποιητικό δυναμικό απόδοσης ακόμη και σε περιοχές με ξηροθερμικές συνθήκες, στοιχεία που την καθιστούν μία εναλλακτική και ελκυστική καλλιέργεια με ενδιαφέρον από άποψη χρήσης ως τρόφιμο, ως ζωοτροφή και ως φαρμακευτικό είδος. (Petit –Aldana J., et al.2014, Moradi kor Z. and Bayati Zadeh J., 2013)

1.2.5 Καλλιεργητική Τεχνική

Σπορά

Η εποχή σποράς καθορίζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Σε ζεστές περιοχές η σπορά της Τριγωνέλλας γίνεται το Φθινόπωρο, από το Σεπτέμβριο έως το Νοέμβριο, ενώ στις ψυχρότερες τους μήνες Φεβρουάριος έως Μάρτιος. Στη χώρα μας συνιστάται να πραγματοποιείται σπορά κατά τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο. Η σπορά γίνεται σε γραμμές μετά από κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους (όργωμα, σβάρνισμα). Σε αμιγείς καλλιέργειες οι γραμμές απέχουν μεταξύ τους 30-50 εκατοστά και η απόσταση επί των γραμμών είναι 10-12 εκατοστά. Για τη σπορά ενός στρέμματος απαιτούνται 4-5 κιλά σπόρου. Όταν το φυτό βρίσκεται σε συγκαλλιέργεια με άλλα είδη, όπως με βίκο, κριθάρι, τριφύλλια κ.ά., τότε η ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα περιορίζεται στα 2,0-2,5 κιλά. Ο χρόνος βλάστησης του σπόρου κυμαίνεται από 3-10 ημέρες. Έξι ως δέκα ημέρες μετά τη βλάστηση τα σπορόφυτα παράγουν το πρώτο φύλλο, το οποίο είναι συνήθως απλό και το πρώτο τριφυλλοειδές φύλλο σχηματίζεται μετά από άλλες 5-8 ημέρες (Petrooulos GA., 2002).

Αρδευση

Η καλλιέργεια του Τριγωνίσκου απαιτεί άρδευση ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και τις κλιματολογικές συνθήκες. Αν η υγρασία του εδάφους δεν βρίσκεται σε σημείο ιδανικό για τη βλάστηση των σπόρων τότε χρειάζεται να γίνει άρδευση πριν από τη σπορά. Γενικά η πρώτη άρδευση γίνεται στο στάδιο της αραίωσης των φυτών και η επόμενη ακολουθεί μετά από διάστημα 20-25 ημερών. Ο αριθμός των απαιτούμενων αρδεύσεων εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και την δυνητική εξατμισοδιαπνοή που επικρατεί κατά την εποχή. Σε θερμές και ξηρές περιοχές γίνονται 4-6 αρδεύσεις.

Λίπανση

Κατά την προετοιμασία του εδάφους αναμειγνύεται και ενσωματώνεται στο έδαφος η ποσότητα λιπασμάτων που θα απαιτηθούν σε καθορισμένη αναλογία.

Με τη βασική λίπανση εφαρμόζεται η μισή ποσότητα N και όλη η ποσότητα P που απαιτεί η καλλιέργεια. Η υπόλοιπη ποσότητα N εφαρμόζεται σε διάστημα 30 ημερών μετά τη σπορά. Η Τριγωνέλλα στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης της μολονότι είναι αζωτοδεσμευτικό φυτό έχει ανάγκη από N ώστε να αναπτύξει ένα πλούσιο ριζικό σύστημα όπου θα σχηματισθούν τα φυμάτια. Οι απαιτήσεις σε Άζωτο προσδιορίζονται σε 40 κιλά ανά εκτάριο και σε Φώσφορος σε 20 κιλά ανά εκτάριο. (Helambe S.Snehlata, Dande R Payal, 2011). Φυσικά οι ανάγκες σε λίπανση καθορίζονται από παραμέτρους όπως η δομή και υφή του εδάφους, οι επικρατούσα θερμοκρασία και υγρασία, η περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο, η παρουσία των κατάλληλων αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και η κατάσταση της καλλιέργειας.

Διαχείριση Ζιζανίων

Ο πρώτος έλεγχος ζιζανίων με σκάλισμα και βοτάνισμα συνιστάται 25-30 ημέρες μετά τη σπορά και το δεύτερο βοτάνισμα συνιστάται 50-60 ημέρες μετά τη σπορά. Απαιτούνται 2 έως 3 βοτανίσματα για τον έλεγχο των ζιζανίων στην καλλιέργεια.

Εχθροί-Ασθένειες

Αφίδες: Η καλλιέργεια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις αφίδες. Οι αφίδες απομυζούν το χυμό από τρυφερά μέρη των φυτών, προκαλούν χλώρωση, νεκρωτικές κηλίδες και επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη των βλαστών. Όσον αφορά τις ασθένειες το Ωίδιο δημιουργεί προβλήματα στην καλλιέργεια του Τριγωνίσκου και γίνονται ιδιαίτερα σοβαρά στο στάδιο

σηματισμού των λοβών. Ο Περονόσπορος (*Peronospora Viciae*) επίσης προσβάλλει τα φύλλα και τους λοβούς του φυτού με αρνητικές συνέπειες στις αποδόσεις. Ενδείκνυται προληπτικές και θεραπευτικές επεμβάσεις για τον περιορισμό των προσβολών. (Helambe S. Snehlata and Dande R. Payal, 2011)

Συγκομιδή

Η καλλιέργεια είναι έτοιμη για συγκομιδή περίπου 120-150 ημέρες μετά τη σπορά. Κατά την ωρίμανση τα φύλλα και οι λοβοί αποκτούν ένα κιτρινωπό χρώμα και αρχίζει φυλλόπτωση. Η έγκαιρη συγκομιδή είναι πολύ σημαντική για την καλλιέργεια, καθώς καθυστερήσεις στο χρόνο συγκομιδής οδηγούν σε απώλειες σπόρων λόγω της διάνοιξης των λοβών. Από την άλλη στην πρόωμη συγκομιδή, οι σπόροι παραμένουν ανώριμοι και μικροί. Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται χωρίς το πρωί.

Όσον αφορά την απόδοση της καλλιέργειας σε συνθήκες ξηρασίας αυτή κυμαίνεται από 120 - 150 kg/στρ.

Οι σπόροι της Τριγωνέλλας περιέχουν συστατικά με υψηλό φαρμακολογικό και βοτανικό ενδιαφέρον. Συγκεκριμένα περιέχουν:

- Πρωτεΐνες σε υψηλό ποσοστό που φτάνει σχεδόν στο 30% του συνολικού βάρους του σπόρου
- Λιπίδια σε περιεκτικότητα από 5,5 έως 7,5% του συνολικού βάρους του σπόρου
- Λιπαρά οξέα όπως το λινολεϊκό οξύ, σε ποσοστό 40% περίπου του συνολικού βάρους του σπόρου, και το λινολενικό οξύ σε μικρότερη περιεκτικότητα.
- Σύνθετους πολυσακχαρίτες, γνωστούς ως γαλακτομανάνες, οι οποίοι συντίθενται από πολυμερή μαννόζης και πλευρικές γλυκοζιτικές αλυσίδες. Οι ουσίες αυτές καταλαμβάνουν το 15% περίπου του συνολικού βάρους του σπόρου.
- Αμινοξέα όπως Αργινίνη, Τρυπτοφάνη και 4-Υδροξυισολευκίνη.
- Την τριγωνελίνη, ένα ψευδο-αλκαλοϊδές το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 0,1% με 0,5% του συνολικού βάρους του σπόρου
- Φαινολικές ενώσεις, κουμαρίνες και φλαβονοειδή, τα οποία περιορίζονται στο 0,1%
- Πτητικές ενώσεις πάνω από πενήντα, αν και η χαρακτηριστική πικρή γεύση της δρόγης αποδίδεται κυρίως σε μια μικρού MB γ-λακτόνη, τη σοτολόνη,
- Στεροειδείς ελεύθερες στερόλες, όπως η σιτοστερόλη
- Στεροειδείς σαπωνίνες
- Στεροειδή σαπωνικό πεπτιδικό εστέρα την Φενουγκρικίνη με αντιδιαβητικές ιδιότητες (Jellin J M., et al., 1999, Petropoulos GA., 2002)

1.2.6 Χρήσεις

Η Τριγωνέλλα εκτός από κτηνοτροφικό είδος (χορτοδοτικό, καρποδοτικό, ενσίρωμα) είναι ένα σπουδαίο φαρμακευτικό φυτό που χρησιμοποιήθηκε στα αρχαία χρόνια στην ινδική, αιγυπτιακή και ελληνική ιατρική, λόγω των θεραπευτικών ιδιοτήτων της.

Μετά από μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι οι φυτοχημικές ουσίες που περιέχονται στον τριγωνίσκο και συγκεκριμένα τα στεροειδή, τα αλκαλοειδή και φλαβονοειδή, είναι αυτά που προσδίδουν φαρμακευτική αξία στο φυτό (Basu et al., 2014). Έτσι, σιγά-σιγά η καλλιέργεια του τριγωνίσκου προσελκύει το ενδιαφέρον και των φαρμακευτικών βιομηχανιών.

Οι σπόροι και τα φύλλα του φυτού πέραν της κατανάλωσής τους ως τρόφιμα, αποτελούν βασικά συστατικά σε παραδοσιακά φάρμακα, που δρουν κατά του διαβήτη, των μυκήτων, των βακτηρίων, των φλεγμονών, και του πυρετού (Shahabzadeh et al., 2013).

Βοηθούν στη θεραπεία του διαβήτη, στη μείωση της χοληστερόλης, στην αντιμετώπιση δερματικών προβλημάτων. Χρησιμοποιούνται για τη μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα. Ενισχύουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος, συμβάλλουν στην απώλεια βάρους ενώ οι σπόροι του fenugreek βελτιώνουν τη μνήμη. (Moradi kor & Bayati Zadeh, 2013).

Στον τομέα των τροφίμων ο σπόρος του τριγωνίσκου χρησιμοποιείται ως μπαχαρικό ή ως βελτιωτικό της γεύσης και της υφής των τροφίμων. Προϊόντα με βάση την Τριγωνέλλα αλλά τρόφιμα και συμπληρώματα διατροφής, κυκλοφορούν στην αγορά τροφίμων στην Ασία, την Ευρώπη, τη Β.Αφρική, την Αυστραλία, τη Β.Αμερική (Basu et al.,2014).

Οι σπόροι του με την ιδιαίτερη και πικάντικη γεύση και το χαρακτηριστικό άρωμά τους αποτελούν ένα ξεχωριστό καρύκευμα. Περιέχουν λιπίδια, υδατάνθρακες, και πρωτεΐνες με υψηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη και τρυπτοφάνη (Aasim et al.,2014), και άλλα σπάνια χημικά συστατικά όπως π.χ .σαπωνίνες, κουμαρίνη, fenugreekine, νικοτίνη, σκοπολετίνη και τριγωνελίνη, στα οποία θεωρείται ότι οφείλονται πολλές από τις ευεργετικές τους ιδιότητες. (Petit –Aldana J., et al.2014)

Από τους σπόρους του φυτού εξάγεται το αιθέριο έλαιο της τριγωνέλλας με εξαιρετικές θεραπευτικές, κατευναστικές ιδιότητες, και σημαντική χρήση για την αρωματοθεραπεία. Η περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο είναι περίπου 7,8%. Το έλαιο αυτό έχει δυσάρεστη οσμή και πικρή γεύση. Δρα καταπραΰντικά σε ερεθισμούς της επιδερμίδας, αντιμετωπίζει τις φλεγμονές του δέρματος και τις μολύνσεις. Θεωρείται ιδανικό στην παραγωγή προϊόντων περιποίησης μαλλιών (shampoos, conditioners, hair tonics) ενώ αποτελεί βασικό συστατικό, σε πολλά προϊόντα κατά της τριχόπτωσης. Τονώνει την κυκλοφορία του αίματος στην επιδερμίδα της κεφαλής, ενισχύοντας την υγεία της ρίζας της τρίχας.

Τα φύλλα του *T. foenum-graecum* μπορούν να καταναλωθούν ως λαχανικό, αποτελούν πλούσια πηγή πρωτεϊνών, αμύλου, λιπιδίων, ασβεστίου, σιδήρου, β-καροτένιου και άλλων βιταμινών.

1.3 Βιολογική Παραγωγή και Οργανικές Λιπάνσεις

1.3.1 Βιολογική Γεωργία και βιωσιμότητα

Η βιολογική γεωργία ως σύστημα παραγωγής έχει τις ρίζες της σε παραδοσιακές καλλιεργητικές πρακτικές διαφόρων αρχαίων πολιτισμών.

Στα τέλη του 19^{ου} αρχές 20^{ου} αιώνα κάνουν την εμφάνισή τους τα πρώτα κινήματα που προασπίζονταν ένα πιο φυσικό τρόπο ζωής αντίθετο με την εκβιομηχάνιση της κοινωνίας. Στα χρόνια του μεσοπολέμου ενισχύθηκαν και εξελίχθηκαν τα κινήματα αυτά σε τέτοιο βαθμό ώστε διαμορφώθηκε ένα συνολικό σύστημα παραγωγής στη γεωργία που στηριζόταν σε παραδοσιακές αρχές αλλά και σε επιστημονικά στοιχεία. Στη δεκαετία του '50 και του '60 έχει ήδη εμφανιστεί το κίνημα της Βιολογικής Καλλιέργειας. Από τη δεκαετία του '70 η κοινωνία αποδέχεται ευρέως τη βιολογική παραγωγή που σχετίζεται πια με την ιδιαίτερη ευαισθητοποίηση σε θέμα περιβάλλοντος που αφορούν στη γεωργία. Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες τη δεκαετία του '90 σημειώθηκε ραγδαία ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας.

Είναι γενικά αποδεκτό από την παγκόσμια κοινότητα πως το βιολογικό σύστημα παραγωγής προάγει την αειφορία.

Η αειφόρος γεωργία, βασίζεται σε ένα ολιστικό μοντέλο ανάπτυξης όπου ο άνθρωπος, το έδαφος, τα φυτά, το περιβάλλον είναι τμήματα ενός συστήματος που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και συνέπεια των αλληλεπιδράσεων αυτών είναι η ποιότητα που αντλούν.

Οι διαφορές μεταξύ συμβατικών και βιολογικών συστημάτων γεωργίας είναι περισσότερο θέμα διαφορών στη φιλοσοφία της γεωργίας παρά των γεωργικών πρακτικών ή μεθόδων που ακολουθούνται. Το συμβατικό μοντέλο της γεωργίας είναι βασικά ένα μοντέλο όπου η εξειδίκευση, η συστηματοποίηση και η μηχανοποίηση της αγροτικής παραγωγής είναι απαραίτητα προκειμένου να καλύπτονται οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για παραγωγή προϊόντων χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν το πεπερασμένο των πόρων, οι μεταβολές στο περιβάλλον και οι οικονομικές, περιβαλλοντικές, κοινωνικές επιπτώσεις.

Οι νέες τεχνολογίες έχουν σχεδιαστεί για να εξαλείψουν τους φυσικούς και βιολογικούς περιορισμούς στην παραγωγή και, ως εκ τούτου, να καταστήσουν δυνατή την «απεριόριστη»

παραγωγή. Μολονότι στο παρελθόν η βιολογική γεωργία αμφισβητήθηκε έντονα από ορισμένους ως αναποτελεσματική ως προς την παραγωγή τροφίμων, στις μέρες μας πλέον τα βιολογικά τρόφιμα και ποτά αποτελούν ένα ταχέως αναπτυσσόμενο τμήμα της βιομηχανίας τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Αν εξετάσουμε την απόδοση της βιολογικής γεωργίας με βάσει τις παραμέτρους, παραγωγικότητα, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οικονομική βιωσιμότητα και κοινωνική ευημερία θα διαπιστώσουμε ότι τα συστήματα βιολογικής καλλιέργειας έχουν χαμηλότερες αποδόσεις σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία, ωστόσο, είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον και παρέχουν εξίσου ή περισσότερο θρεπτικά τρόφιμα που περιέχουν λιγότερα ή καθόλου υπολείμματα φυτοφαρμάκων, σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία. Επιπλέον, στοιχεία δείχνουν ότι τα οργανικά γεωργικά συστήματα παρέχουν μεγαλύτερα κοινωνικά οφέλη και οφέλη για τα οικοσυστήματα. (Reganold P. John. and Wachter M. Jonathan.2016)

Τα αγροοικολογικά χαρακτηριστικά της βιολογικής γεωργίας ως προς τη διαχείριση των ζιζανίων, την αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών στις καλλιέργειες, την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του εδάφους, την προστασία από τη διάβρωση, τον περιορισμό της χρήσης ορυκτών καυσίμων, υπερισχύουν έναντι αυτών της συμβατικής γεωργίας, ιδιαίτερα σε περιοχές που επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες (Donald W. Lotter, 2003).

Σύμφωνα με τον κανονισμό του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου των Βρυξελλών (27 Απριλίου 2018), η βιολογική γεωργία ορίζεται ως «ένα συνολικό σύστημα διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και της παραγωγής τροφίμων που συνδυάζει βέλτιστες πρακτικές περιβαλλοντικής και κλιματικής δράσης, υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας, διατήρηση των φυσικών πόρων, εφαρμογή προτύπων που εξασφαλίζουν την βέλτιστη ποιότητα διαβίωσης των ζώων καθώς και υψηλά πρότυπα παραγωγής, που συμφωνούν με την ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση για προϊόντα που παράγονται με χρήση φυσικών ουσιών και μεθόδων».

Για την παραγωγή βιολογικών προϊόντων πρέπει να τηρούνται οι κανόνες βιολογικής γεωργίας. Οι κανόνες αυτοί αποσκοπούν στην προώθηση της προστασίας του περιβάλλοντος, στη διατήρηση της βιοποικιλότητας της Ευρώπης και στην οικοδόμηση εμπιστοσύνης των καταναλωτών στα βιολογικά προϊόντα.

Διέπουν όλους τους τομείς της βιολογικής παραγωγής και βασίζονται σε μια σειρά βασικών αρχών.(europa.eu)

Σύμφωνα με τον ΚΑΝ (ΕΕ) 2018/848 (ΚΕΦ ΙΙ άρθρο 4) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου η βιολογική παραγωγή επιδιώκει τους ακόλουθους γενικούς στόχους:

α) «να συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος και του κλίματος,

- β) να διατηρήσει τη μακροχρόνια γονιμότητα των εδαφών,
- γ) να συμβάλει σε υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας,
- δ) να συμβάλει σημαντικά σε ένα μη τοξικό περιβάλλον,
- ε) να συμβάλει σε υψηλού επιπέδου πρότυπα σχετικά με τις συνθήκες διαβίωσης των ζώων και, ειδικότερα, να ικανοποιεί τις ιδιαίτερες ανάγκες συμπεριφοράς των διαφόρων ειδών ζώων,
- στ) να προωθήσει τους βραχείς διαύλους διανομής και την τοπική παραγωγή στις διάφορες περιοχές της Ένωσης,
- ζ) να ενθαρρύνει τη διατήρηση των σπάνιων και αυτόχθονων φυλών που απειλούνται με εξαφάνιση,
- η) να συμβάλει στην ανάπτυξη της προμήθειας φυτικού γενετικού υλικού προσαρμοσμένου στις ειδικές ανάγκες και επιδιώξεις της βιολογικής γεωργίας,
- θ) να συμβάλει σε υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας, ιδίως με τη χρήση ποικίλου φυτικού γενετικού υλικού, όπως βιολογικού ετερογενούς υλικού και βιολογικών ποικιλιών τα οποία είναι κατάλληλα για τη βιολογική παραγωγή,
- ι) να προωθήσει την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων βιολογικής αναπαραγωγής φυτών με στόχο τη συμβολή στην ανάπτυξη ευνοϊκών οικονομικών προοπτικών για τον βιολογικό τομέα»

Η βιολογική παραγωγή σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΦ ΙΙ του ΚΑΝ (ΕΕ) 2018/848 συνιστά σύστημα αειφόρου διαχείρισης που στηρίζεται στις παρακάτω γενικές αρχές:

- στον σεβασμό προς τα συστήματα και τους κύκλους της φύσης, καθώς και τη διατήρηση και βελτίωση της κατάστασης του εδάφους, του νερού και του αέρα, της υγείας των φυτών και των ζώων, και της ισορροπίας μεταξύ αυτών
- στη διατήρηση των στοιχείων του φυσικού τοπίου·
- στην υπεύθυνη χρήση των ενεργειακών και των φυσικών πόρων·
- στην παραγωγή μεγάλης ποικιλίας προϊόντων υψηλής ποιότητας που να ανταποκρίνεται στην καταναλωτική ζήτηση·
- στην εξασφάλιση της ακεραιότητας της βιολογικής παραγωγής σε όλα τα στάδια της παραγωγής, μεταποίησης και διανομής των τροφίμων και των ζωοτροφών·
- στον αποκλεισμό της χρήσης γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών (ΓΤΟ) και προϊόντων που παράγονται από ή με ΓΤΟ , με εξαίρεση τα κτηνιατρικά φάρμακα·
- στον περιορισμό της χρήσης εξωτερικών εισροών·
- στον σχεδιασμό και στη διαχείριση των βιολογικών διεργασιών με βάση εκτίμηση κινδύνου και με τη λήψη προστατευτικών και προληπτικών μέτρων·
- στον αποκλεισμό της κλωνοποίησης ζώων·

- στην εξασφάλιση υψηλού επιπέδου συνθηκών διαβίωσης των ζώων

Ζητούμενο είναι η ποιότητα και η αξιοπιστία των βιολογικών προϊόντων. Γεννιέται έτσι η ανάγκη της ύπαρξης προτύπων στη βιολογική παραγωγή αλλά και η διασφάλιση της αυστηρής εφαρμογής αυτών μέσα από έναν οργανωμένο μηχανισμό πιστοποίησης.

Ήδη από τη δεκαετία του '70 δημιουργήθηκαν τα πρώτα πρότυπα (ιδιωτικά) βιολογικής γεωργίας, βασιζόμενα σε παλαιότερες απλές οδηγίες τις οποίες αναθεώρησαν ή επέκτειναν.

Παράλληλα με τα ιδιωτικά πρότυπα δημιουργήθηκαν εθνικά πρότυπα και σήματα ενώ το ενιαίο πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκδόθηκε για πρώτη φορά το 1991.

Το 1972 ιδρύθηκε στις Βερσαλλίες της Γαλλίας «η Διεθνής Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας, IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements)» προκειμένου να καλύψει την ανάγκη για συντονισμό της δράσης όλων των κινημάτων βιολογικής γεωργίας σε όλο τον κόσμο καθώς και να επιτευχθεί η διάδοση των επιστημονικών και πειραματικών δεδομένων για τα βιολογικά. Η IFOAM υποστηρίζει την υιοθέτηση υγιών συστημάτων οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά που βασίζονται στις τέσσερις αρχές της βιολογικής γεωργίας, υγεία, οικολογία, ισότητα και φροντίδα.

Αρχή της Υγείας. Η βιολογική γεωργία οφείλει να διατηρεί και να ενισχύει την υγεία του εδάφους, των φυτών, των ζώων, των ανθρώπων και του πλανήτη, αντιμετωπίζοντάς τα ως ένα ενιαίο σύνολο.

Αρχή της Οικολογίας. Η βιολογική γεωργία οφείλει να βασίζεται στους φυσικούς κύκλους και σε ζωντανά οικολογικά συστήματα, που τα έχει ως πρότυπο και να επικουρεί στη συνέχισή τους.

Αρχή της Ισότητας. Η βιολογική γεωργία οφείλει να αναπτύσσεται και να βασίζεται πάνω σε σχέσεις που διασφαλίζουν την ισότητα απέναντι στο κοινό περιβάλλον και τις ίσες ευκαιρίες στη ζωή.

Αρχή της φροντίδας. Η βιολογική γεωργία θα πρέπει να ασκείται με περίσκεψη και ευθύνη, ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της υγείας και της ευημερίας των σημερινών και των επόμενων γενεών αλλά και του περιβάλλοντος (www.ifoam.bio)

Επιπλέον η IFOAM εξέλιξε ένα Βιολογικό Σύστημα Εγγύησης (Organic Guarantee System, OGS) που περιλαμβάνει ένα σύνολο από ιδιωτικά και εθνικά πρότυπα βιολογικής γεωργίας από όλο τον κόσμο (IFOAM Family of Standards) τα οποία έχουν ελεγχθεί από την IFOAM για την συμβατότητά τους ως προς τους Κοινούς Στόχους και Απαιτήσεις για τα Πρότυπα της Βιολογικής Γεωργίας (Common Objectives and Requirements of Organic Standards, COROS) παρέχοντας την εγγύηση, ότι τα συγκεκριμένα πρότυπα ακολουθούν τις βασικές αρχές που διέπουν την βιολογική γεωργία. Με αυτό το σύστημα εξασφαλίζεται η ποιότητα και η

αξιοπιστία των διακινούμενων παγκοσμίως, βιολογικών προϊόντων (IFOAM, annual report 2014).

Σήμερα, η IFOAM αριθμεί 700 μέλη από περίπου 100 χώρες και περιοχές. Αντιπροσωπεύει πάνω από 3,1 εκατομμύρια βιοκαλλιεργητές με τις εκτάσεις των βιολογικών καλλιεργειών να υπολογίζονται σε 72,3 εκατομμύρια εκτάρια. Η παγκόσμια αγορά βιολογικών προϊόντων φτάνει στα 106 δισεκατομμύρια ευρώ ([ww.ifoam.bio/](http://www.ifoam.bio/)).

1.3.2 Βιολογική Γεωργία και έδαφος

Το έδαφος είναι το επιφανειακό κομμάτι του φλοιού της γης, ένα πολυσύνθετο, ζωντανό, δυναμικό σύστημα που επηρεάζει τη λειτουργία των γήινων οικοσυστημάτων. Συνδέεται με το περιβάλλον με σχέσεις ισχυρής αλληλεπίδρασης. (Χαϊντούτη, 2008).

Αποτελεί το υπόστρωμα για την ανάπτυξη των φυτών-παρέχοντάς τους στήριξη, θρεπτικά στοιχεία, νερό, οξυγόνο, εκεί εξελίσσεται η βιολογική δραστηριότητα των μικροοργανισμών αποσύνθεσης και αποδόμησης φυτικών, ζωικών υπολειμμάτων και τοξικών ουσιών.

Στο πλαίσιο άσκησης γεωργικών δραστηριοτήτων και με την εφαρμογή ακατάλληλων γεωργικών πρακτικών, το έδαφος αντιμετωπίζεται σαν αδρανές υπόστρωμα, ως ένα μέσο παραγωγής συνεχώς αυξανόμενων ποσοτήτων αγροτικών προϊόντων προκειμένου να καλυφθούν οι διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες για αυτά. Οι χειρισμοί αυτοί έχουν σταδιακά δυσμενή αποτελέσματα όπως είναι η υποβάθμιση και η μόλυνση του εδάφους.

Η εντατική καλλιέργεια του εδάφους υποβαθμίζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του, αυξάνει το κόστος καλλιέργειας, φέρνει σπόρους ζιζανίων στην επιφάνεια του εδάφους όπου είναι πιθανόν να βλαστήσουν και να ανταγωνίζονται τα φυτά της καλλιέργειας (σε νερό, θρεπτικά στοιχεία) και μειώνει τις αποδόσεις και κατ' επέκταση το εισόδημα των καλλιεργητών. (Stenberg et al, (2000), Holland, (2004), Bernstein et al, (2011), Ryan, 2010).

Με τις πρακτικές της συμβατικής γεωργίας αφενός επιτεύχθηκε η ζητούμενη αύξηση της παραγωγής και βελτιώθηκε η εξωτερική εμφάνιση των γεωργικών προϊόντων αφετέρου προέκυψαν σοβαρά προβλήματα από την αλόγιστη χρήση χημικών συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, και την υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων με αρνητικό αντίκτυπο στο ίδιο το περιβάλλον.

Το σύστημα βιολογικής καλλιέργειας ενισχύει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών στο φυτό, αλλά παράλληλα μειώνει και την εξάρτηση από τις εξωτερικές εισροές καθώς είναι πιο κοντά στη φύση (Lampkin, 1999).

Στα βιολογικά συστήματα καλλιεργειών το υψηλό κόστος παραγωγής και η μειωμένη απόδοση είναι προβλήματα που χρήζουν αντιμετώπισης. Έτσι περιορίζοντας στο ελάχιστο ή αποφεύγοντας εξ' ολοκλήρου τη χρήση συνθετικών χημικών εισροών, χρησιμοποιώντας μηχανικές διεργασίες και φυσικά υλικά δύναται να ενισχυθεί η παραγωγικότητα του εδάφους, να διαχειρισθεί η παρουσία εχθρών και ασθενειών και να μειωθεί η ένταση αυτών των προβλημάτων. Αν και τα οργανικά λιπάσματα σε σύγκριση με τα χημικά λιπάσματα έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και είναι βραδείας αποδέσμευσης, εν τούτοις είναι εξίσου αποτελεσματικά με τα χημικά λιπάσματα για μεγαλύτερες περιόδους χρήσης. (Naguib,2011)

Η βιολογική γεωργία όπως προαναφέρθηκε και με βάσει τους στόχους και τις αρχές της, δίνει ιδιαίτερη σημασία στη γονιμότητα του εδάφους και στα μέσα ή της μεθόδους με τα οποία μπορεί να τη διατηρήσει και να την βελτιώσει., δεν είναι απλώς μια πρακτική διαχείρισης της φυτικής παραγωγής. Αξιοποιώντας τις επιστημονικές γνώσεις και συνδυάζοντας το έδαφος, το φυτό και τους πόρους παραγωγής, σε ένα σύστημα δυναμικής ισορροπίας, προάγει την αειφόρο ανάπτυξη της αγροτικής παραγωγής.

Η διαχείριση της γονιμότητας του εδάφους στα συστήματα βιολογικής γεωργίας σχετίζεται με τη μικτή κτηνοτροφία, τις χλωρές λιπάνσεις με ψυχανθή, την εφαρμογή προγραμμάτων αμειψισποράς, τις εισροές οργανικών υλών και τη χρήση λιπασμάτων δυσδιάλυτων στο έδαφος (Stockdale et al., 2001).

Στα οργανικά υλικά που προστίθενται στο έδαφος για την αύξηση της γονιμότητας, ιδιαίτερα σε εδάφη με χαμηλά επίπεδα οργανικής ουσίας (<1%), συγκαταλέγονται και τα διάφορα είδη κομπόστ εκτός από την καλά χωνεμένη κοπριά.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν καταδείξει τα ευεργετικά αποτελέσματα από τη χρήση κομπόστ και εκχυλισμάτων κομπόστ για την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών, τον περιορισμό των ασθενειών που μεταδίδονται από το έδαφος και τη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. (Gladis Zinati, 2017.) Εδάφη εμπλουτισμένα με κομπόστ περιέχουν πλήθος μικροσκοπικών διόδων αέρα και πόρων που βοηθούν στον αερισμό, τη συγκράτηση της υγρασίας και των θρεπτικών συστατικών.

Η ενσωμάτωση του κομπόστ στο έδαφος, ενισχύει την συσσωμάτωση των τεμαχιδίων προσφέροντας καλή δομή, αυξάνοντας τη γονιμότητα και ενισχύοντας την αντίσταση στην διάβρωση. (Guanghui Yu, et al. 2016).

Το κομπόστ είναι οργανικό υλικό που προκύπτει από την αερόβια ζύμωση φυτικών ή/και υπολειμμάτων ζωικής προέλευσης. Στην παρασκευή του μπορεί να συμμετέχουν και άλλα

υλικά, όπως σκόνες πετρωμάτων, στάχτες, φύκια, παλιό κομπόστ κ.α. για χρήση ως βελτιωτικό εδάφους και ανόργανο λίπασμα.

Είναι υλικό με ευεργετικά αποτελέσματα και χρησιμοποιείται ως μέσο βελτίωσης των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και εφοδιασμού των φυτών με θρεπτικά στοιχεία ενώ ταυτόχρονα ενισχύει τη βιοποικιλότητα των μικροοργανισμών του εδάφους. Συνήθως περιέχει λιγότερο από 2% (w/w) αζώτου, φωσφόρου και καλίου, μύκητες, βακτήρια, γαιοσκώληκες και σκαθάρια κοπριάς.

Κατά την κομποστοποίηση ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται ώστε το κομπόστ που θα ληφθεί να είναι ένα υλικό πλήρως ωριμασμένο και σταθεροποιημένο που θα εφοδιάζει το φυτό με όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά.

Ένα ξεχωριστό οργανικό υλικό που έχει υπερβεί τις συνθήκες ωρίμανσης (μεθωρίμανση) του κοινού φυτικού κομπόστ και εμφανίζει υφή χρώματος με σταθερή δομή και σύνθεση είναι το βιοκυκλικό χουμόχωμα. Η οργανική ουσία του αποτελείται από χούμους. Λειτουργεί ως εδαφοβελτιωτικό υλικό, ως πηγή θρεπτικών στοιχείων ενώ κατά την ενσωμάτωσή του στο έδαφος ο άνθρακας που περιέχει δεσμεύεται στην οργανική ουσία του εδάφους, αποτελώντας πλέον κύριο δομικό στοιχείο της. Δεν περιέχει υδατοδιαλυτά θρεπτικά στοιχεία έτσι δεν εκπλύνονται από το νερό της βροχής ή της άρδευσης και δεν επιβαρύνεται ο υδροφόρος ορίζοντας. Η ικανότητα δέσμευσης του άνθρακα της ατμόσφαιρας από το βιοκυκλικό κομπόστ περιορίζει την κλιματική αλλαγή. Για την παρασκευή του χρησιμοποιούνται φυτικά υπολείμματα της εκμετάλλευσης, υπολείμματα από την επεξεργασία αγροτικών προϊόντων ή βιοκαυσίμων. (Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας Έκδοση 31.03.2019 rev 149)

Τα ψυχανθή είναι το φυτικό είδος που κατέχει πρωταρχικό ρόλο στα συστήματα βιολογικής γεωργίας, είτε ως φυτά χλωρής λίπανσης είτε ως φυτά κάλυψης καλλιεργειών. Η καλλιέργειά τους περιορίζει ή και μηδενίζει την απαίτηση προσθήκης λίπανσης με άζωτο φτάνει βέβαια να αζωτοδεσμεύουν (Μπιλάλης et al., 2006).

Η αζωτοδέσμευση από τη μια καλύπτει τις ανάγκες σε άζωτο και από την άλλη εμπλουτίζει το έδαφος με αυτό το στοιχείο μειώνοντας ή και περιορίζοντας την εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης. Με τη χλωρή λίπανση και την ενσωμάτωση των φυτών στο έδαφος εξασφαλίζεται ο ανεφοδιασμός με άζωτο της καλλιέργειας που έπεται.

1.3.3 Βιοκυκλικό Πρότυπο –Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας

Η συμβατική γεωργία ως μέθοδος παραγωγής ακολουθεί ένα ανοικτό σύστημα όπου η χρήση των φυσικών πόρων γίνεται με τέτοιο τρόπο που δεν διασφαλίζεται η διαρκής και απεριόριστη

διαθεσιμότητά τους και στο μέλλον. Μια διαφορετική θεώρηση προβάλλει η βιοκυκλική ιδέα σκοπός της οποίας είναι «η διατήρηση ή η αποκατάσταση των υγιών κύκλων ζωής». Η ενασχόληση με τη βιολογική γεωργία βάσει της βιοκυκλικής ιδέας απαιτεί η ανθρώπινη συμπεριφορά να βρίσκεται σε αρμονία με τους νόμους της φύσης.

Το Βιοκυκλικό Πρότυπο δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις βιοκυκλικές αρχές τονίζει τη σημασία που έχει η διατήρηση ή η αποκατάσταση των υγιών κύκλων ζωής σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης ύπαρξης. Ο άνθρωπος αλληλεπιδρά με τον περιβάλλοντα «κόσμο» του (ζώα, φυτά, περιβάλλον) τον επηρεάζει και επηρεάζεται από αυτόν. Παράλληλα η διατήρηση και αποκατάσταση της φυσικής γονιμότητας του εδάφους μέσω της δυνατότητας αυτοθεραπείας του ίδιου του γεωργικού οικοσυστήματος, αποτελεί εγγύηση για μια αειφόρο γεωργική παραγωγή. Τονίζονται ιδιαίτερα οι θετικές αλληλεπιδράσεις που μπορεί να έχει μια βιολογική καλλιέργεια με το περιβάλλον οικοσύστημά της.

Το πρότυπο είναι εναρμονισμένο με τις συνθήκες της μεσογειακής γεωργίας.

Σύμφωνα με αυτό η κομποστοποίηση αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα για τη διατήρηση και τη συνεχή βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους και κατ' επέκταση της θρέψης των φυτών, ενώ τονίζεται η χρήση του ώριμου κομποστ -χουμοχώματος-, ενός πλήρως ωριμασμένου υλικού που δύναται να εφοδιάζει τα φυτά με όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Κατά τη βιοκυκλική ιδέα, στον κύκλο θρέψης είναι δυνατόν να ενσωματωθούν τα υλικά που προέρχονται από την ίδια την καλλιέργεια αλλά και τα υπολείμματα από την οικολογική βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων ακόμα και τα φύκη τα οποία με συστηματική κομποστοποίηση καταλήγουν στην παραγωγή χουμοχώματος.

Μια εναλλακτική μορφή βιολογικής γεωργίας που συνδέει τις αρχές της βιολογικής γεωργίας με τις βασικές αρχές της φυτοφαγίας αποτελεί η φυτοπονία, (Visak, 2007), όρος που περιγράφει στα ελληνικά το μοντέλο αυτό ενώ στην αγγλική γλώσσα περιγράφεται ως Vegan Organic. Πρόκειται για την παραγωγή βιολογικών προϊόντων χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών (κοπριά, υποπροϊόντα σφαγίων κ.α). Βασικές κατευθύνσεις της Βιοκυκλικής Φυτοπονίας αποτελούν η βελτίωση της βιοποικιλότητας και η ενίσχυση των μικροοργανισμών του εδάφους, το «κλείσιμο» του κύκλου της οργανικής ουσίας και η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητάς της στο έδαφος με τη μορφή χούμου.

Οι οδηγίες εφαρμογής της φυτοπονίας που εκδόθηκαν το 2004 στην Αγγλία, αποτέλεσαν ένα πρότυπο το Stockfree-Organic Standard, για το οποίο υπάρχει δυνατότητα πιστοποίησης ήδη από το 2014. Το 2016 το Βιοκυκλικό Πρότυπο εναρμονίστηκε με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας απαλλαγμένης από ζωικές εισροές έτσι προχώρησε η έκδοση του πρώτου αναγνωρισμένου προτύπου από την IFOAM για τη βιολογική γεωργία χωρίς ζωικές εισροές.

Το Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας αποτελεί το πρώτο αναγνωρισμένο από την IFOAM πρότυπο για τη βιολογική γεωργία χωρίς κτηνοτροφία και χωρίς εισροές ζωικής προέλευσης. Η αποδοχή εφαρμογής των προδιαγραφών του Προτύπου Βιοκυκλικής Φυτοπονίας είναι ολοκληρωτική για όλες τις δραστηριότητες μιας γεωργικής εκμετάλλευσης και δεν χωρούν εξαιρέσεις.

Τα Βιοκυκλικά Πρότυπα όμως είχαν αναπτυχθεί από την δεκαετία 1950 από τον Adolf Hoops (1932-1999), έναν πρωτοπόρο της βιολογικής γεωργίας στη Βόρεια Γερμανία.

Ο Adolf Hoops διαφοροποιήθηκε ως προς την επικρατούσα τότε άποψη των βιοκαλλιεργητών ότι « η αειφορία της γονιμότητας του εδάφους επιτυγχάνεται μόνο μέσω της κτηνοτροφίας και της χρήσης ζωικής κοπριάς. Εκείνος επικεντρώθηκε στη χρησιμοποίηση αμιγώς φυτικού κομπόστ σε μορφή εδαφικού χούμου, ενισχύοντάς το με χρήση αυτοφυών και φαρμακευτικών φυτών για τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους.

1.4. Αλατότητα και Γεωργία

1.4.1 Γενικά στοιχεία

Τα φυτά σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους επηρεάζονται και επηρεάζονται από το περιβάλλον τους. Η επίδραση που δέχονται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντός τους οδηγούν σε σημαντική μείωση στην παραγωγικότητά τους ενώ σε ακραίες συνθήκες υπάρχει κίνδυνος και για την επιβίωσή τους. Στους κυριότερους βιοτικούς παράγοντες καταπόνησης που προσβάλουν τα φυτά, ανήκουν οι διάφοροι εχθροί και οι ασθένειες ενώ στους αβιοτικούς αναφέρονται η υψηλή αλατότητα, η ξηρασία, οι ακραίες θερμοκρασίες, η αυξημένη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων, η υπερϊώδης ακτινοβολία και το όζον. Από αυτούς τους παράγοντες ο πιο επιδραστικός όσον αφορά τη μείωση της παραγωγικότητας των φυτών είναι η αλατότητα. Πρόκειται για τη δεύτερη πιο σημαντική αιτία υποβάθμισης της γης μετά τη διάβρωση του εδάφους, και προκάλεσε την παρακμή σε αγροτικές κοινωνίες εδώ και 10.000 χρόνια.

Σε παγκόσμιο επίπεδο καθημερινά λόγω αλατότητας εδαφών περίπου 2000 εκτάρια καλλιεργήσιμης γης τίθενται εκτός παραγωγής. Περίπου, το 7% της συνολικής έκτασης του πλανήτη, το 20% της καλλιεργούμενης έκτασης και σχεδόν το μισό της αρδευόμενης επηρεάζεται από την αλατότητα. (Nawaz Khalid et al. 2010)

Η αλάτωση μπορεί να προκαλέσει μείωση της απόδοσης σε ποσοστό 10-25% για πολλές καλλιέργειες, να οδηγήσει σε συνολική καταστροφή της καλλιέργειας αλλά ακόμη και ερημοποίηση ολόκληρων περιοχών (Shahid S. et al., 2018).

Η αλατότητα του εδάφους δεν είναι στατική κατάσταση που περιορίζεται ή εντοπίζεται σε συγκεκριμένες περιοχές είναι έντονα δυναμική που εξαπλώνεται σε περισσότερες από 100 χώρες παγκοσμίως.

Μελλοντικά το πρόβλημα αλατότητας των εδαφών προβλέπεται να εξελίσσεται επιδεινούμενο. Λόγω της επερχόμενης κλιματικής μεταβολής με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας ,τις αρνητικές επιπτώσεις στις παράκτιες περιοχές και την αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να ενταθεί ο ρυθμός εξάτμισης με συνέπεια την επέκταση της αλάτωσης. (Shahid S. et al., 2018)

Η αλατότητα επιδρά και μειώνει την παραγωγικότητα των φυτών κυρίως σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές όπου σημειώνονται περιορισμένες βροχοπτώσεις οι οποίες δεν επαρκούν για την έκπλυση των αλάτων, επικρατεί έντονη εξατμισοδιαπνοή και υψηλές θερμοκρασίες ενώ συνήθως είναι διαθέσιμο κακής ποιότητας νερό άρδευσης και συναντώνται φτωχά εδάφη.

(A.D. de Azevedo Neto et al, 2006)

1.4.2 Τύποι αλατότητας και αίτια εμφάνισης

Η αλατότητα του εδάφους αναφέρεται στη συγκέντρωση όλων των υδατοδιαλυτών αλάτων στην περιοχή της ριζόσφαιρας των φυτών. Τα κυριότερα διαλυτά μεταλλικά άλατα είναι τα κατιόντα: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , κάλιο K^+ και τα ανιόντα: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} και NO_3^- .

Σε περιπτώσεις υψηλής αλατότητας το διάλυμα του εδάφους μπορεί να περιέχει βόριο (B), λίθιο (Li), πυρίτιο (Si), φθόριο (F), μολυβδαίνιο (Mo), μαγγάνιο (Mn), βάριο (Ba), αλουμίνιο (Al), κάποια από τα οποία μπορεί να είναι τοξικά για τα φυτά και τα ζώα. (Shabbir A. et al., 2018).

Η αλατότητα συνήθως εκφράζεται ως ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) σε dS / m , ένα δείκτη ποιότητας που αναφέρεται στην παρουσία των ολικών διαλυτών στερεών. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας τόσο μεγαλύτερη είναι και η περιεκτικότητα σε άλατα του εδάφους. Ένας ακόμα δείκτης ποιότητας σχετικός με την αλατότητα είναι ο λόγος προσρόφησης νατρίου (SAR) δηλ. η αναλογία κατιόντων Na^+ προς το άθροισμα των ιόντων Ca^{2+} και Mg^{2+} .

Όσο υψηλότερη είναι η τιμή της αναλογίας αυτής τόσο υψηλότερο είναι το SAR. Νερό άρδευσης με υψηλή τιμή SAR και χαμηλή τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας πιθανόν να παρουσιάζει προβλήματα διήθησης και περατότητας στο έδαφος.

Επίσης δυνητικά προκαλείται διάσπαση των εδαφικών συσσωματωμάτων, μείωση πλήθους μεγάλων πόρων του εδάφους με αποτέλεσμα κακό αερισμό και κακή στράγγιση κυρίως στην περιοχή του ριζοστρώματος, με σοβαρές αρνητικές συνέπειες στην αλατότητα του εδάφους. (Π. Κουκουλάκης, ΑΡ. Παπαδόπουλος, 2007, Αλεξανδρής Σ.).

Ένα έδαφος χαρακτηρίζεται αλατούχο όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους (EC) είναι μεγαλύτερη από 4 dS/m.

Πίνακας 1: Ταξινόμηση αλατούχων εδαφών κατά Brandy N.C , 2002

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	EC (dS/ m)	PH	SAR	ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
ΑΛΑΤΟΥΧΑ	> 4,0	< 8,5	< 13,0	ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ
ΑΛΑΤΟΥΧΑ-NΑΤΡΙΩΜΕΝΑ	> 4,0	< 8,5	> 13,0	ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ
NΑΤΡΙΩΜΕΝΑ	< 4,0	> 8,5	> 13,0	ΦΤΩΧΕΣ

Η αλατότητα διακρίνεται σε πρωτογενή ή φυσική και σε δευτερογενή ή ανθρωπογενή.

Στην πρωτογενή αλατότητα τα άλατα προέρχονται από την αποσάθρωση πετρωμάτων ή μητρικού υλικού λόγω της επίδρασης φυσικών φαινομένων (άνεμος, βροχή). Μετά την αποσάθρωση τα υλικά αυτά ως υδατοδιαλυτά εισχωρούν στον υδροφόρο ορίζοντα, μεταφέρονται με το νερό άρδευσης και τέλος συσσωρεύονται στο έδαφος. ή στα επιφανειακά ύδατα. Στην φυσική αλατότητα συγκαταλέγονται και τα άλατα που μεταφέρονται με τη βοήθεια του ανέμου από τους ωκεανούς και στη συνέχεια καταλήγουν στο έδαφος με τη βροχή. Η δευτερογενής (ανθρωπογενής) εμφανίζεται κυρίως στις αρδευόμενες περιοχές, με την εφαρμογή ακατάλληλων καλλιεργητικών τεχνικών που οδηγούν στη συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος. Κάποιες αναφέρονται παρακάτω:

- χρήση κακής ποιότητας νερού άρδευσης που περιέχει μεγάλη ποσότητα αλάτων,
- υπερβολική υπόγεια άντληση και αυξημένη χρήση νερού άρδευση (συνεχείς αυξανόμενες ανάγκες για άρδευση των καλλιεργειών απαιτούν όλο και μεγαλύτερες ποσότητες νερού) έχουν σαν επακόλουθο τη διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτια εδάφη καθώς και στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα
- ύπαρξη κακών συνθηκών αποστράγγισης του εδάφους (παρουσία αδιαπέραστων στρωμάτων) με αποτέλεσμα η υπόγεια στάθμη να βρίσκεται υψηλά και το αλατούχο υπόγειο νερό να ανυψώνεται στην περιοχή της ριζόσφαιρας αυξάνοντας τη συγκέντρωση των αλάτων.

- υπερβολική χρήση λιπασμάτων και προσθήκη υλικών για ρύθμιση της οξύτητας του εδάφους (ασβέστης και γύψος) (Shabbir A. et al, 2019, Θεριός, 1996).

Πολλές φορές παρατηρώντας τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και διακρίνοντας κάποια σημάδια καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως πιθανόν να βρισκόμαστε μπροστά σε ένα αλατούχο έδαφος. Τέτοια σημάδια είναι:

- Τμήματα εδάφους με μορφή κηλίδων γυμνά από βλάστηση.
- Καθυστερημένο/μειωμένο φύτευμα φυτών.
- Φυτά με ισχνή ή ανομοιόμορφη ανάπτυξη.
- Μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών σε σχέση με την αναμενόμενη.
- Ζημιές στα φύλλα, ξήρανση που μπορεί να φτάσει ως τη νέκρωση.
- Αλατούχες κηλίδες λευκού χρώματος στο έδαφος.
- Ανεπαρκής στράγγιση του εδάφους.
- Παρουσία επιφανειακής κρούστας γκριζου χρώματος λόγω διασποράς της οργανικής ουσίας του εδάφους (νατριωμένο έδαφος). (<http://79.129.78.202/>)

Τα αλατούχα εδάφη συναντώνται κυρίως σε περιοχές κοντά στη θάλασσα ,στα Δέλτα των ποταμών, στα χαμηλά σημεία του τοπογραφικού αναγλύφου, σε περιοχές όπου τα εδάφη έχουν μικρή υδατοπερατότητα, στις αρδευόμενες περιοχές, όπου επικρατούν συνήθως ξηροθερμικές συνθήκες, λόγω της χρήσης νερού άρδευσης κακής ποιότητας, της συνεκτικότητας του εδάφους και της παρουσίας του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα σε μικρό βάθος.

Σε περιοχές όπου επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες με χαμηλό ύψος βροχόπτωσης και έντονη εξατμισοδιαπνοή η βροχόπτωση δεν επαρκεί για να εκπλυθούν τα άλατα από το έδαφος έτσι αυτά παραμένουν και προκαλούν αλάτωση.(Π. Κουκουλάκης, ΑΡ. Παπαδόπουλος, 2007)

1.4.3 Επιπτώσεις στο έδαφος και στα φυτά

Η αλατότητα του εδάφους επιδρά δυσμενώς στα φυτά που αναπτύσσονται σε αυτό αλλά και στο ίδιο το έδαφος. Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων επηρεάζει αρνητικά τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους, επιδρά στο ωσμωτικό δυναμικό του εδαφικού διαλύματος και διαταράσσει την ιοντική και ορμονική ισορροπία του φυτού λόγω υψηλής συγκέντρωσης ιόντων Na^+ και ιόντων Cl^- . Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους υποβαθμίζονται και δημιουργούνται πολλά προβλήματα όταν υπάρχει υψηλή συγκέντρωση ιόντων Na^+ .

Καταστρέφονται τα συσσωματώματα του εδάφους, χάνεται η συνεκτικότητά του, μειώνεται η περατότητα και η διηθητικότητά του, μειώνεται η κινητικότητα του αέρα και δημιουργείται

αδιαπέρατη στρώση ενώ το υψηλό PH επιδρά δυσμενώς στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων (Κουκουλάκης, Παπαδόπουλος 2007).

Η αύξηση της ωσμωτικής πίεσης του εδαφοδιαλύματος, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης αλάτων, παρεμποδίζει τα φυτά να προσλάβουν νερό και θρεπτικά στοιχεία από το εδαφοδιάλυμα, αδυνατούν να καλύψουν τις ανάγκες τους, επομένως μειώνεται ο ρυθμός ανάπτυξής τους (Dadkhah and Griffiths, 2006, Mehrafarin A., et al., 2011).

Εν ολίγοις το ωσμωτικό δυναμικό των φυτών μειώνεται σε μεγάλο βαθμό, ώστε οι ρίζες τους δυσκολεύονται να προσλάβουν νερό από το εδαφικό διάλυμα, έτσι τα φυτά οδηγούνται στη μάρανση (Μήτσιος, 2001). Η ανεπάρκεια νερού στη ριζική ζώνη είναι παρόμοια με αυτή που προκαλείται από την ξηρασία. (Taylor, et. l, 1982).

Ταυτόχρονα η αύξηση της ωσμωτικής πίεσης του εδαφοδιαλύματος επιφέρει διαφοροποίηση στις μεταβολικές λειτουργίες του φυτού που προσομοιάζουν με εκείνες που προκαλούνται από την υδατική καταπόνηση σε συνθήκες ξηρασίας (Hasegawa et. al, 2000, Munns 2002).

Η παρουσία αλάτων στο έδαφος μειώνει το ρυθμό φωτοσύνθεσης αναστέλλει την πρωτεϊνοσύνθεση, διαταράσσει το μεταβολισμό ενέργειας και λιπιδίων στα φυτά με δυσμενείς συνέπειες για την ανάπτυξή τους. (Jafari et al., 2009)

Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων σχετίζεται και με την εμφάνιση τοξικότητας στα φυτά. Υψηλή συγκέντρωση ιόντων χλωρίου και νατρίου δρουν τοξικά, ιδιαίτερα τα ιόντα νατρίου τα οποία είναι ανταγωνιστικά στην πρόσληψη ιόντων καλίου.

Όταν η συγκέντρωση των αλάτων ανέρχεται σε τοξικά επίπεδα τα παλαιότερα φύλλα, τα διαπνέοντα, οδηγούνται σε πρόωρη γήρανση μειώνεται έτσι το ποσοστό των ικανών για φωτοσύνθεση φύλλων με αποτέλεσμα το φυτό είναι αδύνατον να διατηρήσει το ρυθμό ανάπτυξής του. (Munns 2002).

Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι αρνητικές επιπτώσεις της αύξησης της αλατότητας του εδάφους στο σύνολο ενός αγροσυστήματος:

- Απώλεια βιοποικιλότητας και διαταραχή του οικοσυστήματος
- Μείωση των αποδόσεων των καλλιεργειών
- Εγκατάλειψη ή ερημοποίηση παλαιότερα παραγωγικών αγροτικών εκτάσεων
- Αύξηση του αριθμού απωλεσθέντων φυτών
- Αυξημένος κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους λόγω απώλειας βλάστησης
- Μόλυνση του πόσιμου νερού
- Περιορισμένη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους λόγω της αύξησης του αλατούχου νερού (Shabbir A. et al., 2018)

Παρόλα αυτά τα άλατα όπως προαναφέρθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν θετικές επιπτώσεις για τα φυτά. Η παρουσία ελαφρά αυξημένης συγκέντρωσης αλάτων επηρεάζουν θετικά την ανάπτυξη και τη σύνθεση των φυτών, ενισχύουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών, ενώ μπορεί να βελτιώνουν και την ποιότητα των προϊόντων. Έτσι, ελαφρά αυξημένη τιμή για την αγωγιμότητα του εδάφους αυξάνει τις αποδόσεις του βαμβακιού (Κουκουλάκης Π., Παπαδόπουλος Αρ., 2007).

1.4.4. Ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα

Η ανθεκτικότητα των φυτών στα άλατα εξαρτάται από παραμέτρους που σχετίζονται με το ίδιο το φυτό αλλά και με παράγοντες πέρα από το φυτό. Τέτοιες παράμετροι είναι το είδος και η ποικιλία, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, το χρονικό διάστημα όπου το φυτό παραμένει στο αλατούχο περιβάλλον, (Del Amor et al, 1999,2001) η συγκέντρωση και το είδος των αλάτων που απαντώνται στο έδαφος, οι συνθήκες ανάπτυξης του φυτού. (Ahmad et al., 2013, Bueno et al., 2017)

Η ανθεκτικότητα στα άλατα ενός φυτικού είδους έχει σχέση με το κατά πόσο το είδος αυτό αναπτύσσεται ικανοποιητικά (ικανότητα επιβίωσης) και αποδίδει σχετικά σε συνθήκες περίσσειας αλάτων στο μέσο ανάπτυξής του, σε σύγκριση με την καλλιέργειά του σε κανονικές συνθήκες. Υπάρχει μία οριακή τιμή για την αλατότητα που ανέχεται κάθε φυτικό είδος, που όταν αυτή ξεπεραστεί οι αποδόσεις των φυτών αρχίζουν να μειώνονται. (Κουκουλάκης Π., Παπαδόπουλος Αρ., 2007). Έχουν δε την ικανότητα να αναπτύσσουν μηχανισμούς αντοχής στην αλατότητα. Τέτοιοι μηχανισμοί είναι: η αποφυγή ιόντων Na⁺ στο έλασμα του φύλλου, η ανθεκτικότητα των φυτικών ιστών σε μεγάλες συγκεντρώσεις Na⁺ ή και Cl⁻ και η περιορισμένη αντίδραση στην ωσμωτική καταπόνηση. (Munns και Tester, 2008)

1.5 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση της λίπανσης σε σχέση με τον παράγοντα αλατότητα, στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, των αγρονομικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους και των αποδόσεων της Τριγωνέλλας. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν τα αποτελέσματα της εφαρμογής ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης διαφορετικών τύπων (βιοκυκλικό λίπασμα (BHS), κομπόστ, κοπριά) στην επιφάνεια, στη διάμετρο, στο μήκος, τον όγκο του ριζικού συστήματος της τριγωνέλλας, στο ύψος φυτού, στον αριθμό λοβών, στον αριθμό σπόρων ανά λοβό, στο βάρος 1000 σπόρων και στην απόδοση σε σπόρο του φυτού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχή διεξαγωγής του πειράματος



Εικόνα 5: Δορυφορική εικόνα του πειραματικού αγρού (Πηγή: Google Maps)

Το συγκεκριμένο πείραμα διεξήχθη στον Πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, ο οποίος δέχεται βιολογική διαχείριση από το 1995.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του αγρού είναι Γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 42' 6,98''$ E και Γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 59' 1,47''$ N. Το υψόμετρο όπου βρίσκεται είναι 170 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Καλλιεργήθηκε τριγωνέλλα και συγκεκριμένα το είδος *Trigonella foenum-graecum*, με εφαρμογή ανόργανης και οργανικής λίπανσης (διαφορετικά είδη οργανικών λιπασμάτων).

Στο πείραμα συμπεριλήφθηκαν και τεμάχια όπου δεν εφαρμόστηκε λίπανση (μάρτυρας).

Το ανόργανο λίπασμα περιείχε NPK και το οργανικό περιλάμβανε τρεις διαφορετικούς τύπους. Βιοκυκλικό κομπόστ (BHS), χωνεμένη αιγοπρόβεια κοπριά και οργανικό κομπόστ από φυτικά υπολείμματα γεωργικών εκμεταλλεύσεων πλήρως κομποστοποιημένα.

Η σπορά της τριγωνέλλας έγινε στις 04-11-2020 και η συγκομιδή στις 18-05-2021.

2.2 Φυτικό υλικό

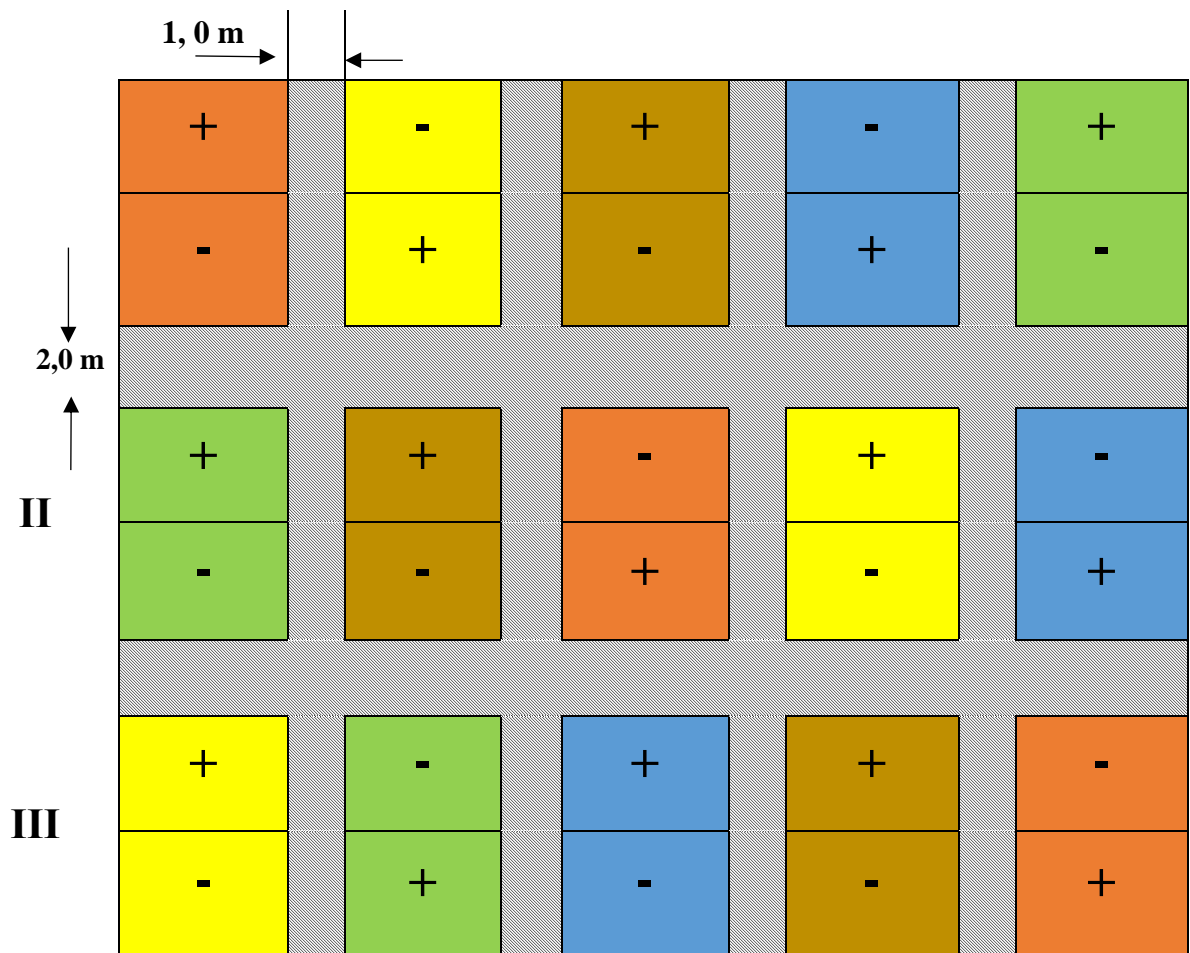
Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν σπόρος του είδους *Trigonella foenum-graecum* από το Γεωπονικό Κέντρο Αθηνών.

2.3 Πειραματικό Σχέδιο

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος εφαρμόστηκε το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (Split-Plot Design). με 3 επαναλήψεις(ομάδες), δύο κύρια τεμάχια και πέντε υποτεμάχια. Τα κύρια τεμάχια (main plots) ήταν η αυξημένη αλατότητα (S) και η μη αλατότητα (US) (προσθήκη ή μη προσθήκη NaCl), και τα πέντε υποτεμάχια (sub-plots) περιλάμβαναν, τις επεμβάσεις λίπανσης, το μάρτυρα, επέμβαση με ανόργανη λίπανση, με βιοκυκλικό κομπόστ (BHS), με κοπριά και με κομπόστ. Κάθε ομάδα αποτελούνταν από πέντε πειραματικά τεμάχια με τυχαία διάταξη ως προς την παράμετρο λίπανση.

Καθένα από τα τεμάχια είχε χωριστεί σε δύο υποτεμάχια με βάση την προσθήκη ή μη NaCl.

Η συνολική έκταση του πειραματικού αγρού συμπεριλαμβανομένων των διαδρόμων ήταν 264,0 m² και περιλάμβανε τα 15 πειραματικά τεμάχια (plots). Κάθε τεμάχιο είχε έκταση 10 m² (4 m * 2,5 m) και περιείχε 7 γραμμές. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 35 cm και μεταξύ των φυτών επί της γραμμής 20 cm. Μεταξύ των τεμαχίων υπήρχε διάδρομος πλάτους 1,0 m που το χώριζε από το γειτονικό στην ίδια επανάληψη και διάδρομος 2,0 m ανάμεσα στις επαναλήψεις ώστε να διευκολύνονται οι καλλιεργητικές εργασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος



Διάγραμμα 1: Πειραματικό σχέδιο

ΜΑΡΤΥΡΑΣ (CO)	
NPK	
ΚΟΜΠΟΣΤ	
ΒΙΟΚΥΚΛΙΚΟ ΚΟΜΠΟΣΤ (BHS)	
ΚΟΠΡΙΑ	
-	Μη προσθήκη NaCl
+	Προσθήκη NaCl

2. 4 Εδαφοκλιματικές συνθήκες αγρού

2.4.1 Εδαφολογική ανάλυση

Στον πειραματικό αγρό έγινε μία δειγματοληψία εδάφους και διενεργήθηκε ανάλυση εδάφους προκειμένου να προσδιορισθούν τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά του. Συγκεκριμένα ελήφθησαν από τις δύο διαγώνιες του τεμαχίου σε τέσσερα τυχαία σημεία και από βάθος 0-30 cm δείγματα εδάφους τα οποία στη συνέχεια αναμίχθηκαν ώστε να σχηματιστεί ένα ενιαίο δείγμα. Από το συγκεκριμένο δείγμα ποσότητα εδάφους 1 Kgr περίπου τοποθετήθηκε σε πλαστική σακούλα όπου επικολλήθηκε ετικέτα με τα απαραίτητα στοιχεία του αγρού για την ταυτοποίηση του δείγματος στο εργαστήριο. Στο εργαστήριο το δείγμα δέχθηκε την αναγκαία επεξεργασία (αεροζήρανση, λιωτρίβηση, κοσκίνισμα) πριν τη διενέργεια των αναλύσεων προσδιορισμού.

Τα χαρακτηριστικά του εδάφους μετά την ανάλυση περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 2: Αποτελέσματα Εδαφολογικής ανάλυσης πειραματικού αγρού του Εργαστηρίου Γεωργίας ΓΠΑ.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΘΕΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΕΤΡΗΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
Βάθος δειγματοληψίας (cm)	0-30cm	
Υγρασία (H ₂ O%)	5,3	
Υδατοκορεσμός (%)	57,30	
Ηλ. Αγωγιμότητα πολτού (mS/cm)	0,791	
PH	7,45	Ελαφρώς αλκαλικό
Οργανική Ουσία	2,25%	Μέτριας περιεκτικότητα
CaCO ₃	15,95%	Μαργώδες
P(Olsen)	9,95ppm	Πτωχό
NO ₃ -	104,3ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
Na+	110ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
Κοκκομετρική σύσταση	Αργίλλος 30,5%	Αργιλλοπηλώδες (CL)
	Ίλύς 36,5%	
	Άμμος 36,6 %	

2.4.2 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος έγινε παρακολούθηση των μετεωρολογικών δεδομένων για κάθε μήνα. Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων είναι σημαντική καθώς από τα στοιχεία αυτά αντλούμε πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές συνθήκες όπου θα αναπτυχθούν τα φυτά.

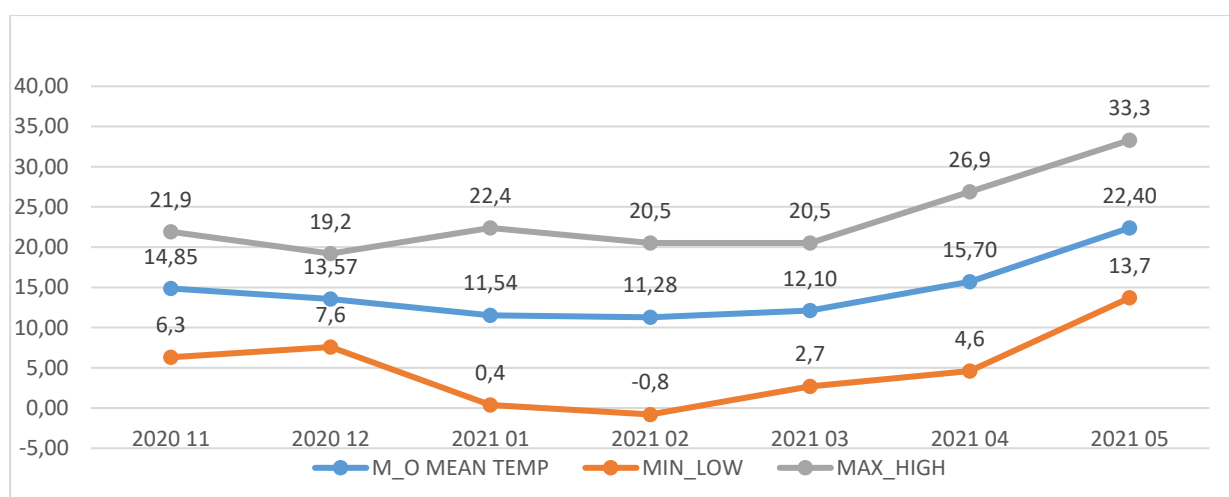
Τα δεδομένα διατέθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην περιοχή Γκάζι (γεωγρ. πλάτος 37 - 58' Β, γεωγραφικό μήκος 23 - 42' Α) για τους μήνες Νοέμβριο 2020 έως Μάιο 2021 και αφορούν σε τιμές μέσης θερμοκρασίας μηνός, μέση μέγιστη θερμοκρασία μηνός, μέση ελάχιστη θερμοκρασία μηνός, συνολικό ύψος βροχής σε mm για κάθε μήνα.

Πίνακας 3: Μετεωρολογικά δεδομένα μηνών Νοεμβρίου 2020 – Μαΐου 2021 (Πηγή: www.meteo.gr).

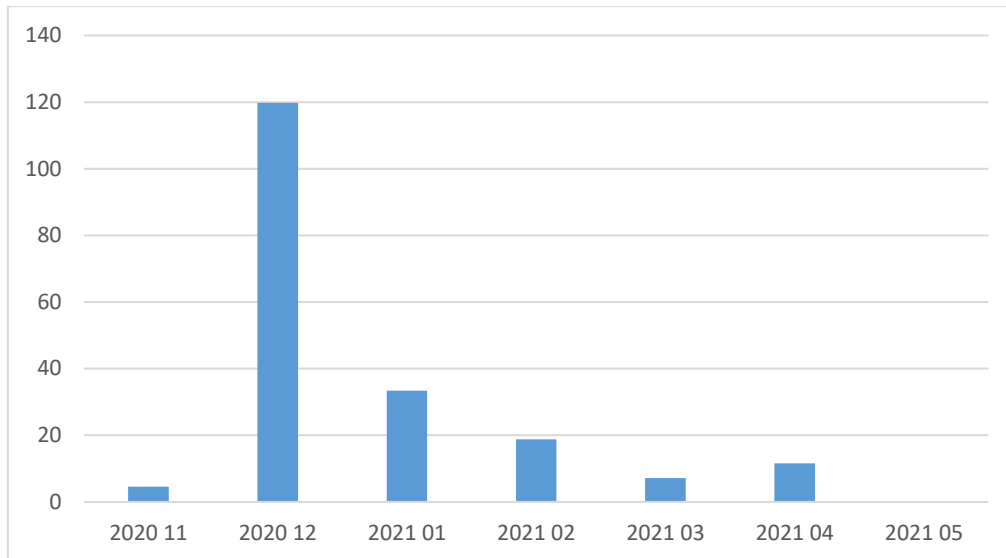
Μήνας	Μέση θερμοκρασία αέρα σε °C	Μέση Ελάχιστη θερμοκρασία αέρα σε °C	Μέση Μεγίστη θερμοκρασία αέρα σε °C	Συνολικό ύψος βροχής σε mm
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2020	14,85	6,3	21,9	4,6
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020	13,57	7,6	19,2	119,8
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2021	11,54	0,4	22,4	33,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021	11,28	-0,8	20,5	18,8
ΜΑΡΤΙΟΣ 2021	12,10	2,7	20,5	7,2
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2021	15,70	4,6	26,9	11,6
ΜΑΙΟΣ 2021	22,40	13,7	33,3	0

Το συνολικό ύψος βροχής για όλη την καλλιεργητική περίοδο ήταν 195,4 mm.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνονται οι τιμές των μετεωρολογικών δεδομένων την περίοδο μελέτης.



Διάγραμμα 2: Διακύμανση θερμοκρασίας (Μέγιστη-Μέση-Ελάχιστη) κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).



Διάγραμμα 3: Απεικόνιση του ύψους της συνολικής μηνιαίας βροχόπτωσης την περίοδο μελέτης (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).

2.5 Εγκατάσταση Πειραματικού Αγρού

Στις 04-11-2020 πραγματοποιήθηκε η σπορά του πειραματικού αγρού.

Η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 180 gr. για όλο τον πειραματικό αγρό που αντιστοιχεί σε 12Kgr /ha. Το βάθος σποράς ήταν 2 cm.

Πριν τη σπορά της τριγωνέλλας πραγματοποιήθηκε κατεργασία του αγρού με πέρασμα σκαριφήρα για αναμόχλευση του εδάφους χωρίς αναστροφή και βάθος εργασίας περίπου 20 cm. Με το χειρισμό αυτό επιδιώκεται η ανανέωση του πορώδους του εδάφους.

Ακολούθησε η χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου.

Κατόπιν χαράχθηκαν με γραμμοχαράκτη ακριβώς στην περιοχή της αρχικής χάραξης του αγρού, τα επιμέρους τεμάχια (15) (που διαιρέθηκαν σε δύο υποτεμάχια S και US) ώστε να ακολουθήσει η λίπανση και κατόπιν η σπορά.

Σε κάθε τεμάχιο χαράχθηκαν 7 γραμμές. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 35cm. Κάθε τεμάχιο είχε διαστάσεις 2,5m ×4 m. Μετά την ολοκλήρωση της χάραξης ακολούθησε η διασπορά των λιπασμάτων. Η διαδικασία λίπανσης έγινε χειρωνακτικά.

Για το ανόργανο λίπασμα η ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 125 gr/ m² και αντιστοιχεί σε 1,25 tn/ ha. Για το βιοκυκλικό κομπόστ προστέθηκαν 480 gr/ m² που αντιστοιχεί σε 4,80 tn/ ha. Για την κοπριά προστέθηκαν 526 gr/ m² που αντιστοιχεί 5,26 tn/ ha, και για το κομπόστ 250 gr/ m² που αντιστοιχεί 2,50 tn/ ha.



Εικόνα 6: Πειραματικός αγρός 19-02-2021



Εικόνα 7: Πειραματικός αγρός 03-03-2021

Στη συνέχεια έγινε κατεργασία με δισκοσβάρνα σε βάθος 10 cm περίπου για ενσωμάτωση λιπασμάτων, τυχόν φυτικών υπολειμμάτων και ισοπέδωσης της επιφάνειας του αγρού. Στο στάδιο αυτό σχηματίστηκε η κατάλληλη σποροκλίνη για να δεχθεί τους σπόρους του φυτού.

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

Ανόργανο λίπασμα: NPK με περιεκτικότητα σε N 23%, (Νιτρικό 10%, Αμμωνιακό 13%)

P₂O₅: 6,9 %, K₂O: 9,6 %

Κομπόστ: οργανικό κομπόστ από φυτικά υπολείμματα γεωργικών εκμεταλλεύσεων πλήρως κομποστοποιημένα

Κοπριά: Αιγοπρόβεια χωνεμένη

Βιοκυκλικό κομπόστ (BHS): ώριμο κομπόστ που έχει υποστεί περαιτέρω μεθωρίμανση αποτελούμενο από 30% πυρήνα ελιάς, 10% ώριμο χουμόχωμα, 50% φύλλα ελιάς, 10% στέμφυλα.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν εφαρμόστηκε κάποια μηχανική κατεργασία εδάφους. Δεν εγκαταστάθηκε κάποιο σύστημα άρδευσης, ούτε έγινε με οποιονδήποτε τρόπο πότισμα. Οι ανάγκες σε νερό των φυτών καλύφθηκαν από τις βροχοπτώσεις. Δεν προστέθηκε κάποιο λίπασμα επιπλέον παρά μόνο ότι ενσωματώθηκε κατά την προετοιμασία εγκατάστασης της καλλιέργειας. Τριάντα πέντε μέρες από τη σπορά έγινε διαχείριση ζιζανίων μεταξύ των γραμμών σποράς με βοτάνισμα. Μεταξύ των φυτών η απόσταση ήταν πολύ μικρή και δεν έγινε κάποια διαχείριση. Κατά διαστήματα απομακρυνόταν με το χέρι η ανεπιθύμητη βλάστηση μεταξύ των γραμμών φύτευσης.

Δεν σημειώθηκαν αξιοσημείωτες προσβολές από εχθρούς και ασθένειες οπότε δε χρειάστηκε να γίνει κάποια επέμβαση στην καλλιέργεια.

2.6 Μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τη μελέτη της ανάπτυξης της ρίζας, των αγρονομικών χαρακτηριστικών και των αποδόσεων της τριγωνέλλας.

Ρίζα: Έγιναν τρεις μετρήσεις. Η πρώτη στις 04-03-2021 από βάθος 10- 15cm. Ακολούθησε δεύτερη στις 08-04-2021 από βάθος 30cm- 35cm και τρίτη στις 16-04-2021 επίσης από βάθος 30cm- 35cm. Σε κάθε μέτρηση λήφθηκε ένα φυτό από κάθε υποτεμάχιο.

Η δειγματοληψία των φυτών ήταν από τυχαία σημεία των υποτεμαχίων όσο το δυνατόν χωρίς ζιζάνια, το σημείο λήψης ήταν επί της γραμμής και στη θέση που βρισκόταν το φυτό αφού προηγουμένως αφαιρέθηκε το υπέργειο τμήμα του.

Η διαδικασία δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια και για τις τρεις μετρήσεις.

Με ειδικό δειγματολήπτη αφαιρέθηκε από συγκεκριμένο βάθος σε κάθε μέτρηση, συγκεκριμένος όγκος εδάφους μαζί με τμήμα της ρίζας του φυτού. Κατόπιν καθένα από τα δείγματα (έδαφος και ρίζα) τοποθετήθηκαν σε πλαστικό σακουλάκι και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου προστέθηκε νερό ώστε να καλυφθεί όλος ο όγκος του δείγματος.

Στη συνέχεια προστέθηκαν 15 gr πολυμεταφωσφορικού Na (10% κ.β.), προκειμένου να επιτευχθεί διασπορά και διαχωρισμός των ριζών από το έδαφος. Καθένα από τα πλαστικά σακουλάκια σφραγίστηκε καλά, ανακινήθηκε και τοποθετήθηκε σε σκιά για 72 ώρες περίπου. Μετά το διάστημα αυτό με τη βοήθεια ψιλού κόσκινου διαμέτρου οπών 2 mm συλλέγουμε τις αποκολλημένες ρίζες της τριγωνέλλας. Ξεπλύθηκαν σχολαστικά οι ρίζες με νερό εντός του κόσκινου ώστε να απομακρυνθεί κάθε εδαφικό τεμαχίδιο από αυτές και στη συνέχεια καθαρές απλώθηκαν σε διηθητικό χαρτί για να στεγνώσουν. Αφού στέγνωσαν έγινε η χρώση τους με σινική μελάνη ώστε να αποκτήσουν σκούρο ομοιόμορφο χρώμα σε όλο το μήκος τους.

Ακολούθως οι ρίζες κάθε δείγματος απλώθηκαν στην επιφάνεια του σαρωτή (Scanner), σαρώθηκαν κατά τη μέγιστη δυνατή ανάλυση εικόνας σε μαύρο άσπρο (Black and White). Δημιουργήθηκε ένα αρχείο το οποίο αποθηκεύτηκε με μορφή *.tif η οποία είναι αναγνώσιμη από το πρόγραμμα υπολογισμού. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν η επιφάνεια, η διάμετρος, το μήκος, και ο όγκος της ρίζας.

Ύψος φυτών: Η μέτρηση του ύψους των φυτών της Τριγωνέλλας πραγματοποιήθηκε σε 2 τυχαία φυτά του κάθε υποτεμαχίου. Έγιναν συνολικά 3 μετρήσεις. Μέτρηση από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το κορυφαίο μερίστωμα.

Πλάγιοι βλαστοί: Από κάθε υποτεμάχιο επιλέχθηκαν τυχαία δύο φυτά προς μέτρηση των πλάγιων βλαστών τους.

Λοβοί ανά φυτό: Όταν ξεκίνησε η διαδικασία ωρίμανσης άρχισε η μέτρηση των λοβών της τριγωνέλλας. Επιλέχθηκαν τυχαία 2 φυτά από κάθε υποτεμάχιο και έγινε καταμέτρηση λοβών. Συνολικά έγιναν 3 μετρήσεις.

Σπόροι ανά λοβό: Στα φυτά που καταμετρήθηκαν οι λοβοί έγινε και μέτρηση των σπόρων ανά λοβό.

Βάρος 1000 σπόρων: Μετά τη συγκομιδή της τριγωνέλλας και τη λήψη του καρπού μετρήθηκαν 1000 σπόροι και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας.

Απόδοση σε σπόρο: μετρήθηκε το βάρος των σπόρων φυτών από έκταση 1 m² υποτεμαχίου και έγινε αναγωγή στο 1 ha.

2.7 Στατιστική Ανάλυση

Έγινε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων του πειράματος εφαρμόζοντας ανάλυση διασποράς ANOVA κατά δύο παράγοντες (two-way ANOVA).

Η στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του προγράμματος Sigma Plot.

Για τις συγκρίσεις των τιμών των μέσων όρων εφαρμόστηκε η δοκιμασία πολλαπλής σύγκρισης κατά ζεύγη (Tukey's test). Οι διαφορές στις τιμές των μέσων όρων των χαρακτηριστικών της ρίζας εκτιμήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p < 0,05$).

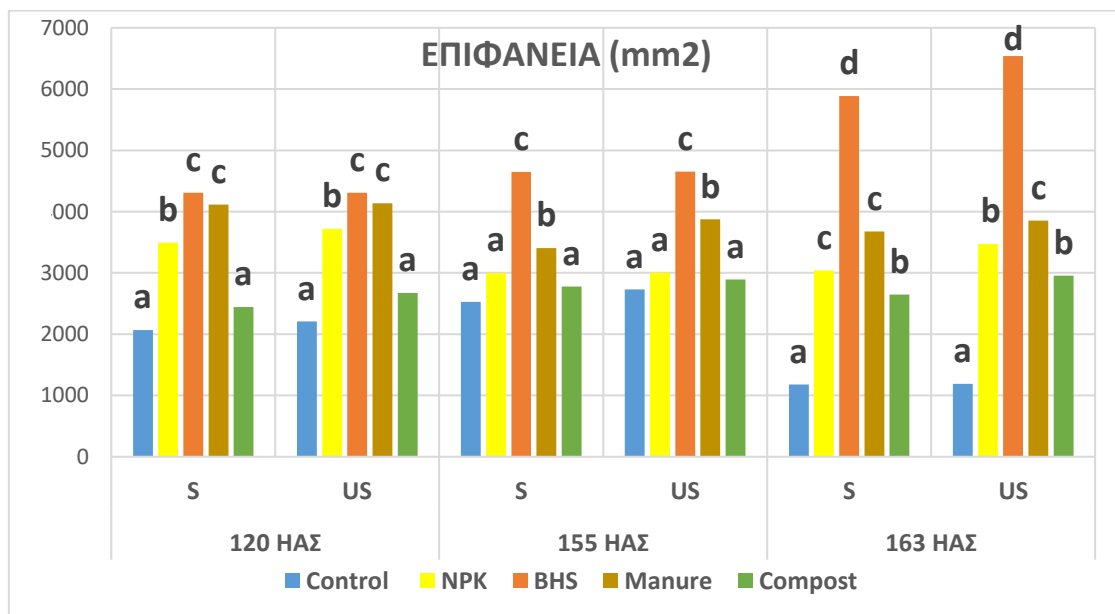
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Αποτελέσματα

Στη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις στην καλλιέργεια της τριγωνέλλας. Η πρώτη έγινε 120 ημέρες μετά τη σπορά, η δεύτερη 155 και η Τρίτη 163 ημέρες μετά τη σπορά. Αναλύθηκε η επίδραση της λίπανσης –ανόργανης και οργανικής- σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας (προσθήκη NaCl) και μη αλατότητας (μη προσθήκη NaCl) στα χαρακτηριστικά της ρίζας και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους του φυτού. Συγκεκριμένα στην επιφάνεια, στη διάμετρο, στο μήκος, τον όγκο του ριζικού συστήματος της τριγωνέλλας, στο ύψος φυτού, στον αριθμός λοβών, στον αριθμό σπόρων ανά λοβό, στο βάρος 1000 σπόρων και στην απόδοση σε σπόρο του φυτού.

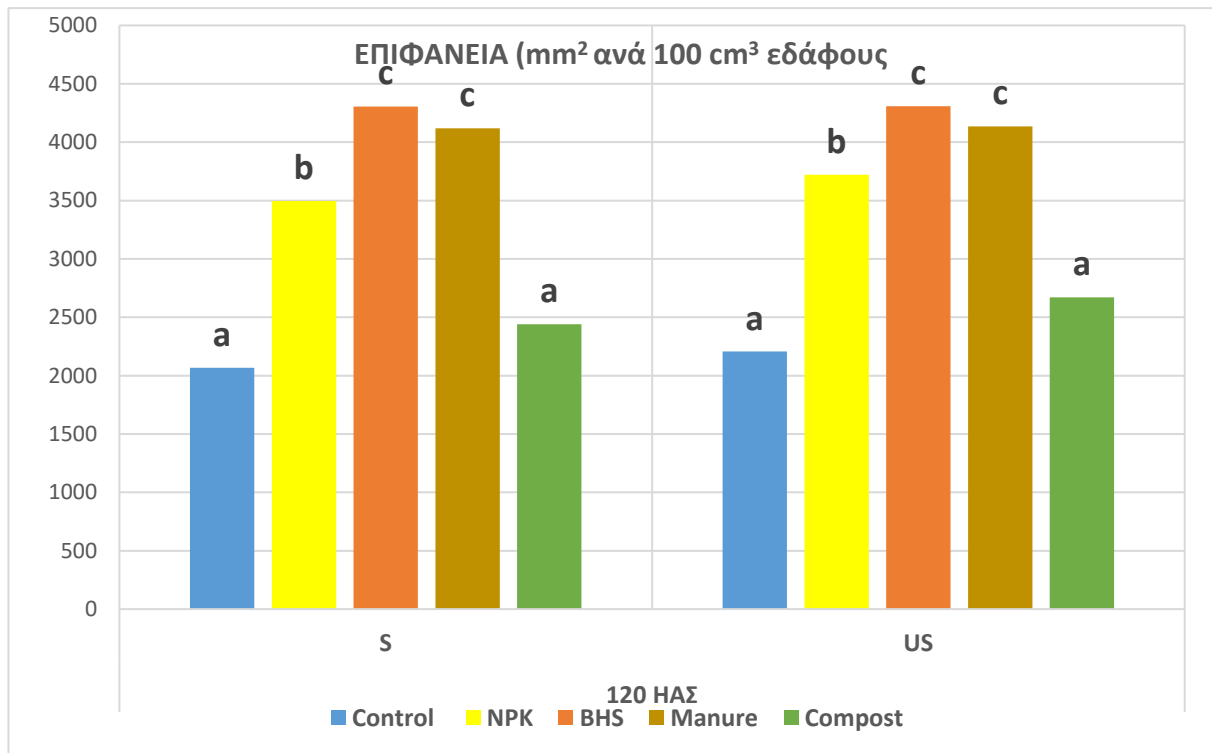
3.1 Επιφάνεια Ρίζας (Sample Area)

Στο διάγραμμα 3.1. αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της επίδρασης της λίπανσης σε αυξημένη αλατότητα και μη για την επιφάνεια της ρίζας της τριγωνέλλας για τις τρεις πειραματικές μετρήσεις που διεξήχθησαν.



Διάγραμμα 3.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκινκικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για τις 120η, 155η, 163η ΗΑΣ.

1η μέτρηση 120^η ΗΑΣ (Sample Area)



Διάγραμμα 3.1.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για 120^η ΗΑΣ

Από τα αποτελέσματα που αφορούν στην 1η μέτρηση (120^η ΗΑΣ) όπως αποτυπώνονται στον στο διάγραμμα 3.1.1 παρατηρούνται τα εξής:

Για τα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα στην 120^η ΗΑΣ η τιμή της επιφάνειας της ρίζας στις συνθήκες αλατότητας (2067,8 mm²) δεν διαφέρει σημαντικά στατιστικά από την τιμή στις συνθήκες μη αλατότητας (2206,5 mm²). Ομοίως για την ανόργανη και την οργανική λίπανση οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται δεν διαφοροποιούνται σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας.

Η ανόργανη λίπανση επιδρά σχεδόν όμοια τόσο σε συνθήκες αλατότητας όσο και μη αλατότητας (3495,0 mm² και 3720,4 mm²).

Αλλά και οι διάφοροι τύποι οργανικής λίπανσης δε διαφέρουν ως προς την επίδρασή τους στην τιμή της επιφάνειας ρίζας όταν εφαρμόζονται σε συνθήκες αλατότητας ή μη αλατότητας. Επομένως η επιφάνεια της ρίζας δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα αλλά από την λίπανση μόνο.

Η μεγαλύτερη τιμή της επιφάνειας της ρίζας εμφανίζεται στο τεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικού κομπόστ και για αυξημένη και μη αυξημένη αλατότητα (αντίστοιχα 4306,1 mm² και 4307,35 mm²).

Η μικρότερη τιμή για την επιφάνεια της ρίζας εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα για προσθήκη NaCl (2067,80 mm²) όσο και για μη προσθήκη (2206,50 mm²).

Σχεδόν την ίδια επίδραση με το βιοκυκλικό κομπόστ παρουσιάζει η διαχείριση με κοπριά στα τεμάχια όπου υπήρχε αυξημένη αλατότητα (4306,10 mm² και 4117,40 mm² αντίστοιχα) αλλά και σε αυτά που δεν υπήρχε (4307,35 mm² και 4135,20 mm²). Ανάλογη επίδραση στην τιμή της επιφάνειας της ρίζας έχουν το κομπόστ και ο μάρτυρας για συνθήκες αυξημένης αλατότητας (2441,6 mm² και 2067,80 mm² αντίστοιχα) και για μη αυξημένη αλατότητα (2670,8 και 2206,50 mm²).

Η μεγαλύτερη διαφορά στην τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής παρατηρείται ανάμεσα στο μάρτυρα και το βιοκυκλικό κομπόστ.

Πίνακας 3.1.A: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Επιφάνεια ρίζας (SAMPLE AREA) 120η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	37497,25	37497,25	ns	ns
Λίπανση	4	7370893	1842723	307,766	***
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	23949,69	5987,424		
Σύνολο	9	7432340	825815,6		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας

MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns:όχι σημαντικό
ns για P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 1^{ης} μέτρησης (120 ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.1.A επαληθεύονται τα προηγούμενα.

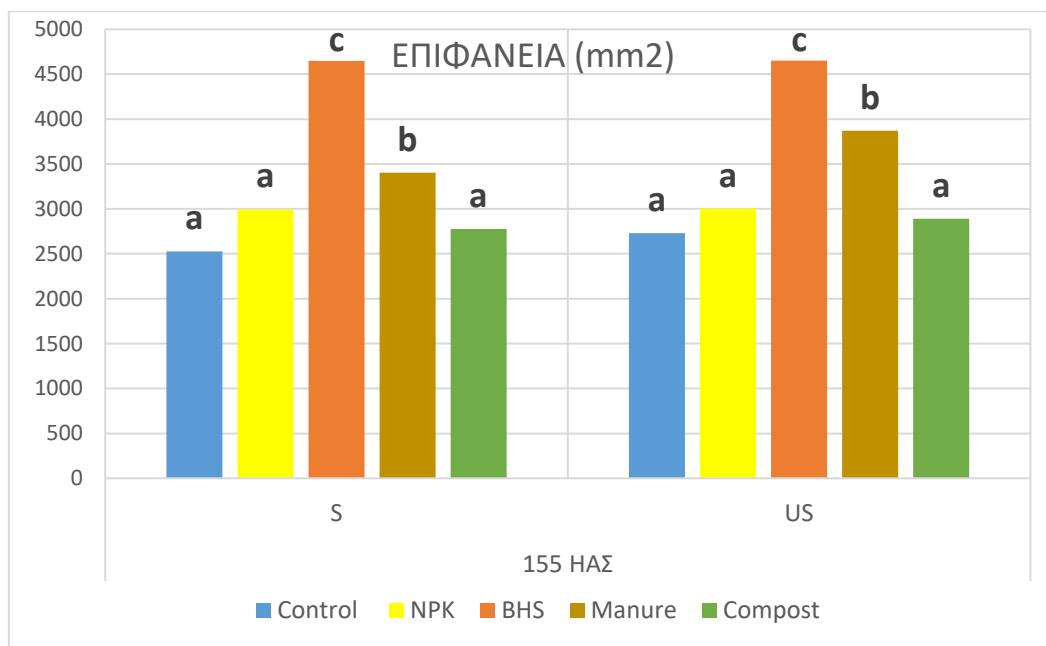
Από τα στοιχεία του πίνακα 3.1.A η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας» είναι 0,067 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι <0,001 και

μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Επομένως για την 120η ΗΑΣ η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στη μέτρηση της επιφάνειας της ρίζας ενώ η παράμετρος «λίπανση» επέδρασε.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας».

2η μέτρηση 155η ΗΑΣ (Sample Area)



Διάγραμμα 3.1.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για 155η ΗΑΣ

Σχετικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στη 2η μέτρηση (155η ΗΑΣ) εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.1.2 παρατηρείται ότι για τα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα στην 155η ΗΑΣ και στις δύο συνθήκες αλατότητας οι τιμές της επιφάνειας της ρίζας δεν διαφέρουν σημαντικά στατιστικά (2526,9 mm² και 2728,9 mm²). Αντίστοιχα για την ανόργανη και την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται (επιφάνεια ρίζας) δεν διαφοροποιούνται σημαντικά σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας. Η επίδραση δηλ. για την ανόργανη λίπανση είναι ίδια τόσο σε συνθήκες αλατότητας όσο και μη αλατότητας. Όμοια επιδρά και το βιοκυκλικό κομπόστ, στην τιμή της επιφάνειας ρίζας τόσο σε αλατότητα όσο και σε συνθήκες μη αλατότητας. Η ίδια επίδραση παρατηρείται για τη χρήση κομπόστ στις δύο συνθήκες αλατότητας. Στην περίπτωση της

κοπριάς ίδια επίδραση παρατηρείται σε συνθήκες αλατότητας (3405,00 mm²) και μη αλατότητας (3872,20 mm²). Η επιφάνεια της ρίζας στην 155η ΗΑΣ δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα αλλά από την λίπανση.

Στο τεμάχιο του μάρτυρα τόσο για προσθήκη NaCl όσο και για μη προσθήκη η επιφάνεια της ρίζας είχε την μικρότερη τιμή (2526,9 mm² και 2728,9 mm²).

Η μεγαλύτερη τιμή της επιφάνειας της ρίζας εμφανίζεται στο τεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικού κομπόστ (4646,5 mm² και 4651,6 mm²) ενώ ακολουθούν με φθίνουσα σειρά η διαχείριση με κοπριά (3872,2 και 3405,0) ακολουθεί η ανόργανη λίπανση (3003,9 mm² και 2994,9 mm²) και τέλος το κομπόστ (2892,0 mm² και 2775,7 mm²).

Η μεγαλύτερη διαφορά στην τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής παρατηρείται ανάμεσα στο μάρτυρα (2526,9 mm² και 2728,9 mm²) και το βιοκυκλικό κομπόστ (4646,5 mm² και 4651,6 mm²).

Πίνακας 3.1.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Επιφάνεια ρίζας (SAMPLE AREA) 155η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	63936,02	63936,02	ns	ns
Λίπανση	4	5363160	1340790	74,056	***
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	72420,25	18105,06		
Σύνολο	9	5499517	611057,4		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns:όχι σημαντικό
 ns για P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 2ης μέτρησης (155 ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.1.B επαληθεύονται τα προηγούμενα.

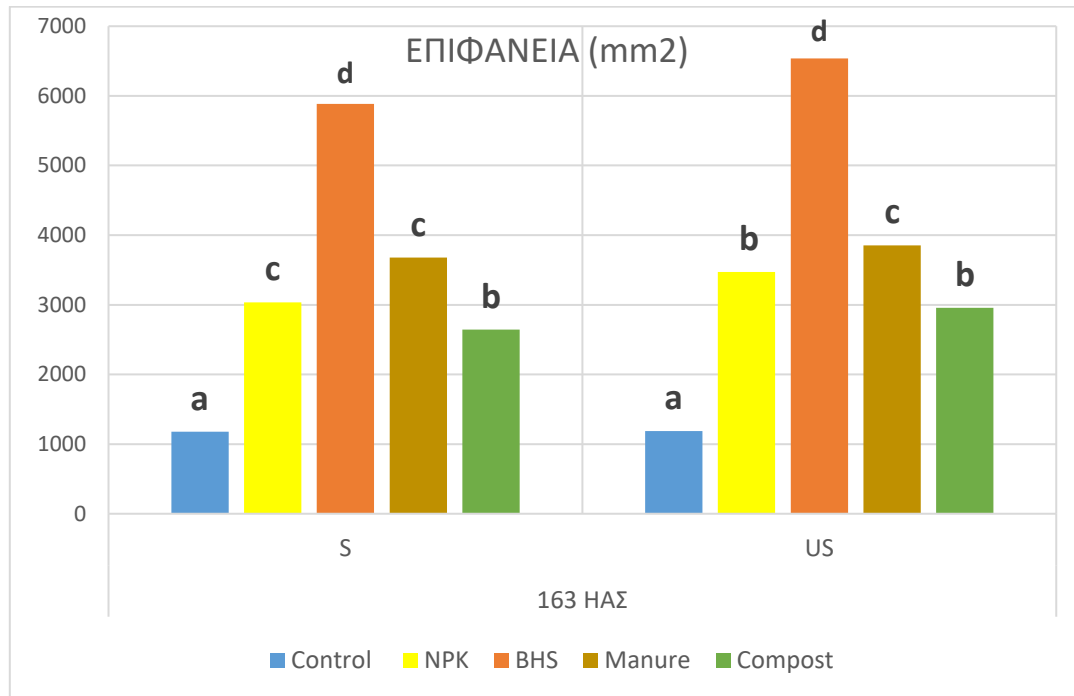
Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.1.B η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας» είναι 0,067 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίθετα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι <0,001 και μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Επομένως για την 155η ΗΑΣ η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στη μέτρηση της επιφάνειας της ρίζας ενώ η παράμετρος «λίπανση» επέδρασε.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας».

3η μέτρηση 163η ΗΑΣ (Sample Area)



Διάγραμμα 3.1.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην επιφάνεια ρίζας για 163η ΗΑΣ

Σχετικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στην 3η μέτρηση (163η ΗΑΣ) εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.1.3. παρατηρείται πως για τα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα στην 163η ΗΑΣ οι τιμές της επιφάνειας της ρίζας δεν διαφέρουν σημαντικά (1177,60 mm² για αλατότητα και 1187,00 mm² για μη αλατότητα). Αντίστοιχα για την ανόργανη λίπανση και την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται (επιφάνεια ρίζας) διαφοροποιούνται ελαφρώς σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας.

Η διαφοροποίηση είναι της τάξης 12%-15% περίπου.

Στο τεμάχιο του μάρτυρα τόσο για προσθήκη NaCl όσο και για μη προσθήκη η επιφάνειας της ρίζας είχε την μικρότερη τιμή (1177,60 mm² και 1187,00 mm²) στην 163η ΗΑΣ.

Η μεγαλύτερη τιμή της επιφάνειας της ρίζας εμφανίζεται στο τεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικού κομπόστ (5886,50 mm² και 6536,50 mm²) ενώ ακολουθούν με φθίνουσα σειρά

η διαχείριση με κοπριά (3677,50 mm² και 3851,80 mm²), η ανόργανη λίπανση (3036,70 mm² και 3470,70 mm²) και τέλος το κομπόστ (2954,90 mm² και 2645,10 mm²).

Η μεγαλύτερη διαφορά στην τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής παρατηρείται ανάμεσα στο μάρτυρα (1177,60 mm² και 1187,00 mm²) και το βιοκυκλικό κομπόστ (5886,50 mm² και 6536,50 mm²).

Γενικά παρατηρείται μεγάλη επίδραση στην τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής «επιφάνεια ρίζας» από τον παράγοντα λίπανση.

Επισημαίνεται η έντονη επίδραση στην τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής «επιφάνεια ρίζας» που έχει η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ όταν έχουμε προσθέσει NaCl και όταν δεν έχουμε προσθέσει NaCl έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων.

Πίνακας 3.1.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Επιφάνεια ρίζας (SAMPLE AREA) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	248850,6	248850,6	8,309	*
Λίπανση	4	26656195	6664049	222,506	***
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	119799,8	29949,96		
Σύνολο	9	27024845	3002761		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας

MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό

ns για P>0.05, * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

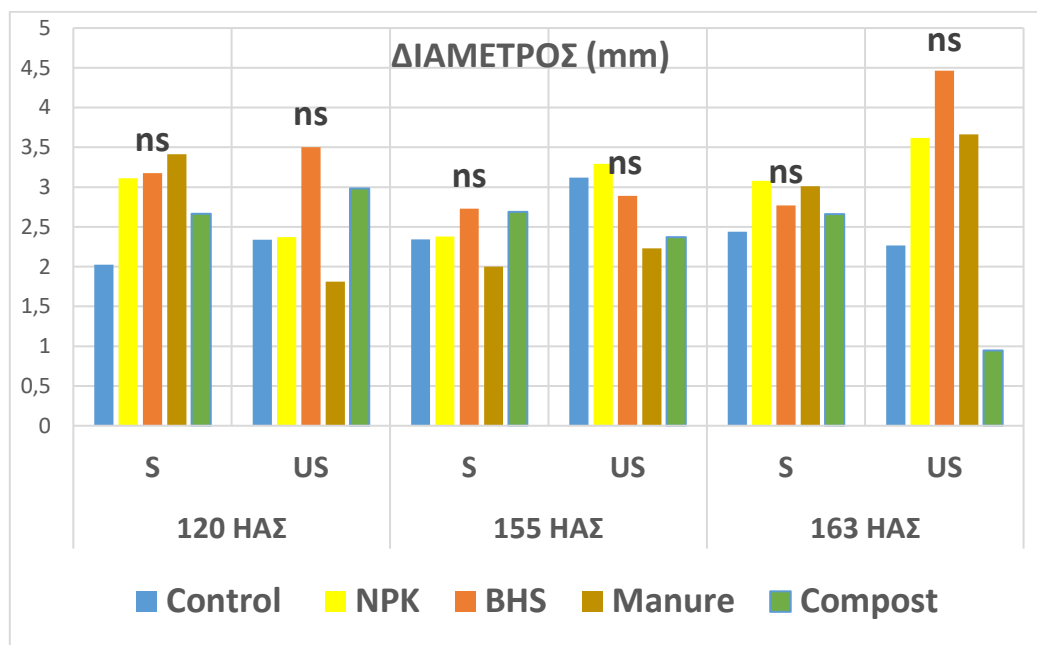
Από τα στοιχεία του πίνακα 3.1.Γ η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας» είναι 0,045 μικρότερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι <0,001 και μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Επομένως για την 163η ΗΑΣ η παράμετρος αλατότητα επέδρασε στη μέτρηση της επιφάνειας της ρίζας όπως και η παράμετρος λίπανση επέδρασε.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Επιφάνεια ρίζας»

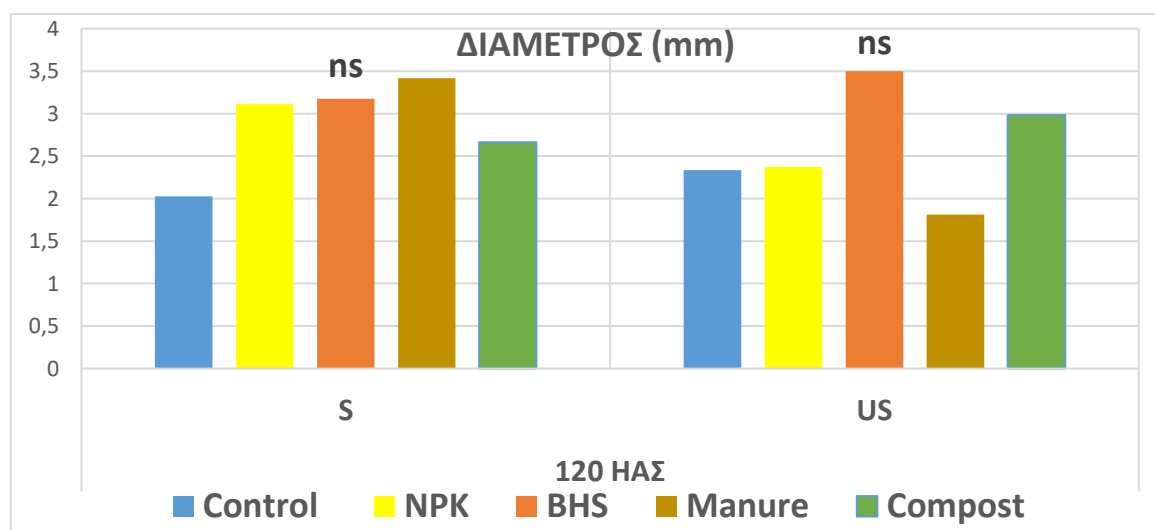
3.2 Διάμετρος Ρίζας (Average Diameter)

Στο διάγραμμα 3.2. αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της επίδρασης της λίπανσης σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας στο μέγεθος της Διαμέτρου της ρίζας της τριγωνέλλας για τις τρεις πειραματικές μετρήσεις που διεξήχθησαν.



Διάγραμμα 3.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκινκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για 120η, 155η, 163η ΗΑΣ.

1η μέτρηση 120^η ΗΑΣ (Average Diameter)



Διάγραμμα 3.2.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκινκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για την 120η ΗΑΣ.

Από τα αποτελέσματα που αφορούν στην 1η μέτρηση (120η ΗΑΣ) για την διάμετρο της ρίζας της τριγωνέλλας και αποτυπώνονται στα στοιχεία του διαγράμματος 3.2.1 παρατηρείται πως στην 120η ΗΑΣ οι τιμές της διαμέτρου της ρίζας στις συνθήκες αυξημένης αλατότητας δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών τύπων λίπανσης.

Η μεγαλύτερη τιμή της διαμέτρου της ρίζας εμφανίζεται στο τεμάχιο με εφαρμογή κοπριάς (3,41mm). Ακολουθούν το βιοκυκλικό κομπόστ (3,17 mm), η ανόργανη λίπανση (3,11mm), το κομπόστ (2,66 mm). Σημειώνεται πως οι τιμές αυτές δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Η μικρότερη τιμή διαμέτρου της ρίζας συναντάται στο τεμάχιο του μάρτυρα (2,03mm).

Η μεγαλύτερη διαφορά στην τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής παρατηρείται ανάμεσα στο μάρτυρα (2,03 mm) και την κοπριά (3,41mm).

Η εικόνα στις συνθήκες μη προσθήκης NaCl έχει ως εξής:

Η μεγαλύτερη τιμή για τη διάμετρο της ρίζας σημειώνεται στο υποτεμάχιο με το βιοκυκλικό κομπόστ (3,50 mm), ακολουθούν το κομπόστ (2,98 mm), η ανόργανη λίπανση (2,37 mm) και η κοπριά με τη μικρότερη τιμή (1,81 mm).

Η διάμετρος της ρίζας δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα ούτε και από την λίπανση για την μέτρηση στην 120 ΗΑΣ. Δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδραση της λίπανσης ούτε στα τεμάχια με προσθήκη NaCl ούτε στα χωρίς προσθήκη.

Πίνακας 3.2.A: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Διάμετρος ρίζας (Average Diameter) 120η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	513,266	513,266	ns	ns
Λίπανση	4	2053,301	513,325	ns	ns
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	2177,916	544,479		
Σύνολο	9	4744,483	527,165		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας

MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό

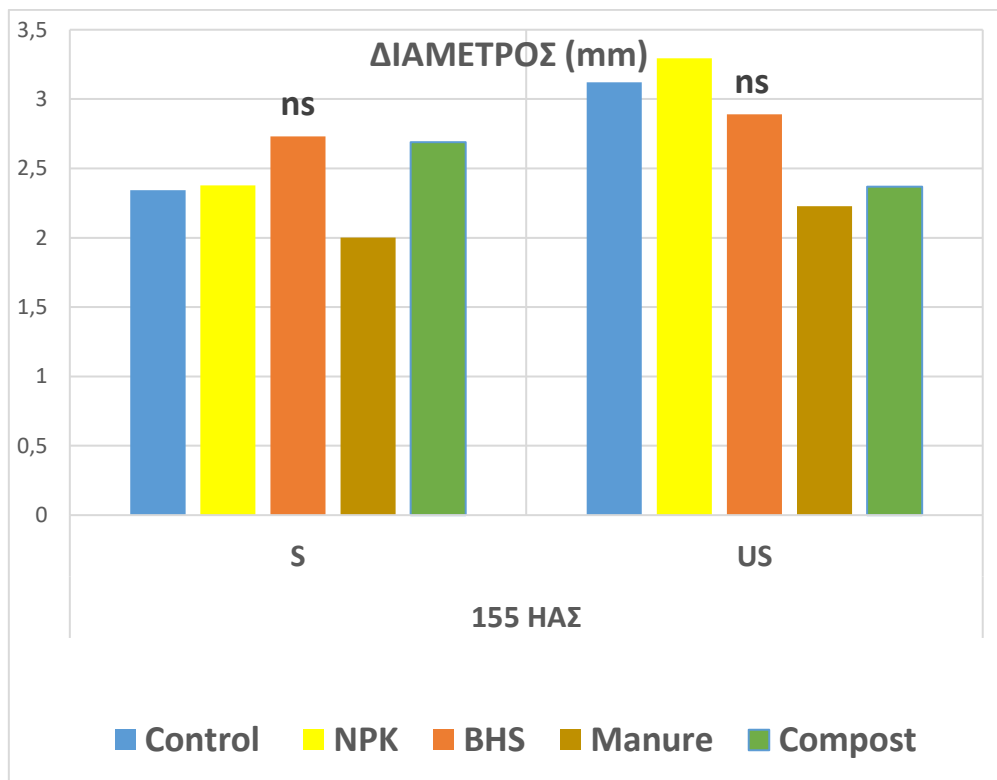
ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 1ης μέτρησης (120η ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.2.A η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας»

είναι 0,387 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Ανάλογα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,522 μεγαλύτερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας».

2η μέτρηση 155η ΗΑΣ (Average Diameter)



Διάγραμμα 3.2.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για 155η ΗΑΣ

Σχετικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στην 2η μέτρηση (155η ΗΑΣ) εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.2.2 παρατηρείται ότι στην 155η ΗΑΣ οι τιμές της διαμέτρου της ρίζας στις συνθήκες αλατότητας δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών τύπων λίπανσης και του μάρτυρα.

Για τη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας» η μεγαλύτερη τιμή σημειώνεται στο υποτεμάχιο της εφαρμογής βιοκυκλικό κομπόστ (2,73 mm) και η μικρότερη τιμή εμφανίζεται στο υποτεμάχιο της εφαρμογής κοπριά (2,00 mm).

Αντίστοιχα στις συνθήκες μη προσθήκης NaCl η μεγαλύτερη τιμή για τη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας» σημειώνεται στο υποτεμάχιο της εφαρμογής ανόργανη λίπανση (3,30 mm) και η μικρότερη τιμή εμφανίζεται στο υποτεμάχιο της εφαρμογής κοπριά (2,23 mm). Αξίζει να αναφερθεί ότι η τιμή της μεταβλητής «Διάμετρος ρίζας» δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές για τους διαφορετικούς τύπους λίπανσης ούτε για το μάρτυρα.

Η διάμετρος της ρίζας δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα ούτε από την λίπανση στην 155η ΗΑΣ. Δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδραση της λίπανσης ούτε στα τεμάχια με προσθήκη NaCl ούτε στα χωρίς προσθήκη.

Πίνακας 3.2.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Διάμετρος ρίζας (Average Diameter) 155η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	0,311	0,311	ns	ns
Λίπανση	4	0,715	0,179	ns	ns
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	0,501	0,125		
Σύνολο	9	1,527	0,170		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

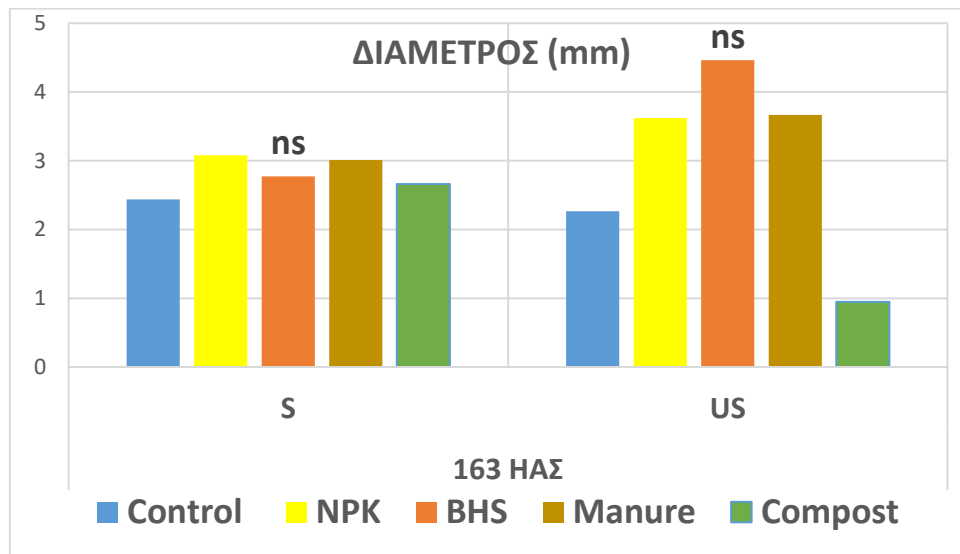
Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 2ης μέτρησης (155 ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.2.B επαληθεύονται τα προηγούμενα.

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.2.B η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας» είναι 0,191 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,370 μεγαλύτερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας».

3η μέτρηση 163^η ΗΑΣ (Average Diameter)



Διάγραμμα 3.2.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στη διάμετρο της ρίζας για 163^η ΗΑΣ

Σχετικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στην 3η μέτρηση (163^η ΗΑΣ) εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.2.3 παρατηρείται ότι στην 163^η ΗΑΣ οι τιμές της διαμέτρου της ρίζας στις συνθήκες αλατότητας δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών τύπων λίπανσης.

Η μικρότερη τιμή της διαμέτρου της ρίζας εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (2,44 mm) αλλά δεν αποκλίνει σημαντικά από την τιμή που δίνει η εφαρμογή με τους άλλους τύπους λιπασμάτων.

Η μεγαλύτερη τιμή σημειώνεται για την εφαρμογή με ανόργανη λίπανση (3,08mm) που είναι σχεδόν ίση με την τιμή για την εφαρμογή με κοπριά (3,01 mm).

Ακολουθούν το Βιοκυκλικό κομπόστ (2,70 mm) και το κομπόστ (2,66 mm).

Η εικόνα στις συνθήκες μη προσθήκης NaCl έχει ως εξής:

Η μικρότερη τιμή της διαμέτρου της ρίζας είναι στο υποτεμάχιο του κομπόστ

(0,95 mm) και αποκλίνει σημαντικά από την τιμή που δίνει η εφαρμογή με τους άλλους τύπους λιπασμάτων.

Η μεγαλύτερη τιμή σημειώνεται για την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (4,46 mm). Η τιμή για την εφαρμογή με ανόργανη λίπανση (3,62 mm) είναι σχεδόν ίση με την τιμή για την εφαρμογή με κοπριά (3,66 mm).

Η μεγαλύτερη διαφορά στην τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής (διάμετρος της ρίζας) στην 163η ΗΑΣ παρατηρείται ανάμεσα στην εφαρμογή για το βιοκυκλικό κομπόστ (4,4635) και στην εφαρμογή για το κομπόστ (0,9482).

Ο μάρτυρας έχει σχεδόν την ίδια επίδραση στην τιμή της διαμέτρου της ρίζας τόσο για την περίπτωση προσθήκης NaCl (2,44mm) όσο και για μη προσθήκη NaCl (2,26 mm).

Δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδραση της λίπανσης ούτε στα τεμάχια με προσθήκη NaCl ούτε στα χωρίς προσθήκη.

Πίνακας 3.2.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Διάμετρος ρίζας(Average Diameter) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	0,1	0,1	ns	ns
Λίπανση	4	4,823	1,206	ns	ns
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	3,17	0,793		
Σύνολο	9	8,093	0,899		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

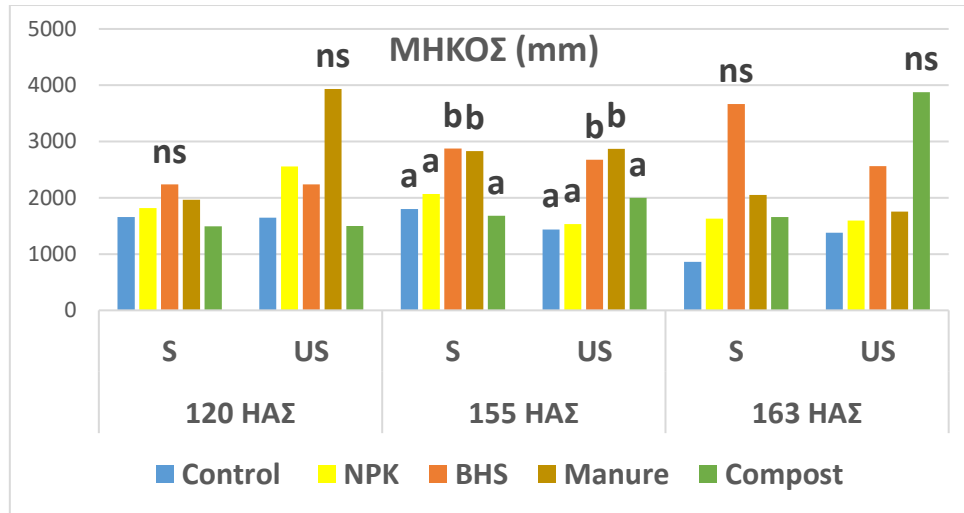
Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 3ης μέτρησης (163η ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.2.Γ έχουμε τα εξής: η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας» είναι 0,740 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,347 μεγαλύτερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Διάμετρος ρίζας».

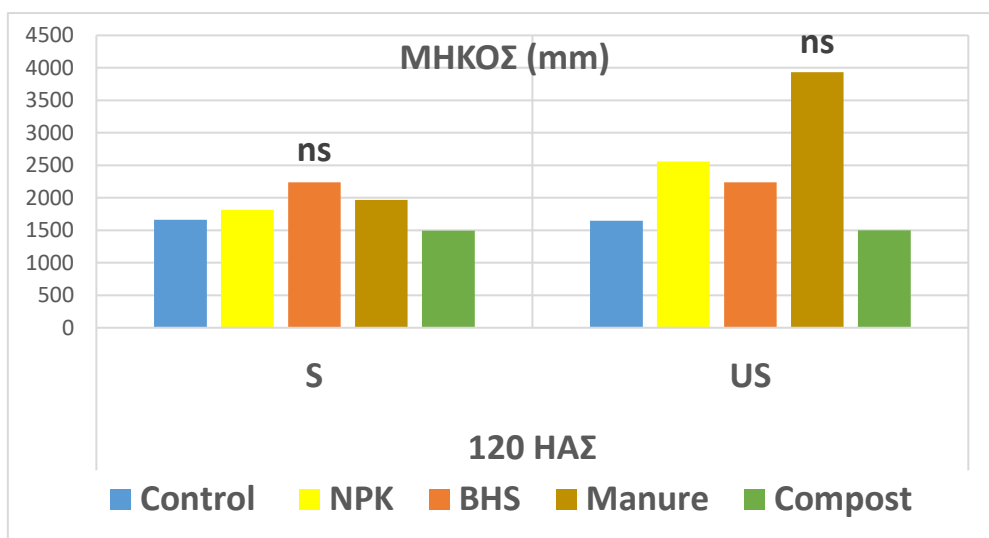
3.3 Μήκος Ρίζας (Length)

Στο διάγραμμα 3.3 αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της επίδρασης της λίπανσης σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας στο μέγεθος του μήκους της ρίζας της τριγωνέλλας για τις τρεις πειραματικές μετρήσεις που διεξήχθησαν.



Διάγραμμα 3.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για τις 120η, 155η, 163η ΗΑΣ.

1η μέτρηση 120^η ΗΑΣ (Length)



Διάγραμμα 3.3.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για την 120η ΗΑΣ.

Από τα αποτελέσματα που αφορούν στην 1η μέτρηση (120^η ΗΑΣ) για το μήκος της ρίζας της τριγωνέλλας και αποτυπώνονται στο διάγραμμα 3.3.1. διαπιστώνονται τα εξής:

Στην 120^η ΗΑΣ οι τιμές του μήκους της ρίζας στις συνθήκες αλατότητας δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών τύπων λίπανσης αλλά και της τιμής που δίνει το υποτεμάχιο του μάρτυρα.

Η μεγαλύτερη τιμή για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» σημειώνεται για την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (2236,10 mm).

Η μικρότερη τιμή για το μήκος ρίζας εντοπίζεται στην εφαρμογή με κομπόστ (1495,50 mm).

Το μήκος της ρίζας για το υποτεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικής λίπανσης δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά με το υποτεμάχιο για την ανόργανη λίπανση (1815,50mm) και την κοπριά (1966,90 mm).

Η εικόνα στις συνθήκες μη προσθήκης NaCl διαμορφώνεται ως εξής: Η μεγαλύτερη τιμή του μήκους της ρίζας σημειώνεται για την εφαρμογή με κοπριά (3932,20 mm) και αποκλίνει σημαντικά (πάνω από 2 φορές) από την τιμή που δίνει η εφαρμογή με τους άλλους τύπους λιπασμάτων αλλά και από την τιμή του υποτεμαχίου του μάρτυρα (1645,50 mm).

Το μήκος της ρίζας για το υποτεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικής λίπανσης (2237,35 mm) δεν διέφερε σημαντικά με την ανόργανη λίπανση (2559,40 mm) .

Η μικρότερη τιμή του μήκους της ρίζας απαντάται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή κομπόστ (1498,80mm).

Δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδραση της λίπανσης ούτε στα τεμάχια με προσθήκη NaCl ούτε στα χωρίς προσθήκη.

Πίνακας 3.3.A: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Μήκος ρίζας (Length) 120^η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	728703	728703	ns	ns
Λίπανση	4	2623032	655757,9	ns	ns
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	1479301	369825,3		
Σύνολο	9	4831036	536781,8		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας

MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό

ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

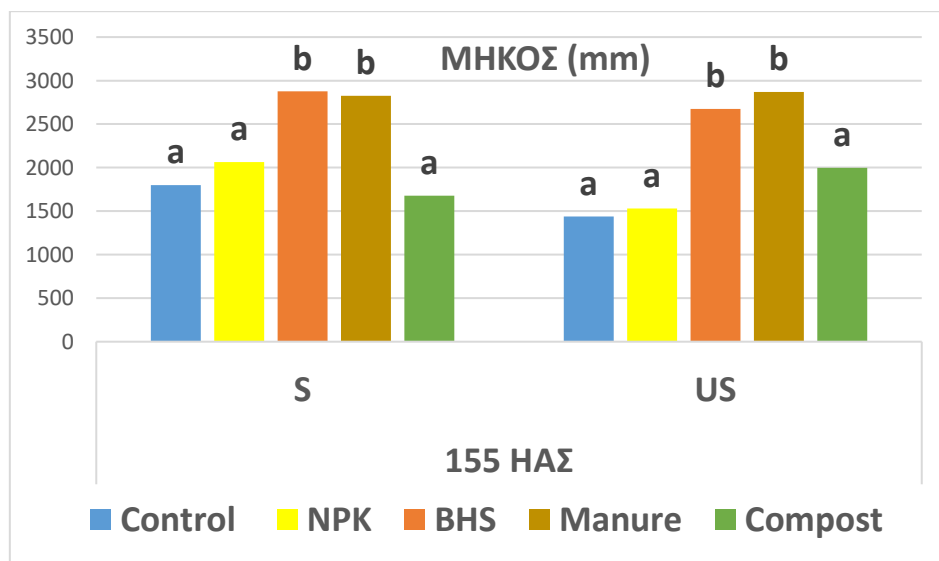
Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 1^{ης} μέτρησης (120^η ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.3.A επαληθεύονται τα προηγούμενα.

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.3.A η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» είναι 0,233 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,296 μεγαλύτερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Μήκος ρίζας».

2η μέτρηση 155^η ΗΑΣ (Length)



Διάγραμμα 3.3.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για την 155^η ΗΑΣ.

Από τα αποτελέσματα που αφορούν στην 2η μέτρηση (155^η ΗΑΣ) για το μήκος της ρίζας της τριγωνέλλας και αποτυπώνονται στα στοιχεία του διαγράμματος 3.3.2. διαπιστώνονται τα εξής: Στην 155^η ΗΑΣ οι τιμές του μήκους της ρίζας στις συνθήκες αλατότητας δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών τύπων λίπανσης αλλά και της τιμής που δίνει το υποτεμάχιο του μάρτυρα (1799,10 mm).

Η μεγαλύτερη τιμή για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» σημειώνεται για την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (2875,30 mm), τιμή που διαφέρει ελάχιστα από την τιμή για εφαρμογή με κοπριά (2827,10 mm). Ακολουθεί η ανόργανη λίπανση (2065,60 mm).

Η μικρότερη τιμή για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» εντοπίζεται στην εφαρμογή με κομπόστ (1678,10 mm).

Στις συνθήκες μη προσθήκης NaCl η εικόνα διαμορφώνεται ως εξής:

Η τιμή του μήκους της ρίζας στο υποτεμάχιο του μάρτυρα είναι η μικρότερη (1437,50 mm) και σχεδόν ίση με αυτή της εφαρμογής με ανόργανη λίπανση (1531,40 mm). Η μεγαλύτερη τιμή σημειώνεται για την εφαρμογή κοπριά (2870,20 mm) και αποκλίνει ελάχιστα από την τιμή του μήκους της ρίζας που δίνει η εφαρμογή του υποτεμαχίου με βιοκυκλικό κομπόστ (2674,70 mm). Δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδραση της λίπανσης στο μήκος της ρίζας ούτε στα τεμάχια με προσθήκη NaCl ούτε στα χωρίς προσθήκη στις 155 ΗΑΣ.

Πίνακας 3.3.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Μήκος ρίζας (Length) 155η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	53993,1	53993,1	ns	ns
Λίπανση	4	2758955	689738,7	12,216	*
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	225839,1	56459,78		
Σύνολο	9	3038787	337643		

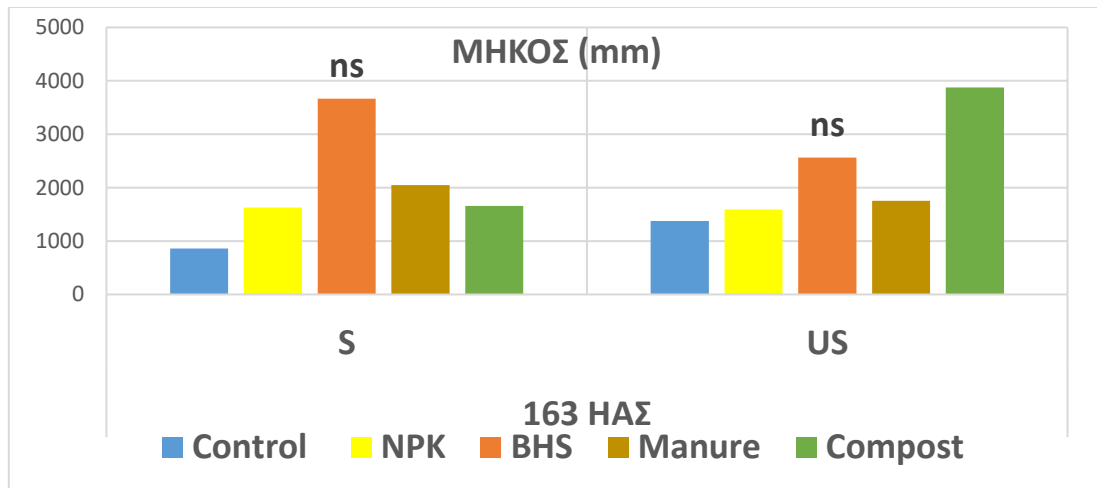
SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 2ης μέτρησης (155η ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.3.Βέχουμε: η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» είναι 0,383 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,016 μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Ο παράγοντας

«Λίπανση Χ Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Μήκος ρίζας».

3η μέτρηση 163^η ΗΑΣ (Length)



Διάγραμμα 3.3.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο μήκος της ρίζας για την 163^η ΗΑΣ

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην 3η μέτρηση (163^η ΗΑΣ) για το μήκος της ρίζας της τριγωνέλλας σύμφωνα με τα στοιχεία του διαγράμματος 3.3.3 έχουν ως εξής:

Στην 163^η ΗΑΣ οι τιμές του μήκους της ρίζας στις συνθήκες αλατότητας (προσθήκη NaCl) διαφέρουν σημαντικά μεταξύ του υποτεμαχίου του μάρτυρα, (862,04 mm) και του υποτεμαχίου εφαρμογής του βιοκυκλικού κομπόστ (3667,10 mm) είναι πολύ σημαντική (περίπου 4 φορές μεγαλύτερη για το BHS).

Επίσης σημαντική είναι η διαφορά στις τιμές του μήκους της ρίζας για την εφαρμογή με το βιοκυκλικό κομπόστ και τους άλλους τύπους λίπανσης.

Η μεγαλύτερη τιμή για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» σημειώνεται για την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (3667,10 mm). Ακολουθεί η εφαρμογή με κοπριά (2049,40 mm), το κομπόστ (1657,20 mm) και η ανόργανη λίπανση (1628,40 mm).

Η μικρότερη τιμή για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (862,04 mm).

Επισημαίνεται η έντονη επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» που έχει η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ στην 163^η ΗΑΣ σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας.

Στις συνθήκες μη προσθήκης NaCl η εικόνα διαμορφώνεται ως εξής: Η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητής «Μήκος ρίζας» σημειώνεται για την εφαρμογή κομπόστ (3874,30 mm) και ακολουθεί η τιμή του μήκους της ρίζας που δίνει η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (2560,70 mm) κατόπιν η εφαρμογή με κοπριά (1756,40 mm) και η ανόργανη λίπανση (1594,10 mm).

Η μικρότερη τιμή για το μήκος της ρίζας εντοπίζεται στο μάρτυρα (1377,60 mm)

Οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής «Μήκος ρίζας» δε διαφέρουν σημαντικά για τα υποτεμάχια του μάρτυρα (1377,60 mm), της ανόργανης λίπανσης(1594,10 mm) και της κοπριάς (1756,40 mm).

Επισημαίνεται η έντονη επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» που έχει η εφαρμογή με κομπόστ στην 163η ΗΑΣ και για μη προσθήκη NaCl.

Δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδραση της λίπανσης στο μήκος της ρίζας ούτε στα τεμάχια με προσθήκη NaCl ούτε στα χωρίς στην 163η ΗΑΣ.

Πίνακας 3.3.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Μήκος ρίζας (Length) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	168729,7	168729,7	ns	ns
Λίπανση	4	5419314	1354828	ns	ns
Λίπανση* Αλατότητα					ns
Υπόλοιπα	4	3077511	769377,7		
Σύνολο	9	8665554	962839,4		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns για $P > 0.05$, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$

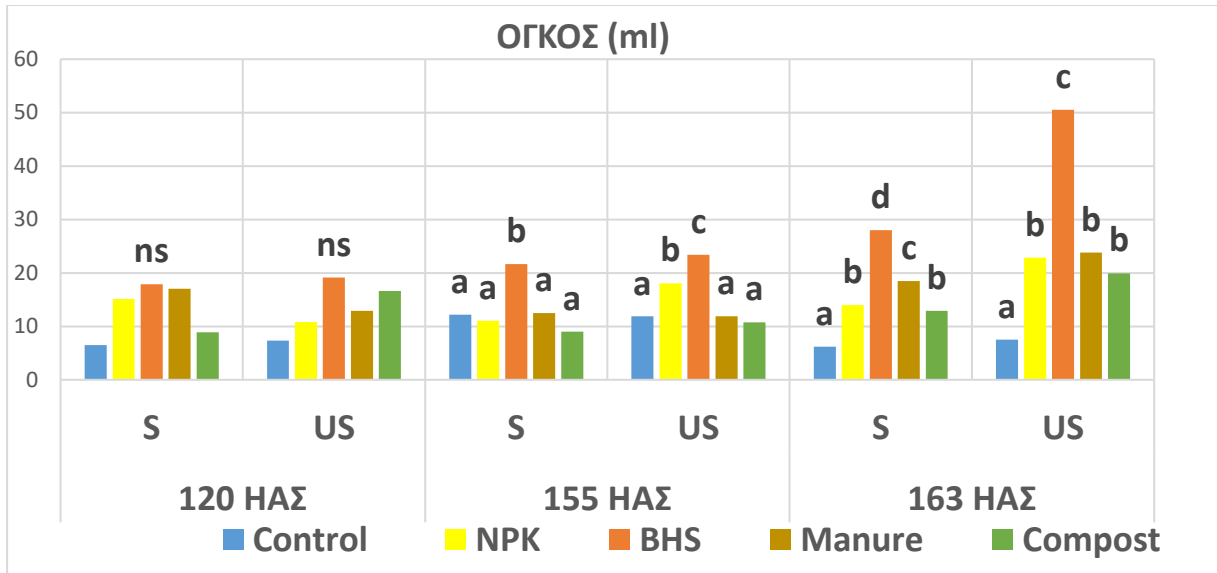
Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 3^{ης} μέτρησης (163 ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.3.Γ έχουμε τα εξής: η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» είναι 0,664 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,299 μεγαλύτερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Μήκος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Μήκος ρίζας».

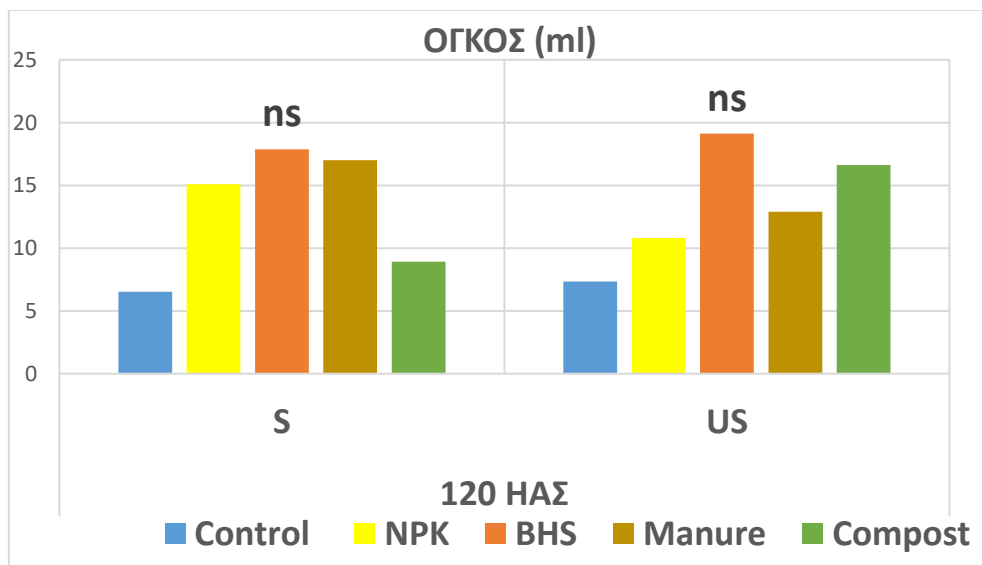
3.4 Όγκος Ρίζας (Specimen Volume)

Στο διάγραμμα 3.4 αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της επίδρασης της λίπανσης σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας στο μέγεθος του Όγκου της ρίζας της τριγωνέλλας για τις τρεις πειραματικές μετρήσεις που διεξήχθησαν.



Διάγραμμα 3.4: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για τις 120η, 155η, 163η ΗΑΣ.

1η μέτρηση 120^η ΗΑΣ (Specimen Volume)



Διάγραμμα 3.4.1: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για την 120η ΗΑΣ.

Στο διάγραμμα 3.4.1 αποτυπώνονται τα αποτελέσματα που αφορούν στην 1η μέτρηση (120^η ΗΑΣ) για τον όγκο της ρίζας της τριγωνέλλας. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι για τα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα στην 120^η ΗΑΣ ο όγκος της ρίζας στις συνθήκες αλατότητας (6,52 ml) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την τιμή στις συνθήκες μη αλατότητας (7,34 ml). Ομοίως για την ανόργανη και την οργανική λίπανση οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται δεν διαφοροποιούνται σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας. Επομένως ο όγκος της ρίζας δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα.

Στην περίπτωση προσθήκης NaCl η μεγαλύτερη τιμή για τη μεταβλητή «όγκος της ρίζας» παρατηρείται στην εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (17,86 ml), με την εφαρμογή με κοπριά να δίνει σχεδόν την ίδια τιμή (17,01 ml).

Για την ανόργανη λίπανση (15,10 ml) οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται είναι κοντά με αυτές του βιοκυκλικού κομπόστ (17,86 ml) και της κοπριάς (17,01 ml). Οι τιμές αυτές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Τη μικρότερη τιμή για τον όγκο της ρίζας τη συναντάμε στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (6,52 ml) που πλησιάζει αρκετά στην τιμή που δίνει η εφαρμογή με κομπόστ (8,92 ml).

Η εικόνα στις συνθήκες μη προσθήκης NaCl διαμορφώνεται ως ακολούθως:

Η μεγαλύτερη τιμή για τη μεταβλητή «όγκος της ρίζας» σημειώνεται για την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (19,11 ml). Η εφαρμογή με κομπόστ (16,62 ml), δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ. Επίσης η εφαρμογή με κοπριά (12,90 ml) και η ανόργανη λίπανση (10,82 ml) δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Η μικρότερη τιμή για τον όγκο της ρίζας συναντάται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (7,34 ml).

Την 120η ΗΑΣ η λίπανση δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά στην τιμή του όγκου της ρίζας.

Πίνακας 3.4.Α: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Όγκος ρίζας (Specimen Volume) 120η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	2,131	2,131	ns	ns
Λίπανση	4	231,107	57,777	ns	ns
Λίπανση * Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	59,334	14,833		
Σύνολο	9	292,572	32,508		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square - μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns για P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

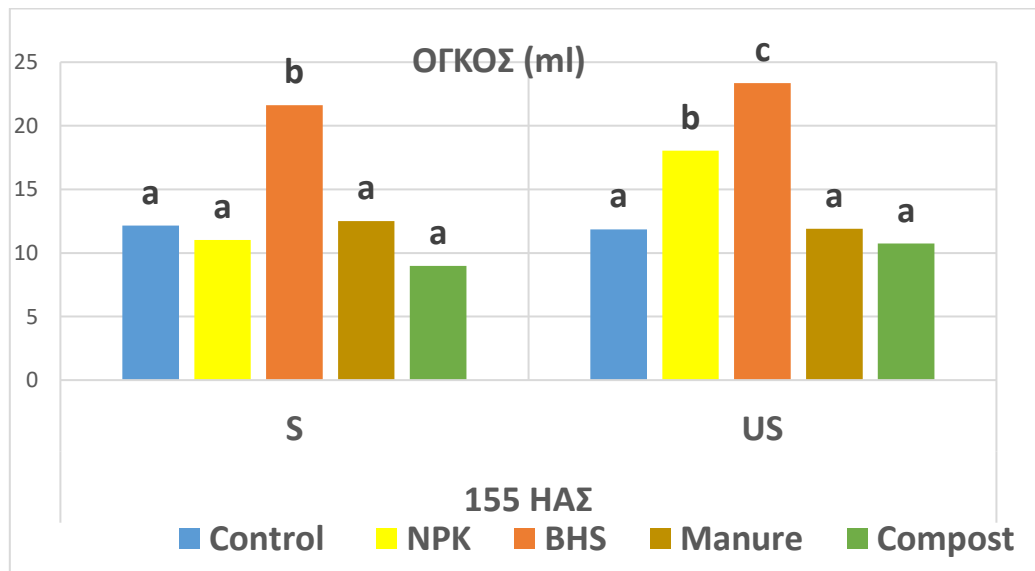
Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 1ης μέτρησης (120η ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.4.A και σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Όγκος ρίζας» είναι 0,724 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,108 από μεγαλύτερη 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Όγκος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Όγκος ρίζας».

Δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδραση της λίπανσης στον όγκο της ρίζας ούτε στα τεμάχια με προσθήκη NaCl ούτε στα χωρίς προσθήκη στην 120η ΗΑΣ.

2η μέτρηση 155^η ΗΑΣ (Specimen Volume)



Διάγραμμα 3.4.2: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για την 155η ΗΑΣ

Σχετικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στην 2η μέτρηση (155^η ΗΑΣ) εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.4.2 παρατηρείται ότι οι τιμές του όγκου της ρίζας για τα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα στις συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας δεν διαφέρουν σημαντικά (12,16 ml και 11,85 ml).

Αντίστοιχα και για την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) και την ανόργανη οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται (όγκος ρίζας) δεν διαφοροποιούνται σημαντικά σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας. Η παράμετρος αλατότητα δεν επέδρασε στον όγκο της ρίζας. Στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν με την επίδραση της λίπανσης.

Σε συνθήκες αλατότητας τη μεγαλύτερη τιμή του όγκου της ρίζας την εντοπίζουμε στη μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ (21,62 ml), ακολούθως η κοπριά (12,50 ml), η ανόργανη λίπανση (11,02 ml) και τη μικρότερη τιμή στην εφαρμογή με κομπόστ (8,99 ml).

Σε συνθήκες μη αλατότητας τη μεγαλύτερη τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής την εντοπίζουμε ξανά για τη μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ (23,36 ml). Ακολουθεί η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση (18,04 ml),

Τη μικρότερη τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής Όγκος ρίζας την εντοπίζουμε στην εφαρμογή με κομπόστ (10,74 ml).

Η τιμή του όγκου της ρίζας δε διέφερε στατιστικά σημαντικά για τα τεμάχια της κοπριάς (11,9 ml), του κομπόστ (10,74 ml) και του μάρτυρα (11,85 ml).

Πίνακας 3.4.B: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Όγκος ρίζας (SPECIMEN VOLUME) 155^η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	9,197	9,197	ns	ns
Λίπανση	4	192,918	48,229	10,345	*
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	18,648	4,662		
Σύνολο	9	220,764	24,529		

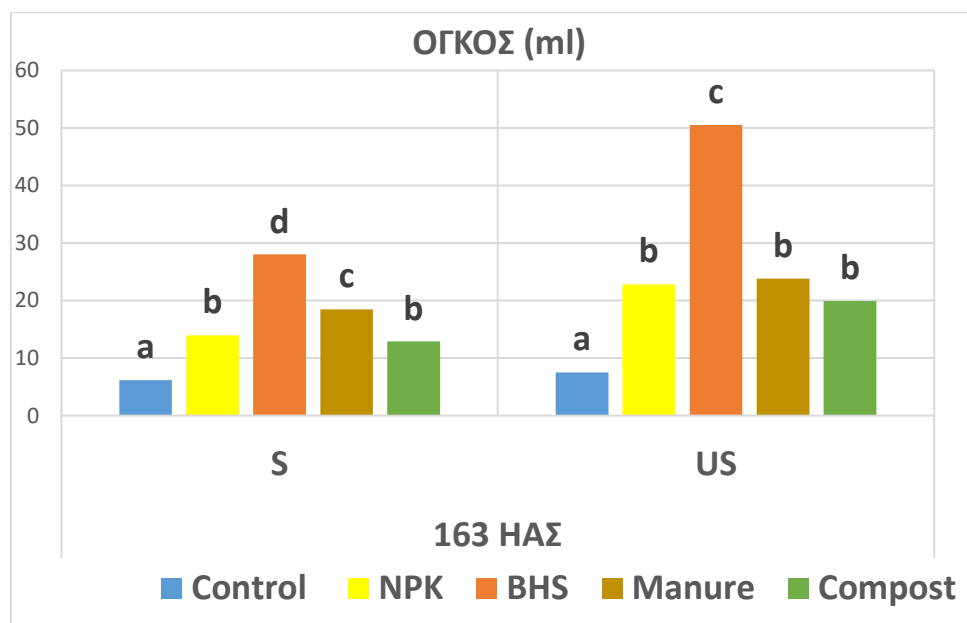
SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας

MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 2^{ης} μέτρησης (155^η ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.4.Β έχουμε τα εξής: η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Όγκος ρίζας» είναι 0,233 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,022 και μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Όγκος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Όγκος ρίζας» .

3η μέτρηση 163^η ΗΑΣ (Specimen Volume)



Διάγραμμα 3.4.3: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον όγκο της ρίζας για την 163η ΗΑΣ.

Σχετικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στην 3η μέτρηση (163η ΗΑΣ) εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.4.3 παρατηρείται ότι για τα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα στις 163 ΗΑΣ και στις συνθήκες αλατότητας, μη αλατότητας οι τιμές του όγκου της ρίζας δεν διαφέρουν σημαντικά (6,17 ml και 7,53 ml).

Για την οργανική λίπανση και συγκεκριμένα για την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται (όγκος ρίζας) διαφοροποιούνται σημαντικά σε συνθήκες αλατότητας (28,03 ml) και μη αλατότητας (50,55 ml). Για τους άλλους τύπους

οργανικής λίπανσης η διαφοροποίηση δεν είναι σημαντική. Όμοια και για την ανόργανη λίπανση

Σε συνθήκες προσθήκης NaCl τη μεγαλύτερη τιμή του όγκου της ρίζας την εντοπίζουμε στη μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ (28,03 ml). Ακολουθεί η εφαρμογή με κοπριά (18,46 ml). Η τιμή για την εφαρμογή κομπόστ (12,90 ml) δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την τιμή εφαρμογής με ανόργανη λίπανση (13,98 ml).

Τη μικρότερη τιμή για τον όγκο της ρίζας στην 163η ΗΑΣ την εντοπίζουμε στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (6,17 ml).

Σε συνθήκες μη προσθήκης NaCl τη μεγαλύτερη τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής την εντοπίζουμε ξανά για τη μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ (50,545 ml) και τη μικρότερη στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (7,53 ml).

Η επίδραση στην τιμή του όγκου της ρίζας για την ανόργανη λίπανση (22,82 ml), την κοπριά (23,80 ml) και το κομπόστ (19,94 ml) δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά για τις διαφορετικές αυτές μεταχειρίσεις.

Επισημαίνεται η έντονη επίδραση που έχει η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ όταν δεν έχουμε προσθέσει NaCl στην εξαρτημένη μεταβλητή «όγκος ρίζας», έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων. Σε συνθήκες αλατότητας η επίδραση αυτή δεν είναι τόσο έντονη.

Πίνακας 3.4.Γ: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής Όγκος ρίζας (SPECIMEN VOLUME) 163η ΗΑΣ για λίπανση και αλατότητα

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	203,393	203,393	ns	ns
Λίπανση	4	1121,372	280,343	8,675	*
Λίπανση* Αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	129,266	32,316		
Σύνολο	9	1454,031	161,559		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

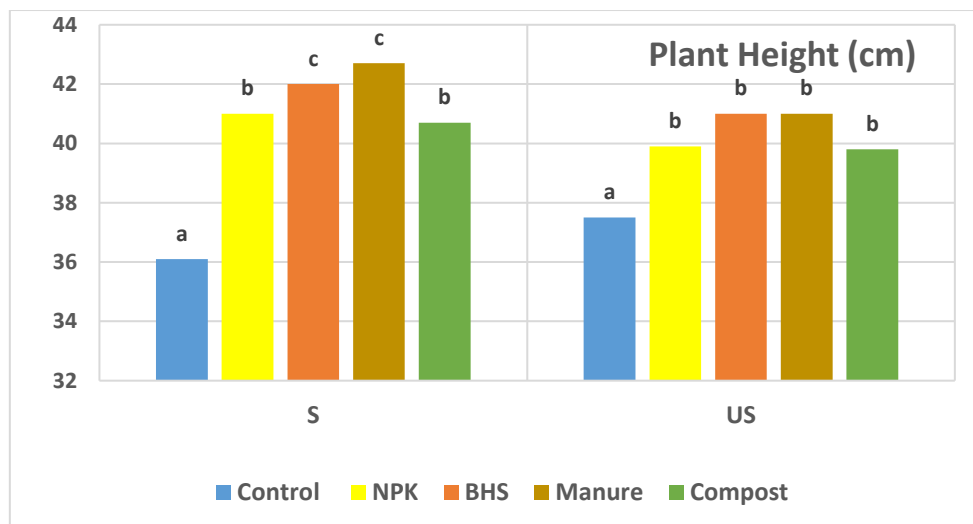
Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της 3ης μέτρησης (163 ΗΑΣ) που εμφανίζεται στον πίνακα 3.4.Γ επαληθεύονται τα προηγούμενα.

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.4.Γ η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «Όγκος ρίζας» είναι 0,066 μεγαλύτερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι 0,03 και μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Όγκος ρίζας» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «Όγκος ρίζας».

3.5 Ύψος φυτού (Plant Height)



Διάγραμμα 3.5: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο ύψος της τριγωνέλλας.

Εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.5 διαπιστώνεται ότι οι τιμές ύψους φυτού για το μάρτυρα δεν διαφέρουν σημαντικά σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας (36,1cm και 37,5 cm αντίστοιχα).

Αντίστοιχα και για την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) και την ανόργανη οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται δεν διαφοροποιούνται σημαντικά.

Σε συνθήκες αλατότητας η μεγαλύτερη τιμή για το ύψος φυτού εντοπίζεται στη μεταχείριση με κοπριά (42,7cm), ίδια σχεδόν τιμή ύψους φυτού δίνει και το υποτεμάχιο εφαρμογής

βιοκυκλικού κομπόστ (42cm). Οι τιμές αυτές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Η μικρότερη τιμή εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (36,1cm).

Η τιμή ύψος φυτού για το υποτεμάχια με εφαρμογή κομπόστ (40,7cm) και το υποτεμάχιο της ανόργανης λίπανσης (41,0 cm) δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά.

Σε συνθήκες μη αλατότητας τη μεγαλύτερη τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής την εντοπίζουμε για τη μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ (41,0 cm) που είναι ίση με την τιμή της μεταχείρισης με κοπριά (41,0 cm). Ακολουθεί η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση (39,9,0 cm) και η μεταχείριση με κομπόστ (39,8 cm). Οι τιμές αυτές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Τη μικρότερη τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής ύψος φυτού την εντοπίζουμε στο υποτεμάχιο του μάρτυρα(37,5 cm). Αξίζει να σημειωθεί ότι στα υποτεμάχια με αυξημένη αλατότητα οι τιμές για το ύψος φυτού για κάθε λίπασμα ήταν μεγαλύτερη από του αντίστοιχου λιπάσματος σε μη αυξημένη αλατότητα.

Πίνακας 3.5: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής ύψος φυτού

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	2,761	2,761	42,755	**
Λίπανση	4	10,518	2,63	40,716	**
Λίπανση*αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	3	0,194	0,0646		
Σύνολο	8	17,596	2,199		

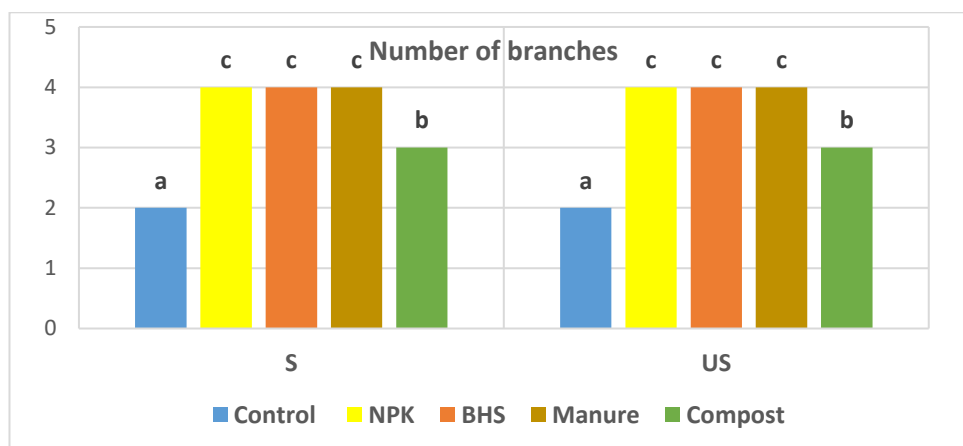
SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.5 η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «ύψος φυτού» είναι μικρότερη από 0,01 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Αντίστοιχα η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι μικρότερη από 0,01 οπότε και ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «ύψος φυτού» σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή «ύψος φυτού».

Επομένως οι παράμετροι «αλατότητα» και «λίπανση» επιδρούν στην τιμή ύψους φυτού.

3.6 Αριθμός πλάγιων βλαστών (Number of branches)



Διάγραμμα 3.6: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον αριθμό πλάγιων βλαστών τριγωνέλλας.

Εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.6 διαπιστώνεται ότι ο αριθμός των πλάγιων βλαστών για το μάρτυρα είναι ο ίδιος σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας (2).

Αντίστοιχα και για την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) και την ανόργανη οι τιμές του χαρακτηριστικού που ελέγχεται είναι η ίδια.

Σε συνθήκες αλατότητας ο μεγαλύτερος αριθμός πλάγιων βλαστών είναι 4 και εντοπίζονται στη μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ, με κοπριά και με ανόργανη λίπανση. Οι τιμές αυτές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Στο υποτεμάχιο με εφαρμογή κομπόστ ο αριθμός πλάγιων βλαστών είναι 3.

Στο υποτεμάχιο του μάρτυρα εμφανίζονται 2 πλάγιοι βλαστοί ανά φυτό.

Σε συνθήκες μη αλατότητας έχουμε ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα.

Πίνακας 3.6: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής αριθμός πλάγιων βλαστών

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	0	0	0	ns
Λίπανση	4	6,4	1,6	1,80E+30	***
Λίπανση*αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	3,55E-30	8,88E-31		
Σύνολο	9	6,4	0,711		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns για $P > 0.05$, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

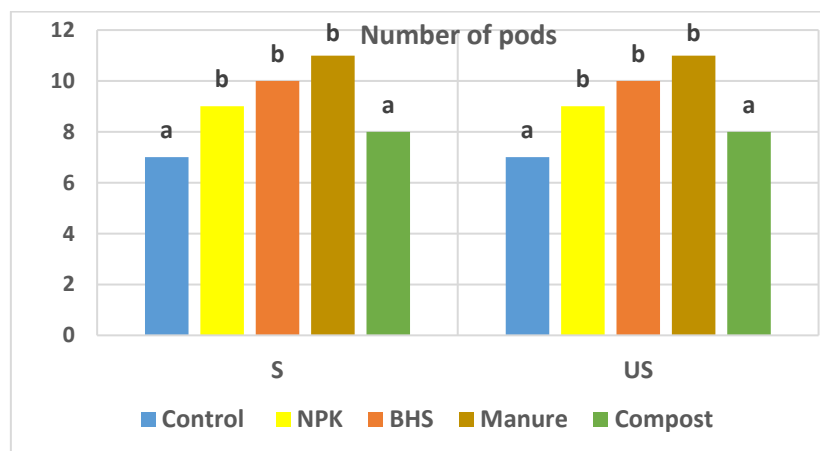
Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.6 η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «αριθμός πλάγιων βλαστών» δεν είναι μικρότερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι <0,001 και μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό πλάγιων βλαστών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Επομένως η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στο σχηματισμό πλάγιων βλαστών ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή.

3.7 Αριθμός λοβών ανά φυτό



Διάγραμμα 3.7: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον αριθμό λοβών ανά φυτό τριγωνέλλας.

Εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.7 διαπιστώνεται ότι ο αριθμός λοβών ανά φυτό για το υποτεμάχιο του μάρτυρα είναι ο ίδιος σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας (7). Αντίστοιχα και για την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) και την ανόργανη ο αριθμός λοβών ανά φυτό είναι ο ίδιος για καθένα από τα λιπάσματα σε αλατότητα και μη.

Η παράμετρος αλατότητα δεν επηρεάζει τον αριθμό λοβών ανά φυτό.

Η μεγαλύτερη τιμή για τον αριθμό λοβών ανά φυτό την δίνει η κοπριά(11) και ακολουθεί το βιοκυκλικό κομπόστ (10), η ανόργανη λίπανση (9) και το κομπόστ (8).

Το μικρότερο αριθμό λοβών ανά φυτό δίνει το υποτεμάχιο του μάρτυρα (7).

Ο αριθμός λοβών για μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ, με κοπριά και με ανόργανη λίπανση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Αντίστοιχα οι τιμές για το μάρτυρα και το κομπόστ δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Σε συνθήκες μη αλατότητας έχουμε ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα.

Πίνακας 3.7: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής αριθμός λοβών ανά φυτό

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	0	0	0	ns
Λίπανση	4	20	5	+ ∞	***
Λίπανση*αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	0	0		
Σύνολο	9	20	2,222		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα , F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns για $P > 0.05$, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$

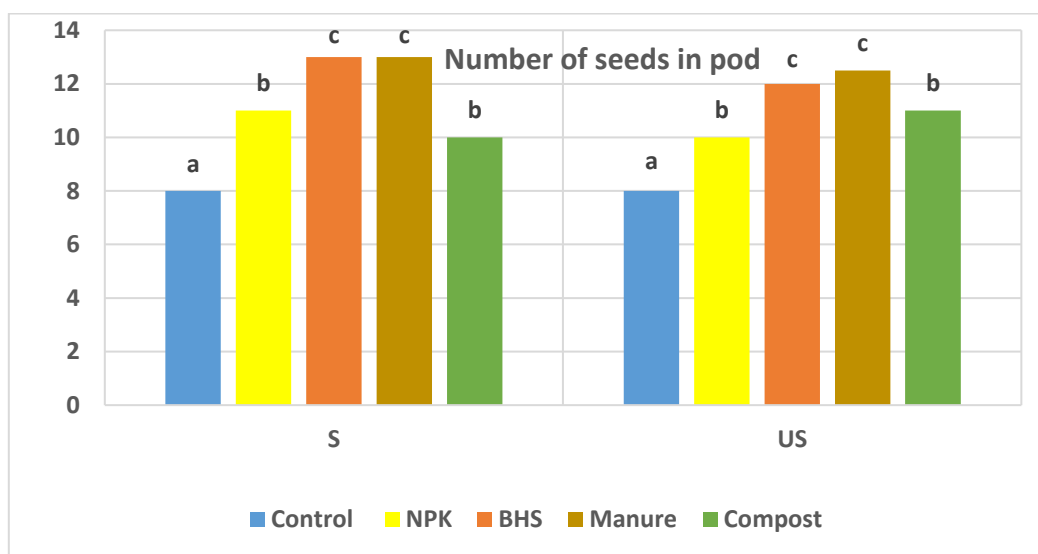
Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.7 η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «αριθμός λοβών ανά φυτό» δεν είναι μικρότερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι $< 0,001$ και μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό λοβών ανά φυτό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Επομένως η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στο σχηματισμό λοβών ανά φυτό ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή.

3.8 Αριθμός σπόρων ανά λοβό



Διάγραμμα 3.8: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στον αριθμό σπόρων ανά λοβό τριγωνέλλας.

Εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.8 διαπιστώνεται ότι ο αριθμός σπόρων ανά λοβό για το υποτεμάχιο του μάρτυρα είναι ο ίδιος σε συνθήκες αλατότητας και μη αλατότητας (8). Για την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) και την ανόργανη ο αριθμός σπόρων ανά λοβό διαφοροποιείται ελαφρά σε αυξημένη αλατότητα και μη.

Η παράμετρος «αλατότητα» δεν επηρεάζει τον αριθμό σπόρων ανά λοβό.

Σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας στο υποτεμάχιο του βιοκυκλικού κομπόστ και της κοπριάς συναντάμε το μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά λοβό που είναι ίσος (13).

Ακολουθεί η εφαρμογή της ανόργανης λίπανσης (11) και του κομπόστ (10).

Οι τιμές για την ανόργανη λίπανση και το κομπόστ δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Ο μικρότερος αριθμός σπόρων ανά λοβό εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (8).

Σε συνθήκες μη αλατότητας έχουμε το μεγαλύτερο αριθμό σπόρων που εντοπίζεται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή κοπριάς (12,5) και αμέσως ακολουθεί η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ(12). Οι τιμές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Η εφαρμογή με κομπόστ δίνει 11 σπόρους ανά λοβό και η ανόργανη λίπανση 10 σπόρους .

Οι τιμές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Ο μικρότερος αριθμός σπόρων ανά λοβό εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (8).

Πίνακας 3.8: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής αριθμός σπόρων ανά λοβό

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	0,225	0,225	ns	ns
Λίπανση	4	29,4	7,35	21	**
Λίπανση*αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	1,4	0,35		
Σύνολο	9	31,025	3,447		

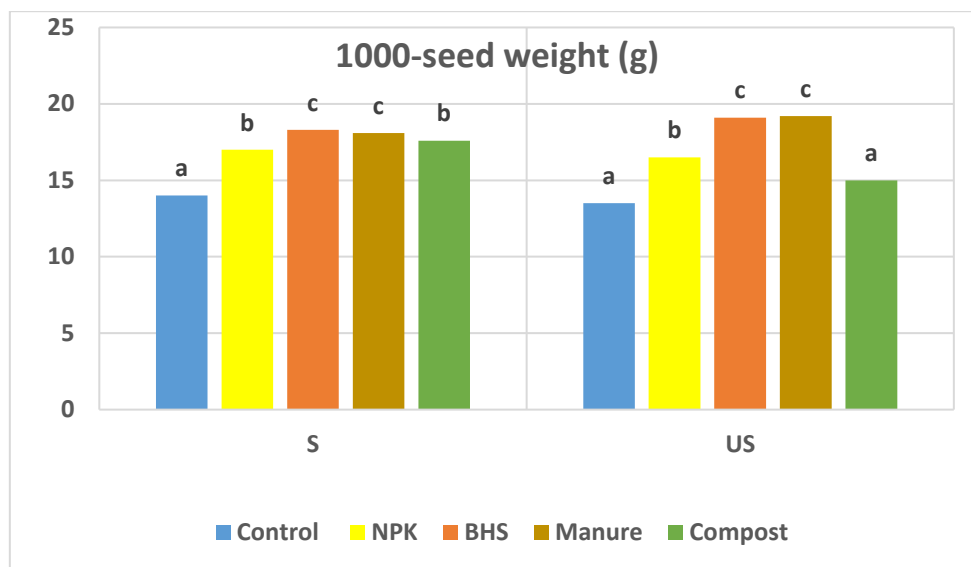
SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns για $P > 0.05$, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.8 η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «αριθμός σπόρων ανά λοβό» δεν είναι μικρότερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι $< 0,01$ και μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό σπόρων ανά λοβό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στο αριθμό σπόρων ανά λοβό ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή.

3.9 Βάρος 1000 σπόρων



Διάγραμμα 3.9: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στο βάρος 1000 σπόρων τριγωνέλλας.

Εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.9 διαπιστώνεται ότι το βάρος 1000 σπόρων για το υποτεμάχιο του μάρτυρα είναι σε συνθήκες αλατότητας (14,0 gr) ελαφρά μεγαλύτερο από αυτό σε μη αλατότητα (13,5 gr).

Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για την εφαρμογή με ανόργανη λίπανση, όπου για αυξημένη αλατότητα το βάρος 1000 σπόρων είναι 17,0gr και σε μη αυξημένη 16,5 gr. Επίσης για την εφαρμογή με κομπόστ για αυξημένη αλατότητα το βάρος 1000 σπόρων είναι 17,6 gr και σε μη αυξημένη 15,0 gr.

Οι τιμές για την ανόργανη λίπανση και το κομπόστ δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε αυξημένη αλατότητα.

Για την εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ για αυξημένη αλατότητα το βάρος 1000 σπόρων είναι 18,3 gr και σε μη αυξημένη 19,1 gr.

Για την εφαρμογή με κοπριά για αυξημένη αλατότητα το βάρος 1000 σπόρων είναι 18,1 gr και σε μη αυξημένη 19,2 gr.

Οι τιμές για το βιοκυκλικό κομπόστ και την κοπριά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε αυξημένη αλατότητα.

Παρατηρούμε ότι τα δύο αυτά οργανικά λιπάσματα σε μη αυξημένη αλατότητα δίνουν μεγαλύτερο βάρος για 1000 σπόρους.

Η μικρότερη τιμή βάρους 1000 σπόρων εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα σε αυξημένη αλατότητα και σε μη αυξημένη αλατότητα.

Σε αυξημένη αλατότητα η μεγαλύτερη τιμή βάρους 1000 σπόρων εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του βιοκυκλικού κομπόστ.

Σε μη αυξημένη αλατότητα η μεγαλύτερη τιμή βάρους 1000 σπόρων εντοπίζεται στο υποτεμάχιο της κοπριάς.

Οι τιμές για την το μάρτυρα και το κομπόστ δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε μη αυξημένη αλατότητα. Επίσης οι τιμές για το βιοκυκλικό κομπόστ και την κοπριά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε μη αυξημένη αλατότητα.

Πίνακας 3.9: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής βάρους 1000 σπόρων

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	0,289	0,289	ns	ns
Λίπανση	4	33,166	8,292	7,774	*
Λίπανση*αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	4,266	1,067		
Σύνολο	9	37,721	4,191		

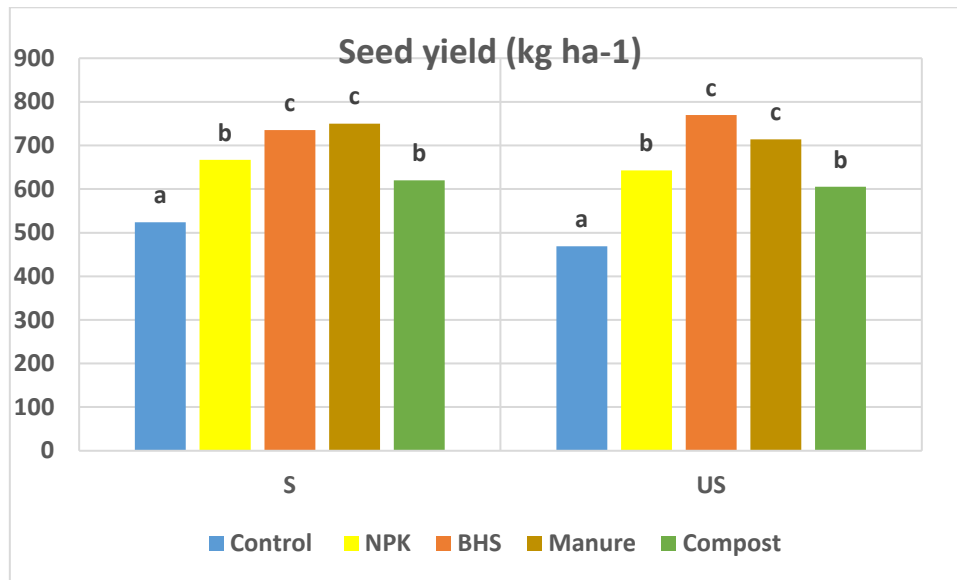
SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
ns για $P > 0.05$, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.9 η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «βάρους 1000 σπόρων» δεν είναι μικρότερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι μικρότερη από 0,05 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο βάρος 1000 σπόρων σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στο βάρος 1000 σπόρων ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή.

3.10 Απόδοση σε σπόρο



Διάγραμμα 3.10: Επίδραση της ανόργανης (NPK) και οργανικής λίπανσης (κομπόστ, κοπριά, βιοκυκλικό κομπόστ) σε συνθήκες αλατότητας (S) και μη αλατότητας (US) στην απόδοση σε σπόρο τριγωνέλλας.

Εξετάζοντας τα στοιχεία του διαγράμματος 3.10 διαπιστώνεται ότι η απόδοση σε σπόρο σε συνθήκες αλατότητας είναι ελαφρά μεγαλύτερη από αυτή σε μη αλατότητα για το μάρτυρα, την ανόργανη λίπανση, την κοπριά και το κομπόστ.

Η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ δίνει μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σε συνθήκες μη αλατότητας από αυτή σε αλατότητα.

Σε αυξημένη αλατότητα η μεγαλύτερη τιμή για την απόδοση σε σπόρο εντοπίζεται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή κοπριάς (750 Kg ha-1) και ακολουθεί η απόδοση για το βιοκυκλικό κομπόστ (735 Kg ha-1). Οι τιμές απόδοσης σε σπόρο για το βιοκυκλικό κομπόστ και την κοπριά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε αυξημένη αλατότητα.

Η εφαρμογή με ανόργανη λίπανση έχει απόδοση σε σπόρο 667 Kg ha-1 και εκείνη με κομπόστ 620 Kg ha-1. Οι τιμές απόδοσης σε σπόρο για την ανόργανη λίπανση και το κομπόστ δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε αυξημένη αλατότητα.

Η μικρότερη τιμή για την απόδοση σπόρου σε αυξημένη αλατότητα εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (524 Kg ha-1).

Σε μη αυξημένη αλατότητα η μεγαλύτερη τιμή για την απόδοση σε σπόρο εντοπίζεται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικού κομπόστ (770 Kg ha-1) και η αμέσως μεγαλύτερη εμφανίζεται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή κοπριάς (714 Kg ha-1).

Οι τιμές απόδοσης σε σπόρο για το βιοκυκλικό κομπόστ και την κοπριά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε μη αυξημένη αλατότητα.

Η εφαρμογή με ανόργανη λίπανση έχει απόδοση σε σπόρο 643 Kg ha⁻¹ και εκείνη με κομπόστ 605 Kg ha⁻¹. Οι τιμές απόδοσης σε σπόρο για την ανόργανη λίπανση και το κομπόστ δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε αυξημένη αλατότητα.

Η μικρότερη τιμή για την απόδοση σπόρου σε μη αυξημένη αλατότητα εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (469 Kg ha⁻¹).

Πίνακας 3.10: Ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA της εξαρτημένης μεταβλητής απόδοση σε σπόρο Kg/ha

Πηγή Παραλλαγής	DF	SS	MS	F	P
Αλατότητα	1	902,5	902,5	ns	ns
Λίπανση	4	84446,6	21111,65	37,185	**
Λίπανση*αλατότητα				ns	
Υπόλοιπα	4	2271	567,75		
Σύνολο	9	87620,1	9735,567		

SS: Sum of square-άθροισμα τετραγώνων, DF: βαθμοί ελευθερίας
 MS: Mean of square- μέσα τετράγωνα, F: F-Ratio, P:P-value, ns: όχι σημαντικό
 ns για P>0.05 , * P<=0.05, ** P<=0.01, ***P<=0.001

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA οι τιμές P ελέγχουν κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικός κάθε παράγοντας. Για τιμή P μικρότερη από 0,05 ο παράγοντας που την εμφανίζει, έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.10 η τιμή P του παράγοντα «αλατότητα» για τη μεταβλητή «απόδοση σε σπόρο» δεν είναι μικρότερη από 0,05 άρα ο παράγοντας «αλατότητα» δεν επιδρά στην ελεγχόμενη μεταβλητή. Η τιμή P του παράγοντα «λίπανση» είναι μικρότερη από 0,01 οπότε ο παράγοντας «λίπανση» έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην απόδοση σε σπόρο σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στην απόδοση σε σπόρο ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Ο παράγοντας «Λίπανση X Αλατότητα» δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην ελεγχόμενη μεταβλητή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν ξεχωριστά για την επίδραση της αλατότητας και της λίπανσης στα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.

Αξιολογούμενα χαρακτηριστικά ρίζας

Σύμφωνα με την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ του παράγοντα «λίπανση X αλατότητα» στα χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν.

Η επίδραση του παράγοντα 'αλατότητα' ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για το χαρακτηριστικό «επιφάνεια ρίζας» στην 3^η μέτρηση την 163^η ΗΑΣ.

Η επίδραση της «λίπανσης» είχε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για ορισμένα μόνο από τα αξιολογούμενα χαρακτηριστικά και για ορισμένες μετρήσεις.

Συγκεκριμένα επέδρασε σημαντικά στην «επιφάνεια ρίζας», στο «μήκος ρίζας» στην 155^η ΗΑΣ και για στον «όγκος ρίζας» την 155^η και την 163^η ΗΑΣ.

Σε ότι αφορά στο αξιολογούμενο χαρακτηριστικό «επιφάνεια ρίζας» και στις τρεις μετρήσεις (στην 120^η, 155^η, 163^η ΗΑΣ) τόσο με παρουσία NaCl όσο και με απουσία NaCl, η μεγαλύτερη τιμή για την επιφάνεια της ρίζας εμφανίζεται στο τεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικού κομπόστ. Η μικρότερη τιμή για την επιφάνεια της ρίζας εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα.

Γενικά η εφαρμογή με βιοκυκλικό λίπασμα και κοπριά έδωσε καλύτερα αποτελέσματα για την επιφάνεια της ρίζας σε σχέση με το μάρτυρα και την ανόργανη λίπανση.

Παρόμοια συμπεράσματα αντλούνται από σχετικές έρευνες όπου η προσθήκη βιολογικής κοπριάς σε καλλιέργεια τριγωνέλλας αυξάνει την ιδιότητα σχηματισμού εδαφικών συσσωματωμάτων, βελτιώνει τον αερισμό, ενισχύει την ικανότητα συγκράτησης νερού και λειτουργεί ως εκτεταμένη πηγή λιπάσματος εφοδιάζοντας τις ρίζες με θρεπτικά συστατικά ευνοώντας την ανάπτυξή τους (Rani και Nishana, 2012).

Σε καλλιέργεια γλυκού καλαμποκιού η εφαρμογή πολλού ντομάτας με κοπριά και πολλού ντομάτας με κομπόστ έδωσαν ευεργετικά αποτελέσματα για τα χαρακτηριστικά της ρίζας του εδάφους, για την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. (Kakabouki et al., 2020) Όλοι οι τύποι λίπανσης δίνουν μεγαλύτερη τιμή «επιφάνειας ρίζας» σε μη αλατότητα.

Σύμφωνα με τους Nirit Bernstein and Uzi Kafkafi (2002), η αλατότητα επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη των ριζών. Επιπλέον σε αλατωμένα εδάφη οι ρίζες υφίστανται μεταβολές στη

φυσιολογία, τη μορφολογία και στο μέγεθός τους. Έχουν μικρότερο μήκος και βάρος, δεν προσλαμβάνουν νερό και θρεπτικά στοιχεία σε ικανοποιητικό βαθμό, ώστε εμφανίζονται προβλήματα στην ανάπτυξη της βλάστησης αφού το μέγεθος των ριζών ιδανικά πρέπει να είναι ανάλογο με αυτό του βλαστού.

Γενικά η ρίζα έχει μεγαλύτερη ικανότητα προσαρμογής ακόμα και όταν οι συνθήκες ανάπτυξής της δεν είναι οι βέλτιστες, το νερό και η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων επηρεάζονται από την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (Kakabouki et al. 2019)

Για το χαρακτηριστικό **«διάμετρος ρίζας»** σε αλατότητα και μη αλατότητα η εφαρμογή οργανικής λίπανσης έδωσε μεγαλύτερη τιμή για το αξιολογούμενο χαρακτηριστικό σε σχέση με το μάρτυρα και την ανόργανη λίπανση χωρίς ωστόσο να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους στις 120^η και 163^η ΗΑΣ.

Για τη μέτρηση στην 155^η ΗΑΣ σε αυξημένη αλατότητα η μεγαλύτερη τιμή για τη μεταβλητή «διάμετρος Ρίζας» εντοπίζεται στο υποτεμάχιο της εφαρμογής με βιοκυκλικό κομπόστ ενώ σε μη αλατότητα η μεγαλύτερη τιμή για τη διάμετρο ρίζας σημειώνεται στο υποτεμάχιο της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα των Mehta R.S., et al., 2012 για την ανάπτυξη και απόδοση της τριγωνέλλας από την επίδραση Αζώτου και φωσφόρου.

Ο φώσφορος κατέχει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των ριζών επιπλέον βοηθά στο σχηματισμό φυματίων και στην αζωτοδέσμευση, δημιουργείται στη ριζόσφαιρα ένα ευνοϊκό περιβάλλον για τις παραμέτρους ανάπτυξης του φυτού ενώ αντίστοιχα ευνοϊκά λειτουργεί και το άζωτο.

Για το χαρακτηριστικό **«μήκος ρίζας»** σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας αλλά και μη, η μεγαλύτερη τιμή για το αξιολογούμενο χαρακτηριστικό σημειώνεται για την εφαρμογή οργανικής λίπανσης. Η μικρότερη τιμή συναντάται στο τεμάχιο του μάρτυρα.

Συγκεκριμένα στην 120^η ΗΑΣ το βιοκυκλικό κομπόστ και η κοπριά δίνουν τη μεγαλύτερη τιμή για το μήκος ρίζας. Στην 155^η ΗΑΣ το βιοκυκλικό κομπόστ και η κοπριά. Στην 163^η ΗΑΣ το βιοκυκλικό κομπόστ σε παρουσία NaCl και το κομπόστ χωρίς προσθήκη NaCl δίνουν τη μεγαλύτερη τιμή αντίστοιχα.

Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξε έρευνα των Sharafzadeh S. and Ordoorkhani K. (2011) με κομπόστ από στερεά γεωργικά απόβλητα ,να έχει θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη και τις αποδόσεις των καλλιεργειών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, βελτιώνοντας παράλληλα τις φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους.

Επιπλέον μακροχρόνια λίπανση με κοπριά προβάτων σε καλλιέργεια κινόα αύξησε το συνολικό πορώδες, την οργανική ουσία, τη συνολική περιεκτικότητα του εδάφους σε άζωτο και τη μέση διάμετρο των εδαφικών αδρανών.(Kakabouki et al., 2019)

Το μήκος της ρίζας καθώς και του βλαστού μειώνονται από την επίδραση αλατότητας NaCl, ωστόσο οι βλαστοί επηρεάζονται περισσότερο σε σύγκριση με τις ρίζες κάτι που οδηγεί σε αυξημένη αναλογία ρίζας/βλαστού. Η μείωση στο μήκος της ρίζας και στο μήκος του στελέχους μπορεί να οφείλεται σε τοξικότητα λόγω παρουσίας του NaCl και σε δυσλειτουργία στην απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων.(Anjali Ratnakara and Aruna Raib, 2013)

Για το χαρακτηριστικό **«όγκος ρίζας»** τόσο σε συνθήκες αλατότητας όσο και σε μη αλατότητας η εφαρμογή οργανικής λίπανσης και συγκεκριμένα το βιοκυκλικό κομπόστ, έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή. Μάλιστα καθώς περνούσε ο χρόνος η διαφορά στην τιμή που έδινε το βιολογικό κομπόστ έναντι των υπολοίπων εφαρμογών λίπανσης διευρυνόταν.

Σύμφωνα με τους Sidiras, Bilalis, and Vavouridou (2001) τα οργανικά λιπάσματα, τα οποία επιδρούν ευεργετικά στο μακροπορώδες, έχουν επίσης θετική επίδραση στην ανάπτυξη των ριζών. Επισημαίνεται η έντονη επίδραση που έχει η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ στον όγκο της ρίζας όταν δεν έχουμε προσθέσει NaCl, έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων λίπανσης. Σε συνθήκες αλατότητας η επίδραση αυτή δεν είναι τόσο έντονη.

Αξιολογούμενα χαρακτηριστικά υπέργειου τμήματος φυτού και αποδόσεις

Όσον αφορά στο αξιολογούμενο χαρακτηριστικό **«ύψος φυτού»** οι παράγοντες «αλατότητα» και «λίπανση» εμφάνισαν στατιστικά σημαντική επίδραση.

Σε αυξημένη αλατότητα οι τιμές για το ύψος φυτού κυμάνθηκαν από 36,1- 42,7 cm.

Σε μη αλατότητα οι τιμές για το ύψος φυτού κυμάνθηκαν από 37,5 - 41,0 cm.

Το ύψος του φυτού κυμάνθηκε μέσα στα όρια των 30-60 cm, εύρος που συναντάται σε βιβλιογραφικές αναφορές (Helambe S. Snehlata and Dande R. Payal, 2011, Petit –Aldana J., et al., 2014)

Το ύψος είναι χαρακτηριστικό που ελέγχεται γονιδιακά σε μεγάλο βαθμό αλλά και από παράγοντες του περιβάλλοντος .(Sarada C., et al., 2008)

Η μεγαλύτερη τιμή για το ύψος φυτού εντοπίζεται στη μεταχείριση με κοπριά και βιοκυκλικό κομπόστ και η μικρότερη τιμή στο υποτεμάχιο του μάρτυρα.

Γενικά η εφαρμογή με οργανική λίπανση δίνει καλύτερα αποτελέσματα για το ύψος φυτού σε σχέση με την ανόργανη λίπανση και το μάρτυρα. Ανάλογα ήταν τα συμπεράσματα από σχετική μελέτη των S. Alaghemand et al.,2017 και του Mafakheri S. 2017.

Σε ότι αφορά στο αξιολογούμενο χαρακτηριστικό αριθμός πλάγιων βλαστών διαπιστώθηκε πως δεν υπήρξε διαφοροποίηση στον αριθμό πλάγιων βλαστών μεταξύ των εφαρμογών με ανόργανη λίπανση (4), βιοκυκλικό κομπόστ (4) και κοπριά (4) και για τις δύο συνθήκες αλατότητας. Οι πλάγιοι βλαστοί κυμάνθηκαν από 2 έως 4. Εύρος τιμών που συμφωνεί με αναφορές στη βιβλιογραφία όπου οι πλάγιοι βλαστοί ανά φυτό είναι κατά μέσο όρο 4,5 (Alka Panwar et al., 2017).

Σύμφωνα με μελέτη των Mehta R.S. et al.(2012), η εφαρμογή N σε ικανοποιητικά επίπεδα σε καλλιέργεια τριγωνέλλας βελτιώνει όλα τα αγρονομικά χαρακτηριστικά του φυτού και δίνει σημαντικά υψηλότερο αριθμό πλάγιων βλαστών ανά φυτό. Αυτό σχετίζεται με το καλύτερο θρεπτικό περιβάλλον στη ζώνη της ρίζας του φυτού λόγω της άφθονης διαθεσιμότητας N.

Η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στο σχηματισμό πλάγιων βλαστών ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Σε ότι αφορά στο αξιολογούμενο χαρακτηριστικό αριθμός λοβών ανά φυτό για την οργανική λίπανση (όλοι οι τύποι) και την ανόργανη ο αριθμός λοβών ανά φυτό είναι ο ίδιος για καθένα από τα λιπάσματα σε αυξημένη αλατότητα και μη. Ομοίως και για το μάρτυρα.

Η παράμετρος «αλατότητα» δεν επηρεάζει τον αριθμό λοβών ανά φυτό ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση στον σχηματισμό λοβών ανά φυτό.

Ο αριθμός λοβών ανά φυτό κυμάνθηκε από 7 έως 11. Στη βιβλιογραφία γίνεται αναφορά για τον αριθμό λοβών ανά φυτό κατά μέσο να είναι 16,17 (Million Fikreselassie et al., 2012)

Η απόκλιση που διαπιστώνεται στη μελέτη μας ενδεχομένως να συνδέεται με τις καιρικές συνθήκες των μηνών Ιανουαρίου- Φεβρουαρίου όπου σημειώθηκαν χαμηλές θερμοκρασίες, χιονόπτωση και παγετός.

Η μεγαλύτερη τιμή για τον αριθμό λοβών ανά φυτό την δίνει η κοπριά (11) και τη μικρότερη ο μάρτυρας (7).

Ο αριθμός λοβών ανά φυτό για μεταχείριση με βιοκυκλικό κομπόστ, με κοπριά και με ανόργανη λίπανση δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά.

Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξαν οι S. Alaghemand et al.,(2017) διαπιστώνοντας σε καλλιέργεια τριγωνέλλας ότι η προσθήκη οργανικών λιπασμάτων δεν επηρεάζει τον αριθμό των λοβών/φυτό. Αντίθετα σε μελέτη του Mafakheri S.(2017), αναφέρεται πως η προσθήκη

οργανικού λιπάσματος από εκχύλισμα φυκών σε φυτά τριγωνέλλας, έδωσε μεγαλύτερο αριθμό λοβών ανά φυτό.

Για το χαρακτηριστικό **αριθμός σπόρων ανά λοβό** σημειώνονται τα εξής: η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά στον αριθμό σπόρων ανά λοβό ενώ ο παράγοντας «λίπανση» είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό σπόρων ανά λοβό.

Ο αριθμός σπόρων ανά λοβό κυμάνθηκε από 8-13.

Στη βιβλιογραφία γίνεται αναφορά για αριθμό σπόρων ανά λοβό να κυμαίνονται από 7,16 έως 16,27 (Million Fikreselassie et al., 2012).

Η εφαρμογή με βιολογικό κομπόστ και κοπριά για αυξημένη αλατότητα δίνουν τον ίδιο αριθμό σπόρων ανά λοβό (13) που είναι και η μεγαλύτερη τιμή για το χαρακτηριστικό αυτό.

Ο μικρότερος αριθμός σπόρων ανά λοβό εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (8).

Σε συνθήκες μη αλατότητας έχουμε το μεγαλύτερο αριθμό σπόρων που εντοπίζεται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή κοπριάς (12,5) και αμέσως ακολουθεί η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ(12). Οι τιμές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Ο μικρότερος αριθμός σπόρων ανά λοβό εντοπίζεται στο υποτεμάχιο του μάρτυρα (8).

Ο αριθμός σπόρων ανά λοβό κυμάνθηκε από 8-12,5.

Ο αριθμός σπόρων ανά λοβό είναι χαρακτηριστικό που επηρεάζεται μέτρια από την κληρονομικότητα ενώ δέχεται επίδραση και από το περιβάλλον (Hosamath et al., 2017).

Σύμφωνα με τους Balai et al., (2006), ο αριθμός των σπόρων/λοβό δέχεται χαμηλή επίδραση από την κληρονομικότητα αλλά ασκεί θετική επίδραση και έχει άμεση συσχέτιση με την απόδοση του σπόρου.

Σε μελέτη των Lunagariya D.D., et al. (2018), σε καλλιέργεια τριγωνέλλας φάνηκε η εφαρμογή οργανικών στερεών όπως το κομπόστ NADEP επηρέασε σημαντικά τον αριθμό των σπόρων ανά λοβό και μάλιστα είχε την ίδια στατιστικά επίδραση με το Vermicompost.

Για το χαρακτηριστικό **βάρος 1000 σπόρων** η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Η τιμή για το βάρος 1000 σπόρων κυμάνθηκε σε ένα εύρος από 14gr έως 18,3gr σε αυξημένη αλατότητα και από 13,5gr έως 19,2 gr σε μη αλατότητα.

Οι τιμές αυτές συμφωνούν με αντίστοιχων μελετών από τη βιβλιογραφία ((Adem Erol et al., 2017., Erman Beyzi, 2020).

Τη μεγαλύτερη τιμή δίνουν η εφαρμογή με βιοκυκλικό κομπόστ (18,3 gr (S) και 19,1 gr (US)) και η εφαρμογή με κοπριά (18,1 gr (S) και 19,2 gr (US)).

Οι τιμές δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με εκείνα άλλων μελετών για τη θετική επίδραση της οργανικής λίπανσης στο βάρος 1000 σπόρων τριγωνέλλας (S. Alaghemand et al, 2017).

Τα υποτεμάχια του μάρτυρα σε συνθήκες αλατότητας (14,0 gr) και σε μη αλατότητα (13,5 gr) δίνουν τη μικρότερη τιμή για το βάρος 1000 σπόρων.

Οι τιμές για την ανόργανη λίπανση (17) και το κομπόστ (17,6) δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε αυξημένη αλατότητα. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει την θετική επίδραση που έχει το βάρος 1000 σπόρων στην απόδοση της τριγωνέλλας. (Ayanoğlu et al., 2004; Fikreselassie et al., 2012; Gurjar et al., 2016).

Για την αξιολογούμενη μεταβλητή απόδοση σε σπόρο η παράμετρος «αλατότητα» δεν επέδρασε στην απόδοση σε σπόρο ενώ η παράμετρος «λίπανση» είχε σημαντική επίδραση.

Για την απόδοση σε σπόρο σε αυξημένη αλατότητα παρατηρούμε ένα εύρος τιμών που ξεκινά από 524 Kg ha⁻¹ και φτάνει έως 750 Kg ha⁻¹.

Η μεγαλύτερη τιμή εντοπίζεται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή κοπριάς (750 Kg ha⁻¹) και ακολουθεί η τιμή για το βιοκυκλικό κομπόστ (735 Kg ha⁻¹).

Για συνθήκες μη αλατότητας η απόδοση σε σπόρο παρουσιάζει ένα εύρος τιμών που ξεκινά από τα 469 Kg ha⁻¹ και φτάνει έως τα 770 Kg ha⁻¹.

Η μεγαλύτερη τιμή εντοπίζεται στο υποτεμάχιο με εφαρμογή βιοκυκλικού κομπόστ (770 Kg ha⁻¹) και ακολουθεί η τιμή με εφαρμογή κοπριάς (714 Kg ha⁻¹).

Παρατηρείται απόκλιση των υψηλότερων τιμών του πειράματός μας από τις τιμές των αναφορών της βιβλιογραφίας για τη μέση απόδοση σε σπόρο. Αναφέρονται μέση απόδοση σε σπόρο στα 759 kg ha⁻¹ για περιοχές της ΒΑ Ευρώπης (Bieńkowski et al. 2016), και στα 1215 kg ha⁻¹ για περιοχές της Ινδίας (Lal et al., 2015).

Η απόκλιση αυτή ίσως να οφείλεται και στις περιορισμένες βροχοπτώσεις - συνολικά έπεσαν 195,4 mm ύψους βροχής- κατά την καλλιεργητική περίοδο Νοεμβρίου 2020-Μαΐου 2021.

Από σχετικές μελέτες προκύπτει ότι οι αποδόσεις της καλλιέργειας είναι υψηλότερες όταν στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου σημειώνονται πολλές βροχοπτώσεις. (Basu et al. 2008).

Σύμφωνα με τον Petropoulos, G.A. (2002), οι αποδόσεις της τριγωνέλλας ήταν υψηλότερες σε χρονιές με ετήσια βροχόπτωση 300-1500 mm και με ετήσια μέση θερμοκρασία 7, 8- 27,5°C.

Επιπλέον αναφέρεται ότι η απόδοση σε σπόρο και η ποιότητα των σπόρων της τριγωνέλλας επηρεάζονται από τον γονότυπο, τις κλιματολογικές, τις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται.(Żuk-Gołaszewska K., and Wierzbowska J.

2017). Τα θετικά αποτελέσματα της λίπανσης στην ανάπτυξη και την απόδοση της τριγωνέλλας έχουν διαπιστωθεί και από τους Kumar et al., (2015).

Εφαρμογή λίπανσης με N αυξάνει σημαντικά την απόδοση σε σπόρο για την τριγωνέλλα και μάλιστα προσθήκη 60 kg N ha⁻¹ επέφερε τη μέγιστη απόδοση.(Sharangi et al. 2005., Sharma , 2000). Η εφαρμογή συνδυαστικά βιολογικού και χημικού λιπάσματος σε καλλιέργεια τριγωνέλλας θα μπορούσε να ελαχιστοποιήσει την ανάγκη για χημικά λιπάσματα N-P-K (έως 50%), προσδίδοντας σοβαρά οικονομικά οφέλη αλλά κυρίως προσφέροντας στην προστασία του περιβάλλοντος(M. Dadrasan et al., 2015).

Συνοψίζοντας με βάσει τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φαίνεται η θετική επίδραση που έχει η εφαρμογή της οργανικής λίπανσης και κυρίως του βιοκυκλικού κομπόστ (BHS) στα αξιολογούμενα χαρακτηριστικά της ρίζας, του υπέργειου τμήματος φυτού και στις αποδόσεις της τριγωνέλλας.

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με άλλων σχετικών ερευνών για την τριγωνέλλα (Malav J.K., et al.,2018, .Lal G, et al. 2017), ενώ παρόμοια ευρήματα αναφέρθηκαν από τους Lal and Singh (2016) για τον κόλιανδρο και από τους Darzi, M.T, et. al. (2011) για τον γλυκάνισο.

Οι σύγχρονες τάσεις στη γεωργία επικεντρώνονται στη μείωση της χρήσης ανόργανων λιπασμάτων και χρήση οργανικών λιπασμάτων και βιολιπασμάτων (Gyaneshwar et al., 2002 και Darzi et al., 2011). Εκτός από τη βελτίωση της υγείας του εδάφους, τα οργανικά λιπάσματα παρέχουν τα κύρια θρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά που απαιτούνται για την ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών (Palaniappan and Annadurai, 1999). Χρησιμοποιώντας βιώσιμα και φιλικά προς το περιβάλλον οργανικά υλικά μπορεί να αυξηθεί η απόδοση της τριγωνέλλας χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Τα ικανοποιητικά αποτελέσματα από την επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αξιολογούμενα χαρακτηριστικά της τριγωνέλλας προσφέρουν το έναυσμα για περαιτέρω μελέτη και έρευνα στην προοπτική ανάπτυξης και αξιοποίησης της δυναμικότητας της καλλιέργειας αυτής.

ΕΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aasim M, Khawar KM, Yalcin G, Bakhsh A 2014. Current Trends In Fenugreek Biotechnology And Approaches Towards Its Improvement. AJSIH Fenugreek Special Issue Editors: S. K. Basu & G. Agoramoorthy p.128-136.

Acharya, S.N., Blade, S., Mir, Z., Moyer, J.R. 2007a. Tristar fenugreek. Can. J. Plant Sci. 87(4): 901-903.

Adem EROL , Omer Suha USLU , Osman GEDIK , Ali Rahmi KAYA , Mustafa KIZILSIMSEK , Fatma AKBAY. Determination of the Germination and Seedling Characteristics of Some Fenugreek (*Trigonella* sp.) Populations. 2nd INTERNATIONAL BALKAN AGRICULTURE CONGRESS 16-18 MAY 2017

Ahmad P. , M.M. Azooz, M.N.V. Prasad. 2013. Salt Stress in Plants: Signalling, Omics and Adaptations Springer Science+Business Media, New York (2013), pp. 509

Alaghemand S, Ayyubi H, Hasanpour E, Olfati J.A, Saadatian M., Hamidoghli Y, Kazemi S, Karimi H, 2017. Effects of organic fertilizers on growth and biochemical characteristics of Fenugreek. Acta agriculturae Slovenica, 109-2, september 2017str. 197-203

Alka Panwar, Y.K. Sharma, R.S. Meena, R.K. Solanki, O.P. Aishwath, R. Singh and Sharda Choudhary, 2018. Genetic variability, association studies and genetic divergence in Indian fenugreek (*Trigonella foenum- graecum* L.) varieties. AGRICULTURAL RESEARCH COMMUNICATION CENTRE Legume Research, 41(6) 2018: 816-821

Andre Dias de Azevedo Neto , Jose Tarquinio Prisco, Joaquim En eas-Filho, Carlos Eduardo Braga de Abreu, Eneas Gomes-Filho Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes, Environmental and Experimental Botany 56 (2006) 87–94

Ayanoğlu, F., Arslan, M., Mert, A. (2004). Correlation and Path Analysis of the Relationship between Yield and Yield Components in Fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.). Turkish Journal of Field Crops, 9, 11-15.

Barman M., Paul S., Guha Choudhury A., Roy P., and Sen J.,2017. Biofertilizer as Prospective Input for Sustainable Agriculture in India . International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences . Volume 6 (11) (2017) .pp. 1177-1186

- Basu S.K** 2006. Seed production technology for fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in the Canadian prairies. Master of Science Thesis. Department of Biological Sciences University of Lethbridge, Alberta, Canada.
- Basu S. K., Acharya S. N., Thomas J. E.** 2008. Application of phosphate fertilizer and harvest management for improving fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed and forage yield in a dark brown soil zone of Canada. *KMITL Sci. Tech. J.*, 8(1): 1-7.
- Basu, S.K., Acharya, S.N., Bandara, M.S., Friebel, D., Thomas, J.E.** 2009. Effects of genotype and environment on seed and forage yield in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) grown in western Canada. *Aust. J. Crop Sci.* 3(6): 305-314.
- Basu A, Basu SK, Kumar A, Sharma M, Chalghoumi R, Hedi A, Solorio-Sánchez F, Balogun MO, Cetzal-Ix EEH and W** 2014. Fenugreek (*Trigonella Foenum-Graecum* L.), A Potential New Crop For Latin America. *AJSIH* Editors: S. K. Basu & G. Agoramorthy. 4(3):145-162.
- Bernstein, E., J.L. Posner, D. Stoltenberg, and J. Hedtcke.** 2011. Organically-managed no-tillage rye-soybean systems: Agronomic, economic, and environmental assessment. *Agron J.* 103:4:1169-1179.
- Bieńkowski T., Żuk-Golaszewska K., Kurowski T., Golaszewski J.** 2016. Agrotechnical indicators for *Trigonella foenum-graecum* L. production in the environmental conditions of northeastern Europe. *Turk. J. Field Crops.*, 21(1):16-28
- Bijeh keshavarzi, M.H., Rafsanjani, M.S.O., Moussavinik, S.M. and Abdin, M.Z.** (2011): Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Annals of Biological Research*, 2(4): 490-497.
- Blair, M., Wu, Jing, and Wang, Shumin** (2016), 'Editorial: Food Legume Diversity and Legume Research Policies', *The Crop Journal*, 4, 339-43.
- Brandy, N.C.**, 2002, *The Nature and Properties of soils*, New Jersey, USA, Prentice Hall.
- Bueno M. M.L. Lendínez, C. Aparicio, M.P. Cordovilla,** 2017. Germination and growth of *Atriplex prostrata* and *Plantago coronopus*: two strategies to survive in saline habitats *Flora*, volume 227 (2017), pp. 56-63
- Chantzoulakis, K. and Klapaki, G.** 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* vol 86 ,pp. 247-260

- Christenhusz, M. J. M. & Byng, J. W.** 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase, *Phytotaxa*. Magnolia Press., 261 (3): pp. 201–217
- Dadrasana M., M.R. Chaichi , A.A. Pourbabaee , D. Yazdani , R. Keshavarz-Afshar:** Deficit irrigation and biological fertilizer influence on yield and trigonelline production of fenugreek *Industrial Crops and Products* 77 (2015) 156–162
- Darzi, M.T., Haj, S., Hadi, M.R. and Rejali, F.** 2011. Effect of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.) *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* Volume 26, Number 4 (50); Page(s):452-465
- David Castroa, Johanna Urzúaa, Mariano Rodriguez-Malebrana , Claudio InostrozaBlancheteaub , and Cristian Ibáñez,** Woody leguminous trees: New uses for sustainable development of drylands *JOURNAL OF SUSTAINABLE FORESTRY* 2017
- Del Amor, F.M., V. Martinez, Cerda A.** 1999. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants grown in perlite. *HortScience* vol.34 (7), pp. 1234-1237.
- Del Amor, F.M., V. Martinez, Cerda A.** 2001. Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. *HortScience* vol.36 (7), pp.1260-1263.
- Dhara D Lunagariya, VJ Zinzala, Mital M Barvaliya and PK Dubey:** Effect of organics on growth, yield, quality and economics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) grown under organic farming system, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2018; vol 7(3): pp .2420-2424
- Dorai, M., Papadopoulos, A.P., Gosselin, A.,** 2001. Influence of electric conductivity management on non greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie* 21, 367–383.
- El-Danasoury, M., Al-Amier, H., Helaly, A.E.-D., Aziz, E.E., Craker, L.,** 2010. Essential oil and enzyme activity in spearmint under salt stress. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* vol. 16 (2), pp: 136-145
- Erman Beyzi,** 2020. PCA analysis on postharvest quality characterization of fenugreek depending on seed weight. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Science*, 4 (3): 356-361 (2020)
- Fikreselassie, M., Zeleke, H., Alemayehu, N.** (2012). Correlation and path analysis in Ethiopian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) landraces. *Crown Research in Education*, 2, 132-142

- Fikreselassie, M., Zeleke, H., Alemayehu, N.** (2012). Genetic variability of Ethiopian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) landraces. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* Vol. 4(3), pp. 39-48, 23 February, 2012
- Fred, E. B., Baldwin, I. L., and McCoy, E.** 1932. *Root Nodule Bacteria and Leguminous Plants*. University of Wisconsin Stud. Sci. 5, Madison
- Gladis Zinati** . 2017. *Compost Effects On Weed Suppression BioCycle* July 2017
- Gorhamr, J.**(1995).Some mechanisms of salt tolerance in crop plants.*Plant and Soil*,89,15-40.
- Graham, P. H., and C. P. Vance.** 2003. Legumes: importance and constraints to greater use. *Plant Physiol.* 131: 872 – 877.
- Guanghui Yu, Wei Ran and Qirong Shen.** *Compost Process and Organic Fertilizers Application in China*. Chapter in Book "Organic Fertilizers - From Basic Concepts to Applied Outcomes". DOI: 10.5772/62324. <http://www.intechopen.com/books/organic-fertilizers-from-basic-concepts-to-applied-outcomes>
- Gurjar, M., Naruka, I.S., Shaktawat, R.P.S.** (2016). Variability and correlation analysis in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Legume Research*, 39, 459- 465.
- Gyaneshwar, P., Kumar, N.G., Parekh, L.J. and Poole, P.S.** 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant. Soil* 245:83- 93
- Hasanuzzaman M.,Nahar K.,Fujita M.**(2013) Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages In book: *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*.pp.25-87
- Hasegawa P, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ.** (2000) Plant cellular and molecular responses to high salinity.*Annu Rev Plant Physiol Plant mol Bio* vol 51: pp. 463-499.
- Helambe S Snehlata, Dande R Payal** , Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): An Overview *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research, (IJCPR)*, November 2011-January 2012; 2(4); 169-187
- Holland, J.M.** 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agric Ecosyst Environ* 103:1-25.
- Hosamath V.J., R.V. Hegde, C.K. Venugopal , A.G. Vijayakumar and M.G. Hegde.** *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 6 Number 11 (2017) pp. 4020-4036

Ikerrd John E., The need for a system approach to sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 46, Issues 1–4, September 1993, Pages 147-160

I.P. Kakabouki, I. Roussis, D. Hela, P. Papastylianou, A. Folina, D. Bilalis, 2019: Root growth dynamics and productivity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in response to fertilization and soil tillage. *Folia Horticulturae* 31(2) (2019): 285-299

Ioanna Kakabouki, Aspasia Efthimiadou, Antigolena Folina, Charikleia Zisi & Stella Karydogianni, 2020: Effect of different tomato pomace compost as organic fertilizer in sweet maize crop. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol.51, 2020 - Issue 22

Jafari, M.H.S., Kafi, M. and Astarai, A. (2009): Interactive effects of NaCl induced salinity, calcium and potassium on physiomorphological traits of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 41(6): 3053-3063

Jelali, N., Dhifi, W., Chahed, T., Marzouk, B., 2011. Salinity effects on growth, essential oil yield and composition and phenolic compounds content of marjoram (*Origanum majorana* L.) leaves. *Journal of Food Biochemistry* 35 (5): 1443-1450.

Jellin JM, Batz F, Hitchens K (1999). *Pharmacists Letter/Prescribers Letter Natural Medicines Comprehensive Data Base*.

Jensen Erik Steen, Mark B. Peoples, Robert M. Boddey, Peter M. Gresshoff, Henrik Hauggaard-Nielsen, Bruno J.R. Alves, Malcolm J. Morrison (2012), 'Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review', *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (2), 329-64.

Kumar, R., Meena, S.S., Kakani, R.K., Mehta, R.S., Meena, N.K., 2015. Response of fertilizer levels and genotypes on productivity of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) crop geometry. *Int. J. Seed Spices* 5 (1), 63–67.

Lal, G. and Singh, R. (2016). Comprehensive evaluation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) varieties under different organic modules. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 86: 31-36.

Lal G., Ravindra Singh, R.S. Mehta, Y.K. Sharma, Krishna Kant, S.P. Maheria 2017. Standardization of organic module for sustainable production of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.); *Legume Research*, vol 40 (1) 2017, p: 144-149

Lal, R., 2004. Soil quality in Industrialized and Developing Countries Similarities and Differences: in *Managing Soil quality Challenges in Modern Agriculture*, Schonning P., Elmholt S., Christensen Editors.

Lampkin, N., Foster, C., Padel, S. and Midmore, P. (1999), The Policy and Regulatory Environment for Organic Farming in Europe, Hohenheim.

Lotter Donald W. Organic Agriculture. Journal of Sustainable Agriculture Volume 21, 2003-Issue 4

Maas E.V., Grieve C.M. (1987). Sodium-induced calcium deficiency in salt-stressed corn Plant Cell Environ. 10, 559-564

Mafakheri S. 2017. Effect of Some Organic and Chemical Fertilizers on Morphological and Biochemical Factors of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.).Journal of Plant Productions, Vol40, Issue3, pp 27-40.

Mahsa Mousavi-Derazmahalleh1, Philipp E. Bayer, James K. Hane, Babu Valliyodan, Henry T. Nguyen, Matthew N. Nelson, William Erskine, Rajeev K. Varshney, Roberto Pap, David Edwards, Adapting legume crops to climate change using genomic approaches. Plant Cell Environ. 2019;42:6–19.

Malav J.K., Patel J.K., Pavaya R.P., Patel B.B. and Patel V.R. 2018. Effect of Different Organic Sources on Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under Organic Farming Module. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences (2018) 7(2): pp. 17-25.

Maurogiannopoulos,G., Savvas, D., Vogli, V., 2002. Influence of NaCl-imposed on half of the root system of hydroponically grown tomato on growth, yield, and tissue mineral composition. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, vol 77 (5), pp 557-564.

Mehrafarin Ali , Naghdi Badi Hassanali , Noormohammadi Ghorban , Zand Eskandar, Rezazadeh Shamsali and Qaderi Ardeshir.,2011 Effects of environmental factors and methanol on germination and emergence of Persian Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) . African Journal of Agricultural Research Vol. 6(19), pp. 4631-4641, 19 September, 2011.

Mehta, R.S., Anwer, M.M and Malhotra, S.K. (2012). Influence of sheep manure, vermi-compost and biofertilizer on growth, yield and profitability of cumin (*Cuminum cyminum* L.) production J. Spices Aroma Crops 21: 16–19

Mehta R.S., M.M. Anwer, O.P. Aishwath and R.S. Meena (2012): Growth, yield and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as influenced by nitrogen, phosphorus and bio-fertilizers. Indian Journal of Horticulture, 69(1), March 2012: 94-97

- Mitchell, J.P., Shennan, C., Grattan, S.R., May, D.M.,** 1991. Tomato Fruit Yields and Quality under Water Deficit and Salinity. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 116, 215–221.
- Moradi kor Zahra, Bayati Zadeh Jalal.** 2013. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) As a Valuable Medicinal Plant. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research* Volume 1, Issue 8, 2013:pp. 922-931
- Munns R.** (2002) Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell Environ.* 28, 239-250
- Munns, R., and Tester, M.** (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual review of plant biology*, 59, 651-681
- Naguib, N.Y.M.,** 2011. Organic vs chemical fertilization of medicinal plants: a concise review of researches. *Adv. Environ. Biol.*, 5(2): 394-400.
- Nawaz Khalid, Hussain Khalid, Majeed Abdul, Khan Farah, Afghan Shahid, Ali Kazim** (2010), 'Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects', *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, vol 9, pp 5475-80.
- Neffati, M., Marzouk, B.,** 2010. Salinity impact on growth, essential oil content and composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) stems and leaves. *Journal of Essential Oil Research* vol. 22 (1), pp: 29-34.
- Nirit Bernstein, Uzi Kafkafi,** (2002). Root Growth under Salinity Stress, chapter 44 *Plant Roots The Hidden Half*, Third Edition
- Okcu, G., Kaya, M.D. and Atak, M.** (2005): Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 237-242
- Pardossi, A., Bagnoli, G., Malorgio, F., Campiotti, C.A., Tognoni, .,** 1999a F. NaCl effects on celery (*Apium graveolens* L.) grown in NFT. *Scientia Horticulturae* 81 (3): 229-242.
- Palaniappan, S.P. and Annadurai, K.** 1999. *Organic Farming: Theory and Practices.* Scientific Publishers, Jodhpur
- Petit-Aldana Judith, Noguera-Savelli Eliana , Cetzal-Ix William , Solorio-Sanchez Francisco and Infante-Cruz Angel.** 2014. PRODUCTIVE POTENTIAL OF FENUGREEK (FABACEAE: TRIGONELLA FOENUM-GRAECUM L.) IN VENEZUELA Fenugreek

Special Issue Mar/Apr 2014 Editors: S. K. Basu & G. Agoramoorthy American Journal of Social Issues and Humanities

Petropoulos GA., 2002. Fenugreek, The genus *Trigonella*. Taylor and Francis, London and New York. p: 1- 255.

Ratnakara Anjali, Aruna Raib, 2013. Effect of sodium chloride salinity on seed germination and early seedling growth of *trigonella* Octa Journal of Environmental Research volume 1(4) pp. 304-309

Reganold John P. & Jonathan M. Wachter. Organic agriculture in the twenty-first century Nature Plants 2, Article number 15221 (2016)

Ridley, E.M., Mele, P.M. & Beverly C.R., 2004. Legume-based farming in Southern Australia: Developing sustainable systems to meet environmental challenges. Soil Biol. & Bioch., 36:1213-1221.

Romero Aranda R., Soria T., Cuartero J. (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. Pkant science 160(2), 265-272.

Sarada C., K Giridhar & N Hariprasada Rao: Studies on genetic variability, heritability and genetic advance in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Journal of Spices and Aromatic Crops Volume 17 (2): 163-166 (2008)

Ryan, M.R. 2010. Energy usage, greenhouse gases, and multi-tactical weed management in organic rotational no-till cropping systems. Ph.D. dissertation. University Park, PA: The Pennsylvania State University.evidence. Agric Ecosyst Environ 103:1–25.

Semin Ozge Keskin, Tahira Mohsin Ali, Jasim Ahmed, Marium Shaikh, Muhammad Siddiq, Mark A. Uebersax, Physico-chemical properties and functional of legume protein, starch, and dietary fiber—A review Legume Science. 2021;e 117

Seyed Farhad Saberali, Mehdi Moradi. 2019. Effect of salinity on germination and seedling growth of *Trigonella foenum-graecum*, *Dracocephalum moldavica*, *Satureja hortensis* and *Anethum graveolens* Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences Volume 18, Issue 3, pp. 235-354 (July 2019)

Shabbir A. Shahid, Mohammad Zaman, Lee Heng. Introduction to Soil Salinity, Sodidity and Diagnostics Techniques Nov.2018 / Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques pp 1-42)

Shabbir A. Shahid, Mohammad Zaman, Lee Heng, 2019. Soil Salinity: Historical Perspectives and a World Overview of the Problem Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques pp 43-53

Shahabzadeh Z, Heidari B, Hafez RF 2013. Induction of Transgenic Hairy Roots in *Trigonella foenum-graceum* Co-cultivated with *Agrobacterium rhizogenes* Harboring aGFP Gene. *J. Crop Sci. Biotech.* 16(4): 263-268.

Shannon M.C., Grieve C.M., (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity, *Scientia Horticulturae* vol 78: pp. 5-38 (1999)

Sharafzadeh S., Ordookhani K., 2011. Organic and Bio Fertilizers as a Good Substitute for Inorganic Fertilizers in Medicinal Plants Farming. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol.5(12): pp.1330-1333, 2011

Sharangi, A. B., U. Thapa, A. Pariari, A. R. Mandal, R. Chatterjee, T. Sivkumar, 2005. Response of nitrogen, Rhizobium and cutting management on nodule behaviour of fenugreek. *Legume Research*, 28 (3): 184-188.

Sharma, S. K., 2000. Response of nitrogen and spacing on fenugreek seed production. *Horticultural Journal*, 13 (2): 39-42.

Sidiras, N., D. Bilalis, and E. Vavoulidou. 2001. Effects of tillage and fertilization on some selected physical properties of soil (0–30 cm depth) and on the root growth dynamic of winter barley (*Hordeum vulgare* cv. Niki). *Journal of Agronomy & Crop Science* 187:167–76.

Stenberg M., B. Stenberg, T. Rydberg. 2000. Effects of reduced tillage and liming on microbial activity and soil properties in a weakly-structured soil. *App Soil Ecol.* 14:135–145.

Stockdale, E.A., N.H. Lampkin, M. Hovi, R. Keatinge, E.K.M. Lennartsson, D.W. Macdonald, & S. Padel. 2001. Agronomic and environmental implications of organic farming systems. *Advances in Agro*, 70: 261-327.

Taârit, M.B., Msaada, K., Hosni, K., Marzouk, B., 2011. Physiological changes and essential oil composition of clary sage (*Salvia sclarea* L.) rosette leaves as affected by salinity. *Acta Physiologiae Plantarum* vol. 33 (1), pp: 153-162.

Tabatabaie, S.J., Nazari, M.J., 2007. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* vol. 3 (4): pp. 245-253.

- Tadayyona A., Mehdi Naeimia M. , Pessaraklib M.,**2018. Effects of vermicompost and vermiwash biofertilizers on fenugreek (*Trigonella foenum*) plant. COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS 2018, VOL.49, NO. 19 pp. 2396–2405 .
- Tarchoune,I., Baâtour,O., Harrathi, J., Cioni, P.L., Lachaâl, M., Flamini, G., Ouerghi, Z,** 2013. Essential oil and volatile emissions of basil (*Ocimum basilicum*) leaves exposed to NaCl or Na₂SO₄ salinity. Journal of Plant Nutrition and Soil Science vol. 176 (5), pp: 748-755.
- Taylor A.G., Motes J.E., Kirkham M.B.,** (1982). Osmotic regulation in germinating tomato seedlings. American Society for Horticultural Science (USA) vol.107, issue 3, pp 387–390.
- Tiwari, R.K., Mistry, N.C., Singh, B. and Gandhi, C.P.** 2013. Crop wise area, production and productivity of major spices in India. Indian Horticulture Database, pp. 06
- Turan, M.A., Elkarim, A.H.A., Taban, N. and Taban, S.** (2010): Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. African Journal of Agricultural Research, 5(7): 584- 588
- Yu, X., Liang, C., Chen, J., Qi, X., Liu, Y., Li, W.,** 2015. The effects of salinity stress on morphological characteristics, mineral nutrient accumulation and essential oil yield and composition in *Mentha canadensis* L. Scientia Horticulturae vol, 197:pp 579-583
- Visak, T.** (2007). Vegan agriculture: animal-friendly and sustainable(Visak, 2007) preprints of the 7th Congress of the European Society for Agricultural and food Ethics 2007, Vienna, Austria, September 13-15 2007, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands 550pp
- Żuk-Golaszewska K., Wierzbowska J.** 2017. Fenugreek: productivity, nutritional value and uses. Journal of Elementology., 22(3): 1067-1080.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλεξάνδρης, Σ. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ – ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΕΚΠΛΥΣΗ ΑΛΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής Τομέας διαχείρισης Υδατικών Πόρων Γ.Π.Α

Δαλιάνης, Κ. (1993). Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδ. Α. Σταμούλης. Αθήνα.

Θερίος, Ι. (1996). Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα.- Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη σελ. 188-215.

Κουκουλάκης Π., ΑΡ. Παπαδόπουλος Τα προβληματικά εδάφη και η βελτίωση τους, εκδόσεις Σταμούλη ΑΘΗΝΑ 2007

Λόλας, Χ.Π. - Σημειώσεις ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΟΥ 2020 Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μήτσιος, Ι (2004). Γονιμότητα Εδαφών. Θρεπτικά στοιχεία φυτών (μακροθρεπτικά, μικροθρεπτικά) και Βαρέα Μέταλλα. Μέθοδοι και Εφαρμογές. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα

<http://79.129.78.202/lifesos/index.php/el/salinisation>

Μπιλάλης, Ι. Δ., Σιδηράς, Ν., Θωμόπουλος, Π., Ευθυμιάδου, Α., Τσιώρος, Σ.,2006. Επίδραση τριών ψυχανθών, ως χλωρή λίπανση, στην ανάπτυξη του βαμβακιού και την απόδοση του (*Gossypium hirsutum*). Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, σσ.189-199, Ε.Ε.Ε.

Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., 2005: Ψυχανθή, Καρποδοτικά - Χορτοδοτικά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., 2012: Ειδική Γεωργία, σιτηρά ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.Θεσσαλονίκη

Σιδηράς, Κ. Ν., « Οργανική λίπανση και αμειψισπορές» ΔΗΩ Έτος έκδοσης: 2004

Χαϊντούτη Κ., Διαχείριση και προστασία εδαφικών πόρων, Γ.Π.Α., Αθήνα, 2008

Χαϊντούτη Κ., Διαχείριση περιβάλλοντος. Γ.Π.Α., Αθήνα, 2006

Χαϊντούτη Κ., Σημειώσεις Γενικής εδαφολογίας, Γ.Π.Α., Αθήνα, 2006

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΚ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 834/2007 ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 28ης Ιουνίου 2007 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2018/848 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 30ής Μαΐου 2018 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organic-production-and-products_el

<https://www.ifoam.bio/>

<https://www.ifoam.bio/organics-international-annual-report-2014>

<https://www.fao.org>

<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/biologikgeorgiaktinotrofia>

<http://79.129.78.202/lifesos/index.php/el/salinisation>

Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας Έκδοση 31.03.2019 rev 149