

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Π.Μ.Σ. «ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»
«Συστήματα Ολοκληρωμένης - Βιολογικής Παραγωγής & Πιστοποίησης»**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΣΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ
ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ
(Ποικιλία Δωδώνη και Όλυμπος)**



ΧΡΥΣΟΥΛΑ-ΜΑΡΙΑ Κ. ΓΚΟΥΛΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΙΛΑΛΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2014

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΣΤΙΣ
ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ
(Ποικιλία Δωδώνη και Όλυμπος)**

ΧΡΥΣΟΥΛΑ-ΜΑΡΙΑ Κ. ΓΚΟΥΛΤΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΙΛΑΛΗΣ

**ΜΕΛΗ: Παπαστυλιανού-Παπασωτηρίου Θηρεσία-Παναγιώτα
Δαναλάτος Νικόλαος**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός του πειράματος, ήταν η μελέτη της επίδρασης της μυκόρριζας στην ανάπτυξη, στις αποδόσεις και στην ποιότητα φυτών κτηνοτροφικού μπιζελιού. Το πείραμα διεξήχθη σε βιολογικό πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή της Κωπαΐδας, κατά την καλλιεργητική περίοδο Νοεμβρίου 2012 - Ιουνίου 2013.

Περιλάμβανε φυτά κτηνοτροφικού μπιζελιού όπου το ριζικό σύστημα είχε δεχθεί επίδραση με σκεύασμα μυκόρριζας. Η εφαρμογή της μυκόρριζας έγινε τον Ιανουάριο του 2013. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν στο κτηνοτροφικό μπιζέλι ήταν η πυκνότητα φυτρώματος, το ξηρό βάρος όλου του φυτού, το ύψος των φυτών, το μήκος του λοβού, ο αριθμός λοβών ανά φυτό καθώς και το μέσο βάρος τους. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι αποδόσεις σε λοβούς και οι αποδόσεις σε φυτομάζα. Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μελετήθηκε το βάρος 1000 σπόρων. Αξιολογήθηκαν χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος καθώς και το ποσοστό αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα.

Ως αποτέλεσμα του πειράματος, παρατηρήθηκε υπεροχή στα φυτά που είχε γίνει η εφαρμογή μυκόρριζας στο ύψος, στο ξηρό βάρος, στο βάρος 1000 σπόρων, στον αριθμό λοβών, στο μέσο βάρος των λοβών, στις αποδόσεις σε λοβούς και στις αποδόσεις σε φυτομάζα. Ωστόσο δεν φάνηκαν διαφορές στην επιφάνεια, στη διάμετρο και στο μήκος του ριζικού συστήματος, στο μήκος του λοβού και στην πυκνότητα φυτρώματος. Γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην βιολογική γεωργία, βελτιώνοντας τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του κτηνοτροφικού μπιζελιού.

Λέξεις κλειδιά: κτηνοτροφικό μπιζέλι, μυκόρριζα, AMF, βιολογική καλλιέργεια

**EFFECT OF MYKORRIZAS IN DEVELOPMENT, IN QUALITY AND
QUALITY IN BIOLOGICAL PEAS-PLANT
(Variety Dodoni and Olympus)**

ABSTRACT

The effect of the mycorrhizal was studied in the growth, the yields and the quality of organic pea plants. On an experimental field of Agricultural University of Athens, cited on the farm of the University near Kopais, during the period November 2012-June 2013.

Included pea plants where the root system was accepted with effect mycorrhizal formulation . The application of mycorrhizal took place in January 2013 .

The properties of the pea plants were the following: density of plants, the dry weight, the height of plants, the length of pod, the pod number per plant, the weight of pod, the weight of 1000 seeds, the yields of pods, the the yields of plants, characteristics of root and the percentage of mycorrhiza.

Finally, was observed the superiority from the mycorrhizal plants in most characteristics, leading to the conclusion that can be used in organic farming, improving the characteristics of the pea crop .

Key words: pea, mycorrhizal, AMF, organic farming

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντά μου, Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δημήτριο Μπιλάλη, η συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη του, τόσο κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της μελέτης ήτανε πολύτιμη.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το Δρ. Γεωπόνο Ροίκο Θανάπουλο του Τμήματος Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων, για τη συνολική προσφορά του στη διεξαγωγή του πειράματος καθώς επίσης και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Σταύρο Αλεξανδρή του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την πολύτιμη βοήθεια του τόσο στα κλιματολογικά δεδομένα όσο και στο φωτογραφικό υλικό που μου παραχώρησε.

Ευχαριστώ θερμά τους Καθηγητές κ. Παπαστυλιανού Παναγιώτα και κ. Δαναλάτο Νικόλαο για την αξιολόγηση της παρούσας μελέτης.

Ευχαριστώ τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Αλέξανδρο Δρίτσουλα και Αθανάσιο Μυλωνά για τη σημαντική βοήθεια τους καθ' όλη τη διάρκεια της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Τέλος, την οικογένεια μου για τη συμπαράσταση και τη στήριξη που μου δείχνει όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	σελ. 3
Abstract.....	σελ. 4
1. Εισαγωγή	
1.1. Γενική Περιγραφή των Ψυχανθών.....	σελ. 12
1.1.1. Χειμερινά & Εαρινά καρποδοτικά ψυχανθή	σελ. 13
1.1.2. Χορτοδοτικά Ψυχανθή.....	σελ. 14
1.1.3. Ψυχανθή για χλωρά λίπανση	σελ. 15
1.2. Γενικά για το Μπιζέλι.....	σελ. 15
1.2.1. Το κτηνοτροφικό μπιζέλι στην Ελλάδα	σελ. 16
1.2.2. Βοτανική ταξινόμηση	σελ. 18
1.2.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	σελ. 19
1.2.3.1. Ριζικό σύστημα και φύλλα.....	σελ. 19
1.2.3.2. Άνθη και καρπός	σελ. 21
1.2.4. Αύξηση και ανάπτυξη, στάδια του βιολογικού κύκλου	σελ. 22
1.2.4.1. Βλάστηση σπόρου και φύτευμα	σελ. 22
1.2.4.2. Ανάπτυξη ριζών και φυλλώματος	σελ. 23
1.2.4.3. Άνθηση.....	σελ. 24
1.2.4.4. Γέμισμα καρπού	σελ. 24
1.3. Οικολογικές απαιτήσεις	σελ. 25
1.3.1. Το κλίμα	σελ. 25
1.3.2. Έδαφος.....	σελ. 26
1.4. Τεχνική καλλιέργειας των χειμερινών ψυχανθών.....	σελ. 26
1.4.1. Εποχή σποράς- Ποσότητα σπόρου.....	σελ. 26
1.4.2. Συγκαλλιέργεια.....	σελ. 27
1.4.3. Τρόπος σποράς.....	σελ. 27
1.4.4. Αμειψισπορά	σελ. 27
1.4.5. Λίπανση του εδάφους.....	σελ. 28
1.4.6. Διαχείριση ζιζανίων.....	σελ. 29
1.5. Έδαφος στη βιολογική γεωργία	σελ. 29
1.6. Συγκομιδή	σελ. 31
1.7. Ρόλος μυκόρριζας- Μυκόρριζα στη βιολογική γεωργία.....	σελ. 32
1.8. Κτηνοτροφικά ψυχανθή- καλλιεργητικοί στόχοι	σελ. 39

1.9. Γενικά στοιχεία βιολογικής γεωργίας.....σελ.	41
1.9.1. Στόχοι βιολογικής γεωργίας.....σελ.	41
1.9.2. Προοπτικές της βιολογικής γεωργίας.....σελ.	42
1.10. Νομοθεσία που διέπει τη βιολογική γεωργία	σελ. 43
1.10.1. Επίσημη αναγνώριση και νομοθετική ρύθμιση της βιολογικής γεωργίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση	σελ. 43
1.10.2. Η διεθνής αναγνώριση της βιολογικής γεωργίας	σελ. 44
1.10.3. Η βιολογική καλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση	σελ. 45
1.10.4. Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα	σελ. 46
1.11. Ένταξη στη βιολογική γεωργία	σελ. 46
1.12. Στατιστικά στοιχεία στην Ελλάδα	σελ. 47

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1. Στοιχεία και ιστορικό πειραματικού αγρού και εδαφικής ανάλυσης.....σελ.	49
2.2. Περιγραφή ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν	σελ. 50
2.3. Πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε	σελ. 51
2.4. Κλιματολογικές συνθήκες κατά την περίοδο του πειράματος	σελ. 53
2.5. Καλλιεργητικές φροντίδες κατά τη διάρκεια του πειράματος	σελ. 54
2.6. Ημερομηνίες καλλιεργητικών επεμβάσεων στη διάρκεια του πειράματος...σελ.	54
2.7. Σπορά (Ημερομηνία και ποσότητα σπόρων).....σελ.	55
2.8. Παρατηρήσεις και μετρήσεις	σελ. 55
2.8.1. Πυκνότητα φυτώματος	σελ. 55
2.8.2. Ύψος φυτού.....σελ.	56
2.8.3. Μήκος Λοβού	σελ. 56
2.8.4. Αριθμός Λοβών ανά Φυτό	σελ. 56
2.8.5. Μέσο Βάρος λοβών ανά Φυτό.....σελ.	56
2.8.6. Ξηρό βάρος	σελ. 57
2.8.7. Ρίζες	σελ. 57
2.8.8. Μυκόρριζα	σελ. 57
2.8.9. Αποδόσεις πολλαπλασιαστικά.....σελ.	58
2.8.10. Βάρος 1000 σπόρων.....σελ.	58

3. Αποτελέσματα	
3.1. Επιφάνεια του ριζικού συστήματος(mm^2/cm^3).....	σελ. 59
3.2. Διάμετρος ριζών (mm).....	σελ. 60
3.3. Όγκος του ριζικού συστήματος (cm^3).....	σελ. 61
3.4. Μήκος ριζών (mm/cm^3).....	σελ. 63
3.5. Μυκόρριζα- ποσοστό αποικισμού (%).....	σελ. 64
3.6.Φυτικά χαρακτηριστικά.....	σελ. 66
3.6.1. Ύψος φυτών (cm).....	σελ. 66
3.6.2. Μήκος λοβού (cm).....	σελ. 69
3.6.3. Αριθμός λοβών/φυτό	σελ. 70
3.6.4. Μέσο βάρος λοβών/φυτό(g).....	σελ. 71
3.7. Ξηρό Βάρος(g).....	σελ. 72
3.8. Αποδόσεις	σελ. 73
3.8.1. Αποδόσεις σε λοβούς(kg λοβού/στρέμμα).....	σελ. 73
3.8.2. Αποδόσεις σε φυτομάζα(kg/στρέμμα).....	σελ. 75
3.9. Ποιοτικά χαρακτηριστικά	σελ. 76
3.9.1. Βάρος 1000 σπόρων (g)	σελ. 76
3.10. Πυκνότητα φυτρώματος (φυτά/m).....	σελ. 77
4. Συζήτηση	σελ. 79
5. Συμπεράσματα	σελ. 86
6. Φωτογραφικό υλικό πειράματος	σελ. 88
Βιβλιογραφία	σελ. 90

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.....	σελ. 18
Εικόνα 2: Το σημείο που συνδέονται τα παράφυλλα με το βλαστό στο κτηνοτροφικό μπιζέλι.....	σελ. 20
Εικόνα 3: Άνθος κτηνοτροφικού μπιζελιού	σελ. 21
Εικόνα 4: Λοβός και σπόροι κτηνοτροφικού μπιζελιού.....	σελ. 22
Εικόνα 5: Νεαρό φυτό μπιζελιού.....	σελ. 23
Εικόνα 6: Εκτομυκόρριζα- Εξωμυκόρριζα.....	σελ. 33
Εικόνα 7: Ενδομυκόρριζα.....	σελ. 34
Εικόνα 8: Διασταυρώσεις τις ρίζας με το σταυρόνημα.....	σελ. 58
Εικόνα 9: Μπιζέλι Δωδώνη.....	σελ. 88
Εικόνα 10: Μπιζέλι Όλυμπος.....	σελ. 88
Εικόνα 11: Λοβοί Μπιζελιού (πριν τη συγκομιδή).....	σελ. 89
Εικόνα 12: Μέτρηση στον πειραματικό αγρό.....	σελ. 89

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Στοιχεία εκτάσεων καλλιέργειας 2010-2011.....	σελ. 17
Πίνακας 2: Στοιχεία εκτάσεων καλλιέργειας 2012.....	σελ. 17
Πίνακας 3: Αριθμός εκμεταλλεύσεων και στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	σελ. 45
Πίνακας 4: Κυριότερες βιολογικές καλλιέργειες για το 2010. (Πηγή: ΔΗΩ)...	σελ. 48
Πίνακας 1α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F , για επιφάνεια των ριζών.....	σελ. 59
Πίνακας 1β: Μέσος όρος επιφάνειας ρίζας (mm^2/cm^3).....	σελ. 59
Πίνακας 2α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F , μέση διάμετρο των ριζών...	σελ. 60
Πίνακας 2β: Μέσος όρος διαμέτρου των ριζών(mm).....	σελ. 60
Πίνακας 3α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για τον όγκο του ριζικού συστήματος.....	σελ. 61
Πίνακας 3β: Μέσοι όροι όγκου του ριζικού συστήματος (cm^3/cm^3).....	σελ. 61
Πίνακας 3γ: Κριτήριο δοκιμασιών σύγκρισης μέσων , για τον όγκο του ριζικού συστήματος ως προς την αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	σελ. 61
Πίνακας 4α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το μέσο μήκος των ριζών.....	σελ. 63
Πίνακας 4β: Μέσος όρος μήκους των ριζών(mm/cm^3)	σελ. 63
Πίνακας 5α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το ποσοστό αποικισμού της ρίζας.....	σελ. 64
Πίνακας 5β: Μέσος όρος για το ποσοστό αποικισμού της ρίζας(%).....	σελ. 64
Πίνακας 5γ: Κριτήριο δοκιμασιών σύγκρισης μέσων, για το ποσοστό αποικισμού της ρίζας ως προς την παρουσία μυκόρριζας.....	σελ. 64
Πίνακας 6α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F , για το ύψος των φυτών.....	σελ. 66
Πίνακας 6β: Μέσος όρος ύψους φυτών (cm).....	σελ. 66
Πίνακας 7α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F , για το ύψος των φυτών.....	σελ. 67
Πίνακας 7β: Μέσος όρος ύψους φυτών (cm).....	σελ. 67
Πίνακας 8α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F , για το ύψος των φυτών.....	σελ. 68
Πίνακας 8β: Μέσος όρος ύψους φυτών (cm).....	σελ. 68
Πίνακας 9α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για μήκος λοβού.....	σελ. 69
Πίνακας 9β: Μέσος όρος μήκος λοβού (cm).....	σελ. 70
Πίνακας 10α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για τον αριθμό λοβών/φυτό.....	σελ. 70
Πίνακας 10β: Μέσος όρος για τον αριθμό λοβών/φυτό.....	σελ. 70
Πίνακας 11α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το μέσο βάρος λοβών/φυτό	σελ. 71
Πίνακας 11β: Μέσος όρος για το μέσο βάρος λοβών/φυτό(g.)	σελ. 71
Πίνακας 12α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για ξηρό βάρος..	σελ. 72
Πίνακας 12β: Μέσος όρος για το ξηρό βάρος.....	σελ. 72
Πίνακας 13α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για την απόδοση σε λοβούς	σελ. 73
Πίνακας 13β: Μέσος όρος αποδόσεων σε λοβούς (kg λοβού/στρέμμα).....	σελ. 73
Πίνακας 14α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για την απόδοση σε φυτομάζα.....	σελ. 75
Πίνακας 14β: Μέσος όρος αποδόσεων ποικιλιών (kg /στρέμμα)	σελ. 75
Πίνακας 15α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level), για το βάρος 1000 σπόρων	σελ. 76
Πίνακας 15β: Μέσος όρος βάρος 1000 σπόρων (g)	σελ. 76
Πίνακας 16α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level), για την πυκνότητα φυτρώματος	σελ. 77
Πίνακας 16β: Μέσος όρος πυκνότητας φυτρώματος(φυτά/m).....	σελ. 77

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- Διάγραμμα 1:** Ποσοστό καλλιεργειών ως προς το σύνολο της βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα..... σελ. 47
- Διάγραμμα 2:** Διακύμανση μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας (°C)..... σελ. 53
- Διάγραμμα 3:** Διακύμανση του ύψους βροχής (mm)..... σελ. 53
- Διάγραμμα 4:** Διακύμανση μέσης, ελάχιστης & μέγιστης θερμοκρασίας (°C). σελ. 54
- Διάγραμμα 5:** Η επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας επί του όγκου του ριζικού συστήματος. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.($p<0,05$).....σελ. 62
- Διάγραμμα 6:** Η επίδραση της μυκόρριζας επί του ποσοστού αποικισμού της ρίζας. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.($p<0,05$).
.....σελ. 65
- Διάγραμμα 7:** Η επίδραση της μυκόρριζας επί του ύψους των φυτών. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.($p<0,05$)..... σελ. 67
- Διάγραμμα 8:** Η επίδραση της μυκόρριζας επί του ύψους των φυτών. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.($p<0,05$)..... σελ. 69
- Διάγραμμα 9:** Η επίδραση της μυκόρριζας επί του βάρους των λοβών. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.($p<0,05$)..... σελ. 72
- Διάγραμμα 10:** Η επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας επί της απόδοσης σε λοβούς. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.($p<0,05$).....σελ.74
- Διάγραμμα 11:** Η επίδραση της μυκόρριζας επί του βάρους 1000 σπόρων. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.($p<0,05$).....σελ.77
- Διάγραμμα 12 :** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών και ποσοστού αποικισμού με μυκόρριζα (145ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.....σελ. 79
- Διάγραμμα 13 :** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ βάρους λοβών και αριθμού λοβών (193ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού..... σελ. 80
- Διάγραμμα 14 :** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ αποδόσεων σε λοβούς και βάρους λοβών (193ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού..... σελ. 81
- Διάγραμμα 15:** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ όγκου ριζικού συστήματος και μέσης διάμετρος ριζών (145ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού..... σελ. 82
- Διάγραμμα 16 :** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ξηρού βάρους και αποδόσεων σε φυτομάζα (193 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού..... σελ. 83
- Διάγραμμα 17:** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ βάρους 1000 σπόρων και ύψους φυτού (219 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού..... σελ. 84
- Διάγραμμα 18:** Γραμμική συσχέτιση μεταξύ βάρους 1000 σπόρων και πυκνότητα φύτευσης (219 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού..... σελ. 85

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενική Περιγραφή των Ψυχανθή

Τα ψυχανθή είναι φυτά δικοτυλήδωνα, ετήσια, διετή ή πολυετή και έχουν τα ακόλουθα κοινά χαρακτηριστικά: τα φύλλα τους συνήθως είναι σύνθετα, τα σπέρματα τους ωριμάζουν μέσα σε λοβούς, τα άνθη τους μοιάζουν με ψυχές εντόμων και τα φυτά έχουν την ικανότητα να αναπτύσσουν συμβιωτικές σχέσεις με τα βακτήρια του γένους *Rhizobium*, τα λεγόμενα αζωτοβακτήρια.

Τα ψυχανθή από πλευράς σπουδαιότητας, κατατάσσονται στη δεύτερη θέση μετά από τα σιτηρά και γενικότερα τα αγρωστώδη. Καλλιεργούνται για την παραγωγή καρπών που χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων, για την παραγωγή χονδροειδών ζωοτροφών και ως φυτά χλωρής λίπανσης.

Στα ψυχανθή υπάγονται αρκετά αξιόλογα φυτά π.χ. μπιζέλι, σόγια, βίκος, λούπινα, κουκιά, μηδική, τριφύλλια, τα οποία χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων με τη μορφή καρπού, χλωρού χόρτου, σανού και ενσιρώματος.

Τα ψυχανθή έχουν μεγαλύτερη θρεπτική αξία σε σύγκριση με τα άλλα κτηνοτροφικά φυτά, επειδή περιέχουν μεγάλες ποσότητες πρωτεϊνών και ανόργανων στοιχείων που και τα δύο θεωρούνται βασικά στη διατροφή των ζώων. Η υπεροχή τους μάλιστα σε πρωτεΐνη δεν περιορίζεται μόνο στους σπόρους τους όπως προαναφέρθηκε, αλλά επεκτείνεται και στους βλαστούς και στα φύλλα τους που περιέχουν ένα σχετικά μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης σε σύγκριση με άλλα καλλιεργούμενα φυτά όταν όλα συγκομιστούν στο ίδιο στάδιο ωριμότητας.

Οι καρποί των ψυχανθών είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Κατά μέσο όρο η περιεκτικότητα των σπόρων των σιτηρών σε πρωτεΐνες κυμαίνεται γύρω στο 10%, ενώ των ψυχανθών υπερβαίνει το 20%.

Η ποιότητά τους είναι τέτοια που τα κάνει ιδιαίτερα χρήσιμα σαν ζωοτροφές που συμπληρώνουν τους καρπούς των σιτηρών οι οποίοι δεν έχουν τις κατάλληλες πρωτεΐνες για ένα εξισορροπημένο σιτηρέσιο.

Τα ψυχανθή περιέχουν επίσης ένα μεγάλο ποσό ασβεστίου και ένα ικανοποιητικό ποσό φωσφόρου που και τα δύο μαζί είναι απαραίτητα στην καλή διατροφή των ζώων.

Τέλος, τα χορτοδοτικά ψυχανθή θεωρούνται καλές πηγές των Α και D βιταμινών. Η υπεροχή τους αυτή θα πρέπει να εκτιμάται σε συνδυασμό με τις

αποδόσεις τους σε σχέση με άλλα φυτά, όσον αφορά τις σανοδοτικές καλλιέργειες και τον τρόπο διαχείρισης του σανού τους (Δαλιάνης, 1993).

Η μεγάλη σπουδαιότητα των ψυχανθών έναντι των άλλων καλλιεργειών έγκειται στην ικανότητα τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και έτσι όχι μόνο να καλύπτουν σχεδόν εξ' ολοκλήρου ή εν μέρει τις ανάγκες τους σε άζωτο, αλλά και να εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο, το οποίο θα χρησιμοποιήσει η καλλιέργεια που θα ακολουθήσει. Η σημασία της χρησιμοποίησης των ψυχανθών στα διάφορα συστήματα αμειψισποράς ήταν γνωστή από πολύ παλιά. Αναφέρεται η εισαγωγή τους στα συστήματα αμειψισποράς των Αρχαίων Ελλήνων, Αιγυπτίων και Κινέζων. Με την αξιοποίηση της ιδιότητας της αζωτοδέσμευσης των ψυχανθών γίνεται οικονομία σε αζωτούχα λιπάσματα και προστατεύεται το περιβάλλον από την έκλυση των νιτρικών στα υπόγεια νερά (Παπακώστα, 2005).

1.1.1. Χειμερινά & Εαρινά καρποδοτικά ψυχανθή

Κατάγονται από τις παραμεσόγειες περιοχές και τη Ν.Δ. Ασία. Η καλλιέργεια τους εκτείνεται σε περιοχές με ανάλογο κλίμα και για μερικά από αυτά, λίγο βορειότερα.

Η καλλιέργεια των χειμερινών καρποδοτικών ψυχανθών είναι περιορισμένη τόσο παγκοσμίως όσο και στη χώρα μας. Τα παγκόσμια στατιστικά στοιχεία για τον αριθμό των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι ελλιπή λόγω του μεγάλου αριθμού των καλλιεργούμενων ειδών και της τοπικής σημασίας ορισμένων εξ αυτών. Οι αποδόσεις τους είναι μικρότερες και γενικά λιγότερο σταθερές σε σύγκριση με άλλα καλλιεργούμενα φυτά και κυρίως τα σιτηρά. Στις ανεπτυγμένες χώρες υπολογίστηκε ότι οι αποδόσεις των μπιζελιών ήταν μόλις 45% των αντίστοιχων αποδόσεων των ανεπτυγμένων χωρών (Jeuffroy και Ney, 1997).

Οι μικρές και ασταθείς αποδόσεις των χειμερινών καρποδοτικών ψυχανθών αποδίδονται: 1.στη χρησιμοποίηση μη βελτιωμένων ποικιλιών, οι οποίες δεν είναι ανθεκτικές σε αντιξοότητες του περιβάλλοντος ανάπτυξης, 2.στην καλλιέργεια σε εδάφη μικρής παραγωγικότητας, 3.στην εξάρτησή τους από τις βροχοπτώσεις καθ' όσον τα περισσότερα καλλιεργούνται σε ξηροθερμικές περιοχές χωρίς άρδευση, 4.στην έλλειψη σημαντικών χρηματοδοτούμενων ερευνητικών προγραμμάτων, 5.στη μη εφαρμογή κατάλληλης καλλιεργητικής τεχνικής, 6.στη μη επαρκή πληροφόρηση των παραγωγών για τις καινούργιες τεχνολογίες και 7.σε προβλήματα

που αφορούν τον πολλαπλασιασμό, την πιστοποίηση και τη διανομή των σπόρων σποράς.

Τα κυριότερα χειμερινά ψυχανθή που καλλιεργήθηκαν κατά καιρούς στη χώρα μας είναι το μπιζέλι, ο βίκος, τα κουκιά, η φακή, τα λούπινα, το ρεβίθι και το λαθούρι. Οι εκτάσεις που συνολικά καταλαμβάνουν σήμερα είναι πολύ περιορισμένες. Κυρίως καλλιεργείται ο βίκος (για ζωοτροφή και χλωρά λίπανση) και πολύ λιγότερο η φακή, τα κουκιά, το ρεβίθι και ο κτηνοτροφικό μπιζέλι.

Τα εαρινά καρποδοτικά ψυχανθή κατάγονται από τροπικές και υποτροπικές περιοχές και για το λόγο αυτό είναι απαιτητικά σε θερμοκρασία, υγρασία εδάφους και φωτισμό. Τα περισσότερα όμως από αυτά καλλιεργούνται σε πολλές περιοχές του κόσμου, λόγω της ικανότητάς τους να προσαρμόζονται σε περιβάλλοντα με μήκος βλαστικής περιόδου που κυμαίνεται μέσα σε ευρύτατα όρια. Η σόγια αποτελεί το σπουδαιότερο καρποδοτικό ψυχανθές στον κόσμο, όσον αφορά τη χρήση των σπόρων της. Γεωργικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν στη χώρα μας τα φασόλια και η αραχίδα.

1.1.2. Χορτοδοτικά ψυχανθή

Οι βοσκές και η καλλιέργεια χορτοδοτικών φυτών προσφέρουν χονδροειδείς ζωοτροφές, οι οποίες αποτελούν τη βάση για την οικονομική ανάπτυξη της κτηνοτροφίας.

Τα περισσότερα χορτοδοτικά φυτά ανήκουν στα αγρωστώδη και στα ψυχανθή.

Τα χορτοδοτικά ψυχανθή, αξιοποιούνται κατά διάφορους τρόπους ανάλογα με το είδος τους, την περιοχή που καλλιεργούνται, τον τρόπο εκτροφής των ζώων και άλλους παράγοντες.

Η χορτομάζα χρησιμοποιείται για βόσκηση, ως χλωρό χόρτο, για παραγωγή σανού και για παραγωγή ενσιρωμένης τροφής.

Από τα χορτοδοτικά ψυχανθή στη χώρα μας καλλιεργείται κυρίως η μηδική και σε περιορισμένη έκταση διάφορα είδη τριφυλλιών.

1.1.3. Ψυχανθή για χλωρά λίπανση

Τα ψυχανθή είναι πολύτιμα φυτά για χλωρά λίπανση καθώς προσθέτουν άζωτο στο έδαφος με την αζωτοδέσμευση. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν τα είδη των ψυχανθών που θα χρησιμοποιηθούν για χλωρά λίπανση είναι: εύκολη εγκατάσταση, ταχύς ρυθμός ανάπτυξης και μάλιστα για τις ελληνικές συνθήκες να έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, να παράγουν ικανοποιητική ποσότητα ξηράς ουσίας, η οποία θα ενσωματωθεί στο έδαφος, να είναι ανθεκτικά σε εχθρούς και ασθένειες και να μην είναι ξενιστές εχθρών και ασθενειών της κύριας καλλιέργειας που θα ακολουθήσει και να είναι οικονομικά βιώσιμα. Ο βαθμός στον οποίο ένα είδος ψυχανθούς καλύπτει τις προαναφερθείσες προϋποθέσεις εξαρτάται από το έδαφος, το κλίμα, την εποχή σποράς της κύριας καλλιέργειας και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είδους του φυτού που χρησιμοποιείται για χλωρή λίπανση. Για τη χώρα μας καταλληλότερο φυτό θεωρείται ο βίκος, στις πιο ορεινές περιοχές καταλληλότερο θεωρείται το μπιζέλι γιατί αντέχει περισσότερο στο κρύο.

1.2. Γενικά για το Μπιζέλι

Με το όνομα μπιζέλι είναι γνωστά διάφορα είδη, τα οποία ανήκουν στο γένος *Pisum*. Από αυτά καλλιεργούνται το κτηνοτροφικό μπιζέλι (*Pisum arvense*) και το βρώσιμο (*Pisum sativum*).

Για πολλούς αιώνες η επιλογή των μπιζελιών γινόταν προς δύο κατευθύνσεις, διατροφή του ανθρώπου και ζωοτροφή και υπάρχουν αρκετές ποικιλίες σε ολόκληρο τον κόσμο. Αυτές ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με τη χρήση τους: 1) χορτοδοτικές για βόσκηση, ενσίρωση, παραγωγή σανού και χλωρά λίπανση, είτε σε μονοκαλλιέργεια είτε σε συγκαλλιέργεια με σιτηρά, 2) λαχανοκομικές, των οποίων οι χλωροί, μη ώριμοι σπόροι, καταψύχονται ή κονσερβοποιούνται (αρακάς) και χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου, 3) λαχανοκομικές, των οποίων ολόκληροι οι λοβοί ή μόνον οι χλωροί σπόροι χρησιμοποιούνται ως φρέσκο λαχανικό και 4) καρποδοτικές, των οποίων οι ξηροί καρποί χρησιμοποιούνται μερικώς στη διατροφή του ανθρώπου και κυρίως στη διατροφή των ζώων.

Τις τελευταίες δεκαετίες καταβλήθηκαν παγκοσμίως σημαντικές προσπάθειες για την ανάπτυξη της καλλιέργειας των καρποδοτικών μπιζελιών με σκοπό την ικανοποίηση μέρους των αναγκών σε πρωτεϊνούχες ζωοτροφές.

Ως κέντρα καταγωγής τους θεωρούνται το Αφγανιστάν και η περιοχή της Αιθιοπίας. Αργότερα μεταφέρθηκαν στις χώρες της Μεσογείου, από τις οποίες στη συνέχεια διαδόθηκαν στην Ευρώπη και στην Ασία. Τα μπιζέλια είναι γνωστά στην Ευρώπη από τους προϊστορικούς χρόνους και ήδη αναφέρονται ως καλλιεργούμενα φυτά στην Εγγύς Ανατολή από το 4000π.Χ. (Cousin, 1997) . Ο Θεόφραστος περιέγραψε τα μπιζέλια και τεκμηριώνει τη χρησιμοποίησή τους για τροφή του ανθρώπου και των ζώων.

Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ξηρών μπιζελιών είναι ο Καναδάς, η Κίνα, η Ινδία και η Ρωσία. Στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στη Γαλλία και Γερμανία. Η μέση παγκόσμια απόδοση σε σπόρο το 2003, σύμφωνα με στοιχεία του FAO, ήταν 160kg/στρ., με εύρος από 50 έως 550kg σπόρων/στρ. Επιπλέον και οι αποδόσεις σε κάθε μια χώρα δεν είναι σταθερές, γιατί εξαρτώνται από τις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

1.2.1. Το κτηνοτροφικό μπιζέλι στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του κτηνοτροφικού μπιζελιού είναι περιορισμένη. Η καλλιέργεια του μπιζελιού καταλαμβάνει κάθε χρόνο έκταση 65.500 στρέμματα. Από αυτά 8500 καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά μπιζέλια για την παραγωγή σανού και ξηρών σπερμάτων, οι 7000 για την παραγωγή βρώσιμων μπιζελιών και οι 50.000 για την παραγωγή αρακά. Η ετήσια παραγωγή σανού ανέρχεται σε 3600 τόνους και η παραγωγή βρώσιμων ξηρών μπιζελιών σε 1175. Τα τελευταία χρόνια κυρίως καλλιεργείται για την παραγωγή χορτομάζας η οποία χρησιμοποιείται για βόσκηση και παραγωγή σανού ή ενσιρώματος. Καρποδοτική καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού γίνεται σχεδόν αποκλειστικά για σποροπαραγωγή. Το μπιζέλι καταλαμβάνει τη θέση του βίκου στις ορεινές περιοχές.

Πίνακας 1: Στοιχεία εκτάσεων καλλιέργειας 2010-2011

ΟΣΠΙΡΙΟΕΙΔΗ- ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΕΚΤΑΡΙΑ (ha)

	2010	2011
ΦΑΣΟΛΙΑ	6.131	2.756
ΦΑΚΕΣ	5.185	5.272
ΜΗΔΙΚΗ ΣΑΝΟΣ		46.500 ΞΗΡΑ ΝΟΜΗ
ΜΗΔΙΚΗ ΣΑΝΟΣ		6.876 ΧΛΩΡΑ ΝΟΜΗ
ΡΕΒΥΘΙΑ	3.711	3.308
ΜΠΙΖΕΛΙΑ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ	2.924	1.827
ΒΙΚΟΣ ΚΑΡΠΟΣ	7.753	7.186
ΚΟΥΚΙΑ ΞΕΡΑ- ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	469	308
ΓΛΥΚΑ ΛΟΥΠΙΝΑ- ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	14,6	13,2

Πηγή: ΟΠΕΚΕΠΕ

Πίνακας 2: Στοιχεία εκτάσεων καλλιέργειας 2012

ΠΡΩΤΕΪΝΟΥΧΟΙ ΣΠΟΡΟΙ 2012	ΕΚΤΑΣΗ (ha)
ΓΛΥΚΑ ΛΟΥΠΙΝΑ ΝΤΟΠΙΑ	10,64
ΚΟΥΚΙΑ ΞΕΡΑ ΔΙΑΦΟΡΑ	128,21
ΜΠΙΖΕΛΙΑ ΞΕΡΑ (ΠΙΣΣΑ) ΒΕΡΜΙΟ (M-8772)	11,44
ΜΠΙΖΕΛΙΑ ΞΕΡΑ (ΠΙΣΣΑ) ΔΙΑΦΟΡΑ	630,99
ΜΠΙΖΕΛΙΑ ΞΕΡΑ (ΠΙΣΣΑ) ΙΘΩΜΗ (M-9771)	0,6
ΜΠΙΖΕΛΙΑ ΞΕΡΑ (ΠΙΣΣΑ) ΟΛΥΜΠΟΣ (K-129)	24,45
ΠΡΩΤΕΪΝΟΥΧΟΙ ΣΠΟΡΟΙ - ΔΙΑΦΟΡΑ	67,76
ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ 2012	
ΜΠΙΖΕΛΙΑ ΞΕΡΑ (ΠΙΣΣΑ) ΔΙΑΦΟΡΑ-ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	1718,89

Πηγή: ΟΠΕΚΕΠΕ ΟΣΔΕ 2012

1.2.2. Βοτανική ταξινόμηση

Τα ψυχανθή ανήκουν στην οικογένεια Fabaceae (συνώνυμα Leguminosae ή Papilionaceae).

Παλαιότερα αναφερόταν δύο καλλιεργούμενα είδη: το *Pisum sativum* L. (λαχανοκομικό μπιζέλι) και το *Pisum arvense* L. (κτηνοτροφικό μπιζέλι). Επειδή αυτά τα δύο είδη είναι γενετικά συγγενή και διασταυρώνονται εύκολα μεταξύ τους, από νεότερους ερευνητές τοποθετούνται στο ίδιο είδος το *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* με δύο βοτανικές ποικιλίες :1) *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense* (L.)Poir. (κτηνοτροφικό μπιζέλι) και 2) *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *sativum*, λαχανοκομικό μπιζέλι (Wiersema και Leon, 1999).

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι είναι φυτό δροσερών και υγρών εύκρατων περιοχών. Λόγω της σχετικής αντοχής του στις χαμηλές θερμοκρασίες, η καλλιέργεια του είναι διαδεδομένη σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Μπορεί δε να καλλιεργηθεί και στα βορειότερα γεωγραφικά πλάτη όπου ασκείται γεωργία, εκεί όμως, συνήθως ως εαρινή καλλιέργεια.



Εικόνα 1: Καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού

1.2.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

1.2.3.1. Ριζικό σύστημα και φύλλα

Το μπιζέλι είναι φυτό ποώδες, ετήσιο. Το ριζικό σύστημα αποτελείται από μία ισχυρή πασσαλώδη ρίζα και από πλούσιο δίκτυο πλάγιων ριζών. Η πασσαλώδης ρίζα μπορεί να φθάσει σε βάθος 1m ή και περισσότερο. Γενικά όμως θεωρείται ως φυτό του οποίου ο κύριος όγκος του ριζικού συστήματος δεν εισχωρεί σε μεγάλο βάθος και συνήθως η πυκνότητα των ριζών ανά μονάδα εδάφους που αναπτύσσει το μπιζέλι είναι το 1/5-1/10 της αντίστοιχης του σιταριού.

Ο βλαστός του μπιζελλιού είναι λεπτός, τρυφερός, έχει διατομή γωνιώδη ή στρογγυλή και είναι κοίλος εσωτερικά. Το μήκος των βλαστών κυμαίνεται από 45 έως 120cm, αλλά τα φυτά συνήθως δεν παρουσιάζουν αυτό το ύψος, γιατί πλαγιάζουν. Σε ορισμένες αναρριχώμενες λαχανοκομικές ποικιλίες το ύψος φθάνει τα 2m ή και περισσότερο. Αυτές οι ποικιλίες έχουν ανάγκη στηριγμάτων για να ορθωθούν με τη βοήθεια των ελίκων που φέρουν τα φύλλα. Με την έννοια των φυτών μεγάλης καλλιέργειας καταλληλότερες θεωρούνται οι κοντόσωμες ποικιλίες μπιζελλιού γιατί καλλιεργούνται χωρίς υποστήριξη και δεν πλαγιάζουν σε σημαντικό βαθμό. Από οφθαλμούς που βρίσκονται στα πρώτα γόνατα του κύριου βλαστού εκφύονται πλάγιοι βλαστοί, ο αριθμός των οποίων εξαρτάται κυρίως από το γονότυπο και δευτερευόντως από τις συνθήκες ανάπτυξης (Παπακώστα, 2005).

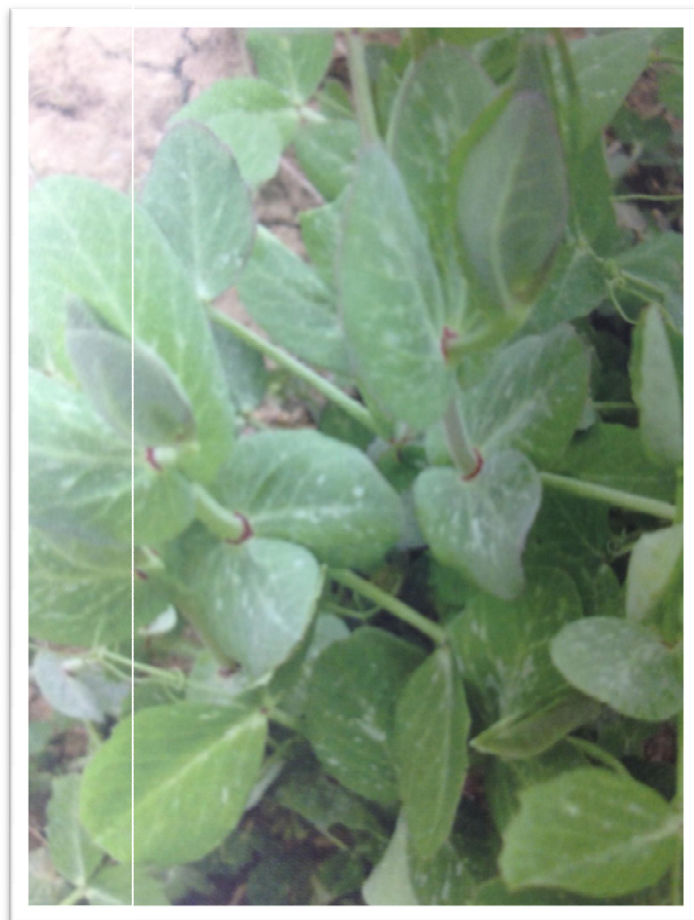
Τα φύλλα είναι σύνθετα και εκφύονται κατ' εναλλαγή από το στέλεχος. Κάθε φύλλο αποτελείται από δύο παράφυλλα που βρίσκονται στη βάση του, από 2-3 ζεύγη αντίθετων φύλλων και από ένα ή περισσότερα ζεύγη ελίκων που στην πραγματικότητα είναι μεταμορφωμένα φύλλα. Στο μπιζέλι, όταν η βλαστική ανάπτυξη είναι πλούσια, παρατηρείται ανταγωνισμός μεταξύ των φύλλων και των καρπών ως προς τα προϊόντα φωτοσύνθεσης, με αποτέλεσμα τη μείωση των αποδόσεων.

Με τη βελτίωση δημιουργήθηκαν τύποι με μειωμένη φυλλική επιφάνεια και προς την κατεύθυνση αυτή υπάρχουν αρκετά διαθέσιμα γονίδια όπως:

1. Γονίδιο «af»: μετατρέπει τα φυλλάρια σε έλικες και προκύπτουν οι τύποι με περιορισμένο αριθμό φυλλαρίων.

2. Γονίδιο «st»: μειώνει τα παράφυλλα και σε συνδυασμό με το «af» γονίδιο συντελούν στη δημιουργία των τύπων χωρίς φυλλάρια.

3. Γονίδιο «Rogue»: μειώνει το μέγεθος των παράφυλλων και των φυλλαρίων και τα κάνει όρθια.



Εικόνα 2: Το σημείο που συνδέονται τα παράφυλλα με το βλαστό στο κτηνοτροφικό μπιζέλι

Παράλληλα δημιουργήθηκαν και οι τύποι με αυξημένη φυλλική επιφάνεια στους οποίους το γονίδιο «tl» μεταμορφώνει τους έλικες σε φυλλάρια.

Τα περιθώρια των φυλλαρίων είναι ακέραια ή ελαφρώς οδοντωτά και των παράφυλλων οδοντωτά στο κατώτερο τμήμα τους. Στο κτηνοτροφικό μπιζέλι, στο σημείο που ενώνονται τα παράφυλλα με το στέλεχος, συνήθως παρατηρείται ένας πορφυρός χρωματισμός. Το χρώμα των φύλλων ανάλογα με την ποικιλία μπορεί να είναι κιτρινοπράσινο μέχρι κυανοπράσινο. Η πάνω επιφάνεια των φύλλων καθώς και οι βλαστοί καλύπτονται από ένα κηρώδες επίχρισμα.

1.2.3.2. Άνθη και καρπός

Η ταξιανθία των μπιζελιών είναι βότρυς με ισχυρό κεντρικό άξονα και εκφύεται από οφθαλμό στη μασχάλη των φύλλων. Σε κάθε ταξιανθία αναπτύσσονται συνήθως 1-3 και σπανιότερα 4 μεγάλα άνθη, από τα οποία σχηματίζονται ισάριθμοι λοβοί. Το χρώμα των ανθέων διαφέρει με την ποικιλία και είναι λευκό, ροζ διαφόρων τόνων, πορφυρό, ερυθρό-πορφυρό. Συνήθως το χρώμα στο κτηνοτροφικό μπιζέλι είναι ερυθρό-πορφυρό και στο λαχανοκομικό μπιζέλι λευκό. Το ύψος επί του κεντρικού βλαστού, όπου αναπτύσσονται τα πρώτα άνθη, είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας. Το μπιζέλι είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο φυτό, σε ορισμένες όμως περιπτώσεις παρατηρείται και μικρό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης.

Οι λοβοί έχουν μήκος 4-6cm ή μέχρι και 12cm στο λαχανοκομικό μπιζέλι. Αρχικά είναι πεπλατυσμένοι και αργότερα γίνονται κυλινδρικοί. Σε κάθε λοβό αναπτύσσονται αρκετοί σπόροι, ο αριθμός των οποίων εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία, αλλά και από τις συνθήκες ανάπτυξης. Το εσωτερικό του λοβού καλύπτεται από σκληρό παρέγχυμα με μορφή μεμβράνης, το οποίο ξηραίνεται και συστέλλεται ταχύτερα από το υπόλοιπο τμήμα του λοβού. Με τον τρόπο αυτό προκαλείται το άνοιγμα του λοβού κατά μήκος των δύο ραφών.



Εικόνα 3: Άνθος κτηνοτροφικού μπιζελιού

Οι σπόροι του κτηνοτροφικού μπιζελιού είναι συνήθως σφαιρικοί και μερικές φορές ελαφρώς πεπλατυσμένοι, λείοι και σπανιότερα συρρικνωμένοι. Το χρώμα τους ποικίλλει από γκρι- καφέ, μέχρι καστανό, μπορεί δε να είναι και ποικιλόχρωμοι με διάφορες τεφροκαστανές αποχρώσεις.



Εικόνα 4: Λοβός και σπόροι κτηνοτροφικού μπιζελιού

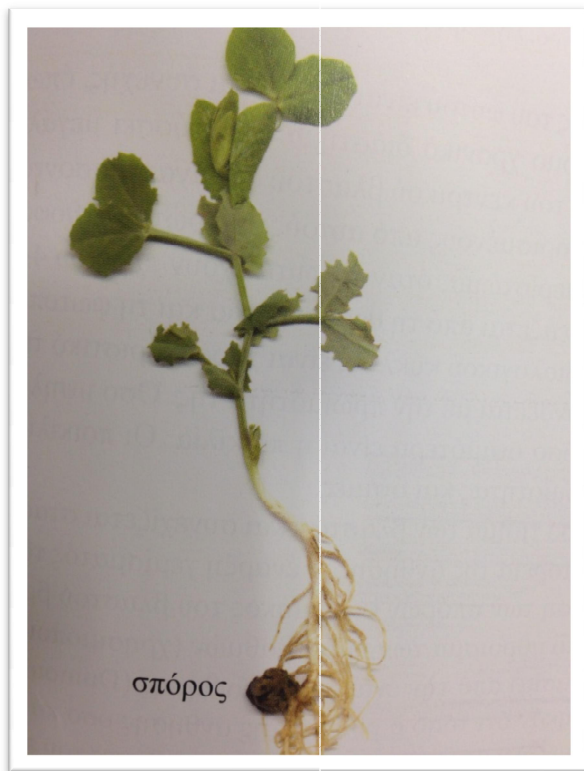
1.2.4. Αύξηση και ανάπτυξη, στάδια του βιολογικού κύκλου

1.2.4.1. Βλάστηση σπόρου και φύτευμα

Το μπιζέλι παρουσιάζει υπόγειο φύτευμα. Η ελάχιστη θερμοκρασία βλάστησης του σπόρου είναι γύρω στους 5-7 °C.

Η έξοδος του φυτού πάνω από την επιφάνεια του εδάφους γίνεται με επιμήκυνση του επικοτυλίου, ενώ αντίθετα το υποκοτύλιο παραμένει ανανάπτυκτο με συνέπεια οι κοτυληδόνες να παραμένουν στο έδαφος και μάλιστα στο σημείο όπου σπάρθηκε ο σπόρος (Παπακώστα, 2005). Εκτός από τις κοτυληδόνες απαντώνται μέσα από το έδαφος δυο ή περισσότερα μικρά, ατελή, ανανάπτυκτα φύλλα τα οποία προστατεύουν τους βοηθητικούς οφθαλμούς που καλύπτονται από αυτά.

Οι οφθαλμοί αυτοί βοηθούν το νεαρό φυτάριο να επιζήσει σε περίπτωση που το υπέργειο μέρος υποστεί ζημία από ψύχος, παγετό, η άλλη αιτία. Ο σπόρος του μπιζελιού διατηρεί τη ζωτικότητα του για πέντε χρόνια ή και περισσότερο εφόσον η περιεκτικότητά του σε υγρασία είναι χαμηλή.



Εικόνα 5: Νεαρό φυτό μπιζελιού

1.2.4.2. Ανάπτυξη ριζών και φυλλώματος

Η ανάπτυξη της ρίζας είναι ταχύτατη και φτάνει στο μέγιστό της λίγο πριν την εμφάνιση των πρώτων ανθικών καταβολών. Η παραγωγή νέων ριζών μειώνεται απότομα λίγο πριν την εμφάνιση του πρώτου άνθους. Συνήθως στην έναρξη σχηματισμού των λοβών παρατηρείται μία μικρή αναζωπύρωση της ριζικής δραστηριότητας. Καθώς οι λοβοί ωριμάζουν, η ανάπτυξη των ριζών πρακτικά σταματά (Salter και Drew, 1965).

Η ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος του φυτού είναι ταχεία και συνεχής. Σε σύντομο χρονικό διάστημα αναπτύσσει μεγάλη φυτομάζα. Στους πρώτους κόμβους επί του κεντρικού βλαστού δεν αναπτύσσονται άνθη, παρά μόνον πλάγιοι βλαστοί σε ορισμένους από αυτούς. Ο πρώτος ανθοφόρος κόμβος εμφανίζεται στο ακραίο μερίστωμα, όταν τα φυτά έχουν περίπου 4-6 φύλλα.

Ο χρόνος εμφάνισής του πρώτου άνθους επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο κατά τη διάρκεια έναρξης του βιολογικού κύκλου, είναι χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας και αναφέρεται ότι συνδέεται με την πρωιμότητά της. Όσο υψηλότερα εμφανίζεται το πρώτο άνθος τόσο οψιμότερη είναι η ποικιλία. Οι ποικιλίες διακρίνονται σε πρώιμες, μέσης πρωιμότητας και όψιμες.

1.2.4.3. Άνθηση

Η άνθηση ξεκινά από το κατώτερο τμήμα των βλαστών και συνεχίζεται σταδιακά προς την κορυφή. Η πορεία της άνθησης, η έναρξη γεμίσματος των σπόρων και η φυσιολογική ωρίμανση των σπόρων κατά μήκος του βλαστού βρέθηκε ότι σχετίζονται γραμμικά με το άθροισμα των ημεροβαθμών (χρησιμοποιώντας τους 0 °C ως βασική θερμοκρασία) από την έναρξη της άνθησης.

Η περίοδος άνθησης στο μπιζέλι διαρκεί αρκετές εβδομάδες, είναι ιδιαίτερα μεταβλητό χαρακτηριστικό και εξαρτάται από τον αριθμό των ανθοφόρων γονάτων του βλαστού (Heath και Hebblethwaite, 1987). Η μειωμένη υγρασία στο έδαφος, η πυκνή σπορά και η έλλειψη αζώτου περιορίζουν τον αριθμό των ανθοφόρων γονάτων και συνεπώς μειώνουν την περίοδο άνθησης (Jeuffroy και Sebillotte, 1997).

Στη χώρα μας τα πρώτα άνθη εμφανίζονται τον Απρίλιο και τα φυτά συνεχίζουν να ανθίζουν μέχρι τον Ιούνιο, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές.

Η βλαστική ανάπτυξη του μπιζελιού συνήθως είναι πολύ μεγάλη και παρατηρείται ανταγωνισμός εντός του φυτού ως προς την κατανομή των προϊόντων φωτοσύνθεσης στα διάφορα όργανα, με αποτέλεσμα η απόδοση να μειώνεται.

Η έναρξη της άνθησης καθορίζεται από την αντίδραση κάθε γενοτύπου στη φωτοπερίοδο και στη θερμοκρασία. Το μπιζέλι είναι φυτό μακράς φωτοπεριόδου και απαιτεί κατ' ελάχιστον 13 ώρες ημέρας για να ανθίσει.

1.2.4.4. Γέμισμα καρπού

Ερευνητές βρήκαν ότι τόσο ο ρυθμός της άνθησης όσο και ο ρυθμός του γεμίσματος των σπόρων δεν επηρεάστηκαν από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, αλλά διέφεραν μεταξύ των γονοτύπων που μελετήθηκαν. Αντιθέτως η διάρκεια γεμίσματος των σπόρων επηρεάστηκε από τις κλιματολογικές συνθήκες και όχι από το γονότυπο (Dumoulin κ.ά., 1994).

1.3. Οικολογικές απαιτήσεις

1.3.1 Το κλίμα

Το μπιζέλι είναι φυτό δροσερών και υγρών περιοχών. Οι περισσότερες ποικιλίες είναι ευαίσθητες στο κρύο και ειδικότερα εκείνες που έχουν μακριά μεσογονάτια διαστήματα, μεγάλη φυλλική επιφάνεια και συρρικνωμένους σπόρους. Λίγες μόνο χορτοδοτικές ποικιλίες είναι ανθεκτικές στο κρύο. Αντέχει όμως περισσότερο από το βίκο στις χαμηλότερες θερμοκρασίες, οι σπόροι βλαστάνουν γρηγορότερα και τα νεαρά φυτά αναπτύσσονται ταχύτερα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, συγκρινόμενα με τα περισσότερα ψυχανθή. Η αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνεται με τη σκληραγώγηση. Θερμοκρασίες -6 έως -14 °C , ανάλογα με την ποικιλία, δεν προκαλούν ζημιές στα σκληραγωγημένα φυτά (Murray κ.ά., 1998). Κατά την άνθηση θερμοκρασίες -2 έως -3 °C είναι επιζήμιες.

Οι υψηλές θερμοκρασίες επιδρούν δυσμενώς και κυρίως στις καρποδοτικές καλλιέργειες, γιατί εμποδίζουν την ανάπτυξη των λοβών και μειώνουν πολύ την απόδοση σε σπόρο. Η δυσμενής επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών είναι μεγαλύτερη από εκείνη που προκαλεί ελαφρός παγετός. Σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να καλλιεργηθεί το μπιζέλι για σανό και χλωρά λίπανση, γιατί η βλαστική ανάπτυξη επηρεάζεται λιγότερο από τις υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με την ανάπτυξη των λοβών.

Η ξηρασία περιορίζει την ανάπτυξη και σταματά την αζωτοδέσμευση. Η ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας στο μπιζέλι εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος του κάθε φύλλου, διότι ο αριθμός των φύλλων επηρεάζεται ελάχιστα από την ξηρασία.

Τη μεγαλύτερη ευαισθησία στην ξηρασία παρουσιάζουν τα φυτά κατά την άνθηση και την καρπόδεση.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ποικιλιών του μπιζελλιού που πρόκειται να καλλιεργηθούν σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα, πρέπει να είναι, η πρόιμη βλαστική ανάπτυξη, άνθηση και ανάπτυξη λοβών, πριν την εμφάνιση της ξηροθερμικής περιόδου.

1.3.2. Έδαφος

Το μπιζέλι μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών, τα πλέον όμως κατάλληλα είναι τα γόνιμα πηλώδη, αργιλοπηλώδη εδάφη, πλούσια σε ασβέστιο, τα οποία στραγγίζουν καλά. Τα αμμώδη ή τα αμμοπηλώδη εδάφη δεν θεωρούνται πολύ κατάλληλα κυρίως γιατί δεν συγκρατούν υγρασία, ενώ τα βαριά πηλώδη, θεωρούνται ακατάλληλα, λόγω της μειωμένης στράγγισης. Στα πολύ γόνιμα εδάφη υπάρχει ο κίνδυνος πλαγιάσματος. Η κατάκλιση με νερό μειώνει σημαντικά στην ανάπτυξη του μπιζελιού και ειδικά του ριζικού συστήματος και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με τα άλλα χειμερινά ψυχανθή. Το μπιζέλι είναι μετρίως ανθεκτικό στην οξύτητα του εδάφους με καταλληλότερο pH= 6-8.

Το μπιζέλι είναι απαιτητικό σε υγρασία εδάφους λόγω της ταχείας και μεγάλης ανάπτυξης και του σχετικά επιπόλαιου ριζικού συστήματος. Παρ' όλο ότι υπάρχει κάποια διαφορά στις αναφορές που αφορούν το βάθος εισχώρησης του ριζικού συστήματος στο έδαφος, θεωρείται ότι το μπιζέλι μπορεί να απορροφήσει νερό μέχρι τα 70cm του εδάφους (Nielsen, 2001). Η ανάπτυξη του όμως περιορίζεται δυσμενώς σε υγρά και ψυχρά εδάφη.

1.4. Τεχνική καλλιέργειας των χειμερινών ψυχανθών

1.4.1. Εποχή σποράς- Ποσότητα σπόρου

Στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας συνιστάται η φθινοπωρινή σπορά, Οκτώβριο- Νοέμβριο. Μόνο σε πολύ ορεινές περιοχές η σπορά γίνεται την άνοιξη, αλλά όσο το δυνατόν νωρίτερα, συνήθως στα τέλη Φεβρουαρίου.

Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιείται εξαρτάται από την κατεύθυνση της καλλιέργειας, το μέγεθος του σπόρου (βάρους 1000 σπόρων 220-370 g συνήθως) και τις συνθήκες σποράς. Συνήθειες ποσότητες σπόρου για καρποδοτική καλλιέργεια που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία είναι 10-12,5 kg/ στρέμμα με επιδίωξη την εγκατάσταση 50-80 φυτών/m² (Frame, 2000).

Η ικανοποιητική πυκνότητα φυτών είναι απαραίτητη, γιατί η ανάπτυξη πλάγιων διακλαδώσεων δεν μπορεί να αντισταθμίσει την απόδοση της αραιής φυτείας, ιδίως σε μικρής γονιμότητας εδάφη (Dore κ.ά., 1998).

Για τη χώρα μας συνιστώνται 16 kg σπόρου/ στρέμμα για χορτοδοτική καλλιέργεια και 14 kg/ στρέμμα για καρποδοτική (Ηλιάδης, 2004).

1.4.2.Συγκαλλιέργεια

Το μπιζέλι μπορεί να συγκαλλιεργηθεί με κάποιο σιτηρό (π.χ. βρώμη, κριθάρι) ή άλλο ψυχανθές. Πλεονεκτήματα της συγκαλλιέργειας, είναι η στήριξη του μπιζελιού με τις έλικες του πάνω στο σιτηρό και αποφυγή του πλαγιάσματος. Αναφέρεται συγκαλλιέργεια μπιζελιού- βρώμης για ενσίρωση με ποσότητες σπόρου σποράς 4-6 kg/ στρέμμα μπιζέλι και 6-10 kg/ στρέμμα βρώμη, στην οποία επίσης μπορεί να προστεθεί και βίκος σε ποσότητα 1-3 kg/ στρέμμα (Frame, 2000). Η ποσότητα σπόρου του σιτηρού που χρησιμοποιείται σε συγκαλλιέργεια με μπιζέλι πρέπει να είναι μεγάλη, προκειμένου να παραχθεί η μέγιστη δυνατή ποσότητα φυτομάζας (Carr κ.ά., 1998). Στη συγκαλλιέργεια συνιστάται να επιλέγονται ποικιλίες των συγκαλλιεργουμένων ειδών που θα φθάνουν στο επιθυμητό στάδιο ωρίμανσης συγχρόνως.

1.4.3. Τρόπος σποράς

Στη χώρα μας η σπορά γίνεται με σπαρτικές μηχανές και συνιστάται απόσταση μεταξύ των γραμμών 25cm. Σε άλλες χώρες προτιμάται απόσταση μεταξύ των γραμμών 18 cm. Σπάνια η σπορά γίνεται στα πεταχτά, ακολουθούμενη από ενσωμάτωση του σπόρου. Μετά τη σπορά συνιστάται κυλίνδρισμα για εξασφάλιση υγρασίας, καλύτερο και ομοιόμορφο φύτρωμα και διευκόλυνση της μηχανικής συλλογής χωρίς απώλειες (Μετζάκης, 1984). Ως προς το βάθος σποράς αναφέρεται ότι παρόλο που το μπιζέλι μπορεί να φυτρώσει σε μεγάλο βάθος, σπορά βαθύτερα από 7-8 cm δεν προσφέρει κανένα πλεονέκτημα (Johnston και Stevenson, 2001) .

1.4.4. Αμειψισπορά

Το μπιζέλι μπορεί να ενταχθεί σε οποιοδήποτε σύστημα αμειψισποράς. Η συνεισφορά του σε άζωτο στην ακολουθούσα καλλιέργεια εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα της συμβίωσης και από τον σκοπό για τον οποίο καλλιεργήθηκε.

Στην καρποδοτική καλλιέργεια στην οποία, η απόδοση σε σπόρο υπό κανονικές συνθήκες, είναι μεγάλη, αλλά και η περιεκτικότητα του σπόρου σε άζωτο είναι υψηλή, ωστόσο η αζωτοδέσμευση δεν μπορεί να καλύψει πλήρως τις ανάγκες των φυτών και αφαιρείται άζωτο από το έδαφος. Η χορτοδοτική καλλιέργεια συνήθως προσθέτει άζωτο στο έδαφος. Οι αναφερόμενες στη βιβλιογραφία ποσότητες αζώτου που προέρχονται από την αζωτοδέσμευση κυμαίνονται ευρύτατα. Παρ' όλο ότι το μπιζέλι είναι απαιτητικό σε υγρασία εδάφους δεν εξαντλεί υπερβολικά την υγρασία ώστε να δημιουργηθούν προβλήματα στην επόμενη καλλιέργεια όταν αυτή δεν αρδεύεται (Nielsen, 2001).

1.4.5. Λίπανση του εδάφους

Αντίδραση του μπιζελιού στην αζωτούχο λίπανση αναφέρεται σπάνια. Τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε άζωτο έχει η καρποδοτική καλλιέργεια, στην οποία τις περισσότερες φορές η αζωτοδέσμευση δεν είναι αρκετή για να εφοδιάσει το φυτό με το απαιτούμενο άζωτο, οπότε γίνεται απορρόφηση αζώτου και από το έδαφος.

Η αζωτούχος λίπανση δεν θεωρείται απαραίτητη, λαμβάνοντας υπόψη ότι το μπιζέλι δεν είναι το κύριο φυτό στο σύστημα αμειψισποράς και ότι οι κύριες καλλιέργειες λιπαίνονται με ποσότητα αζώτου πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που χρειάζονται, οπότε το μπιζέλι μπορεί να χρησιμοποιήσει το υπολειμματικό άζωτο του εδάφους. Μικρή ποσότητα αζωτούχου λίπανσης ίσως χρειαστεί στα πτωχά εδάφη, για την υποβοήθηση της πρώτης ανάπτυξης των φυτών.

Το μπιζέλι απορροφά μεγάλες ποσότητες φωσφόρου. Εάν όμως οι άλλες καλλιέργειες στο σύστημα αμειψισποράς λιπαίνονται πλούσια με φώσφορο δεν θεωρείται απαραίτητη η φωσφορική λίπανση στο μπιζέλι. Όταν όμως το έδαφος είναι πτωχό σε φώσφορο, συνιστώνται 2,5-6 kg P₂O₅/στρέμμα. Στη χώρα μας δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα έλλειψης καλίου. Στα πτωχά σε κάλιο εδάφη, για την αποφυγή δυσμενών επιδράσεων, συνιστάται εφαρμογή 2,5-6 K₂O/ στρέμμα.

Ο εμβολιασμός των σπόρων με ριζόβια συνιστάται όταν το μπιζέλι καλλιεργείται για πρώτη φορά σε ένα χωράφι. Αναφέρεται επίσης ότι ο εμβολιασμός σε όξινο έδαφος στο οποίο υπάρχουν ενδογενή ριζόβια βελτιώνει το σχηματισμό φυματίων, την ανάπτυξη των φυτών και την αζωτοδέσμευση.

Η λίπανση εφαρμόζεται στα πεταχτά κατά την τελευταία προετοιμασία του εδάφους και στη συνέχεια ενσωματώνεται, ή εφαρμόζεται γραμμικά κατά τη σπορά,

σε μικρή απόσταση από το σπόρο. Ο σπόρος δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με το λίπασμα για την αποφυγή εγκαυμάτων στα νεαρά φυτά.

1.4.6. Διαχείριση ζιζανίων

Επιτυχής στη βιολογική γεωργία θεωρείται ο έλεγχος των ζιζανίων έτσι ώστε να μην απειλείται το όριο ανεκτικότητας της καλλιέργειας (Σιδηράς, 2005).

Γενικά στη βιολογική γεωργία οι αποδόσεις είναι μικρότερες από τη συμβατική λόγω κυρίως της πίεσης που ασκούν τα ζιζάνια στην καλλιέργεια. Όμως η παρουσία των ζιζανίων έχει και θετικές επιδράσεις όπως:

- Αλλοιώνεται ο χαρακτήρας της μονοκαλλιέργειας
- Εδαφοκάλυψη και σκίαση
- Αύξηση της βιοποικιλότητας
- Εναλλακτική τροφή ωφελίμων οργανισμών
- Συμβολή στην οργανική ουσία του εδάφους

Πρόβλημα για την καλλιέργεια αποτελούν κυρίως τα ετήσια ζιζάνια. Το μπιζέλι παρουσιάζει μικρή ανταγωνιστική ικανότητα ως προς τα ζιζάνια στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και ιδίως σε ψυχρή άνοιξη. Γίνεται όμως ανταγωνιστικό όταν αναπτύξει πλήρη φυλλική επιφάνεια και καλυφθεί η επιφάνεια του εδάφους μεταξύ των γραμμών. Ο Harker (2001) αναφέρει ότι η μείωση της απόδοσης στο μπιζέλι λόγω του ανταγωνισμού των ζιζανίων ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τη μείωση στο κριθάρι και την ελαιοκράμβη.

1.5. Έδαφος στη βιολογική γεωργία

Οι γενικές αρχές για τη διαχείριση του εδάφους στη βιολογική γεωργία είναι :

Στη βιολογική καλλιέργεια η φροντίδα για ζωντανό έδαφος και η συνεχής διατήρηση της βελτίωσης της δομής του εδάφους, της γονιμότητας, η λίπανση και ο κύκλος της θρέψης, είναι θεμελιώδης σε όλα τα μέτρα που υιοθετούνται.

Η οργανική ουσία πρέπει να αναγεννάται και να επιστρέφει στο έδαφος ώστε να βελτιώνει ή τουλάχιστον να κρατά τα επίπεδα του χούμου υψηλά. Η ανακύκλωση και η διατήρηση των θρεπτικών στοιχείων είναι βασικό σε οποιοδήποτε καλλιεργητικό σύστημα βιολογική γεωργίας.

Το βασικό σε μια επιτυχημένη βιολογική καλλιέργεια είναι η διατήρηση και ανάπτυξη της γονιμότητας του εδάφους. Η γονιμότητα του εδάφους βασίζεται σε φυσικές, βιολογικές και χημικές συνισταμένες του εδαφικού περιβάλλοντος.

Η φυσική γονιμότητα μπορεί να αυξηθεί:

- Με εφοδιασμό του με οργανική ουσία μέσω χλωρών λιπάνσεων και καλλιέργειες εδαφοκάλυψης.
- Διατηρώντας τη δομή του εδάφους με την ελαχιστοποίηση μηχανικών επεμβάσεων.
- Τα εδάφη να μπορούν να συγκρατούν υγρασία και να έχουν καλή αποστράγγιση.
- Επιτρέποντας στο έδαφος να έχει τη σωστή θερμοκρασία, την κατάλληλη στιγμή.

Η βιολογική γονιμότητα αναφέρεται στην ποικιλία και δραστηριότητα των ζωντανών οργανισμών του εδάφους.

Το εδαφικό περιβάλλον που είναι κατάλληλο για την ανάπτυξή τους διαθέτει:

- Άφθονο οξυγόνο
- Ουδέτερο pH
- Οργανική ουσία έτσι ώστε να υπάρχουν διαθέσιμες ποσότητες N για τους οργανισμούς.

Η χημική γονιμότητα αναφέρεται στα επίπεδα διάθεσης των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος για την ανάπτυξη των φυτών. Το διαθέσιμο P εξαρτάται από το αρχικό δομικό υλικό του εδάφους, το ποσό που απομακρύνεται από τυχόν εκπλύσεις και από τα επίπεδα της οργανικής ουσίας. Οι λύσεις που έχουμε για τη διατήρηση ικανοποιητικών επιπέδων P είναι:

- Να ενθαρρύνουμε τη βιολογική δραστηριότητα με επάρκεια οργανικής ουσίας (οι μυκόρριζες μπορούν να αναπτύξουν συμβιωτικές σχέσεις με τις ρίζες των φυτών ώστε να διευκολυνθεί ο εφοδιασμός των φυτών με P) καθώς επίσης και μερικά είδη βακτηρίων μπορούν να διαλύσουν το P για να το πάρουν τα φυτά.
- Να εφοδιάσουμε με P το έδαφος σε ανόργανη μορφή (πετρώματα) τα οποία αποτελούν πηγή P εκεί όπου οι βροχοπτώσεις είναι τουλάχιστον 750χιλ. και το έδαφος είναι ελαφρώς όξινο.

1.6. Συγκομιδή

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι καλλιεργείται για σανό, ενσίρωση, χλωρή βόσκηση, χλωρή λίπανση και καρπό. Όταν προορίζεται για σανό, συνήθως καλλιεργείται με βρώμη, βρίζα ή κριθάρι. Η θρεπτική αξία του σανού του μπιζελιού είναι ίδια με της μηδικής.

Κατάλληλο στάδιο συγκομιδής κτηνοτροφικού μπιζελιού όταν προορίζεται για σανό είναι όταν έχουν σχηματιστεί καλά οι περισσότεροι λοβοί.

Όταν συγκαλλιεργείται με σιτηρό, ο χρόνος κοπής προσδιορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το στάδιο ωρίμανσης του σιτηρού (όταν είναι σχεδόν ώριμο).

Η στρεμματικές αποδόσεις σε σανό ή σε συγκαλλιέργεια με σιτηρά είναι μεταξύ 250-750 kg/στρέμμα ανάλογα με τις συνθήκες. Όταν πρόκειται να βοσκηθεί αφήνεται να ωριμάσει ολόκληρο το φυτό. Για παραγωγή καρπού συγκομίζεται όταν οι λοβοί έχουν ωριμάσει.

Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά το βαθμό ωρίμανσης. Γι' αυτό όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες η συγκομιδή δεν πρέπει να καθυστερεί εφόσον οι σπόροι έχουν φθάσει στο κατάλληλο στάδιο.

1.7. Ρόλος μυκόρριζας- Μυκόρριζα στη βιολογική γεωργία

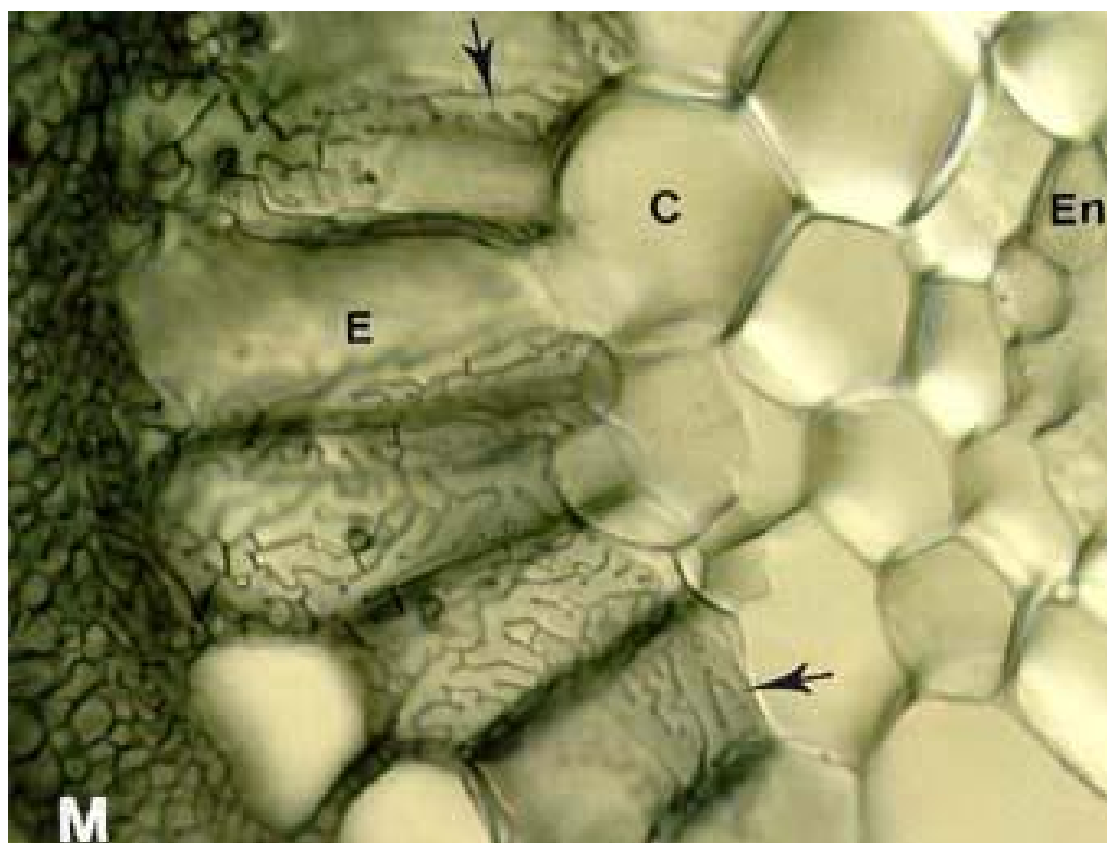
Ο όρος μυκόρριζα περιγράφει την μη παθογόνο συμβιωτική σχέση αμοιβαίας ωφέλειας που αναπτύσσεται ανάμεσα σε ένα φυτό και ένα μύκητα. Σε αυτή τη μορφή σχέσης ωφελείται και το φυτό από τον μύκητα αλλά και ο μύκητας από το φυτό που εξασφαλίζει έτσι την επιβίωσή.

Συμβιωτική σχέση μεταξύ AMF των ριζών των φυτών, είναι ευρέως διαδεδομένη στο φυσικό περιβάλλον και μπορεί να προσφέρει ένα φάσμα παροχών προς το φυτό ξενιστή. Αυτές περιλαμβάνουν, τη βελτίωση της διατροφής του, μέσω της αύξησης της επιφάνειας απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα (έως 20%), βοηθά στην απορρόφηση συγκεκριμένων στοιχείων (P, Cu, Zn) και εξασφαλίζει στο φυτό νερό, αφού εισχωρεί στο μικροπορώδες.

Αυξάνει την αντίσταση σε εχθρούς και ασθένειες, τη βελτίωση της αντοχής στη ξηρασία, την ανοχή των βαρέων μετάλλων και την καλύτερη δομή του εδάφους. Ωστόσο, πολλές γεωργικές πρακτικές συμπεριλαμβανομένης της χρήσης λιπασμάτων και άλλων γεωργικών σκευασμάτων, του οργώματος, της μονοκαλλιέργειας έχουν ως αποτέλεσμα αυτά τα χωράφια να μην μπορούν να προσφέρουν το πλήρες φάσμα των παροχών προς την καλλιέργεια. Όσο ελαττώνουμε την κατεργασία του εδάφους τόσο περισσότερο ευνοείται η μυκόρριζα, σε αντίθεση με τη συμβατική κατεργασία. Η βιολογική γεωργία είναι λιγότερο επιζήμια για AMF επειδή αποκλείει τη χρήση των συνθετικών υδατοδιαλυτών λιπασμάτων (Gosling, 2005).

Ο μύκητας προσλαμβάνει υδατάνθρακες από το φυτό, το οποίο διαθέτει ενέργεια στο μύκητα και παρέχεται C στο μύκητα μέσω των φωτοσυνθετικών ουσιών του φυτού.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μυκόρριζας από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι οι ενδομυκόρριζες ή ενδοτροφικές μυκόρριζες και οι εξωμυκόρριζες, οι οποίες έχουν μεγάλη οικονομική και οικολογική σημασία. Αυτοί οι δυο τύποι μυκόρριζας έχουν αξιοσημείωτες λειτουργικές ομοιότητες παρά τις διαφορές τους στο είδος των φυτών που αποικούν και στις δομές που αναπτύσσουν μέσα στα φυτά αυτά (Miyasaka & Habte, 2001).

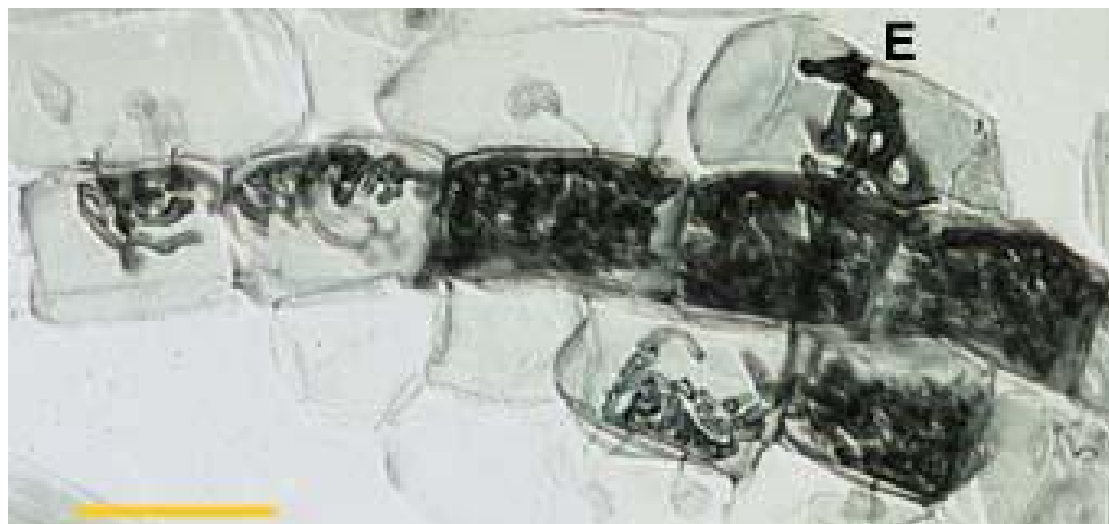


Εικόνα 6: Εκτομυκόρριζα- Εξωμυκόρριζα

Οι ενδομυκόρριζες που αποτελούν και το αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι μύκητες των οποίων οι υφή εισέρχεται στα κύτταρα των ριζιδίων του φυτού σχηματίζοντας σφαιρικές δομές που μοιάζουν είτε με κύστεις και ονομάζονται κυστίδια, είτε με εκτενείς διακλαδώσεις που μοιάζουν με κλάδους δέντρων και ονομάζονται δενδρίδια. Τα κυστίδια θεωρούνται αποθήκες αποθησαυριστικών ουσιών του μύκητα. Οι ουσίες που αποθηκεύονται εκεί αποδομούνται και αποδίδουν ενέργεια στο μύκητα, όταν η παρεχόμενη από το φυτό ενέργεια είναι μικρότερη των αναγκών του. Η δομή των δενδριδίων αυξάνει την επιφάνεια επαφής της υφής του μύκητα και των κυττάρων του κυτταροπλάσματος του ξενιστή έτσι ώστε να διευκολύνεται η μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ τους (Αγγελής, 2007).

Οι μυκόρριζες αυτού του τύπου ανήκουν στην κατηγορία Glomeromycota, αυτή η συμβιωτική σχέση έχει παρουσιαστεί πριν 400-600 εκατομμύρια έτη. Οι ενδομυκόρριζες έχουν εντοπιστεί σε πάνω από το 85% όλων των οικογενειών φυτών του πλανήτη (<http://en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza>). Σύμφωνα με τους Clark & Zeto (2000), αν όλοι οι παράγοντες που αφορούν την ανάπτυξη των φυτών παραμένουν σταθεροί και δεν είναι περιοριστικοί, τότε οι μυκόρριζες μπορεί να είναι

καθοριστικής σημασίας όχι μόνο για την επιβίωση των φυτών αλλά και όσον αφορά την ικανότητά τους να προσλαμβάνουν τα απαιτούμενα θρεπτικά στοιχεία για την διατήρησή τους καθώς μεταφέρουν τα θρεπτικά στοιχεία σε μεγάλες αποστάσεις σε σχέση με τις ρίζες.



Εικόνα 7: Ενδομυκόρριζα

Οι μυκόρριζες εγκαθίστανται συνήθως στο ριζικό σύστημα των φυτών αλλά κάποιες φορές εμφανίζονται στο βλαστό τους. Η σύνδεση του φυτού με τον μύκητα ξεκινάει όταν η υφή του μύκητα που βρίσκεται στο έδαφος αντιλαμβάνεται την παρουσία ρίζας μέσω ουσιών που η ρίζα εκκρίνει προκειμένου να προσελκύσει τη μυκόρριζα, και ανταποκρίνεται σε αυτή εξασφαλίζοντας επαφή των δυο επιφανειών (<http://www.ufz.de/index.php?en=17023>).

Έπειτα η υφή του μύκητα δημιουργεί τα απρεσσόρια, τα οποία είναι μια διόγκωση που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του ξενιστή και εξασφαλίζει ισχυρή πρόσφυση του μύκητα στους ιστούς του ξενιστή. Αφού επιτευχθεί η πρόσφυση, από τη βάση του απρεσσορίου εκφύεται μια λεπτή διατρητική υφή η οποία διαπερνά την ριζοδερμίδα του ξενιστή και έτσι επιτυγχάνεται η μόλυνση (Αγγελής, 2007). Αυτό προϋποθέτει την αναγνώριση από το φυτό του εισερχόμενου μύκητα προκειμένου να συνεχιστεί η διαδικασία εισόδου στην ρίζα του φυτού. Η υφή του μύκητα πλησιάζει την ρίζα του φυτού. Σχηματίζονται τα απρεσσόρια από τις υφές και όταν το φυτό αναγνωρίσει τον εισερχόμενο μύκητα εγκρίνει την είσοδό του στην ρίζα και συνεχίζεται η διαδικασία εισόδου. Έπειτα

δημιουργούνται τα δενδρίδια τα οποία μορφολογικά μοιάζουν με μικρά δέντρα και προέρχονται από τον πολλαπλασιασμό και τη διακλάδωση της υφής του μύκητα.

Ο χρόνος δημιουργίας των κυστιδίων είναι περίπου δύο ημέρες ύστερα από τη διάτρηση της ρίζας από την υφή του μύκητα. Αναπτύσσονται μέσα στα κύτταρα του φλοιού της ρίζας αλλά, εκτός του κυτταροπλάσματος. Ο χρόνος ζωής τους είναι μικρός και δεν διαρκεί περισσότερο από μερικές ημέρες. (<http://mycorrhizas.info/vam.html>). Κανόνα αποτελεί πλέον η άποψη ότι ο εμβολιασμός φυτών με μυκόρριζα ενισχύει την αύξηση και ανάπτυξή τους αυξάνοντας την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων μέσω αύξησης της επιφάνειας απορρόφησης των στοιχείων, είτε καθιστώντας διαθέσιμα για πρόσληψη από τα φυτά στοιχεία που θεωρούνταν ακινητοποιημένα στο έδαφος, είτε τέλος, μέσω απέκκρισης χηλικών ενώσεων των εξωενζύμων. Η δυνατότητα της εξωτερικής υφής του μύκητα να προσλαμβάνει και να μεταφέρει θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος στο φυτό έχει εξακριβωθεί για τα παρακάτω στοιχεία: P, NH_4^+ , NO_3^- , K, Ca, SO_4^{2-} , Cu, Zn και Fe. Σύμφωνα με την μελέτη των Marschner & Dell (1994), έχει αποδειχθεί ότι η εξωτερική υφή της μυκόρριζας δύναται να εξασφαλίσει στο φυτό το 80% του αναγκαίου P, το 25% του N, το 10% του K, το 25% του Zn, και το 60% του Cu, και ότι τα ποσοστά αυτά θεωρούνται ικανοποιητικά για την ανάπτυξη των φυτών σε διαφορετικά εδάφη.

Επιπλέον, ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζα τους προσδίδει αυξημένη ανθεκτικότητα σε παθογόνα του ριζικού συστήματος, στην ξηρασία, σε χαμηλές θερμοκρασίες του εδάφους, σε δυσμενείς συνθήκες εδαφικού pH, και σε τυχόν σοκ που υφίσταται το φυτό μετά από μεταφύτευση.

Ο συνδυασμός ρίζας και μύκητα έχει άριστα αποτελέσματα όσον αφορά την αποκατάσταση επιβαρυσμένων εδαφών και χρησιμοποιείται ευρέως σε γεωργικές πρακτικές που πρέπει να εφαρμοστούν σε άγονα, ξηρά, υψηλής αλατότητας και εδάφη μειωμένης γονιμότητας (Raju et al., 1990).

Όταν υπάρχει ελεύθερη επιφάνεια εκμετάλλευσης για την ρίζα, το ποσοστό του P που εξασφαλίζεται στο φυτό από την εξωτερική υφή της μυκόρριζας φτάνει το 80% της αναγκαίας ποσότητας P καθώς η υφή φτάνει σε μήκος ως και 10 cm από την επιφάνεια της ρίζας. Εκτός όμως από αυτό τον τρόπο προμήθειας P στο φυτό, η μυκόρριζα μπορεί να επιδρά και με τον σχηματισμό πολυφωσφορικών ενώσεων στην υφή, διατηρώντας έτσι χαμηλή την εσωτερική συγκέντρωση φωσφορικών αλάτων.

Επίσης, εξ αιτίας της πολύ μικρής διαμέτρου των υφών, ο μύκητας, έχει την δυνατότητα εκμετάλλευσης μεγαλύτερου όγκου εδάφους ως προς την προμήθεια P σε σχέση με την επιφάνεια της ρίζας γεγονός που οδηγεί σε 2-6 φορές περισσότερη εισροή P. Τέλος, η παραγωγή εξωκυτταρικών φωσφορικών οξέων καταλύει την παραλαβή P από οργανικά σύνθετα του εδάφους. Έτσι λοιπόν τα φυτά με μυκόρριζα μπορούν να αξιοποιούν καλύτερα τις πηγές φωσφόρου του εδάφους (Marschner & Dell, 1994).

Παρ' όλα αυτά η ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών με την συμβολή της μυκόρριζας εξαρτάται από παράγοντες του εδάφους αλλά και του ίδιου του φυτού οι οποίοι καθορίζουν την πρόσληψη του P από το φυτά καθώς και από την κατάσταση του P στο έδαφος. Συχνά παρατηρείται μια ύφεση στα επίπεδα μόλυνσης των φυτών από μυκόρριζα όταν στο έδαφος υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση P. Ο βαθμός της ύφεσης αυτής δεν εξαρτάται μόνο από το είδος του μύκητα αλλά και από την περισσεια P στο έδαφος. Κοινώς είναι αποδεκτό ότι οι μυκόρριζες δεν ευνοούν τόσο πολύ την αύξηση και ανάπτυξη φυτών που έχουν ήδη άλλους τρόπους να προσλαμβάνουν P από το έδαφος σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, όπως για παράδειγμα λεπτές ρίζες μακριά ριζικά τριχίδια και ρίζες με μεγάλο βαθμό διακλάδωσης (Marschner & Dell, 1994, De Miranda et al., 1989).

Την ίδια άποψη υποστηρίζουν και οι Raju et al. (1990), σύμφωνα με τους οποίους, η εφαρμογή στο έδαφος φωσφορικής λίπανσης ευνόησε την αύξηση και ανάπτυξη φυτών που δεν είχαν μυκόρριζα ενώ παρεμπόδισε την ανάπτυξη φυτών με μυκόρριζα. Επιπλέον παρεμπόδισε την ανάπτυξη του μύκητα στο ριζικό σύστημα των φυτών. Οι ερευνητές έχουν προτείνει διάφορους τρόπους με τους οποίους μπορεί να επιτυγχάνεται αύξηση στην πρόσληψη P από τα φυτά με μυκόρριζα. Μερικοί από αυτούς είναι: εκμετάλλευση από το φυτό μεγαλύτερου όγκου εδάφους, ταχύτερη μετακίνηση της μυκόρριζας μέσα στις υφές του μύκητα και διαλυτοποίηση του εδαφικού P. Η εκμετάλλευση μεγαλύτερου όγκου εδάφους από τα φυτά με μυκόρριζα επιτυγχάνεται μειώνοντας την απόσταση που πρέπει να διανυθεί από τα ιόντα P ώσπου να φτάσουν στις ρίζες του φυτού και αυξάνοντας την επιφάνεια που είναι διαθέσιμη για απορρόφηση. Η ταχύτερη μετακίνηση του P μέσα στις υφές του μύκητα επιτυγχάνεται αυξάνοντας την συνάφεια για τα ιόντα P και μειώνοντας το κατώτατο όριο συγκέντρωσης για απορρόφηση P. Η διαλυτοποίηση του εδαφικού P επιτυγχάνεται με την πρόσληψη από το φυτό οργανικών οξέων και φωσφορικών ενζύμων (Bolan, 1991).

Σύμφωνα με έρευνα των Ortas et al. (1996), προέκυψε ότι η αυξημένη πρόσληψη P από φυτά με μυκόρριζα οφείλεται σε αλλαγές που υφίσταται η ριζόσφαιρα ως αποτέλεσμα της χρήσης ιόντων NH_4^+-N από τα φυτά. Αυτή η αλληλεπίδραση ιόντων NH_4^+-N και φυτών με μυκόρριζα οδηγεί σε μεταβολές στο pH του εδάφους. Η ελάττωση του pH που προκαλείται στην ριζόσφαιρα ενός φυτού εξ' αιτίας της παρουσίας της μυκόρριζας μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη πρόσληψη P που μπορεί να προέρχεται από διαλυτοποίηση φωσφορικού ασβεστίου του εδάφους με αποτέλεσμα να αυξάνεται η διαθεσιμότητα P και για το φυτό αλλά και για την υφή του μύκητα.

Εκτός από την ιδιότητα της μυκόρριζας να βοηθάει την πρόσληψη P από τα φυτά, θεωρείται ότι αυξάνει και την πρόσληψη του N βοηθώντας έτσι και πάλι την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Βέβαια, κατά τους Schalamuk et al. (2011), αυτή η θεωρία είναι ακόμη υπό αμφισβήτηση κατά ένα μικρό ποσοστό όμως. Αυτό διότι σε κάποιες έρευνες τα φυτά που είχαν μυκόρριζα παρουσίαζαν υψηλότερα επίπεδα N σε σχέση με τα φυτά χωρίς την παρουσία του μύκητα, ενώ σε άλλες μελέτες δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των φυτών με μυκόρριζα και των φυτών χωρίς τον μύκητα όσον αφορά τα επίπεδα N.

Τελικά από την μελέτη αυτή προέκυψε ότι η παρουσία της μυκόρριζας συμβάλλει στην πρόσληψη NH_4^+ και N από το έδαφος.

Φυτά όπως τα ψυχανθή έχουν μεγάλη ανάγκη από P προκειμένου να σχηματίσουν τους όζους στην ρίζα γεγονός που τα καθιστά απόλυτα εξαρτημένα από την μυκόρριζα. Συνεπώς, οι ευεργετικές για το φυτό ιδιότητες της δέσμευσης N συνδέονται άρρηκτα με την ύπαρξη εδαφών με χαμηλή συγκέντρωση N. Το N που η μυκόρριζα προσλαμβάνει και μεταφέρει στο φυτό είναι κυρίως με την μορφή NH_4NO_3 . Το ποσοστό με το οποίο μπορεί η μυκόρριζα να προμηθεύσει τα φυτά ανέρχεται σε περίπου 24% σύμφωνα με τους Marschner & Dell, (1994). Όσον αφορά τα ψυχανθή φυτά, η ενισχυμένη προμήθεια N από την μυκόρριζα δεν οφείλεται μόνο στην αζωτοδέσμευση αλλά κυρίως στην ενισχυμένη πρόσληψή του από έδαφος, μιας που η μυκόρριζα διευκολύνει την εισροή N στα άκρα των ριζών.

Από μελέτη των Tobar et al. (1994), προέκυψε το συμπέρασμα ότι ακόμη και υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης τα φυτά που έχουν μυκόρριζα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευκολία στην πρόσληψη N σε σχέση με τα φυτά χωρίς μυκόρριζα διότι οι υφές του μύκητα καθιστούν διαθέσιμα για το φυτό τα θρεπτικά στοιχεία που θεωρούνται ακινητοποιημένα στο έδαφος, ή που

παρουσιάζουν δυσκολία στην κίνησή τους στο εδαφικό διάλυμα εξ αιτίας της περιορισμένης υγρασίας. Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει από την μελέτη των Hamel & Smith (1991), σχετικά με την παροχή N σε φυτά με την βοήθεια ψυχανθών. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η προσθήκη N στα φυτά ήταν μεγαλύτερη όταν υπήρχε η παρουσία της μυκόρριζας σε σχέση με φυτά χωρίς τον μύκητα.

Η ικανότητα της υφής της μυκόρριζας να προσλαμβάνει K ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 10%. Το ποσοστό αυτό αποτελεί βεβαίως μια συνεισφορά στο φυτό ως προς την πρόσληψη K αλλά εξακολουθεί αυτή η συνεισφορά να είναι μικρή και οι απαιτήσεις του φυτού να μην πληρούνται (Marschner & Dell, 1994).

Αυξημένη πρόσληψη K εξ αιτίας της παρουσίας της μυκόρριζας παρατηρείται σε όξινα εδάφη και γενικά σε συνθήκες χαμηλού εδαφικού pH. Αντιθέτως σε ουδέτερα εδάφη δεν παρατηρούνται μεταβολές στην πρόσληψη K από τα φυτά κι έτσι τα επίπεδά του είναι χαμηλότερα σε φυτά με μυκόρριζα απ' ό,τι σε φυτά χωρίς μυκόρριζα (Clark & Zeto, 2000).

Η πρόσληψη του Ca από την υφή του μύκητα συγκρινόμενη με τα ποσοστά πρόσληψης του P είναι πολύ μικρή (Marschner & Dell, 1994). Και για το Ca ισχύουν τα ίδια που προαναφέρθηκαν για το K. Γενικά, ανιχνεύεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε φυτά με μυκόρριζα σε σχέση με φυτά χωρίς μυκόρριζα (Clark & Zeto, 2000).

Σύμφωνα με μελέτη των Posta et al. (1994), προκύπτει ότι η παρουσία της μυκόρριζας στη ρίζα των φυτών μειώνει την συγκέντρωση Mn στα φυτά εμποδίζοντας την πρόσληψή του από το έδαφος λόγω διαδικασιών οξειδωσης ή διάσπασης του στοιχείου αυτού.

Δεν είναι απόλυτα ξεκάθαρο το πώς συμβαίνει αυτό όμως θεωρείται ότι οφείλεται στους μικροοργανισμούς του εδάφους και σε έκκριση ουσιών από την ρίζα. Η παρουσία του μύκητα θεωρείται ότι επηρεάζει την διαλυτότητα του Mn στην ριζόσφαιρα είτε άμεσα με αλλοίωση ή μείωση της συγκέντρωσής του είτε έμμεσα με την βοήθεια των μικροοργανισμών του εδάφους.

Στην έρευνα αυτή, η παρουσία μικροοργανισμών που μειώνουν τα επίπεδα Mn στην ριζόσφαιρα των φυτών με μυκόρριζα δηλώνουν μεταβολή στους μικροοργανισμούς του εδάφους λόγω της παρουσίας του μύκητα.

Οι ενδομυκόρριζες (AMF) αποτελούν βασικά συστατικά της μικροχλωρίδας του εδάφους και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών, την προστασία των φυτών και στην ποιότητα του εδάφους.

Οι μύκητες αυτοί είναι ευρέως διαδεδομένοι στον τομέα της γεωργίας και είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για τη βιολογική γεωργία, διότι μπορούν να δράσουν ως φυσικά λιπάσματα και να ενισχύσουν την απόδοση των φυτών. Στοιχεία σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ βιολογικών πρακτικών και AMF πληθυσμών είναι περιορισμένα.

Οι ρόλοι που παίζουν οι AMF σε συστήματα βιολογικής γεωργίας είναι αρκετοί, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη συμβολή τους στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Επίσης τα βιολογικά συστήματα χαμηλών εισροών έχουν αυξημένες πιθανότητες να διατηρήσουν τις μυκόρριζες, διατηρώντας το έδαφος γόνιμο και παραγωγικό.

1.8. Κτηνοτροφικά ψυχανθή- καλλιεργητικοί στόχοι

Τα κτηνοτροφικά ψυχανθή είναι φυτά διπλής σπουδαιότητας: πρώτον, γιατί τόσο ο σανός (ξηρό χόρτο) όσο και ο καρπός τους αποτελούν ζωοτροφές υψηλής θρεπτικής αξίας, εξαιτίας της σημαντικής περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνες, ανόργανα άλατα ασβεστίου και φωσφόρου και σε βιταμίνες A και D, που θεωρούνται στοιχεία απαραίτητα στη διατροφή των παραγωγικών ζώων. Πρέπει, επίσης, να επισημανθεί ότι η ποσοτική υπεροχή των ψυχανθών σε πρωτεΐνες συμπληρώνεται και από ποιοτική υπεροχή ως ανώτερης βιολογικής αξίας, γεγονός που δίνει πρόσθετη αξία στις ζωοτροφές των ψυχανθών, για τη συμπλήρωση των καρπών των σιτηρών, που μόνοι τους δεν έχουν τις κατάλληλες πρωτεΐνες για να αποτελέσουν ένα εξισορροπημένο σιτηρέσιο για τα ζώα.

Δεύτερος λόγος που καθιστά τα ψυχανθή σπουδαία φυτά είναι το γεγονός ότι όλα τα είδη έχουν τη μοναδική στον κόσμο των φυτών ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, που αποτελεί το βασικό (αναπτυξιακό) στοιχείο διατροφής των φυτών. Με τη διαδικασία αυτή δεσμεύουν όχι μόνο όσο άζωτο χρειάζονται τα ίδια για να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο, αλλά πολύ περισσότερο, αφήνοντας το περίσσειμα στο έδαφος, για να το αξιοποιήσει η καλλιέργεια που θα ακολουθήσει (π.χ. βαμβάκι, αραβόσιτος κ.ά.). Γι' αυτό και λέγονται και αζωτολόγα φυτά, είναι φυτά εμπλουτιστικά του εδάφους (σε αντίθεση με τα εξαντλητικά φυτά) και

συμβάλλουν σε πολύ σημαντικό βαθμό στην οικονομία του αζώτου στη φύση. Συμμετέχουν έτσι σημαντικά στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, στην αειφορία της παραγωγής και στην εξοικονόμηση δαπανών από τον περιορισμό της αζωτούχου λίπανσης.

Η δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου γίνεται από διάφορες φυλές αζωτοβακτηρίων του γένους *Rhizobium*, που αναπτύσσουν συμβιωτική σχέση με τις ρίζες των ψυχανθών. Γι' αυτό και σε χωράφια που καλλιεργούνται για πρώτη φορά με ψυχανθή ή έχουν να καλλιεργηθούν με ψυχανθή για πολλά χρόνια, το έδαφος εμβολιάζεται (μολύνεται) με την κατάλληλη, για κάθε είδος ψυχανθούς, φυλή βακτηρίων. Ο εμβολιασμός γίνεται με την προσθήκη στο έδαφος κατάλληλων εμπορικών σκευασμάτων που περιέχουν ζωντανά αζωτοβακτήρια ή με τη μεταφορά χώματος από χωράφια που είχαν καλλιεργηθεί με ψυχανθή που είχαν φυμάτια (μικροί κόμποι ή όγκοι που δημιουργούνται στις ρίζες των φυτών, ως αποτέλεσμα της συμβιωτικής δράσης αζωτοβακτηρίων και ψυχανθούς) σε άλλα χωράφια που καλλιεργούνται, για πρώτη φορά, με ψυχανθή ή ακόμα και σε χωράφια στα οποία υπάρχει υπόνοια ότι ο αριθμός των αζωτοβακτηρίων είναι ανεπαρκής ή οι βιότυποι των αζωτοβακτηρίων ακατάλληλοι.

Τα κτηνοτροφικά ψυχανθή καλλιεργούνται για διάφορους σκοπούς και έχουν διαφορετικές χρήσεις:

α) Κάποια από αυτά, όπως η μηδική και τα τριφύλλια, καλλιεργούνται αποκλειστικά για το χόρτο τους, που χορηγείται στα ζώα με διάφορες μορφές (σανός, άλευρο σανού, ενσιρωμένο χόρτο κ.ά.). Τα ψυχανθή αυτά λέγονται και σανοδοτικά και είναι τα περισσότερο εμπλουτιστικά του εδάφους, ως εκ της φύσεως της καλλιέργειάς τους.

β) Άλλα, όπως τα κουκιά και τα λούπινα, καλλιεργούνται για τα ξερά σπέρματά τους (καρποδοτικά) που χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων υπό διάφορες μορφές και αυτά (αυτούσια, χονδροαλεσμένα, αλευροποιημένα κ.ά.) αμιγή ή και σε μίγματα με καρπούς πολλών σιτηρών, επειδή είναι πλούσια σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Είναι λιγότερο αζωτολόγα από τα προηγούμενα, γιατί ένα μέρος του δεσμευόμενου αζώτου μεταναστεύει από τις ρίζες στο υπέργειο τμήμα του φυτού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης για να υποστηρίξει το σχηματισμό των καρπών.

γ) Άλλα, όπως ο βίκος, το κτηνοτροφικό μπιζέλι, το λαθούρι, το κτηνοτροφικό ρεβίθι, η ρόβη, καλλιεργούνται τόσο για το ξηρό χόρτο τους (σανός) και σπανιότερα ως ενσιρωμένο χόρτο, όσο και για τα ξερά σπέρματά τους (σανοδοτικά και καρποδοτικά) που χρησιμοποιούνται αυτούσια, συνήθως, στη διατροφή των μικρότερων αγροτικών ζώων και πτηνών. Σε κάποιες περιπτώσεις το χόρτο των παραπάνω ψυχανθών χορηγείται στα ζώα χλωρό (χλωρά νομή) ιδιαίτερα όταν την εποχή της συγκομιδής οι υπόλοιπες ζωοτροφές είναι υψηλού κόστους.

δ) Μερικά ψυχανθή που έχουν την ιδιότητα να παράγουν αρκετή βιομάζα χωρίς την άνοιξη γιατί αυξάνονται με γρήγορο ρυθμό, όπως ο βίκος, τα κτηνοτροφικά κουκιά, τα κτηνοτροφικά μπιζέλια κ.ά., δεν καλλιεργούνται κάποιες φορές για την παραγωγή τους αυτή καθαυτή, αλλά για τη λεγόμενη χλωρή λίπανση, που έχει ως στόχο την ενίσχυση της γονιμότητας του χωραφιού. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, η πράσινη βλάστηση των ψυχανθών αναστρέφεται και ενσωματώνεται στο έδαφος με τα κατάλληλα καλλιεργητικά μηχανήματα, ώστε η οργανική ουσία που θα προκύψει από την προοδευτική αποσύνθεση της φυτικής μάζας, μαζί με το ατμοσφαιρικό άζωτο που θα δεσμευτεί στις ρίζες τους κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, να συνεισφέρουν ουσιαστικά στη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους.

ε) Τέλος, υπάρχουν αρκετά είδη αυτοφυών ψυχανθών, που συνθέτουν τη χλωρίδα των βοσκών και των λειμώνων.

1.9. Γενικά στοιχεία βιολογικής γεωργίας

1.9.1. Στόχοι βιολογικής γεωργίας

Οι στόχοι της Βιολογικής Γεωργίας επιγραμματικά είναι:

- Να παράγει τροφή υψηλής θρεπτικής αξίας σε επαρκή ποσότητα.
- Να αλληλεπιδράσει με εποικοδομητικό και ζωτικό τρόπο σε όλα τα φυσικά συστήματα και κύκλους.
- Να ενθαρρύνει και να αυξήσει τους βιολογικούς κύκλους στα γεωργικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των μικροοργανισμών, της εδαφικής χλωρίδας και πανίδας των φυτών και των ζώων.
- Να διατηρήσει και να αυξήσει μακροπρόθεσμα τη γονιμότητα του εδάφους.
- Να χρησιμοποιήσει όσο το δυνατόν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε γεωργικά συστήματα οργανωμένα σε τοπικό επίπεδο.

- Να εργαστεί όσο το δυνατόν μέσα σε κλειστά συστήματα σε σχέση με την οργανική ουσία και τα θρεπτικά στοιχεία.
- Να εργαστεί όσο το δυνατόν με υλικά και ουσίες που να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν σε ένα αγρόκτημα ή οπουδήποτε αλλού.
- Να περιορίσει όλες τις μορφές ρύπανσης που προέρχονται από τη γεωργική πρακτική.
- Να διατηρήσει τη γενετική ποικιλομορφία των γεωργικών οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας των φυτών και των άγριων ζώων.
- Να προσφέρει στους παραγωγούς διαβίωση σύμφωνα με τα ανθρώπινα δικαιώματα των Ηνωμένων Εθνών, να καλύψει βασικές ανάγκες τους και να τους παρέχει επαρκές εισόδημα και ικανοποίηση από την εργασία τους, σε ένα ασφαλές εργασιακό περιβάλλον.
- Να εξετάσει τον ευρύτερο κοινωνικό και οικολογικό αντίκτυπο των αγρό-οικοσυστημάτων (ΔΗΩ, 2004).

1.9.2. Προοπτικές της βιολογικής γεωργίας

Το μέλλον της βιολογικής γεωργίας είναι στην πραγματικότητα ακαθόριστο και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες:

- Το ενδιαφέρον και την ανησυχία των ανθρώπων τόσο για την υγεία τους όσο και για την ποιότητα του περιβάλλοντος.
- Η διαθεσιμότητα και το κόστος των πρώτων υλών, ενέργειας και εργασίας.
- Η ζήτηση των αγροτικών προϊόντων.
- Η μετακίνηση προς τα αστικά κέντρα ή προς την ύπαιθρο.
- Η πολιτική σε ΕΕ επίπεδο ή παγκόσμιο, για θέματα γεωργίας και προστασίας του περιβάλλοντος.

Πιθανές προϋποθέσεις για την προώθηση και ανάπτυξη της βιολογικής καλλιέργειας σύμφωνα με τον Παπαδόπουλο (1994) κ.ά.:

- Η οικονομική ενίσχυση των βιολογικών καλλιεργειών τόσο κατά τη μεταβατική περίοδο όσο ίσως και κατά την μετέπειτα πορεία της βιολογικής καλλιέργειας. Με τον Καν ΕΕ 2078/092 ο οποίος ίσχυε μέχρι και το 1999

προβλέπονταν κάποιες ενισχύσεις ανάλογα με το είδος της βιολογικής καλλιέργειας.

- Ενημέρωση των αγροτών σε θέματα βιολογικής γεωργίας.
- Οργάνωση και εμπορία των βιολογικών προϊόντων.
- Ενημέρωση των καταναλωτών.
- Χρηματοδότηση ερευνητικών προγραμμάτων για τη διερεύνηση των μεθόδων που αφορούν τη βιολογική γεωργία και εφαρμογή τους στις κυριότερες καλλιέργειες.
- Εισαγωγή της βιολογικής γεωργίας στην γεωπονική εκπαίδευση (προπτυχιακά, μεταπτυχιακά).
- Ενημέρωση των γεωτεχνικών που ασχολούνται με την τεχνική υποστήριξη των αγροτών, σχετικά με τη βιολογική γεωργία.
- Οργάνωση του συστήματος, έλεγχο και πιστοποίηση των βιολογικών προϊόντων για την αξιόπιστη διάθεσή τους στην Ελληνική και Διεθνή αγορά.
- Δημιουργία πρωτότυπων αγροκτημάτων για την απόκτηση εμπειρίας.
- Δημιουργία τράπεζας πληροφοριών σχετικά με την πρόοδο και τα επιτεύγματα καθώς και εμπειρίες από την άσκηση της βιολογικής γεωργίας, που θα είναι διαθέσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο (Καλαμπουρτζής, 2000).

1.10. Νομοθεσία που διέπει τη βιολογική γεωργία

1.10.1. Επίσημη αναγνώριση και νομοθετική ρύθμιση της βιολογικής γεωργίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η θέσπιση ενός νομοθετικού πλαισίου φάνηκε ως το μόνο μέσο το οποίο θα επέτρεπε στη βιολογική γεωργία να βρει τη θέση της κατά αξιόπιστο τρόπο στην αγορά. Μια σημαντική νομοθετική ρύθμιση, Κανονισμός του Συμβουλίου (ΕΚ) με αριθ. 834/2007 της 28ης Ιουνίου 2007 για τη βιολογική παραγωγή και τη σήμανση των βιολογικών προϊόντων. Ο κανονισμός αυτός θεμελιώνει το νομικό πλαίσιο για όλα τα επίπεδα παραγωγής, διανομής, ελέγχου και σήμανσης των βιολογικών προϊόντων που είναι δυνατό να προσφερθούν και να κυκλοφορήσουν στο εμπόριο στην ΕΕ. Καθορίζει τη συνεχή ανάπτυξη της βιολογικής παραγωγής μέσω της

πρόβλεψης σαφώς ορισμένων στόχων και αρχών. Οι γενικές αρχές παραγωγής, ελέγχου και σήμανσης καθιερώθηκαν από τον Κανονισμό του Συμβουλίου και, ως εκ τούτου, μπορούν να μεταβληθούν μόνο από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Υπουργών Γεωργίας. Ταυτόχρονα, ο προηγούμενος Κανονισμός (ΕΟΚ) με αριθ. 2092/91 καταργείται.

1.10.2. Η διεθνής αναγνώριση της βιολογικής γεωργίας

Η IFOAM (Διεθνής Ομοσπονδία Κινημάτων Οικολογικής Γεωργίας) θέσπισε τον Νοέμβριο του 1998 τις Γενικές Προδιαγραφές της βιολογικής γεωργίας και της μεταποίησης. Η IFOAM δημιουργήθηκε το 1972 και συγκεντρώνει τις ενδιαφερόμενες οργανώσεις από όλο τον κόσμο στην παραγωγή, την πιστοποίηση στην έρευνα, την εκπαίδευση και στην προώθηση της βιολογικής γεωργίας. Οι γενικές προδιαγραφές της βιολογικής γεωργίας και της μεταποίησης που δημιούργησε δεν είναι υποχρεωτικές, αλλά αποτελούν οπωσδήποτε έναν τρόπο σκέψης εφόσον συνθέτουν τη σημερινή κατάσταση των μεθόδων παραγωγής και μεταποίησης των βιολογικών προϊόντων.

Η IFOAM δημιούργησε επιπλέον μια περιφερειακή ομάδα για την Ευρωπαϊκή Ένωση προκειμένου να διατηρήσει με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ένα διάλογο σχετικά με την ανάπτυξη του τομέα της βιολογικής γεωργίας.

Τον Ιούνιο του 1999, η επιτροπή του Codex Alimentarius (Κώδικας Τροφίμων) ενέκρινε τις κατευθυντήριες οδηγίες που αφορούν την παραγωγή, τη μεταποίηση, τη σήμανση και την εμπορία των τροφίμων που προέρχονται από την βιολογική παραγωγή. Οι οδηγίες αυτές καταρτίζουν τις αρχές της αποθήκευσης, της μεταφοράς, της επισήμανσης και της εμπορίας των βιολογικών προϊόντων.

Στις 12 Ιουνίου 2007, οι υπουργοί Γεωργίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατέληξαν σε πολιτική συμφωνία σχετικά με τον νέο Κανονισμό για την βιολογική γεωργία, ο οποίος τέθηκε σε εφαρμογή από την 1η Ιανουαρίου 2009.

Ωστόσο, ορισμένες από τις νέες διατάξεις σχετικά με τη σήμανση θα αρχίσουν να ισχύουν από την 1η Ιουλίου 2010.

1.10.3. Η βιολογική καλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Μεγάλη ανάπτυξη παρουσιάζει η βιολογική γεωργία στη Γαλλία, Γερμανία, Μεγάλη Βρετανία και Ολλανδία. Αξίζει να σημειωθεί ότι άρχισε να αναπτύσσεται αρκετά στην Ισπανία, Ιταλία και στο Βέλγιο. Στην Πορτογαλία είναι δύσκολο να ασκηθεί σε μεγάλη έκταση η βιολογική γεωργία, λόγω του ιδιοκτησιακού καθεστώτος που επικρατεί. Σε χώρες όπως η Γερμανία, Ολλανδία, Σουηδία, υπάρχουν ιδιωτικά ινστιτούτα βιολογικής γεωργίας τα οποία συνεργάζονται με πανεπιστήμια. Στο Wageningen της Ολλανδίας και στο Kassel της Γερμανίας, η βιολογική γεωργία αποτελεί επίσημο μάθημα του προγράμματος του πανεπιστημίου (Καλαμπουρτζής, 2000).

Πριν την εφαρμογή του 2092/91, η διακίνηση των προϊόντων βιολογικής γεωργίας γίνονταν από συνεταιρισμούς που είχαν κανονισμούς με τους οποίους ορίζονταν ο τρόπος της καλλιέργειας. Τα προϊόντα κυκλοφορούσαν στην αγορά έχοντας ειδικό σήμα, έτσι στην Αγγλία υπήρχε το σήμα “Soil Association”, στην Γερμανία “Bioland”, “Naturland” κ.ά. Επίσης η IFOAM είχε ορίσει κανονισμούς που αφορούσαν τον τρόπο καλλιέργειας των βιολογικών προϊόντων.

Πίνακας 3: Αριθμός εκμεταλλεύσεων και στην Ευρωπαϊκή Ένωση

(Πηγή: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=STAT/07/80&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>)

ΧΩΡΑ	2005	2007	2010
Γαλλία	27,590,940	27,476,930	27,837,290
Ισπανία	24,855,130	24,892,520	23,752,690
Γερμανία	17,035,220	16,931,900	16,704,040
Ηνωμένο Βασίλειο	15,956,960	16,043,160	16,881,690
Πολωνία	14,754,880	15,477,190	14,447,290
Ρουμανία	13,906,700	13,753,050	13,306,130
Ιταλία	12,707,850	12,744,200	12,856,050
Ουγγαρία	4,266,550	4,228,580	4,686,340
Ιρλανδία	4,219,380	4,139,240	4,991,350
Ελλάδα	3,983,790	4,076,230	5,177,510
Πορτογαλία	3,679,590	3,472,940	3,668,150
Δημοκρατία της Τσεχίας	3,557,790	3,518,070	3,483,500
Αυστρία	3,266,240	3,189,110	2,878,170
Σουηδία	3,192,450	3,118,000	3,066,320

ΧΩΡΑ	2005	2007	2010
Λιθουανία	2,792,040	2,648,950	2,742,560
Βουλγαρία	2,729,390	3,050,740	4,475,530
Δανία	2,707,690	2,662,590	2,646,860
Φιλανδία	2,263,560	2,292,290	2,290,980
Ολλανδία	1,958,060	1,914,330	1,872,350
Σλοβακία	1,879,490	1,936,620	1,895,500
Λετονία	1,701,680	1,773,840	1,796,290
Βέλγιο	1,385,580	1,374,430	1,358,020
Ελβετία	1,061,670	-	1,047,800
Νορβηγία	1,035,400	1,031,990	1,005,940
Εσθονία	828,930	906,830	940,930
Σλοβενία	485,430	488,770	482,650
Κύπρος	151,500	146,000	118,400
Λουξεμβούργο	129,130	130,880	131,110
Μάλτα	10,250	10,330	11,450
Κροατία	-	978,670	1,316,010
Ισλανδία	-	-	1,595,670
Μαυροβούνιο	-	-	221,300

1.10.4. Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα

Παρά την ύπαρξη πρώιμων προσπαθειών ατομικών βιοκαλλιεργητών ή ομάδα παραγωγών, οι Υπηρεσίες του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων δεν είχαν ασχοληθεί καθόλου με το θέμα της βιολογικής γεωργίας μέχρι τη καθιέρωση του Ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου. Έτσι στη χώρα μας από 01/01/2009, για την παραγωγή, μεταποίηση, επισήμανση και εμπορία των βιολογικών προϊόντων, ισχύουν οι Κανονισμοί 834/2007/ΕΚ και 889/2008/ΕΚ, όπως αυτοί τροποποιούνται και ισχύουν. Από την ημερομηνία ισχύς των δυο παραπάνω κανονισμών, καταργήθηκαν οι εξής κανονισμοί: Καν. (ΕΟΚ) 2092/91, Καν. (ΕΚ) 223/2003 και Καν. (ΕΚ) 1452/2003.

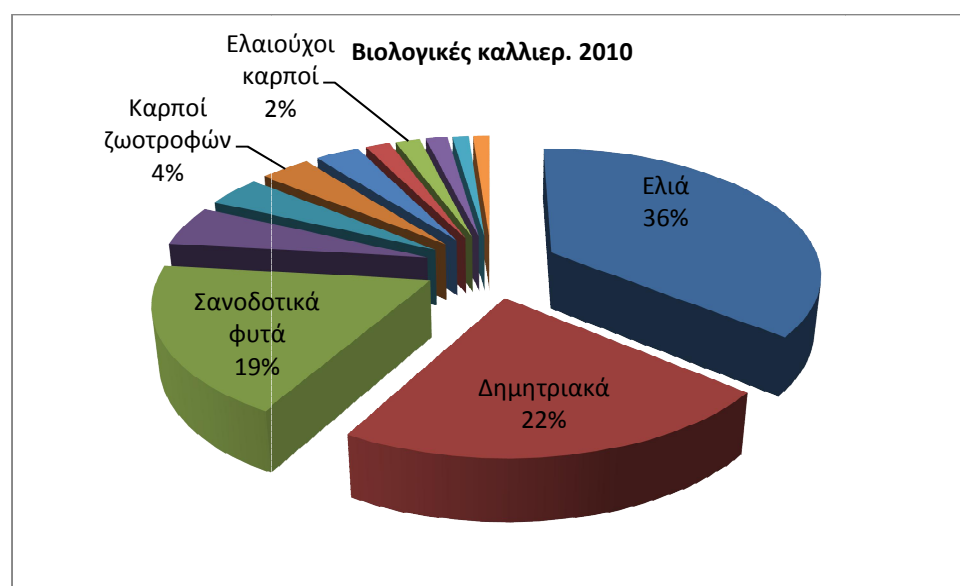
1.11. Ένταξη στη βιολογική γεωργία

Η ένταξη της εκμετάλλευσης ή της επιχείρησης στα συστήματα της βιολογικής γεωργίας προϋποθέτει την επιλογή ενός από τους εγκεκριμένους Οργανισμούς Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικής Γεωργίας, υποβάλλει αίτηση η οποία συνοδεύεται από τα απαραίτητα έντυπα (καλλιεργητικό σχέδιο ή σχέδιο

παραγωγής-επεξεργασίας, τοπογραφικά αγροτεμαχίων κτλ) που απαιτούνται ανάλογα τη φύση της μονάδας. Επιπλέον, κατά την ένταξη της μονάδας στο σύστημα ελέγχου και πιστοποίησης ο παραγωγός/ επιχειρηματίας, καταρτίζει πλήρη περιγραφή της μονάδας και υποβάλει όλα εκείνα τα μέτρα και τις δεσμεύσεις που θα πρέπει να ληφθούν σε επίπεδο εκμετάλλευσης, ώστε να διασφαλισθεί η τήρηση των διατάξεων των Κανονισμών 834/2007/ΕΚ και 889/2008/ΕΚ. Μετά την αίτηση, ακολουθεί υπογραφή σύμβασης του υπευθύνου της μονάδας με τον Οργανισμό Πιστοποίησης και ο Αρχικός Έλεγχος της μονάδας.

1.12. Στατιστικά στοιχεία στην Ελλάδα

Γενικά όσον αφορά το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων στην Ελλάδα σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, παρατηρείται μια σημαντική διαφοροποίηση των τύπων.



Διάγραμμα 1: Ποσοστό καλλιεργειών ως προς το σύνολο της βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα.

Ανάμεσα στα είδη που καλλιεργούνται βιολογικά στην Ελλάδα, η ελιά κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό ενώ ακολουθούν τα σιτηρά και τα σανοδοτικά φυτά.

Πίνακας 4: Κυριότερες βιολογικές καλλιέργειες για το 2010. (Πηγή: ΔΗΩ)

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
Ελιά	569.701	18,4%
Δημητριακά(σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, αραβόσιτος κλπ)	351.896	11,4%
Σανοδοτικά φυτά (μονοετή, πολυετή)	297.840	9,6%
Αροτραίες καλλιέργειες	79.497	2,6%
Βιομηχανικά φυτά	60.704	2%
Καρποί για παραγωγή ζωοτροφών	57.233	1,85%
Αμπέλι	50.014	1,6%
Οπωροφόρα	27.760	0,9%
Ελαιούχοι καρποί (ηλίανθος, σόγια)	26.294	0,9%
Κηπευτική γη	23.444	0,8%
Εσπεριδοειδή	19.087	0,6%
Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά	18.038	0,6%
Κλωστικά φυτά	15.336	0,5%
Όσπρια	8.487	0,3%
Αγρανάπαυση	28.981	0,9%

Σκοπός του πειράματος:

Στόχος της βιολογικής γεωργίας είναι η παραγωγή υψηλής ποιότητας προϊόντων (IFOAM). Στην Ελληνική βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αποτελέσματα που να αναφέρονται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας του κτηνοτροφικού μπιζελιού. Σκοπός του παρόντος πειράματος, ήταν να μελετηθεί η επίδραση της μυκόρριζας στην ανάπτυξη, στις αποδόσεις και στην ποιότητα δύο ποικιλιών κτηνοτροφικού μπιζελιού (Δωδώνη και Όλυμπος).

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1. Στοιχεία και ιστορικό πειραματικού αγρού και στοιχεία εδαφικής ανάλυσης

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή της Κωπαΐδας από τον Νοέμβριο του 2012 έως τον Ιούνιο του 2013.

Το έδαφος του πειραματικού αγρού προ της σποράς του κτηνοτροφικού μπιζελιού, καλλιεργήθηκε με μαλακό σιτάρι (2010) και κτηνοτροφικό κουκί (2011) και ο τρόπος καλλιέργειας του αγροτεμαχίου τα τελευταία χρόνια, ήταν ένας βιολογικός κύκλος αμειψισποράς (σιτηρά - ψυχανθή), όπως προβλέπεται από τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης Ε.Ε. 834/07.

Η ανάλυση του εδάφους έγινε στο Ινστιτούτο Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης και το έδαφος ήταν κατάλληλο για το πείραμα που εγκαταστάθηκε.

pH πολτού	7,84
CaCO ₃	24,2 %
Ec	0,538 mS/cm
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	3,73 %
P	72,37 ppm
K	380 ppm
Εναλλακ. Ca ²⁺	1100 ppm
Εναλλακ. Mg ²⁺	85 ppm
B	0,73 ppm
Mn	4,94 ppm
Zn	0,68 ppm
Fe	37,72 ppm
Cu	1,57 ppm
Cd	0,05 ppm
Co	0,13 ppm
Cr	0,01 ppm
Ni	10,65 ppm
Pt	2,37 ppm
C	36,4 %
Si	32,0 %
S	31,6 %
Μηχανική Σύσταση	CL

2.2. Περιγραφή ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν

Οι χρησιμοποιούμενες ποικιλίες κτηνοτροφικού μπιζελιού στο πείραμα ήταν, **ΔΩΔΩΝΗ** και **ΟΛΥΜΠΟΣ**.

Οι ποικιλίες μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους και ως προς τις αποδόσεις τους, κάτω από την επίδραση μυκόρριζας, που αναφέρονται στο παρόν κεφάλαιο.

Τα χαρακτηριστικά των ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα ήταν τα ακόλουθα:

Ποικιλία ΔΩΔΩΝΗ

- Προσαρμόζεται καλύτερα σε υγρές και ψυχρές περιοχές της Ελλάδος που έχουν δροσερό καλοκαίρι.
- Όψιμη ποικιλία.
- Κατάλληλη για παραγωγή σανού και καρπού.
- Ευπαθής στο ωίδιο και στο βρούχο.
- Υψηλή αντοχή στο ψύχος
- Σπόροι μετρίου μεγέθους, στρογγυλοί, καστανωποί.
- Βάρος 1000 σπόρων από 90 έως 100 γραμμάρια.

Ποικιλία ΟΛΥΜΠΟΣ

- Όψιμη ποικιλία
- Προσαρμόζεται καλύτερα σε θερμότερες περιοχές που έχουν ήπιο χειμώνα.
- Κατάλληλη για παραγωγή καρπού.
- Μέτρια αντοχή στο ψύχος.
- Ευπαθής στο ωίδιο και στο βρούχο.
- Σπόροι μεγάλοι, στρογγυλοί, με καστανόχρωμα σχήματα.
- Βάρος 1000 σπόρων από 155 έως 165 γραμμάρια.
- Έχει φυτά μεγαλύτερης ανάπτυξης από εκείνα της Δωδώνης και είναι παραγωγικότερη σε σανό και λιγότερο παραγωγική σε καρπό.

2.3. Πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (Δαλιάνης, 1984). Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του πειράματος των υποδιαιρεμένων τεμαχίων, βρίσκεται στην ευχέρεια που παρέχει στον ερευνητή να συμπεριλάβει στο πείραμα παράγοντες των οποίων τα επίπεδα για τεχνικούς ή άλλους λόγους, απαιτούν μεγαλύτερου μεγέθους πειραματικές μονάδες σε σύγκριση με τα επίπεδα των άλλων παραγόντων του πειράματος. Στα πειράματα αυτά το αποτέλεσμα του παράγοντα των κυρίως τεμαχίων (ποικιλία κτηνοτροφικού μπιζελιού), εκτιμάται με μικρότερη ακρίβεια ενώ αντίθετα το αποτέλεσμα του παράγοντα των υποτεμαχίων (η παρουσία μυκόρριζας), εκτιμάται με μεγαλύτερη ακρίβεια.

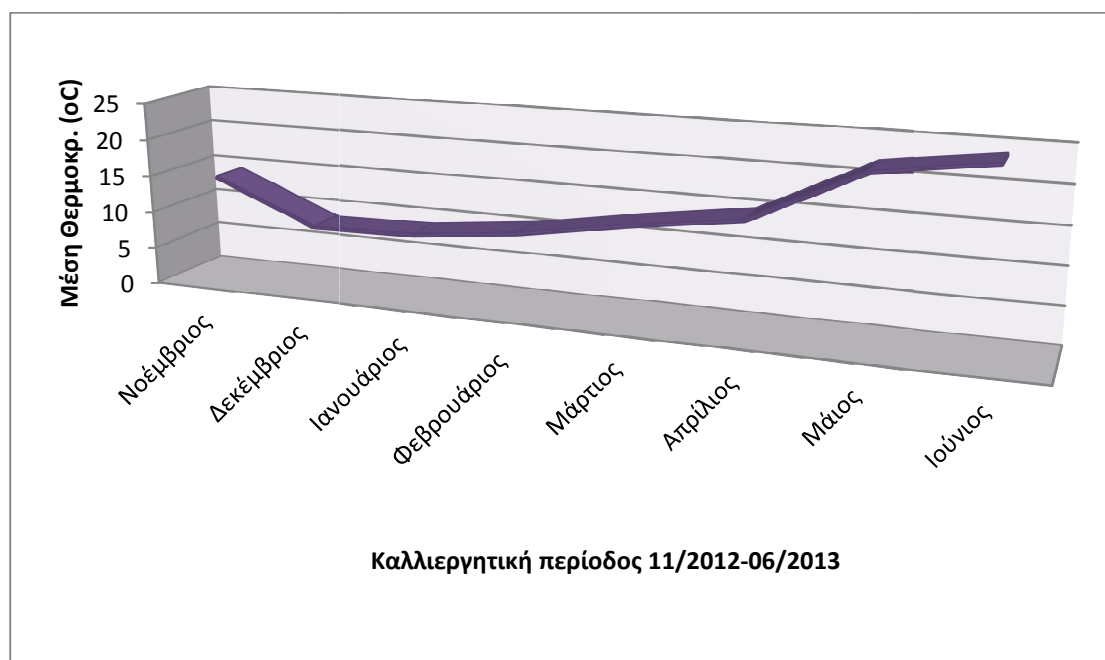
Γενικά στο σχέδιο των υποδιαιρεμένων πειραματικών τεμαχίων αναμένεται η διακύμανση μεταξύ των υποτεμαχίων να είναι μικρότερη σε σχέση με εκείνη μεταξύ των κυρίως τεμαχίων. Γι' αυτό οι παράγοντες που έχουν μεγαλύτερη σημασία ή που αναμένεται να διαφέρουν λιγότερο ή τέλος για εκείνους που επιθυμούμε μεγαλύτερη ακρίβεια, τοποθετούνται στα υποτεμάχια (η μυκόρριζα).

Χρησιμοποιήθηκαν λοιπόν, στη συγκεκριμένη έρευνα, δύο παράγοντες με δύο επίπεδα για τον κάθε παράγοντα. Ο πρώτος παράγοντας είναι οι δύο διαφορετικές ποικιλίες κτηνοτροφικού μπιζελιού, (Όλυμπος και Δωδώνη) και ο δεύτερος παράγοντας είναι η παρουσία μυκόρριζας στο έδαφος ή όχι με τρεις επαναλήψεις για κάθε επέμβαση, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό με διαστάσεις 9μ. πλάτος και 6μ. μήκος.

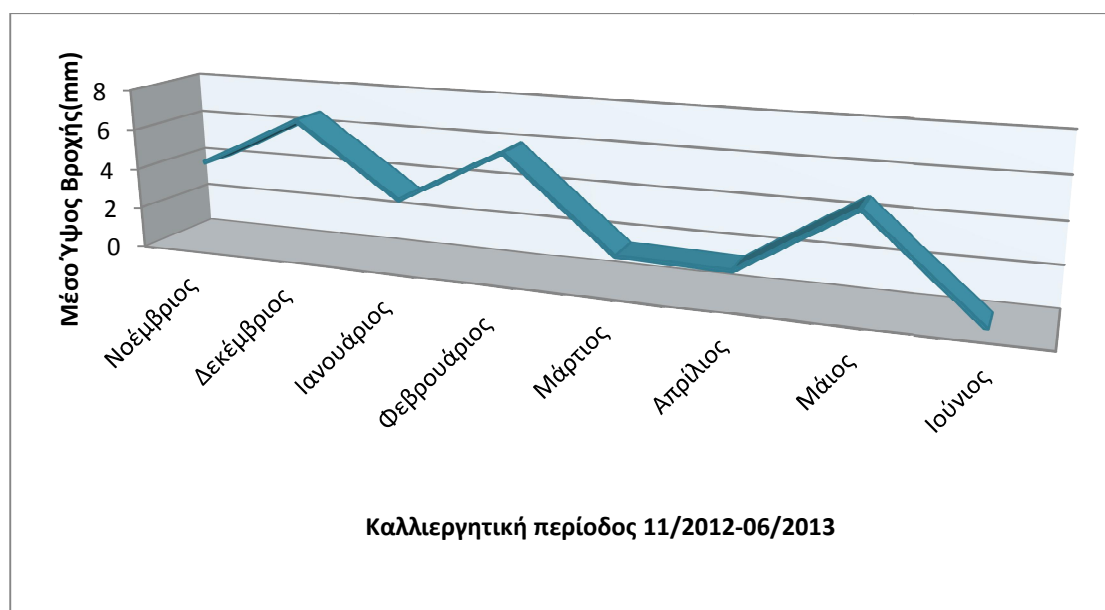
Το πειραματικό αγροτεμάχιο χωρίστηκε σε δύο κύρια τεμάχια 3μ. μήκους και 6μ. πλάτος, με μικρά πασσαλάκια. Το κάθε κύριο πειραματικό τεμάχιο χωρίστηκε σε δύο υποτεμάχια με διαστάσεις, 3μ. μήκος, 3μ. πλάτος.

2.4. Κλιματολογικές συνθήκες κατά την περίοδο του πειράματος

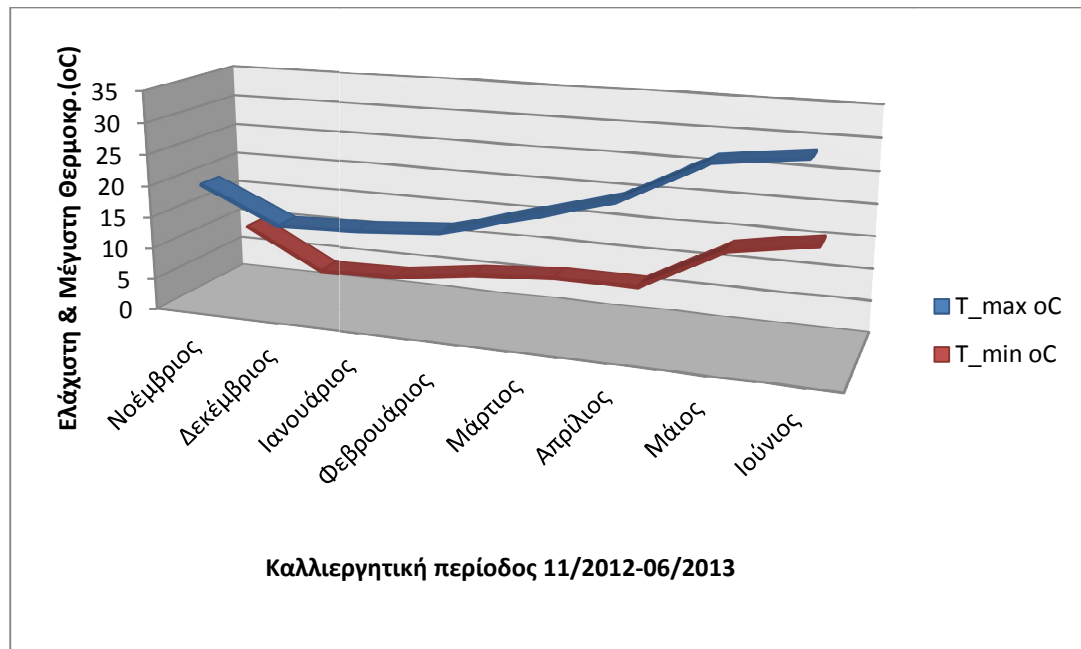
Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας (διαγ.2) του ύψους βροχής (διαγ.3), της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας ανά μήνα (διαγ.4), κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας του πειράματος.



Διάγραμμα 2: Διακύμανση μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας (°C)



Διάγραμμα 3: Διακύμανση του ύψους βροχής (mm)



Διάγραμμα 4: Διακύμανση της μέσης, ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας (°C)

2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες κατά τη διάρκεια του πειράματος

A) Η κατεργασία του εδάφους έγινε πριν την σπορά με μηχανήματα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου τα οποία ήταν :

- Δισκοσβάρνα
- Καλλιεργητής
- Σπαρτική μηχανή Amazone, φθινοπωρινών σιτηρών

B) Λιπάνσεις: Καμία λίπανση

Γ) Στο πείραμα δεν χρησιμοποιήθηκε κανένα φυτοπροστατευτικό προϊόν, ενώ η αντιμετώπιση των ζιζανίων, έγινε με το χέρι.

2.6. Ημερομηνίες καλλιεργητικών επεμβάσεων στη διάρκεια του πειράματος

Πριν τη σπορά πραγματοποιήθηκε εφαρμογή δισκοσβάρνας και εφαρμογή καλλιεργητή για ελάχιστη κατεργασία του εδάφους.

Στις 17/01/2013 πραγματοποιήθηκε εφαρμογή μυκόρριζας, σκεύασμα ectonit με ριζοπότισμα. Η ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε ήταν σύμφωνα με τις αναγραφόμενες οδηγίες του σκευάσματος (300g διαλυμένα σε 5 λίτρα νερό).

Στις 04/03/2013 πραγματοποιήθηκε ξεβοτάνισμα για την καταπολέμηση των ζιζανίων. Εφαρμόστηκε χειρωνακτικό τσάπισμα για αντιμετώπιση των ζιζανίων επί της γραμμής.

2.7. Σπορά (Ημερομηνία και ποσότητα σπόρων)

Το βάρος των σπόρων που χρησιμοποιήθηκε και για τις δύο ποικιλίες σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, ήταν 360g. Η σπορά πραγματοποιήθηκε με σπαρτική μηχανή Amazone φθινοπωρινών σιτηρών, κατάλληλα ρυθμισμένη.

Στις 25/11/12 πραγματοποιήθηκε σπορά και κάλυψη όλου του πειραματικού τεμαχίου. Η απόσταση ανάμεσα στις γραμμές σποράς ήταν 21cm.

2.8. Παρατηρήσεις και μετρήσεις

Οι παρατηρήσεις και οι προσδιορισμοί αφορούσαν φυτικές και ποιοτικές ιδιότητες των δύο χρησιμοποιούμενων ποικιλιών.

A) Φυτικές ιδιότητες

Περιλαμβάνει τις εξής παρατηρήσεις που αφορούσαν το υπέργειο ή και το υπόγειο τμήμα του φυτού.

2.8.1. Πυκνότητα φυτρώματος

Στις 19/04/2013 οριοθετήθηκαν σε μία γραμμή κάθε υποτεμαχίου, απόσταση ενός μέτρου περίπου. Επί της αναφερόμενης γραμμής μετρήθηκαν φυτρωμένα φυτά του κτηνοτροφικού μπιζελιού. Η μέτρηση των φυταρίων αντιπροσωπεύει την πυκνότητα φυτρώματος της κάθε ποικιλίας στο κάθε υποτεμάχιο του πειράματος.

2.8.2. Ύψος φυτού

Για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις του ύψους, οριοθετήθηκαν σε μία γραμμή κάθε υποτεμαχίου, απόσταση ενός μέτρου περίπου. Επί της αναφερόμενης γραμμής μετρήθηκε το ύψος 10 φυτών, μετρώντας την απόσταση από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το ακραίο μερίστωμα. Ο μέσος όρος του ύψους αυτών, αποτελούσε σε κάθε μέτρηση αντικειμενικό δείκτη του ύψους των φυτών σε όλο το υποτεμάχιο.

Στις 01/03/13, 95 ημέρες μετά τη σπορά, έγινε η πρώτη μέτρηση του ύψους φυτών από την επιφάνεια του εδάφους έως το ακραίο μερίστωμα και υπολογισμός του μέσου όρου. Στις 19/04/2013, 145 ημέρες μετά τη σπορά, έγινε η δεύτερη μέτρηση και στις 07/06/2013, 193 ημέρες μετά τη σπορά, έγινε η τελευταία μέτρηση του ύψους φυτών.

2.8.3. Μήκος Λοβού

Στις 07/06/2013, στο στάδιο πλήρους ανάπτυξης του φυτού, 193 ημέρες μετά τη σπορά, οριοθετήθηκε σε μία τυχαία γραμμή κάθε υποτεμαχίου, απόσταση ενός μέτρου στην οποία μετρήθηκε το μήκος πλήρους λοβού στα φυτά της γραμμής.

2.8.4. Αριθμός Λοβών ανά Φυτό

Στο στάδιο πλήρους ανάπτυξης του φυτού, 193 ημέρες μετά τη σπορά, οριοθετήθηκε σε μία τυχαία γραμμή κάθε υποτεμαχίου, απόσταση ενός μέτρου στην οποία μετρήθηκε ο αριθμός λοβών ανά φυτό στα φυτά της γραμμής.

2.8.5. Μέσο Βάρος λοβών ανά Φυτό

Στις 07/06/2013, στο στάδιο πλήρους ανάπτυξης του φυτού, 193 ημέρες μετά τη σπορά, οριοθετήθηκε σε μία τυχαία γραμμή κάθε υποτεμαχίου, απόσταση ενός μέτρου από την οποία συλλέχθηκαν οι λοβοί και υπολογίστηκε το μέσο βάρος λοβών ανά φυτό.

2.8.6. Ξηρό βάρος

Στις 19/04/2013, 145 ημέρες μετά τη σπορά, ζυγίζονταν τυχαίο δείγμα φυτών το οποίο το λαμβάναμε από μια τυχαία γραμμή του κάθε υποτεμαχίου, μήκους ενός μέτρου. Στη συνέχεια τοποθετούνταν τα φυτά σε κλίβανο στους 85°C για 24h και μετά ζυγίζονταν για να έχουμε το συνολικά ξηρό βάρος των φυτών.

2.8.7. Ρίζες

Όσον αφορά το ριζικό σύστημα, στις 19/04/2013, 145 ημέρες μετά τη σπορά πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ριζών από κάθε υποτεμάχιο.

Υπολογίστηκε το μήκος των ριζών, η μέση διάμετρος, ο όγκος και η επιφάνεια, που καταλαμβάνει το ριζικό σύστημα κάθε φυτού ανά μονάδα όγκου χώματος 100ml.

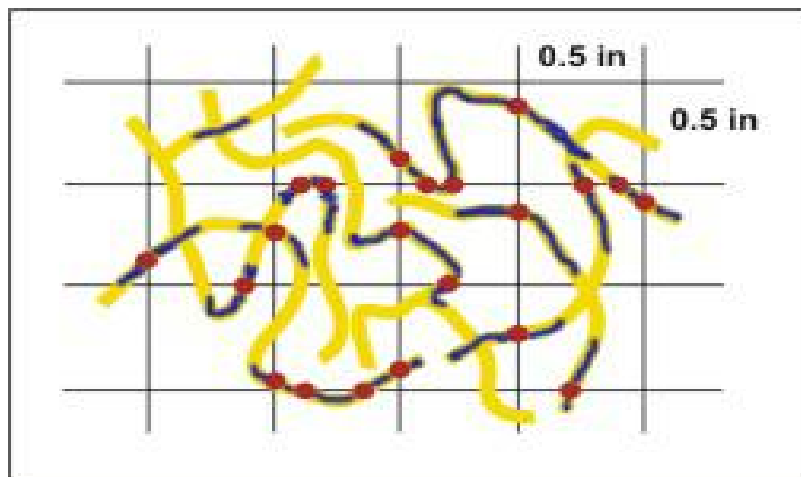
Αφού προσδιορίστηκε το σημείο εξαγωγής του ριζικού συστήματος, με ειδικό δειγματολήπτη έγινε κοπή συγκεκριμένου όγκου εδάφους από συγκεκριμένο βάθος σε κάθε υποτεμάχιο και πάρθηκαν δείγματα χώματος και ρίζας. Στη συνέχεια τα εδαφικά δείγματα τοποθετήθηκαν σε σακούλα όπου τοποθετήθηκε και διάλυμα 0,5% πολυμεταφωσφορικού Na για 24 ώρες ώστε να επιτευχθεί ο διαχωρισμός ριζών και εδάφους. Έπειτα οι αποκολλημένες ρίζες συλλέχθηκαν σε ψιλό κόσκινο. Ακολουθεί άπλωμα των ριζών στην επιφάνεια του σαρωτή Scanner, έγινε χρήση (Hewlett Packard 4c, Paolo Alto, CA), και ακολουθεί σάρωση της επιφάνειας κατά τη μέγιστη δυνατή ανάλυση εικόνας σε μαύρο-άσπρο (Black and White). Το αρχείο αποθηκεύεται ως .tif για να είναι δυνατή η ανάγνωσή του από το πρόγραμμα DT Software (9 Delta-T-Scan version 2.04, Delta-T Devices), (Kokko et al., 1993).

2.8.8. Μυκόρριζα

Τα δείγματα των ριζών που συλλέχθηκαν 145 ημέρες μετά τη σπορά και είχαν τοποθετηθεί σε τρυβλία με διηθητικό χαρτί κατά την προετοιμασία δέχθηκαν χρώση με φουξίνη (fuschine). Σε κάθε τρυβλίο αφαιρέθηκε το διηθητικό χαρτί και τοποθετήθηκε σταυρόνημα.

Το ποσοστό αποικισμού της ρίζας προσδιορίστηκε με τη χρήση στερεοσκοπίου και του προγράμματος Motic image Plus 2.0 (2009) (Giovannetti &

Mosse, 1980). Έγινε ο προσδιορισμός του ποσοστού αποικισμού μέσω της μέτρησης των διασταυρώσεων της ρίζας με το σταυρόνημα και συνολικά τον αριθμό που η ρίζα είναι παρασιτισμένη.



Εικόνα 8: Διασταυρώσεις τις ρίζας με το σταυρόνημα

2.8.9. Αποδόσεις πολλαπλασιαστικά

Οριοθετήθηκε τυχαία γραμμή σε κάθε πειραματικό υποτεμάχιο και μετρήθηκε ο αριθμός των φυτών ανά μέτρο καθώς και ο αριθμός λοβών ανά φυτό. Η κάθε μέτρηση αποτέλεσε αντιπροσωπευτικό δείγμα του πειραματικού αγροτεμαχίου.

Γνωρίζοντας των αριθμό των φυτών ανά μέτρο, υπολογίστηκε αριθμός των φυτών ανά στρέμμα και τέλος υπολογίστηκε η απόδοση ανά στρέμμα. Τα δείγματα πάρθηκαν 193 ημέρες μετά τη σπορά.

B) Ποιοτικά χαρακτηριστικά

2.8.10. Βάρος 1000 σπόρων

Στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, 219 μέρες μετά τη σπορά πραγματοποιήθηκε συγκομιδή λοβών από κάθε πειραματικό υποτεμάχιο προκειμένου να γίνει εξαγωγή των σπόρων και ζύγιση, ώστε να προσδιοριστεί το βάρος 1000 σπόρων.

3. Αποτελέσματα

3.1. Επιφάνεια του ριζικού συστήματος (mm^2/cm^3)

Πίνακας 1α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για την επιφάνεια των ριζών

(* στατιστικά σημαντικά. ns= μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0.0537	0.8383 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0.7665	0.4736 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	5.0813	0.1529 ns

Πίνακας 1β: Μέσος όρος επιφάνειας ρίζας (mm^2/cm^3)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	3,5359	1,512
Χωρίς AMF	0,979	2,557

Στις 145 μέρες μετά τη σπορά, παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία Δωδώνη στην παρουσία μυκόρριζας ($3,5359 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$) παρουσίασε μεγαλύτερη επιφάνεια ριζικού συστήματος σε σχέση με την ποικιλία Όλυμπος.

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1α, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην παρουσίας μυκόρριζας στο έδαφος και της ποικιλίας στην επιφάνεια του ριζικού συστήματος ($p > 0,05$). Επίσης δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στην αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ως προς το χαρακτηριστικό αυτό ($p = 0,1529$).

3.2. Διάμετρος ριζών (mm)

Πίνακας 2α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για τη μέση διάμετρο των ριζών

(* στατιστικά σημαντικά .ns= μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	3,1311	0,2188 ns
Επίδραση μυκόρριζας	2,4854	0,2556 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	2,5832	0,2492 ns

Πίνακας 2β: Μέσος όρος διαμέτρου των ριζών(mm)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	0,403	0,404
Χωρίς AMF	0,376	0,415

Στις 145 μέρες μετά τη σπορά παρατηρήθηκε ότι στην απουσία μυκόρριζας η ποικιλία Όλυμπος (0,415 mm) παρουσίασε την υψηλότερη τιμή ως προς τη μέση διάμετρο των ριζών, σε σχέση με την παρουσία μυκόρριζας (Πίνακα 2β.).

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 2α, δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά της μυκόρριζας καθώς και της ποικιλίας στη διάμετρο των ριζών και δεν εμφανίζεται αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ως προς το χαρακτηριστικό αυτό. Οι δε διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές ($p > 0,05$). Φαίνεται λοιπόν ότι η διάμετρος του ριζικού συστήματος δεν επηρεάστηκε σημαντικά, ούτε από την παρουσία μυκόρριζας, ούτε από την ποικιλία, ούτε από την αλληλοεπίδραση των δύο παραπάνω μεταβλητών.

3.3. Όγκος του ριζικού συστήματος (cm³/cm³)

Πίνακας 3α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου *F* (p-Level), για τον όγκο του ριζικού συστήματος

(* στατιστικά σημαντικά .ns= μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου <i>F</i> (p-level)		
	<i>F</i>	<i>p</i>
Επίδραση ποικιλίας	0,6947	0,4923 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0,3536	0,6124 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	12,409	0,05 *

Πίνακας 3β: Μέσοι όροι όγκου του ριζικού συστήματος (cm³/cm³)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	0,0004	0,0005
Χωρίς AMF	0,00028	0,0008

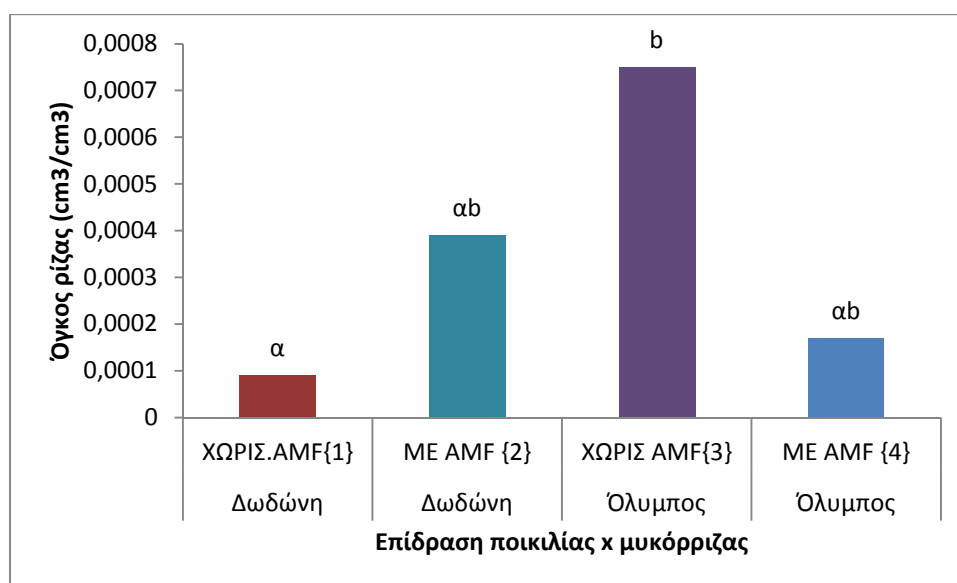
Πίνακας 3γ: Κριτήριο δοκιμασιών σύγκρισης μέσων , για τον όγκο του ριζικού συστήματος ως προς την αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας

Βάση Δεδομένα		Όγκος ριζικού συστήματος			
Ποικιλία	Μυκόρριζα	{1} M=0,00009	{2} M=0,00039	{3} M=0,00075	{4} M=0,00017
Δωδώνη	ΧΩΡΙΣ AMF {1}		0,318391	0,047358	0,792578
Δωδώνη	ΜΕ AMF {2}	0,318391		0,237488	0,451159
Όλυμπος	ΧΩΡΙΣ AMF {3}	0,047358	0,237488		0,072356
Όλυμπος	ΜΕ AMF {4}	0,792578	0,451159	0,072356	

*= σημαντικές διαφορές που έχουν τιμή $p < 0.05$

Τα δείγματα του εδάφους συλλέχθηκαν 145 ημέρες μετά τη σπορά, παρά το γεγονός ότι η ποικιλία Όλυμπος, παρουσίασε το υψηλότερο μέσο όρο τιμών ($0,0008 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) σε σύγκριση με την ποικιλία Δωδώνη, η επίδραση της ποικιλίας δεν κρίθηκε στατιστικά σημαντική ($p>0,05$). Παρατηρήθηκε μια μειωμένη πυκνότητα του ριζικού συστήματος στην παρουσία της μυκόρριζας, όμως δεν κρίθηκε στατιστικά ως σημαντική ($p>0,05$). Όπως φαίνεται στον πίνακα 3α παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αλληλοεπίδραση μυκόρριζας x ποικιλίας ($p=0,05$).

Σύμφωνα με το κριτήριο δοκιμασιών σύγκρισης μέσω υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μη εφαρμογή μυκόρριζας για την ποικιλία Όλυμπο. Φαίνεται λοιπόν ότι η πυκνότητα του ριζικού συστήματος δεν επηρεάστηκε σημαντικά ούτε από την ποικιλία, ούτε και από την παρουσία μυκόρριζας, αλλά επηρεάστηκε σημαντικά από την αλληλοεπίδραση των δύο παραπάνω μεταβλητών.



Διάγραμμα 5: Η επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας επί του όγκου του ριζικού συστήματος. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ($p<0,05$).

3.4. Μήκος ριζών (mm/cm³)

Πίνακας 4α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το μέσο μήκος των ριζών

(* στατιστικά σημαντικά .ns= μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0,1000	0,7818 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0,7583	0,4757 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	4,9680	0,1556 ns

Πίνακας 4β: Μέσος όρος μήκους των ριζών (mm/cm³)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	42,746	17,582
Χωρίς AMF	12,2898	29,727

Στις 145 μέρες μετά τη σπορά παρατηρήθηκε η υπεροχή της ποικιλίας Δωδώνη (42,746 mm/cm³) στην παρουσία μυκόρριζας, σε σχέση με την απουσία μυκόρριζας (Πίνακα 4β.) Όμως η ποικιλία Όλυμπος παρουσίασε την υψηλότερη τιμή της στην απουσία μυκόρριζας (29,727 mm/cm³)

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4α, δεν υπάρχει σημαντική επίδραση της μυκόρριζας καθώς και της ποικιλίας στο μήκος των ριζών, οι δε διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές ($p > 0,05$). Επίσης δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στην αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ως προς το χαρακτηριστικό αυτό ($p=0,1556$).

3.5 Μυκόρριζα-ποσοστό αποικισμού (%)

Πίνακας 5α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το ποσοστό αποικισμού της ρίζας

(* στατιστικά σημαντικά .ns= μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0,276	0,652 ns
Επίδραση μυκόρριζας	175,00	0,0057*
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	0,871	0,449 ns

Πίνακας 5β: Μέσος όρος για το ποσοστό αποικισμού της ρίζας(%)

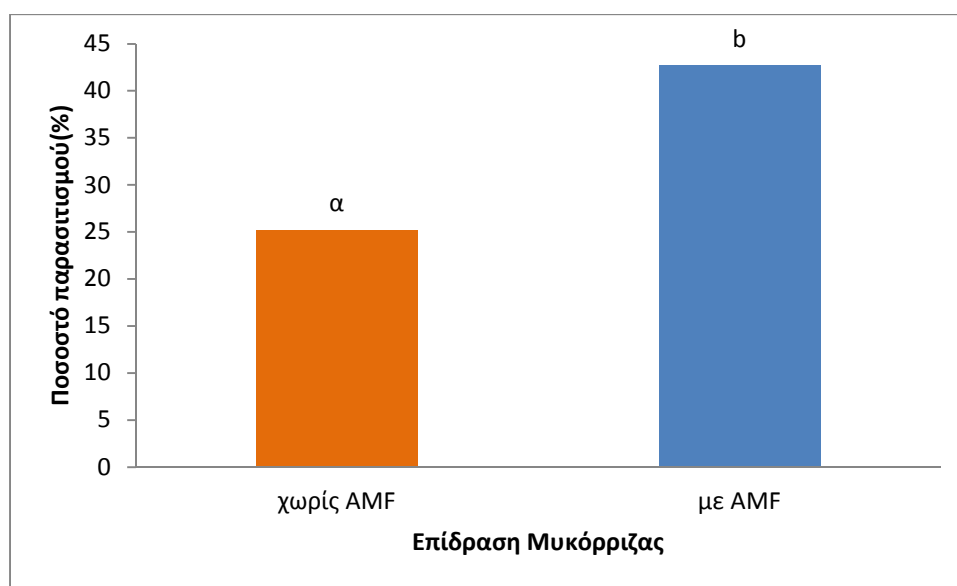
	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	41	44,3
Χωρίς AMF	25	25,3

Πίνακας 5γ: Κριτήριο δοκιμασιών σύγκρισης μέσων, για το ποσοστό αποικισμού τις ρίζας ως προς την παρουσία μυκόρριζας

*= σημαντικές διαφορές που έχουν τιμή $p < 0.05$

Βάση Δεδομένα	Ποσοστό αποικισμού	
	{1}	{2}
ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ	M=25,167	M=42,667
ΧΩΡΙΣ AMF {1}		0,000017
ΜΕ AMF {2}	0,000017	

Τα δείγματα του εδάφους-ρίζας συλλέχθηκαν 145 ημέρες μετά τη σπορά, και αφού υπέστησαν κατάλληλη επεξεργασία όπως αναφέρεται σε παραπάνω κεφάλαιο, προσδιορίστηκε το ποσοστό αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα. Η ποικιλία Όλυμπος, παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό αποικισμού (44,3%) σε σχέση με την ποικιλία Δωδώνη (41%), όμως η επίδραση της ποικιλίας δεν κρίθηκε στατιστικά ως σημαντική ($p>0,05$). Παρατηρήθηκε μειωμένο ποσοστό παρασιτισμού της ρίζας στην απουσία μυκόρριζας, πράγμα αναμενόμενο, όμως δεν κρίθηκε στατιστικά ως σημαντική η αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ($p>0,05$). Όπως φαίνεται στον πίνακα 5α παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την παρουσία της μυκόρριζας ($p=0,0057$).



Διάγραμμα 6: Η επίδραση της μυκόρριζας επί του ποσοστού αποικισμού της ρίζας. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ($p<0,05$).

3.6. Φυτικά χαρακτηριστικά

3.6.1. Ύψος φυτών (cm)

- Η πρώτη μέτρηση του ύψους των φυτών πραγματοποιήθηκε **95** μέρες μετά τη σπορά.

Πίνακας 6α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το ύψος των φυτών

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

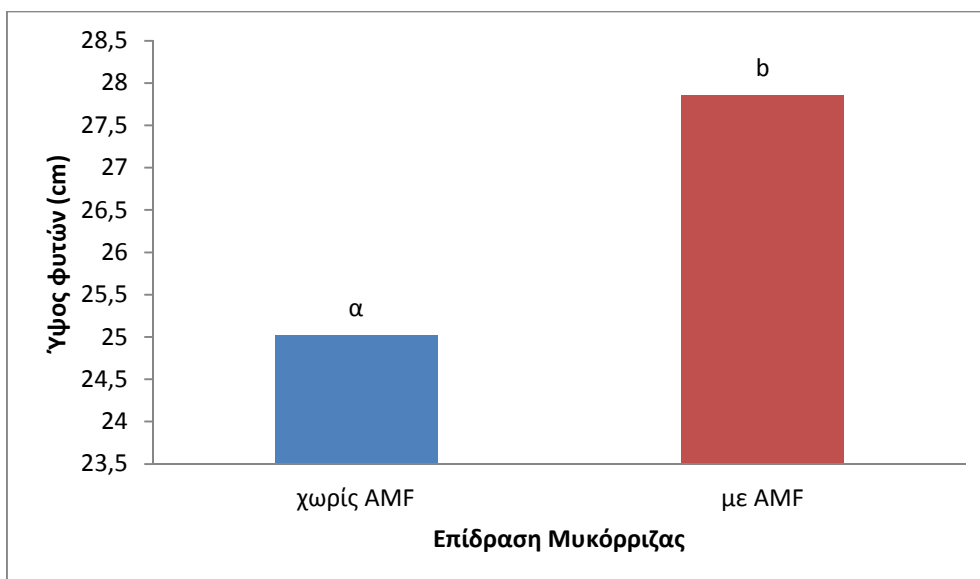
Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0,0093	0,9318 ns
Επίδραση μυκόρριζας	15,380	0,05*
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	0,8118	0,4627 ns

Πίνακας 6β: Μέσος όρος ύψους φυτών (cm)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	27,333	28,367
Χωρίς AMF	25,367	24,667

Για το ύψος των φυτών η πιο υψηλή τιμή μετρήθηκε στα υποτεμάχια με την παρουσία μυκόρριζας (28,367cm) ενώ η πιο μικρή στα υποτεμάχια χωρίς τη μυκόρριζα (24,667cm) για την ποικιλία Όλυμπος. Παρουσιάστηκε σημαντική επίδραση της μυκόρριζας ($p=0,05$), όμως δεν παρουσιάστηκε σημαντική επίδραση της ποικιλίας ($p=0,9318$) καθώς και της αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας στο ύψος των φυτών ($p=0,4627$).

Στην παρουσία της μυκόρριζας παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές ύψους και των δύο ποικιλιών, ενώ στην απουσία μυκόρριζας είχαμε τις χαμηλότερες τιμές του ύψους και για τις δύο ποικιλίες.



Διάγραμμα 7: Η επίδραση της μυκόρριζας επί του ύψους των φυτών. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ($p < 0,05$).

- Η δεύτερη μέτρηση του ύψους των φυτών πραγματοποιήθηκε **145** μέρες μετά τη σπορά.

Πίνακας 7α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p -Level), για το ύψος των φυτών

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p -level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0,517	0,547 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0,808	0,464 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	2,606	0,248 ns

Πίνακας 7β: Μέσος όρος ύψους φυτών (cm)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	116,667	116
Χωρίς AMF	128,333	145,667

Στη δεύτερη μέτρηση του ύψους των φυτών, η πιο υψηλή τιμή μετρήθηκε στα υποτεμάχια με την απουσία μυκόρριζας (145,667 cm) ενώ η πιο μικρή στα υποτεμάχια με τη μυκόρριζα (116 cm) στην ποικιλία Όλυμπος.

Στην απουσία της μυκόρριζας παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές του ύψους και των δύο ποικιλιών, ενώ στην παρουσία μυκόρριζας είχαμε τις χαμηλότερες τιμές του ύψους. Επίσης κατά τη δεύτερη μέτρηση του ύψους δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με τον πίνακα 7α, ούτε από την επίδραση της ποικιλίας, ούτε από την παρουσία της μυκόρριζας αλλά και ούτε από την αλληλοεπίδραση των δύο παραπάνω μεταβλητών.

- Η τρίτη μέτρηση του ύψους των φυτών πραγματοποιήθηκε **193** μέρες μετά τη σπορά, στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης.

Πίνακας 8α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το ύψος των φυτών

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	12,000	0,074 ns
Επίδραση μυκόρριζας	25,474	0,037*
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	0,059	0,829 ns

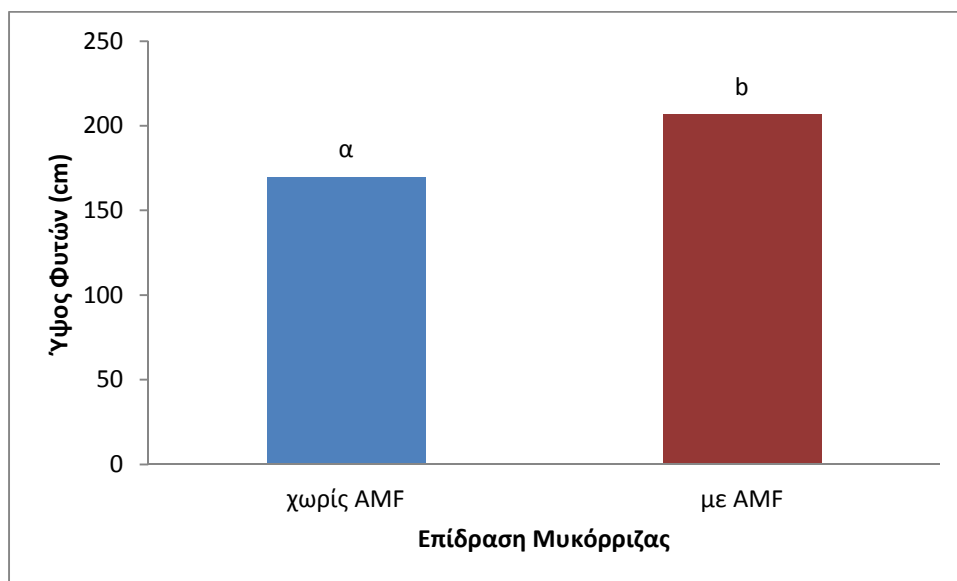
Πίνακας 8β: Μέσος όρος ύψους φυτών (cm)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	200	213,333
Χωρίς AMF	166,667	173,333

Κατά την τρίτη μέτρηση του ύψους των φυτών, η πιο υψηλή τιμή μετρήθηκε στα υποτεμάχια με την παρουσία μυκόρριζας (231,333 cm) στην ποικιλία Όλυμπος ενώ η πιο μικρή στα υποτεμάχια χωρίς την παρουσία μυκόρριζας (166,667 cm) στην ποικιλία Δωδώνη. Σύμφωνα με τον πίνακα 8α παρουσιάστηκε σημαντική επίδραση

της μυκόρριζας ($p=0,037$), όμως δεν παρουσιάστηκε σημαντική επίδραση της ποικιλίας ($p= 0,074$) καθώς και της αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας στο ύψος των φυτών ($p=0,829$).

Στην παρουσία της μυκόρριζας παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές ύψους και των δύο ποικιλιών, ενώ στην απουσία μυκόρριζας είχαμε τις χαμηλότερες τιμές του ύψους.



Διάγραμμα 8: Η επίδραση της μυκόρριζας επί του ύψους των φυτών. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p<0,05$).

3.6.2. Μήκος Λοβού (cm)

Πίνακας 9α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p -Level), για το μήκος λοβού

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p -level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	2,469	0,257 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0,528	0,543 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	1,674	0,325 ns

Πίνακας 9β: Μέσος όρος μήκος λοβού (cm)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	4,467	4,067
Χωρίς AMF	4,067	5,2

Μεγαλύτερες τιμές στο μήκος του λοβού παρατηρούνται στη μη συμβίωση με μυκόρριζα (5,2 cm) για την ποικιλία Όλυμπο.

Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην παρουσία μυκόρριζας, στις ποικιλίες και δεν υπήρξε αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ($p < 0.05$). Όπως γίνεται αντιληπτό, το μήκος του λοβού δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη μυκόρριζα, ούτε από την ποικιλία, ούτε από την αλληλοεπίδραση των δύο παραπάνω μεταβλητών. Η μέτρηση του μήκους του λοβού πραγματοποιήθηκε 193 ημέρες μετά τη σπορά.

3.6.3. Αριθμός λοβών/φυτό

Πίνακας 10α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για τον αριθμό λοβών/φυτό

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	3,821	0,189 ns
Επίδραση μυκόρριζας	9,308	0,093 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	4,000	0,184 ns

Πίνακας 10β: Μέσος όρος για τον αριθμό λοβών/φυτό

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	16	21
Χωρίς AMF	12	18

Ο μεγαλύτερος αριθμός λοβών ανά φυτό παρατηρήθηκε στα υποτεμάχια που είχε γίνει εφαρμογή μυκόρριζας, για την ποικιλία Όλυμπο (21 λοβοί), ενώ ο

μικρότερος αριθμός λοβών στα φυτά της ποικιλίας Δωδώνη χωρίς την εφαρμογή μυκόρριζας.

Όμως, σύμφωνα με τον πίνακα 10α δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην παρουσία μυκόρριζας, ούτε στις ποικιλίες και δεν υπήρξε αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ($p=0,184$). Συνεπώς, ο αριθμός των λοβών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη μυκόρριζα, ούτε από την ποικιλία, ούτε από την αλληλοεπίδραση των παραπάνω μεταβλητών. Η μέτρηση του μήκους του λοβού πραγματοποιήθηκε 193 ημέρες μετά τη σπορά.

3.6.4. Μέσο βάρος λοβών/φυτό(g)

Πίνακας 11α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για το μέσο βάρος λοβών/φυτό

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

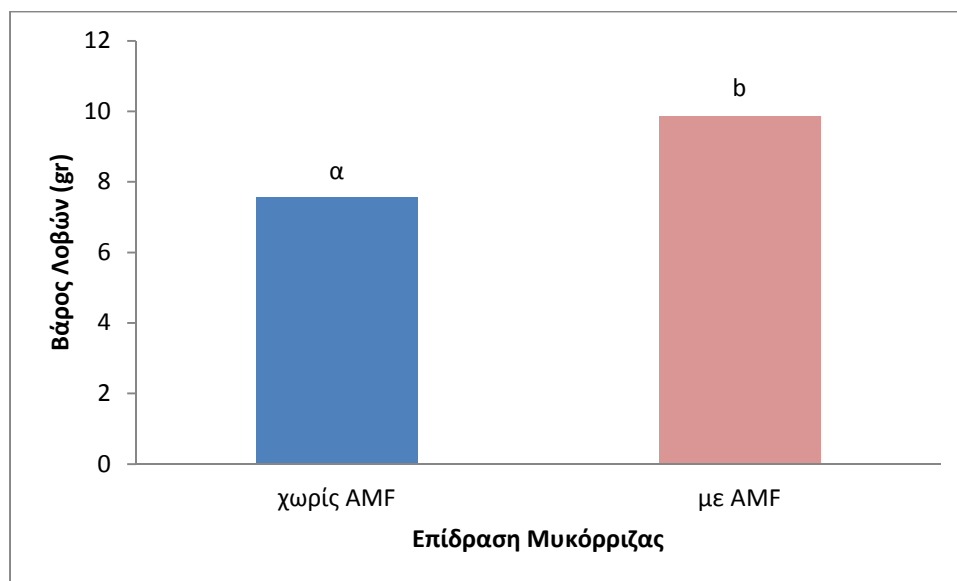
Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	2,119	0,283 ns
Επίδραση μυκόρριζας	13,505	0,05 *
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	3,034	0,224 ns

Πίνακας 11β: Μέσος όρος για το μέσο βάρος λοβών/φυτό(g)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	8,567	11,2
Χωρίς AMF	5,233	9,867

Η υψηλότερη τιμή μετρήθηκε στα υποτεμάχια με την παρουσία μυκόρριζας (11,2 g) για την ποικιλία Όλυμπος ενώ η μικρότερη στα υποτεμάχια χωρίς την παρουσία μυκόρριζας (5,233 g) για την ποικιλία Δωδώνη. Παρουσιάστηκε σημαντική επίδραση της μυκόρριζας ($p=0,05$), όμως δεν παρουσιάστηκε σημαντική επίδραση της ποικιλίας ($p= 0,283$) καθώς και της αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας στο μέσο βάρος λοβών ανά φυτό ($p=0,224$).

Στην ποικιλία Όλυμπος ζυγίστηκαν τα περισσότερα γραμμάρια και στα φυτά με την εφαρμογή μυκόρριζας και σε αυτά χωρίς την εφαρμογή μυκόρριζας.



Διάγραμμα 9: Η επίδραση της μυκόρριζας επί του βάρους των λοβών. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ($p < 0,05$).

3.7. Ξηρό Βάρος φυτού(g)

Πίνακας 12α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p -Level), για το ξηρό βάρος

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p -level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	1,208	0,386 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0,208	0,693 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	0,422	0,583 ns

Πίνακας 12β: Μέσος όρος για το ξηρό βάρος(g)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	12,913	15,253
Χωρίς AMF	9,122	13,657

Η μέτρηση του ξηρού βάρους όλου του φυτού, έγινε 145 ημέρες μετά τη σπορά. Η επίδραση της ποικιλίας και η επίδραση της μυκόρριζας δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p=0,386$) και ($p=0,693$) αντίστοιχα (Πίνακας 12α). Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάστηκαν στην αλληλοεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ($p= 0,583$) ως προς το χαρακτηριστικό αυτό.

Φαίνεται λοιπόν ότι οι μεταβλητές της μυκόρριζας και της ποικιλίας καθώς και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση δεν επέδρασαν στο ξηρό βάρος. Επίσης, από τον Πίνακα 12β παρατηρείται ότι οι ποικιλία Όλυμπος παρουσία σε το υψηλότερο ξηρό βάρος στην παρουσία μυκόρριζας (15,253g). Και στις δύο ποικιλίες οι υψηλότερες τιμές τους στο ξηρό βάρος παρουσιάστηκαν στα υποτεμάχια όπου είχε γίνει εφαρμογή μυκόρριζας.

3.8. Αποδόσεις

3.8.1. Αποδόσεις σε λοβούς (kg λοβού/στρέμμα)

Πίνακας 13α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για την απόδοση σε λοβούς

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	1,053	0,413 ns
Επίδραση μυκόρριζας	7,566	0,111 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	12,715	0,05*

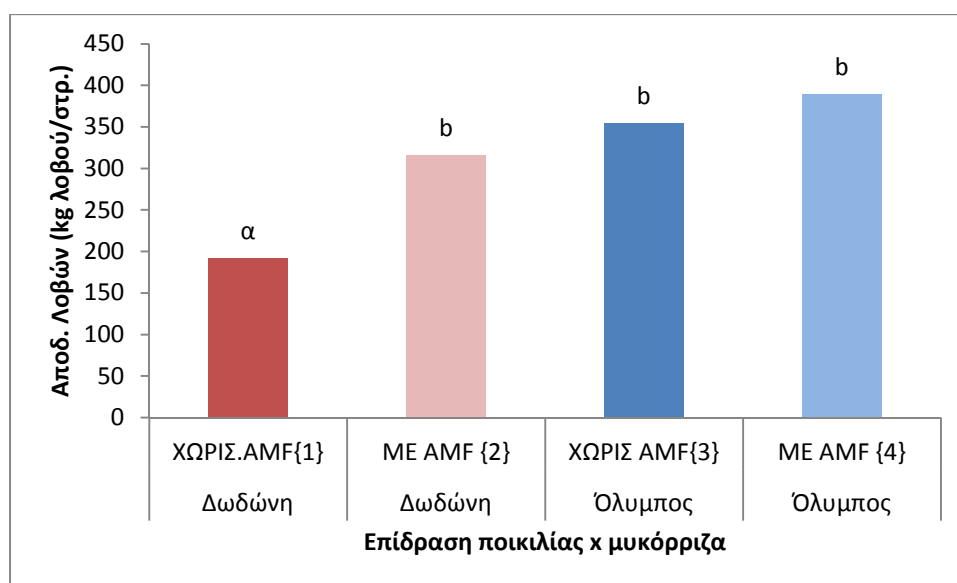
Πίνακας 13β: Μέσος όρος αποδόσεων σε λοβούς (kg λοβού/στρέμμα)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΟΣ
Με AMF	316	388,667
Χωρίς AMF	192	355

Η ποικιλία Όλυμπος στην επέμβαση με μυκόρριζα έδωσε κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη απόδοση σε λοβούς 388,667 kg λοβού/στρέμμα και τη μικρότερη, η ποικιλία Δωδώνη 192 kg λοβού/στρέμμα στην επέμβαση χωρίς την εφαρμογή μυκόρριζας.

Μεγαλύτερες τιμές αποδόσεων σε λοβούς επιτεύχθηκαν και για τις δύο ποικιλίες στην παρουσία μυκόρριζας.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 13α δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε από την ποικιλία ούτε από την παρουσία της μυκόρριζας με $p=0,413$ και $p=0,111$ αντίστοιχα. Παρουσιάστηκαν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αλληλοεπίδραση των δύο παραπάνω μεταβλητών ($p= 0,05$). Μεγαλύτερες αποδόσεις σε λοβό είχε η ποικιλία Όλυμπος και στην παρουσία μυκόρριζας καθώς και στην απουσία μυκόρριζας.



Διάγραμμα 10: Η επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας επί της απόδοσης σε λοβούς. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ($p<0,05$).

3.8.2. Αποδόσεις σε φυτομάζα (kg/στρέμμα)

Πίνακας 14α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-Level), για την απόδοση σε φυτομάζα

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0,774	0,472 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0,165	0,724 ns
Επίδραση ποικιλίας X μυκόρριζας	0,630	0,510 ns

Πίνακας 14β: Μέσος όρος αποδόσεων ποικιλιών (kg /στρέμμα)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	358	397,333
Χωρίς AMF	271,667	384

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 14β η ποικιλία Όλυμπος στην επέμβαση με μυκόρριζα έδωσε κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη απόδοση 397,333 kg στο στρέμμα και τη μικρότερη, η ποικιλία Δωδώνη στην επέμβαση χωρίς την εφαρμογή μυκόρριζας 271,667 kg/στρέμμα.

Μεγαλύτερες τιμές αποδόσεων επιτεύχθηκαν και για τις δύο ποικιλίες στην παρουσία μυκόρριζας.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 13α δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε από την ποικιλία ούτε από την παρουσία της μυκόρριζας με $p=0,413$ και $p=0,111$ αντίστοιχα. Επίσης δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε από την αλληλοεπίδραση των δύο παραπάνω μεταβλητών ($p= 0,510$). Μεγαλύτερες αποδόσεις παρατηρήθηκαν στην ποικιλία Όλυμπος και στην παρουσία μυκόρριζας καθώς και στην απουσία μυκόρριζας σε σχέση με την ποικιλία Δωδώνη.

3.9. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

3.9.1. Βάρος 1000 σπόρων (g)

Πίνακας 15α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level), για το βάρος 1000 σπόρων

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0,006	0,943 ns
Επίδραση μυκόρριζας	240,36	0,004*
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	2,195	0,277 ns

Πίνακας 15β: Μέσος όρος βάρος 1000 σπόρων (g)

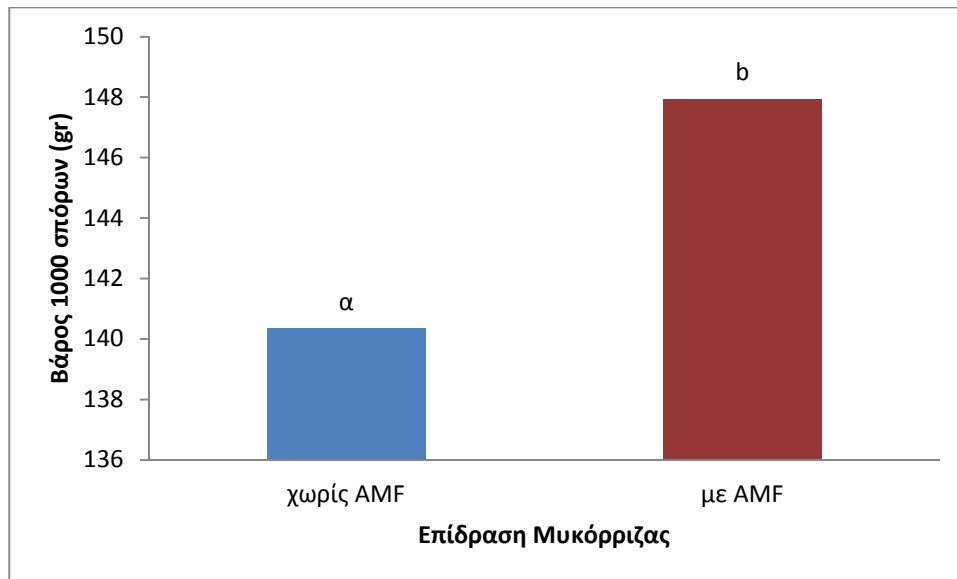
	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	149,133	146,703
Χωρίς AMF	138,187	142,493

Δεν παρουσιάστηκε αλληλεπίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας ($p= 0,277$) σε αυτό το χαρακτηριστικό. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν στην επίδραση της μυκόρριζας ($p= 0,004$), δεν παρουσιάστηκαν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδραση της ποικιλίας ($p=0,943$) σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 15α.

Τη μεγαλύτερη τιμή στο βάρος 1000 σπόρων μας έδωσε η ποικιλία Δωδώνη στην επέμβαση με την παρουσία της μυκόρριζας (149,133 g) και τη χαμηλότερη τιμή η ίδια ποικιλία στην απουσία μυκόρριζας (138.187 g).

Όμως και για τις δύο ποικιλίες παρουσιάστηκαν οι μεγαλύτερες τιμές τους στην παρουσία της μυκόρριζας σύμφωνα με τον Πίνακα 15β.

Συνεπώς η μυκόρριζα ασκεί θετική επίδραση επί του βάρους των 1000 σπόρων και για τις δύο ποικιλίες.



Διάγραμμα 11: Η επίδραση της μυκόρριζας επί του βάρους 1000 σπόρων. Διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ($p < 0,05$).

3.10. Πυκνότητα φυτρώματος (φυτά/m)

Πίνακας 16α: Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level), για την πυκνότητα φυτρώματος

(* στατιστικά σημαντικά .ns=μη στατιστικά σημαντικά)

Στατιστική δοκιμασία κριτηρίου F (p-level)		
	F	p
Επίδραση ποικιλίας	0,051	0,843 ns
Επίδραση μυκόρριζας	0,211	0,691 ns
Επίδραση ποικιλίας x μυκόρριζας	0,308	0,635 ns

Πίνακας 16β: Μέσος όρος πυκνότητας φυτρώματος (φυτά/m)

	ΔΩΔΩΝΗ	ΟΛΥΜΠΙΟΣ
Με AMF	9	8
Χωρίς AMF	10	9

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 16β η ποικιλία Δωδώνη στην επέμβαση χωρίς την εφαρμογή μυκόρριζας έδωσε κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη τιμή για την πυκνότητα φυτρώματος, 10 φυτά ανά μέτρο και τη μικρότερη, η ποικιλία Όλυμπος στην επέμβαση με μυκόρριζα, 8 φυτά ανά μέτρο.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 16α δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε από την ποικιλία ούτε από την παρουσία της μυκόρριζας με $p=0,843$ και $p=0,691$ αντίστοιχα. Επίσης δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε από την αλληλοεπίδραση των δύο παραπάνω μεταβλητών που μελετήσαμε ($p= 0,635$).

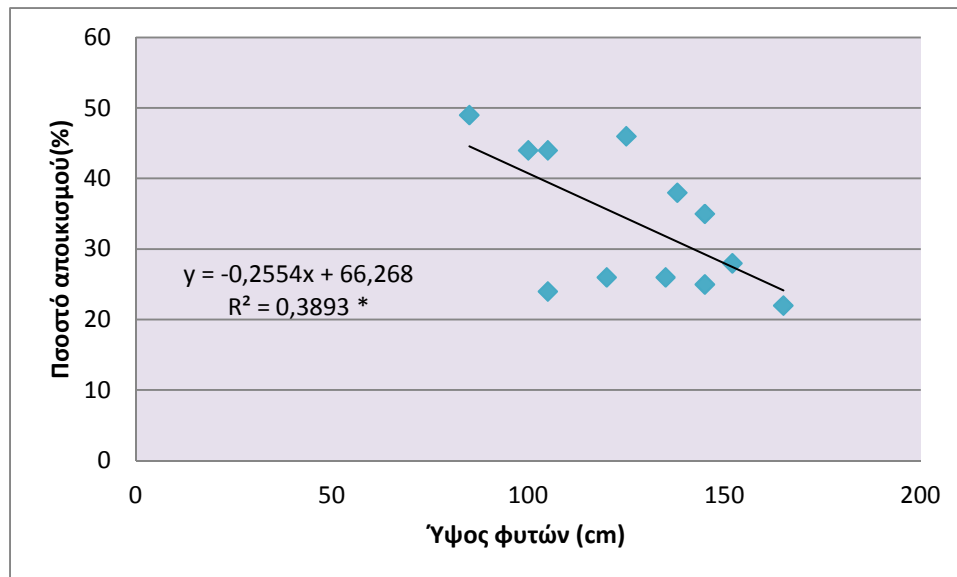
4. Συζήτηση

Οι κύριοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το ύψος των φυτών είναι ο γονότυπος και το περιβάλλον. Στα φυτά που μελετήθηκαν, το ύψος καθορίστηκε από την ποικιλία των φυτών και από τη μυκόρριζα (Türk, 2007).

Στην παρουσία μυκόρριζας και οι δύο ποικιλίες έδωσαν το μεγαλύτερο ύψος του φυτού κατά την πρώτη και τρίτη μέτρηση, γεγονός που αναφέρεται και από τους ερευνητές (Dickson et al., 2003).

Είναι γνωστό ότι η μυκόρριζα δίνει την δυνατότητα στο φυτό να εκμεταλλευτεί καλύτερα τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους μέσω της υφής που σχηματίζει, γεγονός που όχι μόνο βοηθάει στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών αλλά τα εφοδιάζει και με περισσότερα θρεπτικά στοιχεία.

Παρόλα αυτά στην παρούσα μελέτη κατά τη δεύτερη μέτρηση του ύψους των φυτών (145 Ημέρες Από Σπορά-ΗΑΣ) παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό αποικισμού με μυκόρριζα (Διάγραμμα 12).



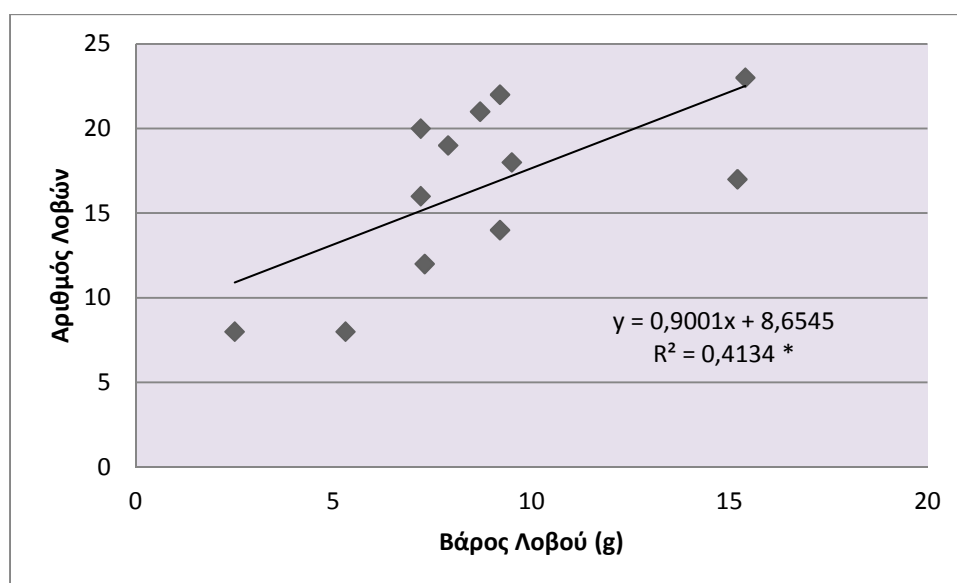
Διάγραμμα 12 : Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών και ποσοστού αποικισμού με μυκόρριζα (145ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.

Πιθανότατα αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι στα φυτά με έρπουσα ανάπτυξη δεν υπάρχει θετική συσχέτιση με το ύψος όπως ήταν αναμενόμενο, γιατί τα φυτά αυτά αναπτύσσονται οριζόντια.

Ακόμη, κάποια φυτικά είδη αντιδρούν διαφορετικά στην επίδραση της μυκόρριζας σε σχέση με κάποια άλλα για τις διάφορες παραμέτρους που μελετώνται κάθε φορά.

Σύμφωνα με τον Xie (2014), ο εμβολιασμός των φυτών με AMF-μυκόρριζα προωθεί σημαντικά το ύψος των φυτών όταν το ποσοστό αποικισμού κυμαίνεται μέσα σε κάποια όρια.

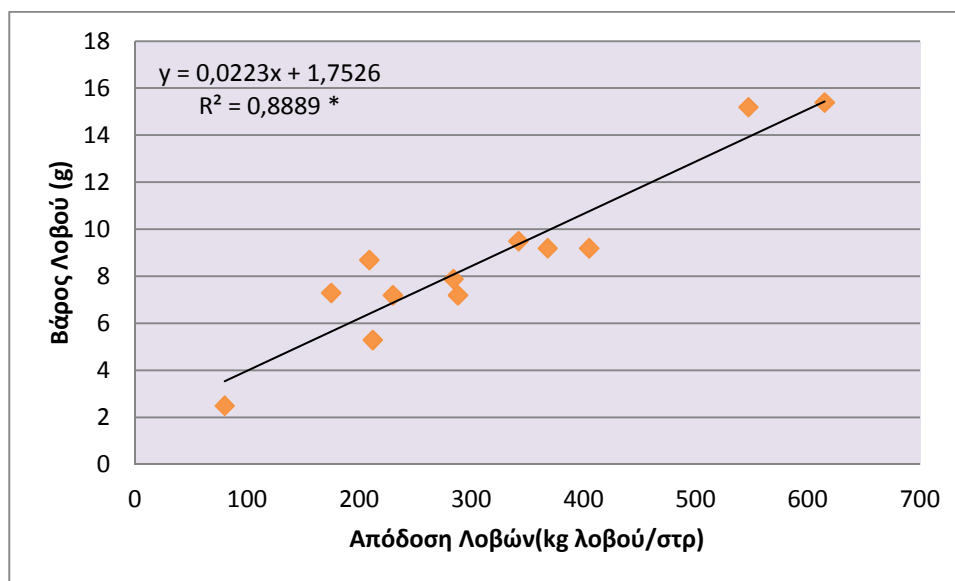
Επίσης, στην παρούσα μελέτη το μήκος του λοβού δεν έδειξε να επηρεάζεται από τις παραμέτρους του πειράματος, και διαφορές που διαπιστώθηκαν οφείλονται μάλλον στο γονότυπο κάθε ποικιλίας.



Διάγραμμα 13 : Γραμμική συσχέτιση μεταξύ βάρους λοβών και αριθμού λοβών (193ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.

Το μέσο βάρος λοβού ανά φυτό παρατηρούμε ότι αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο αριθμός των λοβών ανά φυτό (Διάγραμμα 13). Γεγονός σύμφωνο με τη βιβλιογραφία του Doré (1998), όπου ο αριθμός των σπόρων παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με τον αριθμό των λοβών και το βάρος των λοβών.

Επίσης, σύμφωνα με τον Doré (1998), η απόδοση σχετίζεται περισσότερο με τον αριθμό των σπόρων ανά τετραγωνικό μέτρο ενώ το βάρος των σπόρων παρουσιάζει μικρότερη παραλλακτικότητα. Στο Διάγραμμα 14 παρατηρούμε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων σε λοβούς και του βάρους των λοβών.



Διάγραμμα 14 : Γραμμική συσχέτιση μεταξύ αποδόσεων σε λοβούς και βάρους λοβών (193ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.

Σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη του φυτού είναι το ριζικό σύστημα και για το λόγο αυτό και στις δύο ποικιλίες προσδιορίστηκε η επιφάνεια του ριζικού συστήματος, ο όγκος του, η μέση διάμετρός του και το μήκος του. Γενικά όμως η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος επηρεάζεται από την ποικιλία και συνδέεται με την ικανότητα της κάθε ποικιλίας να αντέχει στην ξηρασία (Lupton et al., 1974).

Συνολικά στην παρουσία μυκόρριζας παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές των μετρήσεων που αφορούσαν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Η μορφή του ριζικού συστήματος επηρεάζεται από την παρουσία της μυκόρριζας σε μεγάλο βαθμό, με πιο κοινό χαρακτηριστικό την αυξημένη διακλάδωση των ριζιδίων. Ειδικότερα όσον αφορά τα ψυχανθή, η ενισχυμένη προμήθεια N από την μυκόρριζα

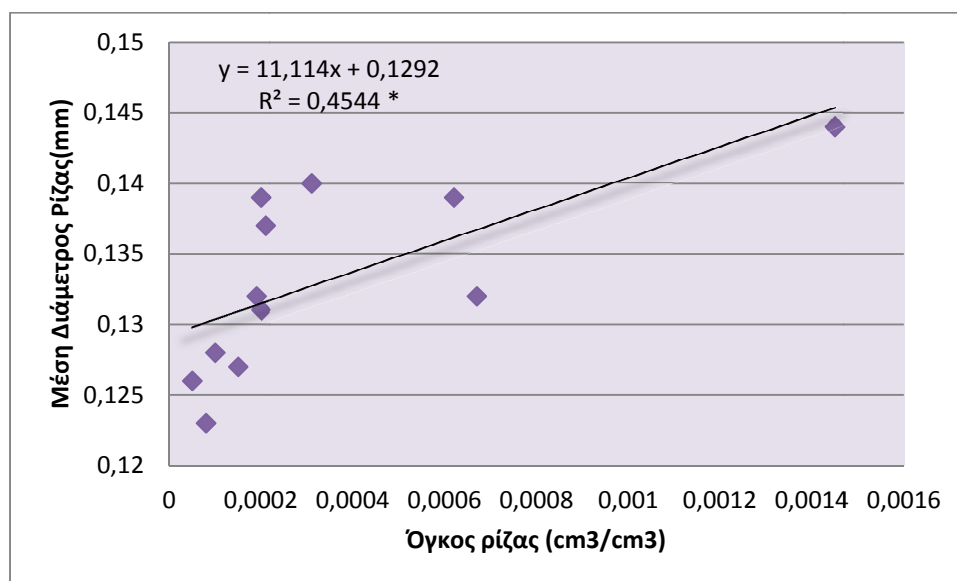
οφείλεται στην αζωτοδέσμευση αλλά κυρίως στην ενισχυμένη πρόσληψή του αζώτου από το έδαφος, αφού μυκόρριζα διευκολύνει την εισροή N στα άκρα των ριζών.

Στην παρούσα μελέτη (Διάγραμμα 15) παρατηρούμε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της μέσης διαμέτρου και του όγκου του ριζικού συστήματος.

Επειδή η διαμόρφωση του ριζικού συστήματος εξαρτάται από την δραστηριότητα των κορυφών των ριζών, όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των ριζών, άμεσα ή έμμεσα επηρεάζουν την δραστηριότητα και την δομή των μεριστωμάτων των κορυφών των ριζών. Η μορφολογία και ανάπτυξη του ριζικού συστήματος έχει συνδεθεί με την δομή των κορυφών των πλευρικών ριζών.

Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι οι τροποποιήσεις στην δομή της ρίζας και την φυσιολογία της προκαλεί και αλλαγές στην γονιδιακή έκφραση και η παρουσία της μυκόρριζας επιδρά στις αλλαγές αυτές (Berta et al., 1995).

Γενικότερα διαπιστώσαμε ότι η εφαρμογή της μυκόρριζας επιδρά θετικά στην αρχιτεκτονική της ρίζας.

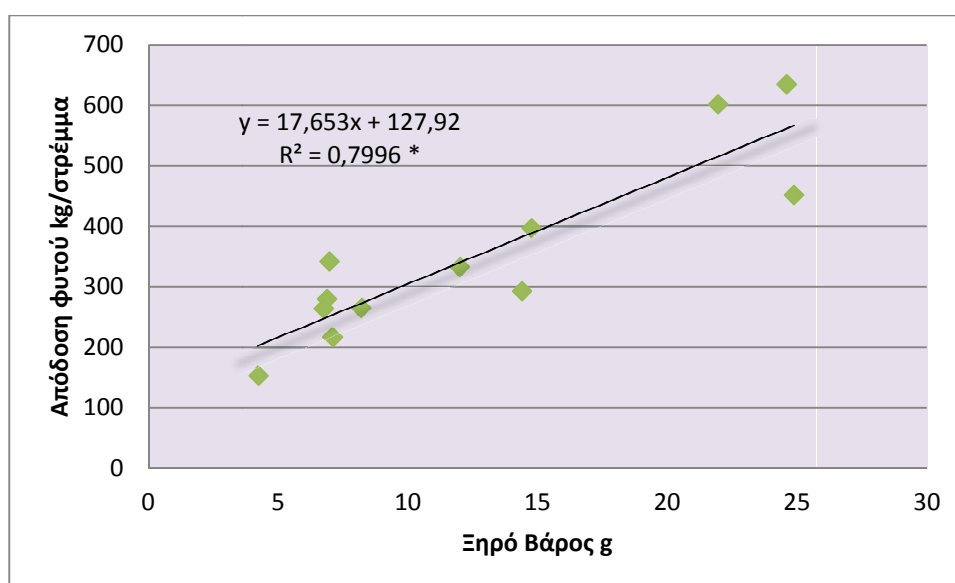


Διάγραμμα 15: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ όγκου ριζικού συστήματος και μέσης διάμετρος ριζών (145ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.

Στα φυτά που έχει γίνει εφαρμογή μυκόρριζας παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση του ξηρού βάρους όλου του φυτού. Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και από

την μελέτη των Azaizech et al. (1995), σχετικά με το ξηρό βάρος του φυτού το οποίο είναι σημαντικά αυξημένο σε μολυσμένα με μυκόρριζα φυτά σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες.

Επίσης στην παρούσα μελέτη παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους και των αποδόσεων σε φυτομάζα (Διάγραμμα 16), γεγονός που αιτιολογείται διότι σύμφωνα με τον Cousin (1997) αποξηραμένα μπιζέλια έχουν δώσει πολύ υψηλές αποδόσεις, πράγμα το οποίο οφείλεται σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες.

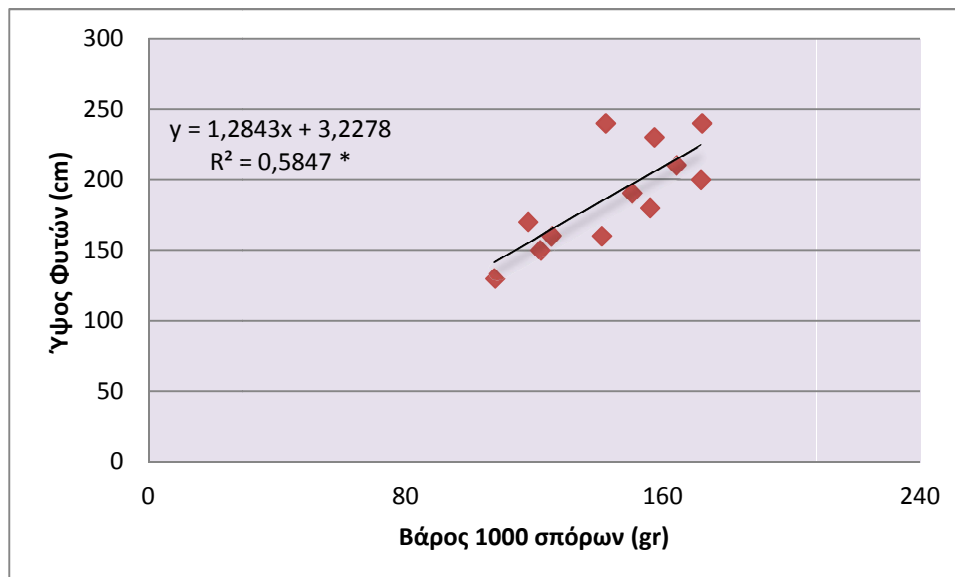


Διάγραμμα 16 : Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ξηρού βάρους και αποδόσεων σε φυτομάζα (193 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.

Γενικότερα η παρουσία της μυκόρριζας ενισχύει την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, αυξάνοντας την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων μέσω αύξησης της επιφάνειας απορρόφησης των στοιχείων.

Το βάρος των 1000 σπόρων είναι τόσο ποσοτικό όσο και ποιοτικό χαρακτηριστικό γνώρισμα των ψυχανθών. Στην παρουσία μυκόρριζας στο έδαφος και οι δύο ποικιλίες έδωσαν τις υψηλότερες τιμές τους όσον αφορά το βάρος 1000 σπόρων.

Βρέθηκε δε θετική συσχέτιση (Διάγραμμα 17), μεταξύ του βάρους των 1000 σπόρων και του ύψους των φυτών.



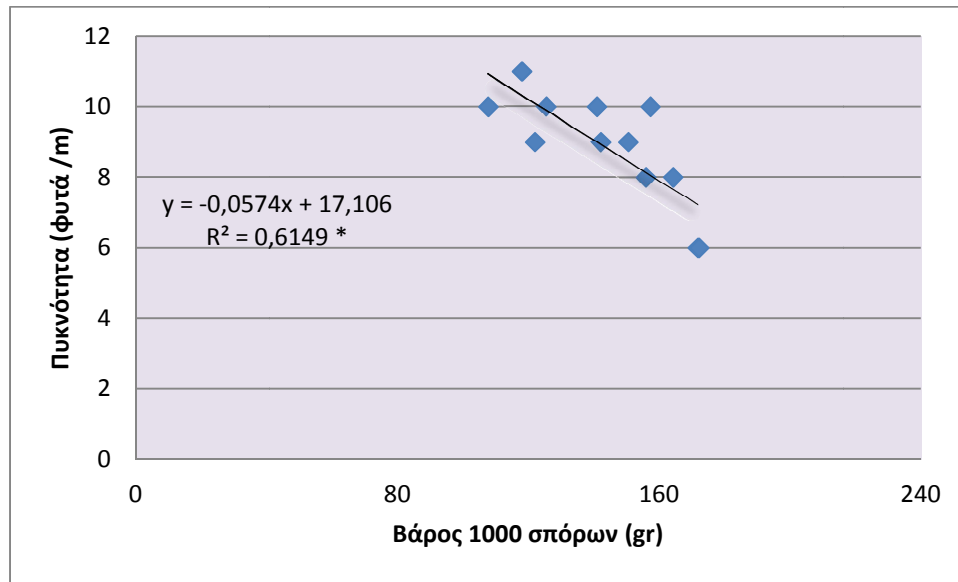
Διάγραμμα 17: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ βάρους 1000 σπόρων και ύψους φυτού (219 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μιζελιού.

Επιβεβαιώνεται για ακόμη μια φορά η θετική επίδραση της μυκόρριζας, τα φυτά που έχουν υποστεί εφαρμογή με μυκόρριζα σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα (Tarafdar & Marschner, 1995) διότι παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση του ύψους του φυτού καθώς και του ξηρού βάρους όλου του φυτού.

Γενικά η αύξηση του βάρους των σπόρων αυξάνει παράλληλα και το ξηρό βάρος όλου του φυτού (Türk, 2007).

Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της του βάρους των 1000 σπόρων και της πυκνότητας φυτρώματος δηλαδή όσο αυξάνεται η πυκνότητα μειώνεται το βάρος 1000 σπόρων (Διάγραμμα 18). Γεγονός το οποίο πιθανότατα να οφείλεται στον ανταγωνισμό που αναπτύσσεται μεταξύ των φυτών του μιζελιού επί της γραμμής. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Türk (2011) η αύξηση του βάρους των σπόρων είναι αποτέλεσμα της αύξησης του αριθμού των φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο.

Τέλος, έχει διαπιστωθεί ότι μπορούν να παρατηρηθούν σημαντικές διαφορές στο βάρος 1000 σπόρων μεταξύ των γραμμών φύτευσης (Uzun, 2005).



Διάγραμμα 18: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ βάρους 1000 σπόρων και πυκνότητα φύτευσης (219 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια κτηνοτροφικού μπιζελιού.

5. Συμπεράσματα

Η μελέτη δύο ποικιλιών κτηνοτροφικού μπιζελιού (Δωδώνη και Όλυμπος) σε συνθήκες βιολογικού τρόπου καλλιέργειας με την εφαρμογή μυκόρριζας έδειξε ότι:

Ως προς τις ποικιλίες, η Όλυμπος ήταν η ποικιλία με την μεγαλύτερη απόδοση σε φυτομάζα, δίνοντας την μεγαλύτερη τιμή στην επέμβαση με μυκόρριζα. Ενώ η ποικιλία Δωδώνη έδωσε τη μεγαλύτερη απόδοση σε λοβούς, στην παρουσία μυκόρριζας. Και οι δύο ποικιλίες στην παρουσία μυκόρριζας έδωσαν τη μεγαλύτερη τους απόδοση. Συνεπώς η παρουσία της μυκόρριζας ευνόησε και τις δύο ποικιλίες.

Ωστόσο, η εφαρμογή της μυκόρριζας δεν επηρέασε το μήκος του λοβού και τον αριθμό των λοβών ανά φυτό. Παρατηρήθηκαν όμως στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επέμβαση της μυκόρριζας και το μέσο βάρος λοβών ανά φυτό, με την ποικιλία Όλυμπο να μας δίνει την υψηλότερη τιμή.

Διαπιστώθηκε η ύπαρξη θετικής συσχέτισης μεταξύ του βάρους των λοβών με τον αριθμό των λοβών ανά φυτό και της συνολικής στρεμματικής απόδοσης σε λοβούς.

Η παρουσία της μυκόρριζας στο έδαφος ευνοεί την ανάπτυξη και τη θρέψη του φυτού μέσω της αύξησης της επιφάνειας απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα.

Τα κτηνοτροφικά μπιζέλια αναπτύσσουν ένα ισχυρό ριζικό σύστημα το οποίο ενισχύεται από την παρουσία της μυκόρριζας.

Η ποικιλία Δωδώνη στην επέμβαση με τη μυκόρριζα παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές τόσο στο μήκος όσο και στην επιφάνεια του ριζικού συστήματος.

Ωστόσο παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον όγκο του ριζικού συστήματος με την αλληλοεπίδραση της ποικιλίας του κτηνοτροφικού μπιζελιού και την εφαρμογή μυκόρριζας.

Η μυκόρριζα αποτελεί βασικό δείκτη της βιολογικής γεωργίας. Στο συγκεκριμένο πείραμα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό αποικισμού με μυκόρριζα, δίνοντάς μας η ποικιλία Όλυμπος το υψηλότερο ποσοστό αποικισμού 44,3% σε σχέση με την ποικιλία Δωδώνη.

Ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά διαπιστώθηκε ότι στην επέμβαση με τη μυκόρριζα παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές και για τις δύο ποικιλίες.

Το βάρος 1000 σπόρων παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην παρουσία μυκόρριζας.

Παρόλο που διαπιστώθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της πυκνότητας φυτρώματος και του βάρους 1000 σπόρων, στο συγκεκριμένο πείραμα η παρουσία μυκόρριζας δεν φαίνεται να επηρεάζει την πυκνότητα φυτρώματος.

Συμπερασματικά, από την παρούσα μελέτη, παρατηρήθηκε υπεροχή στα φυτά που είχε γίνει η εφαρμογή μυκόρριζας στα περισσότερα χαρακτηριστικά τους, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην βιολογική γεωργία, βελτιώνοντας τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του κτηνοτροφικού μπιζελιού.

6. Φωτογραφικό υλικό πειράματος



Εικόνα 9: Μπιζέλι Δωδώνη



Εικόνα 10: Μπιζέλι Όλυμπος



Εικόνα 11: Λοβοί Μπιζελιού (πριν τη συγκομιδή)



Εικόνα 12: Μέτρηση στον πειραματικό αγρό

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- ❖ Azaizeh H. A., Marschner H., Romheld V. Wittenmayer L. ,1995. Effects of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and other soil microorganisms on growth, mineral nutrient acquisition and root exudation of soil-grown maize plants. *Mycorrhiza* 5:321-327.
- ❖ Berta G., Trotta A., Fusconi A., Hooker J. E., Munro M., Atkinson D., Giovannetti M., Morini S., Fortuna P., Tisserant B., Gianinazzi-Pearson V., Gianinazzi S., 1995. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree Physiology* 15: 281—293.
- ❖ Bilalis D. & Karamanos A., 2010. Organic Maize Growth and Mycorrhizal Root Colonization Response to Tillage and Organic Fertilization. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 8, 836-849.
- ❖ Bolan N. S. (1991). A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* 134: 189-207.
- ❖ Carr P.M., Martin G.B., Caton J.S. and Poland W.W., 1998. Forage and nitrogen yield of barley-pea and oat-pea intercrops. *Agronomy Journal* 90:79-84.
- ❖ Clark R. B., Zeto S. K., 2000. Mineral Acquisition by Arbuscular Mycorrhizal Plants. *Journal of Plant Nutrition* 23(7): 867-902.
- ❖ Cousin R., 1997. Peas (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Research* 53: 111-130.
- ❖ De Miranda J. C. C., Harris P. J., WildA. (1989). Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular-arbuscular mycorrhiza in sorghum plants. *New phytol.* 112: 405-410.
- ❖ Dickson S., Schweiger P., Smith F.A., Soderstrom B., Smith S., 2003. Paired arbuscules in the Arum-type arbuscular mycorrhizal symbiosis with *Linum usitatissimum*. *Can. J. Bot.* 81(5): 457-463
- ❖ Dore T., Meynard J.M. and Sebillotte M., 1998. The role of grain number, nitrogen nutrition and stem number in limiting pea crop (*Pisum sativum*) yields under agricultural conditions. *European Journal of Agronomy* 8:29-37.
- ❖ Dumoulin V., Ney B. and Eteve G., 1994. Variability of seed and plant development in pea. *Crop Science* 34: 992-998.

- ❖ Frame J., <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/gase/data/pf000493.htm>.
- ❖ Gosling P., Hodge A., Goodloss G., Bending G.D., 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. *Agriculturas, Ecosystems & Environment*, 113:17-35
- ❖ Hamel C., Smith D. L. (1991). Interspecific N-transfer and Plant Development in a Mycorrhizal Field-grown Mixture. *Soil Biol. B&hem.* 23(1): 661-665
- ❖ Harker K.N., 2001. Survey of yield losses due to weeds in Central Alberta. *Canadian Journal of Plant Science* 81:339-342.
- ❖ Health M.C. and Hebblethwaite P.D., 1987. Seasonal radiation interception, dry matter production and yield determination for a semi – leafless pea (*Pisum sativum*) breeding selection under contrasting field conditions. *Annals of Applied Biology* 110:413-420.
- ❖ IFOAM. Interational Federation of Organic Agriculture Movement. Site www.ifoam.org.
- ❖ Jeuffroy M-H. and Ney. B., 1997. Crop physiology and productivity. *Field Crops Research* 53: 3-16.
- ❖ Jeuffroy M-H. and Sebillotte M., 1997. The end of flowering in pea: influence of plant nitrogen nutrition. *European Journal of Agronomy* 6:15-24.
- ❖ Johnston A.M. and Stevenson F.C., 2001. Field pea response to seeding depth and P fertilization. *Canadian Journal of Plant Science* 81:573-575.
- ❖ Johnston A.M., Clayton G.W., Lafond G.P., Harker K.N., Hogg T.J., Johnson E.N., May W.E. and McConnell J.T., 2002. Field pea seeding management. *Canadian Journal of Plant Science* 82(4):639-644.
- ❖ Mahmood I., Rizvi R., 2010. Mycorrhiza and organic farming. *Asian Journal of Plant Sciences* 9 (5): 241-248
- ❖ Marchner H., Dell B. (1994). Nutrient uptake inmycorrhizai symbiosis. *Plant and Soil* 159: 89-102.
- ❖ Miyasaka S. C., Habte M. ,2001. Plant Mechanisms and Mycorrhizal Symbioses to Increase Phosphorus Uptake Efficiency. *Commun. Soil Sci. Plant anal.* 32(7&8): 1101–1147.
- ❖ Murray G.A., Eser D., Gusta L.V. and Eteve G., 1988. Winter- hardiness in pea, lentil, faba bean and chickpea. In Summerfield R.J. *World crops: cool season food legumes* pp.831-843. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- ❖ Nielsen D.C., 2001. Production function for chickpea, field pea and lentil in the Central Great Plains. *Agronomy Journal* 93: 563-569.
- ❖ Ortas I., Harris E. J., Rowell D. L.(1996). Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen. *Plant and Soil*. 184: 255-264.
- ❖ Posta K., Marschner H., Romheld V.(1994). Manganese reduction in the rhizosphere of mycorrhizal and nonmycorrhizal maize. *Mycorrhiza* 5:119-124.
- ❖ Raju P. S., Clark R. B., Ellis J. R., Duncan R. R., Maranville J. W. (1990). Benefit and cost analysis and phosphorus efficiency of VA mycorrhizal fungi colonizations with sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes grown at varied phosphorus levels. *Plant and Soil* 124:199-204.
- ❖ Salter P.J. and Drew D.H., 1965. Root growth as a factor in the response of *Pisum sativum* L. to irrigation. *Nature, London* 206:1063-1064.
- ❖ Schalamuk S., Cabello M. N., Chidichimo H., Golik S. (2011). Effects of Inoculation with *Glomus mosseae* in Conventionally Tilled and Nontilled Soils with Different Levels of Nitrogen Fertilization on Wheat Growth, Arbuscular Mycorrhizal Colonization, and Nitrogen Nutrition. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 42:586–598.
- ❖ Tarafdar J. C., Marschner H., 1995. Dual inoculation with *Aspergillus fumigatus* and *Glomus mosseae* enhances biomass production and nutrient uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) supplied with organic phosphorus as Na-phytate. *Plant and Soil*. 173: 97-102.
- ❖ Tobar R. M., Azcon R., Barea J. M. (1994). The improvement of plant N acquisition from an ammonium-treated, drought-stressed soil by the fungal symbiont in arbuscular mycorrhizae. *Mycorrhiza* 4:105-108.
- ❖ Türk M., Albayrak S., Çelik N. , 2007. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31 (3) , pp. 155-158
- ❖ Türk M., Albayrak S., Yüksel O., 2011. Effect of seeding rate on the forage yields and quality in pea cultivars of differing leaf types. *Turkish Journal of Field Crops* 16 (2) , pp. 137-141

- ❖ Uzun A., Bilgili U., Sincik M., Filya I., Acikgoz E. , 2005. Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. *European Journal of Agronomy* 22 (1) , pp. 85-94
- ❖ Wiersema J. H. and Leon B., 1999. *World economic plants: A standard reference*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA., pp.749
- ❖ Xie, X., Weng, B., Cai, B., Dong, Y., Yan, C., 2014. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphorus supply on the growth and nutrient uptake of *Kandelia obovata* (Sheue, Liu & Yong) seedlings in autoclaved soil . *Applied Soil Ecology* 75 , pp. 162-171
- ❖ http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/legislation_el
- ❖ <http://en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza>
- ❖ <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=STAT/07/80&forma>
- ❖ <http://mycorrhizas.info/vam.html>
- ❖ <http://www.ufz.de/index.php?en=17023>

Ελληνική Βιβλιογραφία

- ❖ Αγγελής Γ., 2007. *Μικροβιολογία& Μικροβιακή Τεχνολογία*. Εκδόσεις Σταμούλη.
- ❖ Αυγουλάς Χ. , 2013. Μια πρώτη γνωριμία με τα κτηνοτροφικά ψυχανθή, www.paragogi.net
- ❖ BIO Hellas : www.bio-hellas.gr/el
- ❖ Γεωργακοπούλου Α., 2012. Επίδραση παρουσίας μυκόρριζας στην αύξηση φυτών αραβοσίτου.(*Zea mays* L.), Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας.
- ❖ Δαλιάνης Κ., 1983. Χειμερινά Σιτηρά. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα σελ. 24-26.
- ❖ Δαλιάνης Κ., 1993. Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
- ❖ Δ.Η.Ω. : www.dionet.gr
- ❖ Μπιλάλης Δ., Εργαστηριακές Σημειώσεις Μαθήματος Βιολογικής Γεωργίας.
- ❖ Καλαμπουρτζή Κ., 2000: Ειδικά Θέματα Γεωργίας Οργανική Γεωργία. Θεσσαλονίκη, σελ.82-86.
- ❖ Μετζάκης Δ., 1984. Μπιζέλι. Υπουργείο Γεωργίας, Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα. Έντυπο, σελ.12.

- ❖ Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2005: Ψυχανθή, Καρποδοτικά-Χορτοδοτικά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη σελ.15-25,7-91.
- ❖ Σιδηράς Ν., 2005:Βιολογική Γεωργία στη Φυτική Παραγωγή. Εκδόσεις Δ.Η.Ω.
- ❖ ΟΠΕΚΕΠΕ: www.opekepe.gr