



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
Π.Μ.Σ. ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΝΤΩΝΙΑΔΗ Α. ΑΝΔΡΕΑ

**"Επίδραση συμβατικής και οργανικής λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα,
καθώς και στο βιολογικό κύκλο και στα συστατικά της απόδοσης
τεσσάρων (4) ποικιλιών μπιζελιού"**



Επιβλέπων Καθηγητής: Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής
Εργαστηρίου Γεωργίας
Αθήνα, Νοέμβριος 2016

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΝΤΩΝΙΑΔΗ Α. ΑΝΔΡΕΑ

**"Επίδραση συμβατικής και οργανικής λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα,
καθώς και στο βιολογικό κύκλο και στα συστατικά της απόδοσης
τεσσάρων (4) ποικιλιών μπιζελιού"**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής
Εργαστηρίου Γεωργίας**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Καθηγητής κος Μπιλάλης Δημήτριος ως επιβλέπων
2. Επίκουρος Καθηγητής κος Τραυλός Ηλίας ως μέλος
3. Καθηγητής Σάββας Δημήτριος ως μέλος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα πείραμα αγρού διεξήχθη σε πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στην περιοχή της Κωπαΐδας την περίοδο Νοεμβρίου 2015 – Ιουνίου 2015 για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων του συστήματος καλλιέργειας και των ποικιλιών στη ζιζανιοχλωρίδα, την ανάπτυξη και την απόδοση των ποικιλιών μπιζελιού (*Pisum sativum L.*), σε Μεσογειακές συνθήκες. Ακολουθήθηκε πειραματικό σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων, με δύο κύρια τεμάχια (σύστημα συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας), τέσσερις επαναλήψεις για τη συμβατική και τέσσερις για την οργανική λίπανση, με τέσσερα τεμάχια η κάθε μία, που αντιπροσώπευαν τις ποικιλίες μπιζελιού: «Onward» (εμπορική ποικιλία), «Άμοργός», «Άνδρος» και «Σχοινούσα» (τοπικές ποικιλίες).

Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ βιολογικού και συμβατικού συστήματος καλλιέργειας, όσον αφορά στη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων. Η χαμηλότερη πυκνότητα ζιζανίων παρατηρήθηκε υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας.

Η πυκνότητα των ζιζανίων διέφερε επίσης σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών. Η ποικιλία Άνδρος παρουσίασε τη χαμηλότερη συνολικά πυκνότητα ζιζανίων, ενώ η υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων καταγράφηκε στην ποικιλία Onward.

Επιπρόσθετα, η απόδοση σε σπόρο διέφερε σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών, ενώ διαπιστώθηκε ότι η ποικιλία «Άνδρος» αποδίδει καλύτερα στο πλαίσιο τόσο της βιολογικής όσο και της συμβατικής καλλιέργειας.

Λέξεις κλειδιά: όσπρια, παραδοσιακές ποικιλίες, φυμάτια, γονιμότητα εδάφους, ποιότητα

ABSTRACT

A field experiment was carried out on a farm of Agricultural University of Athens near Kopais during the period November 2014- June 2015 in order to determine the effects of cultural system and cultivars on weed flora, growth and yield of pea cultivars (*Pisum sativum* L.), under Mediterranean conditions. The experiment was laid out in a split-plot design with four replicates having two main plots (conventional and organic cultural system) and four sub-plots (pea cultivars: 'Onward' (commercial cultivar), 'Amorgos', 'Andros' and 'Schinousa' (local landraces).

The results showed that significant differences occurred between the organic and conventional farming system, with regard to total weed density. The lowest weed density was observed under the organic system. The weed density also differed significantly among the cultivars; Andros cultivar exhibited the lowest total weed density, while the highest weed density was recorded in Onward cultivar.

Furthermore, the seed yield differed significantly among the cultivars. It has been found that the cultivar 'Andros' perform better under both organic and conventional farming system.

Key-words: legumes, landraces, nodulation, soil fertility, quality.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής μελέτης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλα τα άτομα που συνέβαλαν στο τελικό αποτέλεσμα της εργασίας μου.

Συγκεκριμένα θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου, κο Μπιλάλη Δημήτριο, τόσο για την ανάθεση της διπλωματικής μελέτης, όσο και για την επίβλεψη και τις εύστοχες παρατηρήσεις και υποδείξεις κατά τη συγγραφή της, στοιχεία απαραίτητα για την περαίωσή της. Τέλος, για την αυστηρότητα και την καθοδήγησή του, η οποία με βελτίωσε ως επιστήμονα αλλά και ως άνθρωπο.

Τον κο Τραυλό Ηλία, τόσο για τις καθοριστικής σημασίας υποδείξεις και συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, όσο και για την αξιολόγηση της γραπτής μελέτης.

Ευχαριστώ, επίσης, τον κο Σάββα Δημήτριο για την αξιολόγηση της παρούσας μελέτης.

Την διδάκτορα κα Ντάτση Γεωργία, η βοήθεια της οποίας σε όλα τα στάδια του πειράματος ήταν καταλυτική.

Τους γονείς μου, για την ηθική τους υποστήριξη, την υπομονή και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια της ενασχόλησής μου με το συγκεκριμένο πείραμα.

Τέλος, τον εξάδελφό μου, Δημήτρη και τους φίλους μου, Νίκο, Βαγγέλη, Αλέξανδρο, Γρηγόρη και Χαράλαμπο, η συμπαράσταση και ψυχολογική βοήθεια των οποίων ήταν καταλυτική για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου μελέτης.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	10
1.1 Ριζικό σύστημα.....	10
1.2 Βλαστός.....	10
1.3 Φύλλα.....	12
1.4 Άνθη.....	12
1.5 Λοβός και σπόροι.....	13
1.6 Θρεπτική αξία.....	14
2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ	15
2.1 Διάδοση καλλιέργειας.....	15
2.2 Αποδόσεις.....	16
2.3 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	17
2.4 Περίοδος ανάπτυξης.....	19
3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	22
3.1 Αμειψισπορά.....	22
3.2 Σπορά.....	22
3.3 Λίπανση.....	24
3.4 Άρδευση.....	26
3.5 Καταπολέμηση ζιζανίων.....	27
3.6 Δέσμευση αζώτου.....	27
4. ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΣΗ.....	32
4.1 Μηχανισμός δημιουργίας φυματίων.....	32
4.2 Εξειδικευμένη δράση αζωτοβακτηρίων.....	33
4.3 Μηχανισμός αζωτοδέσμευσης.....	34
4.4 Εμβολιασμός με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια.....	35
5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ	38
5.1 Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα.....	38
5.2 Η βιολογική καλλιέργεια λαχανοκομικού μπιζελιού στην Ελλάδα.....	40
5.3 Σκοπός του πειράματος.....	41
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	42
5.1 Πειραματικός αγρός.....	42
5.2 Επιλογή γενετικού υλικού.....	42
5.3 Πειραματικό σχέδιο.....	43
5.4 Προετοιμασία εδάφους.....	46
5.5 Σπορά.....	46

5.6 Καλλιεργητικές επεμβάσεις.....	46
5.7 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	47
5.8 Παρατηρήσεις - Μετρήσεις.....	51
5.9 Μετρήσεις.....	52
5.9.1 Προσδιορισμός χαρακτηριστικών του φυτού.....	52
5.9.2 Προσδιορισμός χαρακτηριστικών ποικιλίας	53
5.9.3 Προσδιορισμός ποσοστού αποικισμού με μυκόρριζα	53
5.9.4 Προσδιορισμός χαρακτηριστικών του λοβού	53
5.9.5 Αξιολόγηση πυκνότητας ζιζανίων.....	54
5.9.6 Υπολογισμός απόδοσης	55
5.10 Στατιστική ανάλυση δεδομένων	55
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	56
6.1 Αποτελέσματα προσδιορισμού χαρακτηριστικών των φυτών	56
6.1.1. Ύψος φυτών.....	56
6.1.2. Αριθμός σύνθετων φύλλων.....	58
6.2 Αποτελέσματα προσδιορισμού φαινοτυπικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας	61
6.2.1 Ημέρες έως την άνθηση 50% των ανθέων.....	61
6.2.2 Ημέρες έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων	63
6.3 Αποτελέσματα προσδιορισμού ποσοστού αποικισμού με μυκόρριζα.....	67
6.4 Αποτελέσματα προσδιορισμού χαρακτηριστικών των λοβών	69
6.4.1 Μήκος λοβών	69
6.4.2 Βάρος λοβών	72
6.4.3 Αριθμός σπόρων ανά λοβό	74
6.4.4 Βάρος σπόρων λοβού.....	77
6.4.5 Αριθμός λοβών ανά φυτό	79
6.4.6 Αριθμός σπόρων ανά φυτό μπιζελιού.....	81
6.5 Πυκνότητα ζιζανίων	85
6.6 Απόδοση σε σπόρο	89
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	92
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	100
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	105

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα μπιζέλια, που ανήκουν στο είδος *Pisum sativum* L., καλλιεργούνται στην Ευρώπη χιλιάδες χρόνια και χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση και ζωοτροφή. Τα είδη που ανήκουν στο γένος *Pisum* προέρχονται από το Αφγανιστάν και την Αιθιοπία, μέσω των οποίων μεταδόθηκαν στη Μεσόγειο και στις λοιπές Ευρωπαϊκές και Ασιατικές χώρες. Από βοτανική άποψη τα μπιζέλια ταξινομούνται πλέον στο είδος *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* και διακρίνονται δύο ποικιλίες, η ποικιλία *arvense* *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense*, όπου κατατάσσεται το κτηνοτροφικό μπιζέλι και η ποικιλία *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *sativum*, όπου κατατάσσεται το λαχανοκομικό μπιζέλι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Το μπιζέλι, επομένως, έχει δύο κύριες χρήσεις, ως τροφή του ανθρώπου και των ζώων και οι πολυπληθείς ποικιλίες του διακρίνονται με βάση τη χρήση τους στις ακόλουθες κατηγορίες:

α. λαχανοκομικές ποικιλίες, από τις οποίες χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση ως χλωρό λαχανικό ολόκληροι οι λοβοί ή μόνο οι χλωροί σπόροι

β. λαχανοκομικές ποικιλίες, από τις οποίες χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση οι χλωροί, μη ώριμοι σπόροι (αρακάς), οι οποίοι είτε καταναλώνονται νωποί, ή μετά από κατάψυξη ή κονσερβοποίηση

γ. καρποδοτικές ποικιλίες, από τις οποίες χρησιμοποιούνται οι ξηροί καρποί ως ζωοτροφή και σε μικρό βαθμό καταναλώνονται από τον άνθρωπο. Οι καρποδοτικές ποικιλίες περιέχουν 21-25% πρωτεΐνη περίπου, ενώ περιέχουν υψηλά επίπεδα των αμινοξέων λυσίνη και θρυπτοφάνη, τα οποία βρίσκονται σε περιορισμένες ποσότητες στα σιτηρά (McKay et al. 2003).

δ. χορτοδοτικές ποικιλίες, από τις οποίες χρησιμοποιείται όλη η φυτομάζα ως χλωρή ζωοτροφή, καθώς και μετά από ενσίρωση ή παραγωγή σανού. Επιπλέον, χρησιμοποιείται η φυτομάζα μετά από κοπή και ενσωμάτωση στο έδαφος ως χλωρά λίπανση, είτε ως μονοκαλλιέργεια είτε ως συγκαλλιέργεια του μπιζελιού με κάποιο σιτηρό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Από άποψη θρεπτικής αξίας τα μπιζέλια είναι πλούσια σε φυτικές ίνες, πρωτεΐνες, βιταμίνες (φολικό οξύ και βιταμίνη C), μέταλλα (μαγγάνιο, σίδηρος, μαγνήσιο, φώσφορος και ψευδάργυρος), και λουτεΐνη (καροτενοειδής χρωστική ουσία που ωφελεί στην όραση). Το ξηρό βάρος του μπιζελιού είναι κατά ένα τέταρτο περίπου πρωτεΐνη και κατά ένα τέταρτο κυρίως σάκχαρα (<http://nutritiondata.self.com>).

1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το μπιζέλι είναι ένα ετήσιο, ποώδες φυτό. Ανάλογα με την ποικιλία, το ύψος των φυτών ποικίλει και κυμαίνεται από 30-40εκ. για τις νάνες ποικιλίες έως και περισσότερο από 2 μέτρα για τις αναρριχώμενες ποικιλίες. Παρουσιάζει όρθια μορφή ανάπτυξης με μπερδεμένη βλάστηση (Frame, 2004).



Εικόνα 1. Καλλιέργεια λαχανοκομικού μπιζελιού
(Pulse online database, 2015)

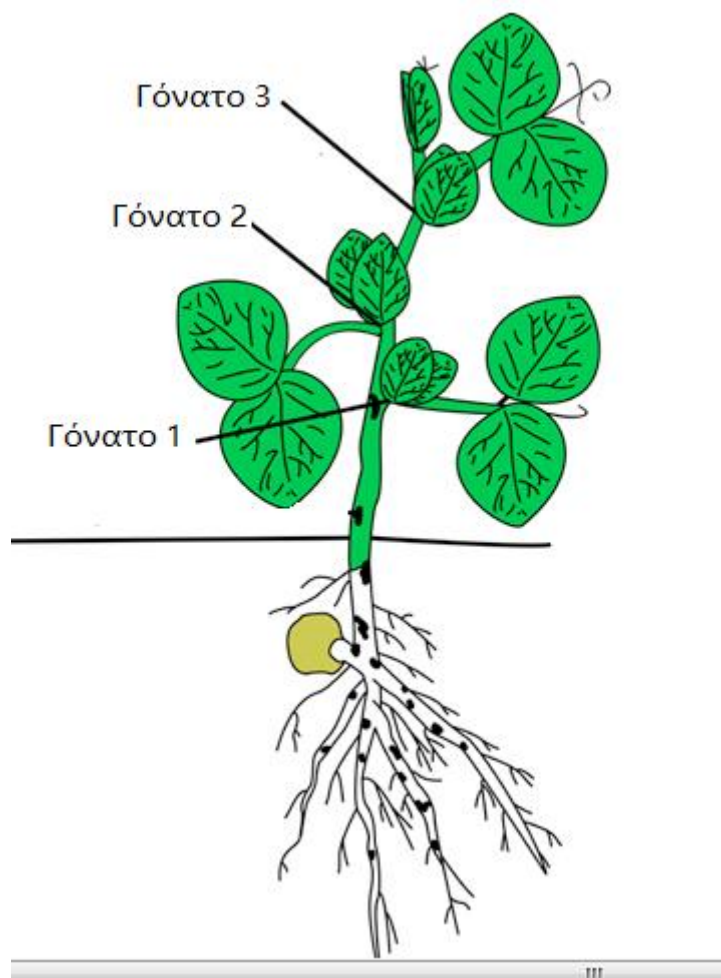
1.1 Ριζικό σύστημα

Διαθέτει μία ισχυρή πασσαλώδη ρίζα, η οποία συνοδεύεται από αρκετές πλάγιες ρίζες. Η πασσαλώδης ρίζα μπορεί να φτάσει μέχρι βάθους 1 μέτρου, ωστόσο το ριζικό σύστημα είναι πιο επιφανειακό και όχι ιδιαίτερα πυκνό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.2 Βλαστός

Ο βλαστός του μπιζελιού είναι λεπτός, εύθραυστος και κούφιος εσωτερικά, ενώ καλύπτεται από κηρώδες επίχρισμα. Η διατομή του είναι γωνιώδης ή στρογγυλή. Το μήκος των βλαστών κυμαίνεται μεταξύ 45-120

εκατοστά, αλλά συχνά τα φυτά πλαγιαίνουν. Για αυτό το λόγο προτιμώνται οι νέανες ποικιλίες καθώς δεν χρειάζονται υποστήριξη και πλαγιαίνουν ιδιαίτερα.



Εικόνα 2. Το φυτό του μπιζελιού (Pulse online database, 2015)

Στις αναρριχώμενες λαχανοκομικές ποικιλίες ο βλαστός αναρριχάται με τη βοήθεια των ελίκων, εφόσον παρασχεθεί στήριξη στα φυτά. Οι έλικες αποτελούν όργανα στήριξης του φυτού και σχηματίζονται στα άκρα των σύνθετων φύλλων.

Πλάγιοι βλαστοί που ποικίλουν σε αριθμό ανάλογα με τον γενότυπο και τις συνθήκες της καλλιέργειας προκύπτουν από τα πρώτα γόνατα του κύριου βλαστού (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.3 Φύλλα

Τα φύλλα του μπιζελιού είναι σύνθετα. Η έκφυση τους πραγματοποιείται εναλλάξ από το στέλεχος. Το φύλλο συνιστάται από δύο παράφυλλα τοποθετημένα στη βάση, ακολουθούν 2- 3 ζεύγη από αντίθετα φύλλα και ένα ή περισσότερα ζεύγη ελίκων. Βελτιωμένες ποικιλίες έχουν αναπτυχθεί α) με μειωμένη φυλλική επιφάνεια με σκοπό το μικρότερο ανταγωνισμό των φύλλων ως προς τους καρπούς που προκαλεί μειωμένες αποδόσεις, καθώς και β) ποικιλίες με αυξημένη φυλλική επιφάνεια όπου οι έλικες έχουν μεταμορφωθεί σε φυττάρια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τα φύλλα του μπιζελιού έχουν χρώμα κιτρινοπράσινο έως κυανοπράσινο, καθώς το χρώμα τους επηρεάζεται από την ποικιλία και η πάνω επιφάνεια τους φέρει κηρώδες επίχρισμα. Τα φυλλάρια είναι ωοειδή, περιφερειακά ακέραια ή λίγο οδοντωτά, ενώ τα παράφυλλα παρουσιάζουν οδοντωτό κατώτερο τμήμα και είναι επίσης ωοειδή αλλά μεγαλύτερα από τα φυλλάρια (Frame, 2004).

Ένα σημείο διαφοροποίησης του κτηνοτροφικού μπιζελιού σε σύγκριση με το λαχανοκομικό είναι ο ερυθρός χρωματισμός που εμφανίζει το κτηνοτροφικό μπιζέλι στο σημείο ένωσης των παράφυλλων με το στέλεχος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.4 Άνθη

Τα μπιζέλια έχουν ταξιανθία βότρυ, με μασχαλαιία έκφυση. Κάθε ταξιανθία έχει 1-2 και σπάνια περισσότερα αυτό-γόνιμα άνθη, τα οποία θα δώσουν λοβούς. Ο αριθμός των λοβών ποικίλει ανάλογα με τον γενότυπο και είναι μεγαλύτερος στο λαχανοκομικό μπιζέλι.

Ποικίλει, επίσης, ο χρωματισμός των ανθέων, ο οποίος ανάλογα με την ποικιλία μπορεί να είναι λευκός (πχ. λαχανοκομικό μπιζέλι), ροζ, πορφυρός, ερυθρο-πορφυρός (πχ. κτηνοτροφικό μπιζέλι) (Frame, 2004, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).



Εικόνα 3. Άνθος πιτζελιού (<http://www.reddit.com>)

1.5 Λοβός και σπόροι

Το μήκος των λοβών κυμαίνεται από 4-6 cm στο κτηνοτροφικό πιτζέλι ενώ είναι μεγαλύτερο στο λαχανοκομικό φτάνοντας έως 12 cm. Το σχήμα των λοβών στην αρχή είναι πεπλατυσμένο ενώ στην πορεία γίνεται κυλινδρικό. Ο λοβός καλύπτεται εσωτερικά από σκληρό παρέγχυμα με μορφή μεμβράνης. Αυτό ξηραίνεται και συστέλλεται πιο γρήγορα σε σχέση με τον υπόλοιπο λοβό εξαναγκάζοντας έτσι το άνοιγμα του λοβού κατά μήκος των δύο ραφών.

Οι λοβοί του βρώσιμου πιτζελιού περιέχουν 2-10 σπόρους. Ο αριθμός των σπόρων που αναπτύσσονται σε κάθε λοβό ποικίλει και επηρεάζεται τόσο από γενετικούς παράγοντες (ποικιλία), όσο και από τις συνθήκες καλλιέργειας.

Οι σπόροι του λαχανοκομικού πιτζελιού είναι σφαιρικοί, λείοι ή συρρικνωμένοι, κιτρινόλευκου ή κυανοπράσινου χρωματισμού. Το κτηνοτροφικό πιτζέλι έχει σφαιρικούς σπόρους και σπανιότερα ελαφρά

πεπλατυσμένους, λείους και σπάνια συρρικνωμένους, ποικίλων χρωματισμών από γκρι-καφέ μέχρι καστανό, ενώ μπορεί να φέρουν στίγματα. Οι αποθησαυριστικές ουσίες στους σπόρους μπορεί να είναι το άμυλο ή άλλα σάκχαρα (Δαλιάνης, 1993, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

1.6 Θρεπτική αξία

Το λαχανοκομικό μπιζέλι είναι ένα από τα πιο θρεπτικά ψυχανθή, καθώς περιέχει συστατικά ωφέλιμα για την υγεία, όπως μέταλλα, βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ουσίες. Η περιεκτικότητά του σε ενέργεια είναι χαμηλή, μόλις 81 θερμίδες ανά 100 g νωπού προϊόντος, ενώ δεν περιέχει καθόλου χοληστερόλη. Αποτελεί καλή πηγή πρωτεϊνών (5,42 g/100 g νωπού προϊόντος), βιταμινών, διαλυτών και αδιάλυτων φυτικών ινών (5,1 g/100 g νωπού προϊόντος)

Επιπλέον, το λαχανοκομικό μπιζέλι περιέχει:

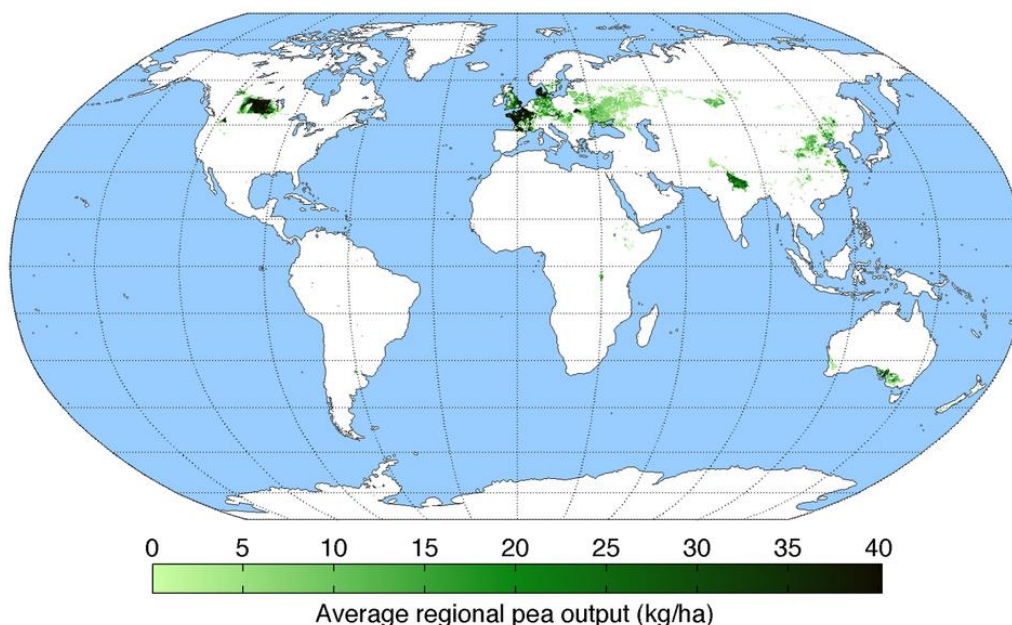
- φολικό οξύ (65 μg ανά 100 g ή 16% της ημερήσιας συνιστώμενης δόσης)
- ασκορβικό οξύ /βιταμίνη C (40 mg ανά 100g ή 67% των ημερήσιων αναγκών σε βιταμίνη C.
- φυτοστερόλες, κυρίως β-σιτοστερόλη
- βιταμίνη K (24,8 μg ανά 100g ή περίπου το 21% των ημερήσιων αναγκών σε βιταμίνη K-1 (φυλλοκινόνη).
- βιταμίνη-A (παρέχει 765 IU ή 25,5% της ΗΣΔ ανά 100 g).
- Αντιοξειδωτικά φλαβονοειδή, όπως καροτένια, λουτεΐνη και τη Ζέα-ξανθίνη
- βιταμίνες του συμπλέγματος B, όπως παντοθενικό οξύ, νιασίνη, θειαμίνη, και πυριδοξίνη.
- Μέταλλα, όπως ασβέστιο, σίδηρο, χαλκό, ψευδάργυρο και μαγγάνιο (<http://www.nutrition-and-you.com/green-peas.html>)

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ

2.1 Διάδοση καλλιέργειας

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι (καρποδοτικό και χορτοδοτικό) καλλιεργείται κυρίως σε εύκρατες περιοχές, ακόμη και σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Σε βόρειες περιοχές χρησιμοποιείται ως εαρινή καλλιέργεια. Το χορτοδοτικό μπιζέλι καλλιεργείται ακόμη και σε τροπικές περιοχές μεγάλου υψομέτρου ως χειμερινή καλλιέργεια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Το καρποδοτικό μπιζέλι καλλιεργείται σε έκταση που ξεπερνά παγκοσμίως τα 250 εκατομμύρια στρέμματα, κατά κύριο λόγο στη Ρωσία και την Κίνα, ακολουθούμενες από τον Καναδά, την Ευρώπη (κυρίως στη Γερμανία, Γαλλία και Ηνωμένο Βασίλειο), την Αυστραλία και τις ΗΠΑ. Οι ευρωπαϊκές χώρες, η Αυστραλία, ο Καναδάς και οι ΗΠΑ καλύπτουν καλλιεργούμενη έκταση 45 εκατ. στρεμμάτων και είναι οι κύριες εξαγωγικές χώρες (McKay et al. 2003).



Εικόνα 4. Παγκόσμια παραγωγή μπιζελιού και μέση απόδοση (σε Kg/ha) (University of Minnesota Institute on the Environment, 2010)

Η καλλιέργεια του καρποδοτικού μπιζελιού στην Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένη και γίνεται σχεδόν αποκλειστικά για λόγους σποροπαραγωγής,

αν και ο καρπός του μπιζελιού αποτελεί καλή πηγή πρωτεΐνης και αμινοξέων. Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Αρχής (Eurostat) το έτος 2014 καλλιεργήθηκαν στην Ελλάδα 9.000 στρέμματα με κτηνοτροφικό μπιζέλι και η παραγωγή ανήλθε συνολικά σε 1.800 τόνους. Αντίθετα, το χορτοδοτικό μπιζέλι έχει αρχίσει να καλλιεργείται τα τελευταία χρόνια είτε ως μονοκαλλιέργεια ή ως συγκαλλιέργεια με σιτηρά και διοχετεύεται είτε για ενσίρωση ή για σανό ή για χλωρή κατανάλωση από τα ζώα.

Το λαχανοκομικό μπιζέλι (αρακάς) καλλιεργείται στην Ευρώπη, στην Κίνα, στην Ινδία και στη Β. Αμερική. Σε ορισμένες αγροτικές περιοχές της Ινδίας, τα μπιζέλια είναι δεύτερη μετά το σιτάρι καλλιέργεια από άποψη καλλιεργούμενων εκτάσεων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Η παγκόσμια παραγωγή λαχανοκομικού μπιζελιού το 2009 ανήλθε σε 16 εκατομμύρια τόνους, που συγκομίστηκαν από 2,1 εκατομμύρια εκτάρια. Επιπλέον, παράχθηκαν 10,5 εκατομμύρια τόνοι ξηρά μπιζέλια από εκτάσεις 6,2 εκατομμύρια εκτάρια (FAOSTAT, 2011).

2.2 Αποδόσεις

Η απόδοση του μπιζελιού διαφέρουν σε κάθε χώρα, καθώς επηρεάζονται από τις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής καλλιέργειας. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, η μέση παγκόσμια απόδοση σε σπόρο το 2003, ανερχόταν σε 160 kg/στρ., με εύρος από 50 έως 550 kg σπόρου/στρ. Οι αποδόσεις κυμαίνονται από 400 έως 1200 kg/στρ. χλωρού καρπού (αρακάς) και 100 έως 150 kg/στρ. ξηρού, ώριμου σπόρου. Για την Ελλάδα αναφέρεται ότι η μέση απόδοση σύμφωνα με στοιχεία του FAO ήταν το 2003 170 kg/στρ για καρποδοτική καλλιέργεια μπιζελιού, ωστόσο μπορεί η απόδοση να φτάσει έως 300-400 kg/στρ. όταν εγκατασταθεί η κατάλληλη ποικιλία (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

2.3 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Θερμοκρασία

Το κτηνοτροφικό μπιζέλι (καρποδοτικό και χορτοδοτικό) παρουσιάζει σχετική αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες και καλλιεργείται σε υγρές και ψυχρές περιοχές. Αντίθετα, το λαχανοκομικό μπιζέλι (αρακάς) καλλιεργείται σε περιοχές με πιο ήπιες κλιματικές συνθήκες, αν και παρουσιάζει αντοχή σε παγετούς χαμηλής έντασης.

Η αντοχή στο κρύο επηρεάζεται:

- α) από την ποικιλία, με τις χορτοδοτικές ποικιλίες να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντοχή και τις λαχανοκομικές, ιδιαίτερα όσες έχουν μεγάλα μεσογονάτια και μεγάλη φυτομάζα, να εμφανίζουν μεγαλύτερη ευαισθησία.
- β) από τη σκληραγώγηση που δέχτηκαν τα φυτά, η οποία αυξάνει την αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- γ) από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, για παράδειγμα χαμηλές θερμοκρασίες κατά την άνθηση είναι πιο επιζήμιες.

Πέρα από τις χαμηλές θερμοκρασίες, και οι υψηλές θερμοκρασίες έχουν αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη και απόδοση των φυτών. Ο βαθμός επίδρασης είναι μικρότερος στις χορτοδοτικές ποικιλίες και μεγαλύτερος στις καρποδοτικές, στις οποίες περιορίζεται σε σημαντικό βαθμό η ανάπτυξη των λοβών, με άμεσο αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοση σε καρπό. Εξαιτίας αυτής της επίδρασης, προτείνεται η αποφυγή της καλλιέργειας καρποδοτικών ποικιλιών σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες, όπου θα λαμβανόταν καλύτερα αποτελέσματα αν καλλιεργούνταν κάποια χορτοδοτική ποικιλία, καθώς η φυτομάζα επηρεάζεται σε μικρότερο βαθμό από τις υψηλές θερμοκρασίες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Εδαφος

Το μπιζέλι αποτελεί μία καλλιέργεια ευπροσάρμοστη σε αρκετούς τύπους εδαφών. Ιδανικά εδάφη για την καλλιέργεια μέτριας γονιμότητας πηλώδη, αργιλοπηλώδη εδάφη, τα οποία περιέχουν υψηλές ποσότητες

ασβεστίου, έχουν pH 5,5-7 και παρουσιάζουν καλή στράγγιση. Σε αυτούς τους τύπους εδαφών μπορούν να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις.

Λιγότερο κατάλληλα για την καλλιέργεια του μπιζελιού θεωρούνται:

- Τα όξινα εδάφη, καθώς το φυτό παρουσιάζει περιορισμένη ανθεκτικότητα στην οξύτητα του εδάφους. Σε αυτών τον τύπο εδάφους συνιστάται η προσθήκη ασβεστίου για τη διόρθωση του εδαφικού pH.
- Τα πολύ γόνιμα εδάφη, καθώς πλεόνασμα θρεπτικών συστατικών μπορεί να οδηγήσει σε πλάγιασμα.
- Τα βαριά πηλώδη, καθώς διακρίνονται για την περιορισμένη στράγγιση.
- Τα αμμώδη ή τα αμμοπηλώδη εδάφη, καθώς δε συγκρατούν την απαραίτητη υγρασία. Αυτά τα εδάφη προτιμώνται όταν επιδιώκεται πρωιμότητα της παραγωγής.
- Τα εδάφη που κατακρατούν νερό, καθώς επηρεάζεται αρνητικά το ριζικό σύστημα και, κατά συνέπεια, η ανάπτυξη του μπιζελιού, ενώ ευνοούν της σήψεις ριζών εξαιτίας της ανάπτυξης μυκήτων (Δαλιάνης, 1993, Frame, 2004, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005, Pulse Online Database 2015).

Εδαφική υγρασία

Η εδαφική υγρασία επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη του μπιζελιού. Το ριζικό του σύστημα αναπτύσσεται επιφανειακά με αποτέλεσμα το φυτό να είναι σε θέση να απορροφά νερό μόνο από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους και μέχρι βάθος 70cm περίπου. Ωστόσο, έχει μεγάλες απαιτήσεις σε εδαφική υγρασία επειδή αναπτύσσεται ταχύτατα, και οι απαιτήσεις είναι μέγιστες κατά τις περιόδους της άνθησης και του γεμίσματος των σπόρων. Έτσι, λοιπόν, η ξηρασία προκαλεί περιορισμό της ανάπτυξης και διακοπή της αζωτοδέσμευσης, ενώ και η εγκατάσταση της καλλιέργειας σε υγρά και ψυχρά εδάφη περιορίζει την ανάπτυξη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Φωτοπερίοδος

Το μπιζέλι είναι φυτό μακράς φωτοπερίοδου και η ελάχιστη απαίτηση του φυτού για άνθηση ανέρχεται σε 13 ώρες ημέρας. Κάθε γενότυπος, ωστόσο, μπορεί να διαφοροποιείται ως προς τις απαιτήσεις του για φωτοπερίοδο, ενώ πέρα από τη φωτοπερίοδο, η έναρξη της άνθησης απαιτεί επίσης κατάλληλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

2.4 Περίοδος ανάπτυξης

Στις εύκρατες περιοχές, σπέρνεται την άνοιξη / αρχές του καλοκαιριού για τις πρώιμες ποικιλίες, και καλοκαίρι / φθινόπωρο για όψιμες ποικιλίες. Καλλιεργείται το χειμώνα, όταν καλλιεργείται ως χειμερινή καλλιέργεια σε ζεστές, εύκρατες περιοχές.

Το φυτόμα στα μπιζέλια είναι υπόγειο. Η ρίζα εμφανίζει γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης, με το μέγιστο της ανάπτυξης να παρουσιάζεται στο διάστημα πριν την εμφάνιση των πρώτων ανθικών καταβολών. Λίγο πριν την εμφάνιση του πρώτου άνθους σταματά απότομα η παραγωγή νέων ριζών. Η ριζική δραστηριότητα αναζωπυρώνεται σε μικρή κλίμακα όταν αρχίζουν να σχηματίζονται οι λοβοί, ωστόσο σταματά με την ωρίμανση των λοβών.

Το υπέργειο τμήμα του φυτού αναπτύσσεται ταχύτατα και συνεχώς, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται μεγάλη φυτομάζα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το μπιζέλι έχει περίοδο ανάπτυξης 12-18 εβδομάδων, ανάλογα με ποικιλία. Γενικά, αναπτύσσεται καλύτερα μεταξύ θερμοκρασιών 10°C και 20°C. Για το λαχανοκομικό μπιζέλι αναφέρεται ότι η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης του είναι 23°C την ημέρα και 10°C τη νύχτα (Pulse Online Database, 2015). Στις εύκρατες περιοχές παρουσιάζει πιο έντονη ανάπτυξη όταν η καλλιέργεια εγκατασταθεί την άνοιξη. Κάτω από υγρές συνθήκες μπορεί να προκληθεί πλάγιασμα των φυτών με την αύξηση της ωριμότητας.

Όταν τα φυτά έχουν περίπου 4-6 φύλλα εμφανίζεται ο πρώτος ανθοφόρος κόμβος στο ακραίο μερίστωμα, σε χρόνο που εξαρτάται από την πρωιμότητα κάθε ποικιλίας και επηρεάζεται επιπλέον από παράγοντες όπως η

θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η φωτοπερίοδος κατά τη διάρκεια έναρξης του βιολογικού κύκλου. Δεν παρατηρείται ανάπτυξη ανθέων στους πρώτους κόμβους του κεντρικού βλαστού. Η άνθηση εξελίσσεται από το κατώτερο τμήμα των βλαστών προς την κορυφή σταδιακά και διαρκεί αρκετές εβδομάδες. Η διάρκεια της άνθησης είναι συνάρτηση του αριθμού των ανθοφόρων γονάτων του βλαστού, δηλαδή όσο λιγότερα είναι αυτά τόσο μικρότερη θα είναι η διάρκεια άνθησης. Το άθροισμα των ημεροβαθμών από την έναρξη της άνθησης φαίνεται ότι επηρεάζει ανάλογα την πορεία της άνθησης, την έναρξη γεμίσματος των σπόρων και τη φυσιολογική ωρίμανση των σπόρων κατά μήκος του βλαστού.



Εικόνα 5. Φυτό πιτζελιού κατά το στάδιο της ανθοφορίας
(<https://gardenbeautiful.files.wordpress.com/2008/07/003.jpg>)

Παράγοντες όπως είναι η μειωμένη εδαφική υγρασία, η αυξημένη πυκνότητα σποράς και η έλλειψη αζώτου προκαλούν μείωση της περιόδου άνθησης, καθώς περιορίζουν τον αριθμό των ανθοφόρων γονάτων. Στις ελληνικές συνθήκες η ανθοφορία αρχίζει τον Απρίλιο και συνεχίζεται μέχρι τον Ιούνιο, υπό ευνοϊκές συνθήκες (www.gaiapedia.gr, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Αμειψισπορά

Το μπιζέλι εντάσσεται σε συστήματα αμειψισποράς. Όταν εφαρμόζεται σύστημα αμειψισποράς προτείνεται να ακολουθείται η καλλιέργεια του μπιζελιού από καλλιέργεια κάποιου σιτηρού, καθώς το έδαφος έχει εμπλουτιστεί σε άζωτο εξαιτίας της δράσης των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων. Η ποσότητα του αζώτου που θα μείνει στο έδαφος εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα της συμβίωσης φυτού-ξενιστή και αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και κατά συνέπεια από την αποτελεσματικότητα της αζωτοδέσμευσης. Σημασία έχει ωστόσο και η χρήση του μπιζελιού που καλλιεργείται, καθώς οι καρποδοτικές ποικιλίες αφήνουν μικρότερες ποσότητες διαθέσιμου αζώτου στο έδαφος σε σύγκριση με τις σανοδοτικές ή χορτοδοτικές καλλιέργειες, ή μπορεί ακόμη και να απαιτηθεί προσθήκη αζώτου καθώς οι παραγόμενοι σπόροι περιέχουν σημαντικές ποσότητες αζώτου και οι αποδόσεις είναι συνήθως υψηλές (Δαλιάνης, 1993, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Για την αποφυγή του κινδύνου εμφάνισης του παθογόνου *Sclerotinia trifoliorum* δεν θα πρέπει να καλλιεργούνται στην ίδια έκταση μπιζέλια πιο συχνά από ό, τι μία φορά ανά πέντε έτη (Frame, 2004).

3.2 Σπορά

Για την εκβλάστηση του σπόρου, η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται στους 5-7°C περίπου και η άριστη στους 24°C. Η περίοδος σποράς του λαχανοκομικού μπιζελιού εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες και την ποικιλία του μπιζελιού. Στις θερμότερες περιοχές η σπορά πραγματοποιείται κατά τους φθινοπωρινούς μήνες (Σεπτέμβριο έως Νοέμβριο), ενώ στις ψυχρότερες τέλος του Χειμώνα με αρχές της Άνοιξης (Φεβρουάριος – Μάρτιος). Στη χώρα μας συνιστάται να πραγματοποιείται σπορά κατά τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο.

Η σπορά γίνεται σε γραμμές σε έδαφος που έχει προετοιμαστεί κατάλληλα. Η προετοιμασία του εδάφους περιλαμβάνει το όργωμα, τον ψιλοχωματισμό του και την ισοπέδωση του. Το όργωμα πραγματοποιείται αφού συγκομιστεί η προηγούμενη καλλιέργεια ή ακολουθεί τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Δεν συνιστάται θερινό όργωμα εξαιτίας της απώλειας εδαφικής υγρασίας, εκτός από την περίπτωση παρουσίας πολυετών ζιζανίων στον αγρό που θα καλλιεργηθεί. Ο ψιλοχωματισμός του εδάφους πραγματοποιείται με δισκοσβάρνα και εφόσον κριθεί απαραίτητο ακολουθεί επεξεργασία με καλλιεργητή που συνοδεύεται από κύλινδρο για το σπάσιμο των μεγάλων σβόλων και την ισοπέδωση του εδάφους, αντίστοιχα.

Οι αποστάσεις φύτευσης ανάμεσα στις γραμμές κυμαίνονται μεταξύ 0,2-1 m, καθώς επηρεάζονται από την καλλιεργούμενη ποικιλία και τον τρόπο που θα καλλιεργηθεί. Πιο κοντινές αποστάσεις προτιμώνται σε περιπτώσεις σποράς νάνων ποικιλιών.



Εικόνα 6. Νεαρά φυτά μπιζελιού (www.eatlikenoone.com)

Για τις ελληνικές συνθήκες που η σπορά γίνεται με τη χρήση σπαρτικών μηχανών συνιστάται η απόσταση μεταξύ των γραμμών να ορίζεται στα 25 cm. μετά τη σπορά πραγματοποιείται κυλίνδρισμα για να επιτευχθεί βελτιωμένο και ομοιόμορφο φύτρωμα και να εξασφαλιστεί η παρουσία υγρασίας. Η συνεκτικότητα του εδάφους δεν θα πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να επιτρέπει την επέκταση των ριζών και την ταχεία ανάπτυξη του φυτού. Το βάθος σποράς είναι συνήθως 3-5 cm και κατά μέγιστο 7-8 cm και επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους και την περιεχόμενη υγρασία.

Ο χρησιμοποιούμενος σπόρος πρέπει να υποστεί απολύμανση πριν τη χρήση. Συνήθως χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό κάποιο μυκητοκτόνο. Τα περισσότερα μυκητοκτόνα έχουν μικρή ή μηδαμινή επίδραση στη βιωσιμότητα των μικροοργανισμών ριζοβίων που εμβολιάζονται και των σχηματιζόμενων φυματίων. Ωστόσο, ορισμένα μυκητοκτόνα είναι πολύ τοξικά για όλα τα σκευάσματα των εμβολίων αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων, για αυτό συνιστάται οι σπόροι να στεγνώσουν πλήρως μετά την προσθήκη του μυκητοκτόνου και στη συνέχεια να προστεθεί το εμβόλιο ριζοβίων, ακριβώς πριν από τη φύτευση (NDSU, 2009).

Η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται για σπορά εξαρτάται από το μέγεθος του σπόρου, τις συνθήκες σποράς και την κατεύθυνση της καλλιέργειας και κυμαίνεται σε 6-12 Kg ανά στρέμμα. Σε 1 Kg σπόρων περιέχονται 2.700 έως 4.500 σπόροι. Για τις ελληνικές συνθήκες προτείνονται 14 Kg/στρέμμα σπόρου για εγκατάσταση καρποδοτικής καλλιέργειας μπιζελιού, ενώ για χορτοδοτική καλλιέργεια προτείνονται 16 Kg σπόρου ανά στρέμμα. Ανάλογα με τις χρησιμοποιούμενες ποικιλίες επιδιώκεται να ληφθούν 20-22 φυτά/στρέμμα για μη διακλαδιζόμενες ποικιλίες και 16-18 φυτά/στρέμμα για διακλαδιζόμενες ποικιλίες (Δαλιάνης, 1993, Frame, 2004, Παπακόστα-Τασοπούλου, 2005).

3.3 Λίπανση

Οι κύριες απαιτήσεις της καλλιέργειας αφορούν την εφαρμογή καλιούχων και φωσφορικών λιπασμάτων. Οι εφαρμοζόμενες ποσότητες

εξαρτώνται από τη θρεπτική κατάσταση του εδάφους. Σε γόνιμα εδάφη οι συνήθεις εφαρμογές ανέρχονται σε 2,5-5 kg/στρέμμα P_2O_5 και αντίστοιχη ποσότητα K_2O . Η λίπανση με φώσφορο είναι ιδιαίτερα σημαντική για την επίτευξη της βέλτιστης απόδοσης.

Αν η σπορά γίνει πεταχτά θα πρέπει να προηγηθεί η εφαρμογή των λιπασμάτων στο έδαφος και η ενσωμάτωση τους κατά την τελευταία προετοιμασία του εδάφους πριν την σπορά. Όταν χρησιμοποιηθεί σπαρτική μηχανή τα λιπάσματα τοποθετούνται γραμμικά κοντά στους σπόρους, εξαιτίας της περιορισμένης ανάπτυξης του ριζικού συστήματος που παρουσιάζει η καλλιέργεια, χωρίς ωστόσο οι σπόροι να έρθουν σε επαφή με τα λιπάσματα και δημιουργήσουν εγκαύματα στα νεαρά φυτά. Για αυτό η γραμμή εφαρμογής τους πρέπει να απέχει τουλάχιστον 10 cm και η τοποθέτηση των λιπασμάτων να γίνεται σε μεγαλύτερο βάθος από το βάθος σποράς. Ορισμένες φορές εφαρμόζεται αρχικά και ποσότητα αζώτου 2,5 kg N/στρέμμα για να προωθηθεί η ταχεία αρχική ανάπτυξη των φυτών.

Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για ενσίρωση, οι συνήθεις ποσότητες λιπασμάτων που εφαρμόζονται ανέρχονται σε 6-8 kg N/στρέμμα και 4,0-5,0 kg/στρέμμα από P_2O_5 και K_2O (Frame, 2004, NDSU, 2009).

Εφόσον αποτύχει ο εμβολιασμός με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια και τα επίπεδα αζώτου στο έδαφος είναι χαμηλά θα πρέπει να πραγματοποιηθεί αζωτούχος λίπανση για τη βελτίωση της απόδοσης.

Η αυξημένη αζωτούχος λίπανση προωθεί τη βλάστηση σε βάρος της απόδοσης ενώ αυξάνει και την πιθανότητα πλαγιασματος των φυτών (McKay et al. 2003).

Γενικότερα συνιστάται να αποφεύγεται η εγκατάσταση καλλιεργειών λαχανοκομικών μπιζελιών σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο, καθώς το άζωτο ευνοεί την βλαστική ανάπτυξη εις βάρος της παραγωγής καρπών. Παρουσία στο έδαφος υψηλών ποσοτήτων αζώτου θα μειώσουν την αζωτοδεσμευτική ικανότητα των βακτηρίων *Rhizobium* (NDSU, 2009).

Τα μπιζέλια μπορεί να υποφέρουν από έλλειψη θείου σε ευαίσθητους τύπους εδάφους, όπως αμμώδη, αβαθή ή μέσης σύστασης εδάφη με υψηλή

περιεκτικότητα σε οργανική ουσία). Όπου είναι πιθανή η ανεπάρκεια θείου συνιστάται να εφαρμοστούν 2,5 kg / στρέμμα SO₃ (Elsoms, 2012).

Ο καλλιέργειες μπιζελιών έχουν επιπρόσθετα ανάγκες σε ασβέστιο και μαγνήσιο. Αναφέρεται ότι για να επιτευχθεί απόδοση σε καρπό 136 Kg/στρέμμα, μία καλλιέργεια λαχανοκομικού μπιζελιού απαιτεί περίπου τις ακόλουθες ποσότητες θρεπτικών συστατικών (Pulse online database, 2015):

- 6,8 Kg (N) αζώτου
- 2,04 Kg (P) φωσφόρου ως P₂O₅
- 6,35 Kg (K) καλίου ως K₂O
- 0,59 Kg (S) θείου
- περισσότερα από 4,54 Kg (Ca) ασβεστίου
- 0,68 Kg (Mg) μαγνησίου

3.4 Άρδευση

Το μπιζέλι έχει απαιτήσεις σε εδαφική υγρασία, ιδιαίτερα κατά το στάδιο της άνθησης προκειμένου να επιτευχθεί υψηλή απόδοση. Αναφέρεται ότι για την μεγιστοποίηση των αποδόσεων η υγρασία του εδάφους κατά το στάδιο της άνθησης πρέπει να ξεπερνάει το 90% της υδατοϊκανότητας του αγρού, ενώ την περίοδο από το φύτευμα μέχρι και πριν την άνθηση να ξεπερνάει το 60%. Αυξημένες αποδόσεις παρατηρούνται όταν η καλλιέργεια μπιζελιού αρδεύεται στην έναρξη της άνθησης, καθώς και στο στάδιο κατά το οποίο διογκώνονται οι λοβοί (Δαλιάνης, 1993).

Το μπιζέλι είναι ευαίσθητο στην αλατότητα του εδάφους. Έχει παρατηρηθεί ότι τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) μεγαλύτερες από 4 dS/m στα ανώτερα 30 cm του εδάφους περιορίζουν σημαντικά την ανάπτυξη του λαχανοκομικού μπιζελιού

Η κατακράτηση νερού στον αγρό, ιδιαίτερα πριν από την άνθηση έχει αρνητικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια. Για αυτό συνιστάται σε περίπτωση άρδευσης με κατάκλυση να δίνονται σταδιακά μικρές ποσότητες νερού και να

μην αρδεύεται η καλλιέργεια μετά το πλάγιασμα των βλαστών (Pulse Online Database, 2015).

3.5 Καταπολέμηση ζιζανίων

Τα ετήσια ζιζάνια αποτελούν το σημαντικότερο πρόβλημα για την καλλιέργεια. Η καταπολέμηση των ζιζανίων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών, όπως είναι η αμειψισπορά, η πυκνή σπορά, κ.α. Επιπλέον, όταν τα φυτά μεγαλώσουν είναι σε θέση να ανταγωνιστούν τα ζιζάνια, ενώ στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και ιδιαίτερα σε ψυχρές περιοχές αυτό δεν είναι δυνατόν. Ανάλογα με τη χρήση της καλλιέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί ή όχι και η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Έτσι, στις καλλιέργειες κτηνοτροφικού μπιζελιού δεν γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων, ενώ στις καρποδοτικές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες για αυτό το σκοπό και συνιστάται η χρήση προ-φυτρωτικών ζιζανιοκτόνων. Τα φυτά ανέχονται ζιζανιοκτόνα όπως το MCPB, ενώ γενικότερα η αντοχή στα ζιζανιοκτόνα διαφέρει ανάμεσα στις διάφορες ποικιλίες μπιζελιών, καθώς οι ποικιλίες που έχουν κηρώδες επίχρισμα στα φύλλα είναι περισσότερο ανθεκτικές (Δαλιάνης, 1993, Frame, 2004, NDSU, 2009, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

3.6 Δέσμευση αζώτου

Η συνολική ποσότητα αζώτου που θα δεσμευτεί καθορίζεται από την καλλιέργεια και εξαρτάται επιπλέον από την ύπαρξη ευνοϊκών συνθηκών ανάπτυξης των φυτών. Υψηλές θερμοκρασίες και ξηρά εδάφη κατά τη διάρκεια των τελευταίων σταδίων της βλαστικής περιόδου και των πρώτων αναπαραγωγικών σταδίων είναι ιδιαίτερα επιζήμια για την δέσμευση αζώτου. Οι καλλιέργειες μπιζελιών ανήκουν στις πιο αποτελεσματικές αζωτοδεσμευτικές καλλιέργειες, καθώς μπορούν να καλύψουν μέχρι και 80 %

των συνολικών αναγκών τους σε άζωτο υπό καλές συνθήκες ανάπτυξης των φυτών (NDSU, 2009).

Οι εκτιμήσεις της ποσότητας του αζώτου που δεσμεύεται ποικίλουν, ωστόσο κυμαίνονται στα 7 kg N/στρέμμα, αν και υπάρχουν αναφορές για μεγαλύτερες ποσότητες σε ψυχρές περιοχές. Μία παράμετρος που επηρεάζει και την εκτιμώμενη ποσότητα είναι η μέθοδος υπολογισμού που εφαρμόζεται για αυτό το σκοπό (Frame, 2004).

3.7 Ασθένειες - Εχθροί

Η σημαντικότερη ασθένεια για το μπιζέλι είναι οι σήψεις των ριζών που προκαλείται από τους μύκητες *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.* *Aphanomyces euteiches* και παίρνει μεγάλη έκταση σε εποχές με αρκετές βροχοπτώσεις και σε εδάφη με κακή αποστράγγιση. Μπορεί να ελεγχθεί με την εφαρμογή μυκητοκτόνου σποροαπολυμαντικού και καλλιεργητικά μέτρα όπως η αμειψισπορά κ.α.

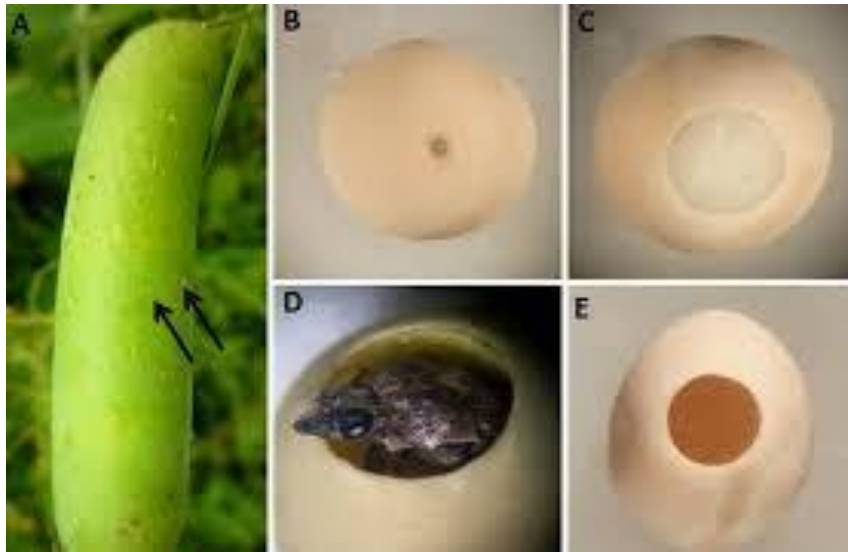
Άλλες ασθένειες που προκαλούν ζημιές στις καλλιέργειες μπιζελιού είναι το ωίδιο (*Erysiphe pisi*), το οποίο προσβάλλει κυρίως τα φύλλα και σπανιότερα τους λοβούς, η ασκοχύτωση που οφείλεται σε μύκητες του γένους *Ascochyta* και χαρακτηρίζεται από τη δημιουργία κηλίδων ακανόνιστου μεγέθους και σχήματος στα υπέργεια μέρη του φυτού, ο περονόσπορος (*Peronospora viciae*), ο οποίος πέρα από τα φύλλα προσβάλλει τους λοβούς και ο μύκητας μπορεί να εισέλθει και στα σπέρματα. Η χρήση πιστοποιημένων σπόρων ελεύθερων νόσου θα αποτρέψει την εμφάνιση ορισμένων ασθενειών. Επίσης, η χρήση επιλεγμένων ποικιλιών, οι οποίες πρέπει να είναι ανθεκτικές στο Φουζάριο (*Fusarium oxysporum*) και στον περονόσπορο (*Peronospora viciae*) αποτελούν την αποτελεσματικότερη μέθοδο αντιμετώπισης αυτών, καθώς δεν υπάρχουν διαθέσιμα μυκητοκτόνα για την αποτελεσματική θεραπεία αυτών (Δαλιάνης, 1993, Frame, 2004, Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Τα σημαντικότερα έντομα που προσβάλλουν τα μπιζέλια στις ελληνικές συνθήκες είναι ο βρούχος (*Bruchus pisorum*), ο φυτονόμος (*Hypera postica*), η σιτόνα του μπιζελιού (*Sitona lineatus*) και οι αφίδες (*Acyrtosiphon Pisum*).



Εικόνα 7. Ο βρούχος των μπιζελιών (www.123rf.com)

Ο βρούχος του μπιζελιού έχει μία γενεά το έτος. Διαχειμάζει στις αποθήκες. Εισβάλλει στις καλλιέργειες μπιζελιών κατά το στάδιο της άνθησης, οπότε τα έντομα τρέφονται με τη γύρη και τα άνθη. Ζευγαρώνει την άνοιξη και το θηλυκό γεννάει τα αυγά του στους τρυφερούς λοβούς (Εικ. 8 – Α). Από τα αυγά βγαίνουν οι προνύμφες, οι οποίες τρυπάνε τους σπόρους και εισέρχονται σε αυτούς. Η ανάπτυξη τους συνεχίζεται κατά την ωρίμανση, τη συγκομιδή και την αποθήκευση των σπόρων, καταναλώνοντας το εσωτερικό του σπόρου (Εικ. 8 – Β). Τα τέλεια έντομα παραμένουν στο εσωτερικό των σπόρων μέχρι την επόμενη άνοιξη (Εικ. 8 – C) ή εξέρχονται από αυτούς (Εικ. 8 – D) κατά την εποχή της συγκομιδής (Teshome et al. 2015).



Εικόνα 8. Ο βρούχος των μπιζελιών (Teshome et al. 2015)

Αναφορικά με τις ιώσεις που προσβάλουν το μπιζέλι, η σημαντικότερη είναι το μωσαϊκό του μπιζελιού (PSBMV – pea seedborne mosaic virus), με συμπτώματα τον νανισμό των φυτών, το καρούλιασμα των φύλλων και τη συστροφή των ελίκων. Για την πρόληψη της συστήνεται η χρήση υγιούς σπόρου, καθώς μεταδίδεται μέσω του σπόρου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

3.8 Συγκομιδή

Το στάδιο συγκομιδής του αρακά πρέπει να προσδιορίζεται με ακρίβεια, καθώς συλλογή πρωιμότερη από το κατάλληλο στάδιο ωριμότητας συνεπάγεται μειωμένες αποδόσεις, ενώ όταν ξεπεραστεί το κατάλληλο στάδιο, ακόμη και για μία ημέρα έχει αρχίσει η υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού, παρόλο που οι αποδόσεις είναι υψηλές.



Εικόνα 9. Φυτά μπιζελιού κατά το στάδιο της ωρίμανσης των καρπών
(<https://gardenbeautiful.files.wordpress.com/2008/07/005.jpg>)

Το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής προσδιορίζεται με τη μέτρηση της τρυφερότητας των σπερμάτων, καθώς και της περιεκτικότητας τους σε σάκχαρα. Επιπλέον, οι λοβοί πρέπει να είναι καλογεμισμένοι, το χρώμα τους να έχει γίνει από σκούρο πράσινο σε ανοιχτό πράσινο, το μέγεθος των σπερμάτων πρέπει να φτάσει στο μέγιστο, ενώ θα πρέπει να διατηρούν την τρυφερότητα τους. Κατά την ωρίμανση των σπερμάτων παρατηρούνται δύο φαινόμενα: α) η σκλήρυνση του σπόρου, καθώς εναποτίθεται ασβέστιο στο περίβλημα του σπόρου που προκαλεί αύξηση της σκληρότητας, και β) η μείωση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα και η αύξηση της περιεκτικότητας σε άμυλο, λοιπούς πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες (Δαλιάνης, 1993).

3.9 Περιοριστικοί παράγοντες για την καλλιέργεια

Εξαιτίας της ευαισθησίας της καλλιέργειας σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα εδάφους, η χρήση τους το προηγούμενο έτος πριν την εγκατάσταση μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας.

Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγονται χωράφια με ιστορικό προβλημάτων με πολυετή ζιζάνια, όπως η περικοκλάδα, η μπαμπακιά και ο ζοχός.

Κατά την επιλογή του αγροτεμαχίου πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας θα πρέπει να ελέγχονται παράγοντες όπως το σύνολο των βροχοπτώσεων, ο τύπος του εδάφους, το pH του εδάφους και η δυνατότητα άρδευσης για να ληφθεί απόφαση για την εγκατάσταση ή μη της καλλιέργειας (NDSU, 2009).

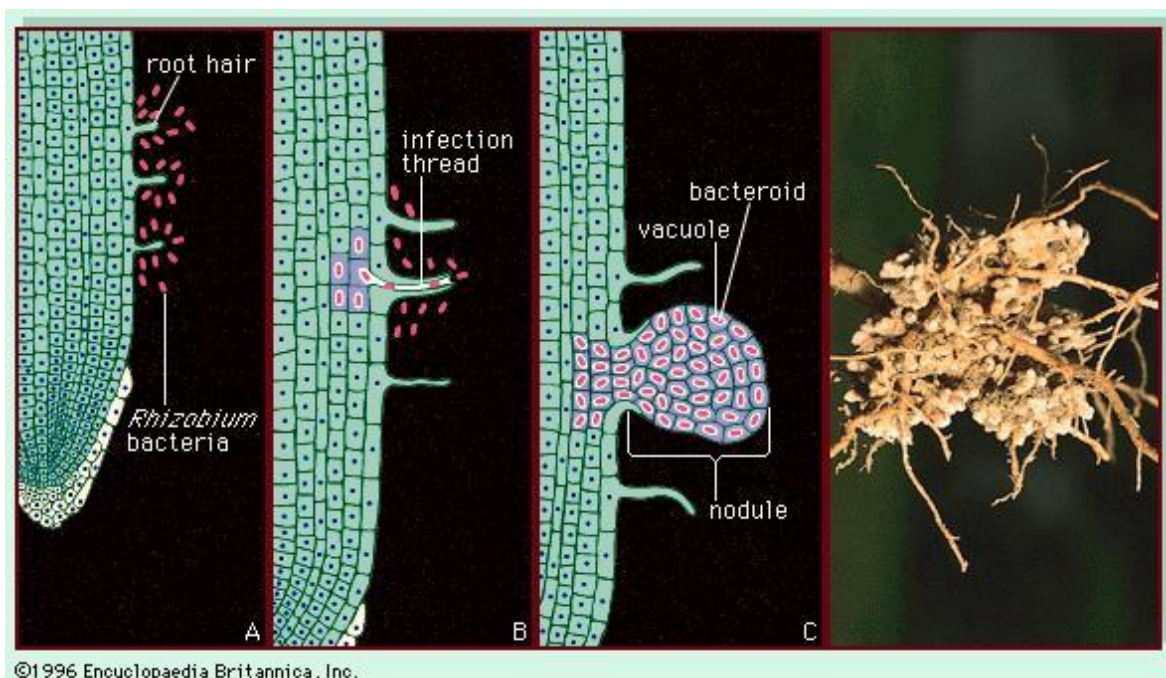
4. ΑΖΩΤΟΔΕΣΜΕΥΣΗ

4.1 Μηχανισμός δημιουργίας φυματίων

Το μπιζέλι αποτελεί μια καλλιέργεια ψυχανθών που έχει την εγγενή ικανότητα να αποκτά ένα μεγάλο μέρος του απαιτούμενου αζώτου της από την ατμόσφαιρα δημιουργώντας μια συμβιωτική σχέση με τα βακτήρια *Rhizobium* στο έδαφος. Τα βακτήρια αυτά (ή αζωτοβακτήρια, όπως ονομάζονται) βρίσκονται στο έδαφος και μετακινούνται σε μικρό βαθμό.

Τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται στη ριζόσφαιρα των ψυχανθών και μπορεί να αποτελούν και το 1/10 του συνόλου των μικροοργανισμών που εντοπίζονται εκεί, σε αντίθεση με τους πληθυσμούς τους στην υπόλοιπη έκταση του εδάφους ή στη ριζόσφαιρα φυτών που δεν ανήκουν στα ψυχανθή.

Τα αζωτοβακτήρια έρχονται σε επαφή με τις άκρες των ριζικών τριχιδίων κατά τη διαδικασία της επέκτασης των ριζών [Εικόνα 10 (a)] και εισέρχονται σε αυτά [Εικόνα 10 (b)]. Η αντίδραση του φυτού στην εισβολή συνίσταται στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων στο σημείο εισβολής, με αποτέλεσμα τη δημιουργία των φυματίων, όπου περιέχονται χιλιάδες βακτήρια [Εικόνα 10 (c)].



©1996 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Εικόνα 10. Δημιουργία φυματίου (www.britannica.com)

Τα φυμάτια έχουν διάρκεια ζωής ετήσια στην εύκρατη ζώνη και πολυετή στην τροπική. Στην εύκρατη ζώνη παρατηρείται πτώση των φυματίων κατά το στάδιο της έναρξης καρποφορίας και της φυλλόπτωσης. Το είδος του φυτού – ξενιστή καθορίζει το σχήμα του φυματίου, καθώς αυτό μπορεί να διαφέρει (πχ. στρογγυλό ή διακλαδισμένο) παρότι ο ίδιος μικροοργανισμός προκαλεί το σχηματισμό τους (Δαλιάνης, 1993).

4.2 Εξειδικευμένη δράση αζωτοβακτηρίων

Τα αερόβια βακτήρια του γένους *Rhizobium* διακρίνονται σε διάφορα είδη και κάθε είδη περιλαμβάνει πολυάριθμα στελέχη. Απαντώνται στα φυμάτια που υπάρχουν στις ρίζες όλων των ψυχανθών, ωστόσο συγκεκριμένοι βιότυποι αυτών των βακτηρίων διαθέτουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, το οποίο αφενός χρησιμοποιούν τα ψυχανθή για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε άζωτο και αφετέρου

εμπλουτίζουν το έδαφος με το θρεπτικό συστατικό, το οποίο θα είναι διαθέσιμο για την επόμενη καλλιέργεια.

Κάθε βιότυπος αζωτοβακτηρίων αναπτύσσει συμβιωτική σχέση με συγκεκριμένα είδη φυτών, τα οποία μπορεί αν είναι ένα ή περισσότερα (<http://www.legumetechnology.co.uk/>). Τα βακτήρια που θα συμβιώσουν με το ψυχανθές μπορεί να υπάρχουν ήδη στο έδαφος, εφόσον στο παρελθόν είχε καλλιεργηθεί το ψυχανθές. Όταν το ψυχανθές δεν έχει φυτευθεί στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο τα τελευταία τρία χρόνια συνιστάται εμβολιασμός (Penn State College of Agricultural Sciences, 2016).

Διακρίνονται 7 ομάδες ψυχανθών σε σχέση με την ικανότητα τους να δημιουργούν συμβιωτική σχέση με συγκεκριμένα είδη αζωτοβακτηρίων, οι ομάδες της μηδικής, των τριφυλλιών, των μπιζελιών και βίκων, των φασολιών, των λούπινων, της σόγιας, της βίγνας. Τα μπιζέλια ανήκουν στην 3^η ομάδα, την ομάδα μπιζελιών και βίκων, μαζί με τα ακόλουθα φυτά: κτηνοτροφικό μπιζέλι, λαχανοκομικό μπιζέλι, λαθούρι, βίκος, (κοινός, τριχωτός, πορφυρός, στενόφυλλος), φακή, κουκιά, δηλαδή σε όλα τα προαναφερόμενα φυτά δημιουργούνται φυμάτια που περιέχουν τον ίδιο βιότυπο του γένους *Rhizobium*, το *Rhizobium leguminosarum* (Δαλιάνης, 1993).

4.3 Μηχανισμός αζωτοδέσμευσης

Η διαδικασία δέσμευσης του αζώτου από τα αζωτοβακτήρια που βρίσκονται μέσα στα φυμάτια περιλαμβάνει αρχικά τη μετατροπή του ατμοσφαιρικού αζώτου σε αμμωνιακό με την παρουσία του ενζύμου νιτρογονάση, το οποίο φαίνεται ότι σχηματίζεται στα αζωτοβακτήρια που βρίσκονται μέσα στα φυμάτια (Δαλιάνης, 1993).

Τα ψυχανθή διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό αναφορικά με το ποσοστό του συνολικά απαιτούμενου από την καλλιέργεια αζώτου που μπορεί να δεσμευτεί με αυτόν τον τρόπο. Το συνολικό ποσό του αζώτου που θα δεσμευτεί καθορίζεται από την καλλιέργεια και εξαρτάται επίσης από την

ύπαρξη ευνοϊκών συνθηκών ανάπτυξης των φυτών. Υψηλές θερμοκρασίες και ξηρά εδάφη κατά τη διάρκεια των τελικών βλαστικών σταδίων και την έναρξη των αναπαραγωγικών σταδίων είναι ιδιαίτερα επιζήμια για την δέσμευση του αζώτου. Ειδικά τα κτηνοτροφικά μπιζέλια είναι από τις καλλιέργειες με υψηλή απόδοση δέσμευσης αζώτου, και μπορούν να προσλάβουν ακόμη και 80% των συνολικών αναγκών τους σε άζωτο υπό καλές συνθήκες ανάπτυξης. Ωστόσο για να επιτευχθεί η αζωτοδέσμευση θα πρέπει οι καλλιέργειες να εμβολιαστούν με το κατάλληλο στέλεχος βακτηρίου του γένους *Rhizobium*. Επιπλέον, η αυξημένη αζωτούχος λίπανση μειώνει την αζωτοδέσμευση από τα βακτήρια (McKay et al. 2003).

4.4 Εμβολιασμός με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια

Ο εμβολιασμός της καλλιέργειας μπιζελιών με το κατάλληλο στέλεχος ριζοβίων βακτηρίων (*Rhizobium leguminosarum* βιότυπος *viciae*) θα συντελέσει στην κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας σε άζωτο και στις περισσότερες περιπτώσεις η καλλιέργεια δεν απαιτεί προσθήκη ποσότητας αζώτου.

Τα φυμάτια αρχίζουν να σχηματίζονται 3 έως 5 εβδομάδες μετά την σπορά ή κατά άλλους δύο έως τέσσερις εβδομάδες μετά την έκπτυξη. Τα φυμάτια σχηματίζονται στις ρίζες, τόσο στην πρωτογενή ρίζα όσο και στις πλάγιες ρίζες. Η αζωτοδέσμευση μπορεί να προσδιοριστεί με κατακόρυφη τομή των φυματίων. Εφόσον αυτά έχουν κόκκινο ή ροζ χρωματισμό στο εσωτερικό τους αποτελεί ένδειξη αζωτοδέσμευσης. Ο κόκκινος χρωματισμός των φυματίων οφείλεται στην ψυχανθαιμογλοβίνη. Αν κατά το διάστημα αυτό δεν σχηματίστηκαν φυμάτια τότε ο εμβολιασμός ήταν αποτυχημένος και θα πρέπει να εφαρμοστεί αζωτούχος λίπανση. Στο λαχανοκομικό μπιζέλι, τα φυμάτια στις ρίζες των φυτών αρχίζουν να πεθαίνουν και να παίρνουν καφεπράσινο χρώμα όταν τα φυτά φτάσουν στο τελευταίο στάδιο της άνθισης και στα πρώτα στάδια του γεμίσματος του λοβού (McKay et al. 2003, Pulse online database, 2015).

Τα εμβόλια για το λαχανοκομικό μπιζέλι είναι διαθέσιμα στο εμπόριο σε μία από τις ακόλουθες μορφές:

- σε σκόνη τύρφης
- σε υγρή μορφή
- σε κοκκώδη μορφή (www.legumetechnology.co.uk)

Η έρευνα πάνω στις διάφορες μορφές εμβολίων για καλλιέργειες μπιζελιού έχει δείξει ότι:

- ✓ Η χρήση εμβολίων σε κοκκώδη μορφή είχε ως αποτέλεσμα τις υψηλότερες αποδόσεις στις καλλιέργειες μπιζελιού.
- ✓ Η χρήση εμβολίων σε κοκκώδη μορφή έχει δείξει σημαντικές δυνατότητες για την παραγωγή υψηλών, σταθερών αποδόσεων των λαχανοκομικών μπιζελιών και σε περιπτώσεις που το έδαφος κατά τη σπορά την άνοιξη είναι υγρό ή πολύ ξηρό.
- ✓ Τα εμβόλια σε υγρή μορφή παρουσίασαν σημαντικά διαφορές σε ορισμένες τοποθεσίες, ωστόσο κατά μέσο όρο δεν εμφάνισαν υψηλή αποτελεσματικότητα.
- ✓ Σε μερικές περιοχές που περιείχαν παλαιότερα καλλιέργεια μπιζελιών ή περιείχαν τα βακτήρια *rhizobia* στη φυσική εδαφική η ανταπόκριση στον εμβολιασμό με οποιοδήποτε σκεύασμα ήταν περιορισμένη (Μικρή ή μηδαμινή).
- ✓ Όταν εγκαθίσταται καλλιέργεια μπιζελιών σε έδαφος με άγνωστο ιστορικό προηγούμενων καλλιεργειών προτείνεται η χρήση του εμβολίου στις συνιστώμενες δόσεις (Pulse online database, 2015).

Η εφαρμογή του εμβολίου στον σπόρο είναι μια εξαιρετικά σημαντική διαδικασία, καθώς πολλές αποτυχίες έχουν συσχετιστεί με ακατάλληλη τεχνική εφαρμογής. Η πλήρης κάλυψη του σπόρου είναι κρίσιμη δεδομένου ότι αν οι σπόροι δεν εκτεθούν στα βακτήρια τα φυτά δεν θα είναι σε θέση να δεσμεύσουν άζωτο. Ο σωστός χειρισμός και αποθήκευση του εμβολίου ζωντανών οργανισμών είναι πολύ σημαντικά. Το εμβόλιο σε κοκκώδη μορφή φαίνεται ότι έχει βελτιώσει τα ποσοστά επιτυχημένης εφαρμογής, καθώς διοχετεύεται μέσω της σπαρτικής μηχανής κατ' ευθείαν στο αυλάκι σποράς (McKay et al. 2003).

5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΟΥ ΜΠΙΖΕΛΙΟΥ

5.1 Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα

Η βιολογική γεωργία προωθείται ως μία ασφαλής μέθοδος παραγωγής τροφίμων, η οποία ανταποκρίνεται στις ανησυχίες του καταναλωτή. Επιπλέον, αποτελεί ένα μέσο για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και για την προστασία του περιβάλλοντος και των ζώων, τόσο σε επίπεδο τοπικό όσο και σε περιφερειακό.

Οι στόχοι της Βιολογικής Γεωργίας είναι οι εξής:

- ✓ Η παραγωγή προϊόντων και τροφίμων υψηλής διατροφικής αξίας, ασφαλή για τον καταναλωτή χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων και χημικών λιπασμάτων.
- ✓ Η προστασία του περιβάλλοντος (προστασία του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα, αειφορική διαχείριση φυσικών πόρων, εξασφάλιση της βιοποικιλότητας)
- ✓ Η μη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (ΓΤΟ) ή/και προϊόντων που παράγονται από αυτούς.
- ✓ Η προστασία της υγείας των αγροτών από την έκθεσή τους σε βλαβερές χημικές ουσίες (ΥπΑΑΤ, 2016).

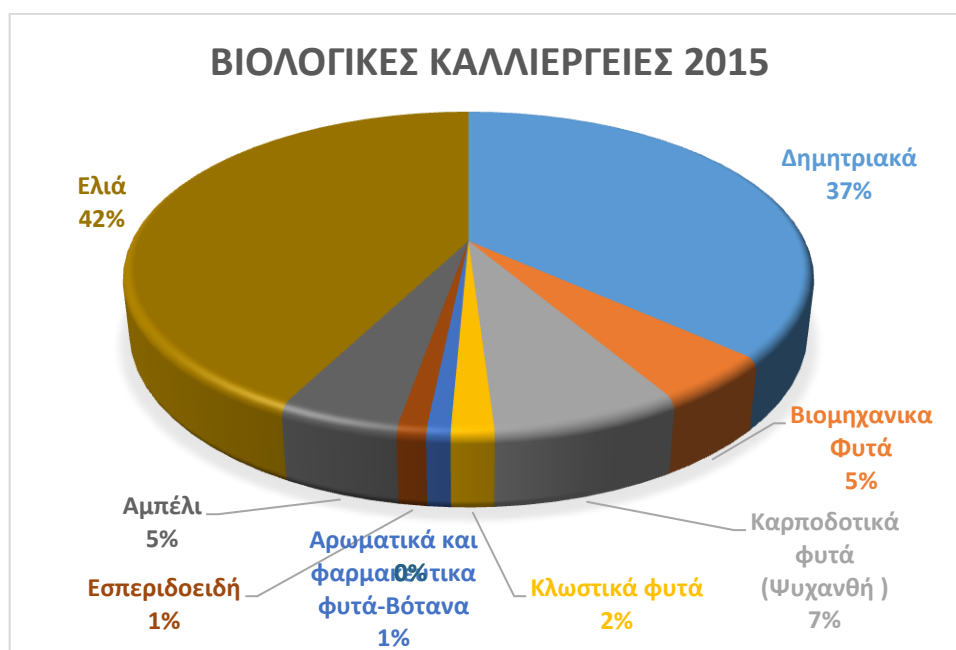
Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο πρώτος κανονισμός σχετικά με τη βιολογική παραγωγή εκδόθηκε το 1991 και ήταν ο κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91 του Συμβουλίου, ο οποίος περιλάμβανε τους κανόνες παραγωγής, προέβλεπε απαιτήσεις ελέγχου και επισήμανσης καθώς και κανόνες για τις εισαγωγές βιολογικών προϊόντων. Ο κανονισμός αυτός αναθεωρήθηκε τον Ιούνιο 2007 με την έκδοση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου, ενώ επανεξετάζεται επί του παρόντος (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η αγορά βιολογικών προϊόντων χαρακτηρίζεται από δυναμική ανάπτυξη κατά την τελευταία δεκαετία. Οι καταναλωτές φαίνεται ότι ζητούν τα βιολογικά προϊόντα, όπως προκύπτει και τον τετραπλασιασμό του μεγέθους της συνολικής παγκόσμιας αγοράς βιολογικών

τροφίμων, και τον διπλασιασμό των καλλιεργούμενων βιολογικά γεωργικών εκτάσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1999 μέχρι σήμερα

Οι καλλιεργούμενες με βάση τις αρχές της βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα ανέρχονται σε 901.132 στρέμματα και η κατανομή τους ανά είδος καλλιέργειας φαίνεται στο Διάγραμμα 1.

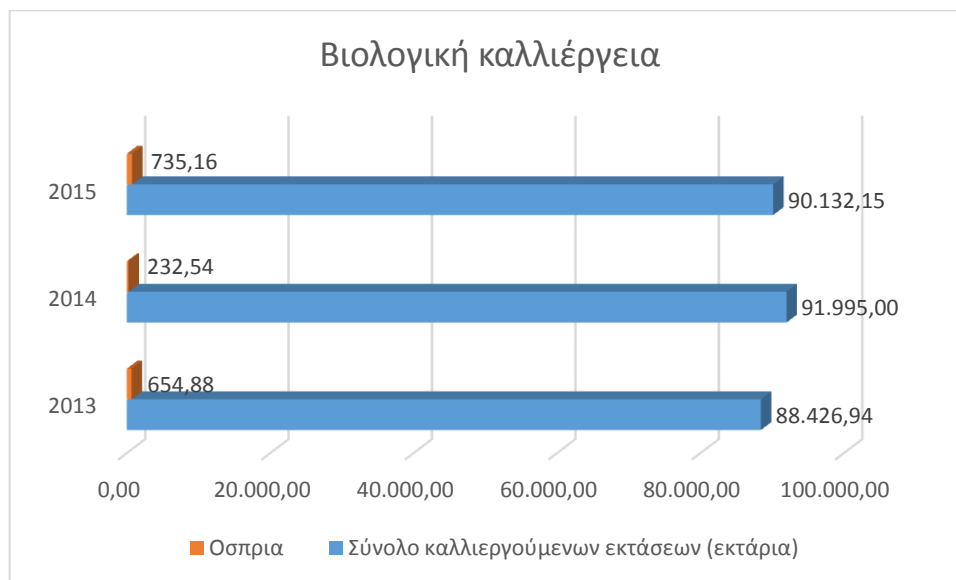
Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 1 η πλειοψηφία των βιολογικά καλλιεργούμενων εκτάσεων καλύπτεται από ελιές και δημητριακά, ενώ ακολουθούν με πολύ μικρότερα ποσοστά τα καρποδοτικά φυτά (όπου συμπεριλαμβάνονται και οι πρωτεϊνούχες καλλιέργειες), το αμπέλι και τα βιομηχανικά φυτά.



Διάγραμμα 1. Βιολογικές καλλιέργειες στην Ελλάδα το έτος 2015 (στοιχεία ΥπΑΑΤ, 2015)

Η βιολογική καλλιέργεια των οσπρίων (όπου ανήκει και το λαχανοκομικό μπιζέλι) στην Ελλάδα είναι περιορισμένη. Στο διάγραμμα 2 φαίνεται ότι οι καλλιεργούμενες με όσπρια εκτάσεις που βρίσκονται υπό πλήρες καθεστώς βιολογικής γεωργίας ή σε μεταβατικό στάδιο αποτελούν

λιγότερο από 1% του συνόλου των εκτάσεων που καλλιεργούνται με βάση τις αρχές της βιολογικής γεωργίας, ενώ δεν παρουσιάζουν σταθερή πορεία.



Διάγραμμα 2. Εξέλιξη βιολογικά καλλιεργούμενων εκτάσεων (βιολογικό και μεταβατικό στάδιο) κατά την τριετία 2013-2015 στην Ελλάδα (ΥπΑΑΤ, 2016)

5.2 Η βιολογική καλλιέργεια λαχανοκομικού μπιζελιού στην Ελλάδα

Δεν βρέθηκαν στη βιβλιογραφία και στο διαδίκτυο στοιχεία αναφορικά με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις λαχανοκομικού μπιζελιού στην Ελλάδα υπό καθεστώς βιολογικής γεωργίας.

Για την εγκατάσταση βιολογικής καλλιέργειας μπιζελιού το πολλαπλασιαστικό υλικό που χρησιμοποιείται προέρχεται από τις ακόλουθες πηγές:

- Βιολογικοί σπόροι εισαγωγής
- Σπόροι από ποικιλίες συμβατικής καλλιέργειας μετά από σχετική άδεια παρέκκλισης
- Σπόροι από σποροπαραγωγή των ίδιων των βιοκαλλιεργητών.

Αναφορικά με τη λίπανση, πριν από τη σπορά προστίθεται στο χωράφι κοπριά ή αντίστοιχο βιολογικό σκεύασμα.

Για την καταστροφή των ζιζανίων γίνονται σκαλίσματα, τα οποία επιπλέον βελτιώνουν τον αερισμό και την υφή του εδάφους για βελτίωση της δράσης των αζωτοβακτηρίων στις ρίζες. Τα σκαλίσματα πρέπει να γίνονται με προσοχή για να μην καταστραφεί το επιφανειακό ριζικό σύστημα του φυτού.

Εφόσον έχει γίνει πυκνή σπορά επιβάλλεται να εφαρμοστεί αραιώμα των φυτών. Για την καλύτερη υγιεινή των φυτών απομακρύνονται τα παλαιότερα φύλλα.

Οι αναρριχώμενες ποικιλίες όταν φτάσουν σε ύψος 20 εκατοστών υποστυλώνονται (Θανόπουλος, 2008).

5.3 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί η επίδραση της βιολογικής και συμβατικής λίπανσης στην ανάπτυξη, στις αποδόσεις και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά τεσσάρων ποικιλιών μπιζελιού, τρεις από τις οποίες είναι τοπικές και μία εμπορική. Επιπλέον στόχο αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης των δύο συστημάτων καλλιέργειας, βιολογικής και συμβατικής, στη ζιζανιοχλωρίδα της καλλιέργειας μπιζελιού.

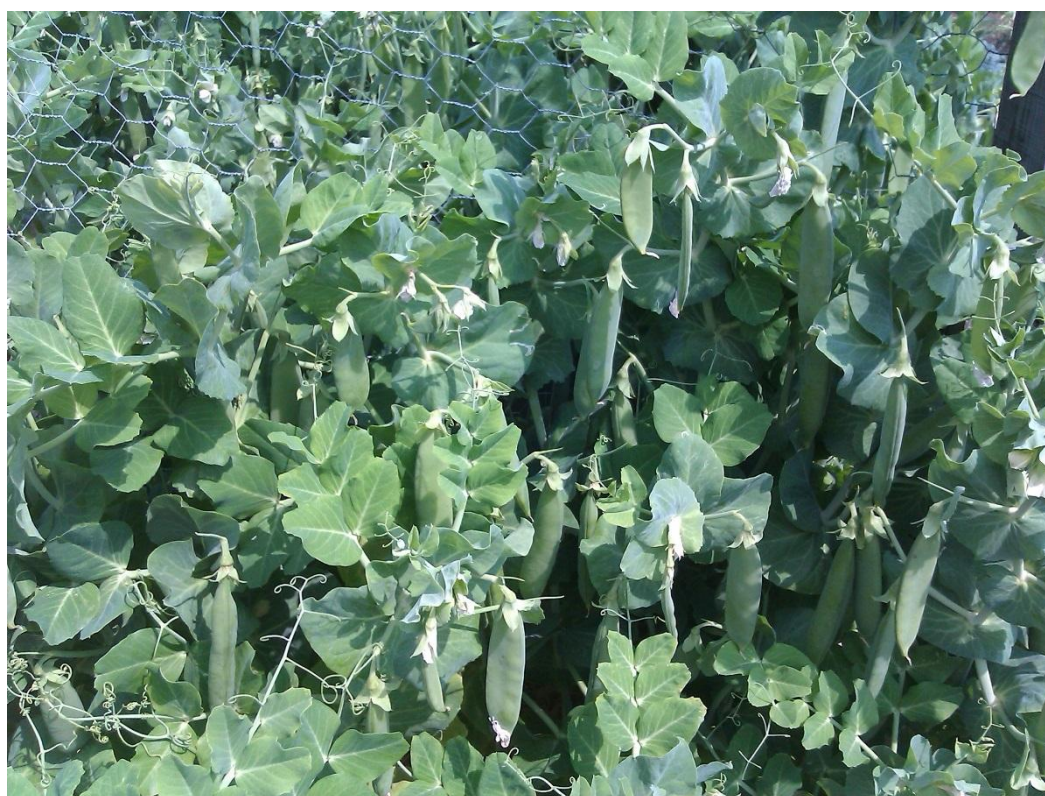
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 Πειραματικός αγρός

Το πείραμα εκπονήθηκε την καλλιεργητική περίοδο 2014-2015 στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην Αλίαρτο Βοιωτίας (Κωπαΐδα) και σε έκταση 2185 m². Οι συντεταγμένες του αγροτεμαχίου ήταν (38°23'51''N, 23°05'41''E) και το υψόμετρο 95 m από την επιφάνεια της θάλασσας.

5.2 Επιλογή γενετικού υλικού

Αξιολογήθηκαν συνολικά 4 βιότυποι μπιζελιού (*Pisum sativum*). Οι βιότυποι αυτοί ήταν οι ποικιλίες "Onward" (εμπορική ποικιλία), και οι τοπικές ποικιλίες "Σχοινούσα", "Άνδρος" και "Αμοργός".



Εικόνα 11. Ποικιλία Onward ([http:// copywritersallotment.wordpress.com](http://copywritersallotment.wordpress.com))

Ποικιλία Onward

Παραγωγική ποικιλία αρακά, όψιμη (ή μεσοπρώιμη), 80-90 ημερών, με φυτά μέτριου ύψους 70 cm. Έχει βαθυπράσινους λοβούς, μέσου μήκους 8-10cm, οι οποίοι εκφύονται ανά δύο ή μεμονωμένα και περιέχουν 7-9 πράσινους σπόρους. Παρουσιάζει καλή προσαρμογή σε ποικίλες συνθήκες (Δαλιάνης, 1993, <http://agrotikistegi.gr>). Το πρώτο άνθος εμφανίζεται στο 13^ο γόνατο και εκφύονται δύο λοβοί ανά γόνιμο γόνατο. Έχει μεγάλους, καλά γεμισμένους σπόρους (Elsoms, 2012).



Εικόνα 12. Λοβοί και σπόροι της ποικιλίας Onward (www.dobies.co.uk)

5.3 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων. Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις επαναλήψεις για τη συμβατική και τέσσερις για την οργανική λίπανση, με τέσσερα τεμάχια η κάθε μία, που αντιπροσώπευαν τους βιότυπους, όπως απεικονίζονται στο Διάγραμμα 3.

Κάθε τεμάχιο είχε έκταση $2*1,5$ m, ενώ ανάμεσά τους υπήρχε διάδρομος πλάτους $0,8$ m για τη διευκόλυνση των επεμβάσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τα επίπεδα εδαφικής υγρασίας ήταν ομοιόμορφα δεδομένου ότι δεν είχαν τοποθετηθεί στον αγρό σταλακτήρες.

Κάθε πειραματικό υποτεμάχιο είχε εμβαδό $10,5$ m².

Διάγραμμα 3. Πειραματικό σχέδιο

		BLOCK 1				BLOCK 2				BLOCK 3				BLOCK 4																								
m (width)	m	1,5	3,5	1	3,5	1,5	3,5	1	3,5	1,5	3,5	0,8	3,5	1,5	3,5	1	3,5	1,5	3,5	1	3,5	2	3,5	1	3,5	2	3,5	1	3,5	1,5	3,5	1	3,5	2				
75,9	1,5	Organic		Conventional		Organic		Conventional		Organic		Conventional		Organic		Conventional		Organic		Conventional		Organic		Conventional		Organic		Conventional		Organic		Conventional		Organic		Conventional		
	3	1 C-P-1	6 C-P-4			19 C-P-3	24 C-P-4	28 C-P-4	33 C-P-2									55 C-P-4	60 C-P-2																			
	0,8																																					
	3	2 C-P-2	7 C-P-3			20 C-P-1	25 C-P-2	29 C-P-3	34 C-P-1									56 C-P-3	61 C-P-1																			
	0,8																																					
	3			12 C-P-2	17 C-P-4													48 C-P-3	53 C-P-1																			
	0,8																																					
	3			13 C-P-3	18 C-P-1													49 C-P-2	54 C-P-4																			
	0,8																																					
	3														40 C-P-3	44 C-P-4																						
	0,8																																					
	3														41 C-P-1	45 C-P-2																						
	0,8																																					
	3																																					
	0,8																																					
	1,5																																					
2185,9	28,8	C-P		C-P-1 Onward		C-P-2 Σχιοπούσα		C-P-3 Άνδρος (Έξω Βουνί)		C-P-4 Αμοργός																												
		Pea																																				
		Faba Bean																																				
		Cabbage																																				

Με κίτρινο απεικονίζονται τα πειραματικά τεμάχια όπου εγκαταστάθηκαν οι 4 ποικιλίες μπιζελιού ως εξής:

C-P-1: Onward, C-P-2: Σχιοπούσα, C-P-3: Άνδρος (Έξω Βουνί), C-P-4: Αμοργός

5.4 Προετοιμασία εδάφους

Το έδαφος προετοιμάστηκε σύμφωνα με τις συνήθεις πρακτικές για την παραγωγή μπιζελιών. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε άροση σε βάθος 10-15 cm.

Επιπλέον, η προετοιμασία του εδάφους περιλάμβανε διαδοχικά περάσματα με καλλιεργητή σε βάθος 20-30 cm, ο οποίος συνοδευόταν και από ένα ελαφρύ κύλινδρο για μικροϊσοπεδώσεις. Επειδή το συγκεκριμένο έδαφος δεν είχε την τάση να δημιουργεί επιφανειακή κρούστα, έγινε δευτερεύουσα κατεργασία με φρέζα.

Στα πειραματικά υποτεμάχια της βιολογικής καλλιέργειας ενσωματώθηκαν στο έδαφος 760 kg κοπριάς προβάτων ανά στέμμα πριν από την σπορά.

5.5 Σπορά

Η σπορά πραγματοποιήθηκε με το χέρι, για την εξασφάλιση της ομοιομορφίας της πυκνότητας της φυτείας. Οι γραμμές σποράς ήταν 9-11 σε κάθε τεμάχιο και η χάραξη των γραμμών έγινε επίσης χειρωνακτικά. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 20cm, ενώ οι αποστάσεις επί της γραμμής ήταν 2-3cm. Το βάθος σποράς ήταν 2 cm. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 20 Νοεμβρίου 2014.

5.6 Καλλιεργητικές επεμβάσεις

Στα πειραματικά υποτεμάχια όπου εφαρμόστηκε συμβατική καλλιέργεια ενσωματώθηκαν στο έδαφος 57 kg σύνθετου λιπάσματος ανά στρέμμα. Η σύνθεση του λιπάσματος ήταν: 11:15:15, N:P₂O₅:K₂O.

Επιπλέον, στα υποτεμάχια συμβατικής καλλιέργειας εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο pendimethalin (Stomp Aqua 455 CS; BASF) αμέσως μετά τη σπορά, προφυτρωτικά, με ρυθμό 113,75 g δραστικής ουσίας ανά στρέμμα. Το

χημικό σκεύασμα Stomp Aqua 455 CS (δραστική ουσία pendimethalin 45,5%) είναι ένα εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων. Σε βιοχημικό επίπεδο επηρεάζει τη λειτουργία της μίτωσης με παρεμπόδιση του σχηματισμού των μικροσωληνίσκων της μιτωτικής ατράκτου.

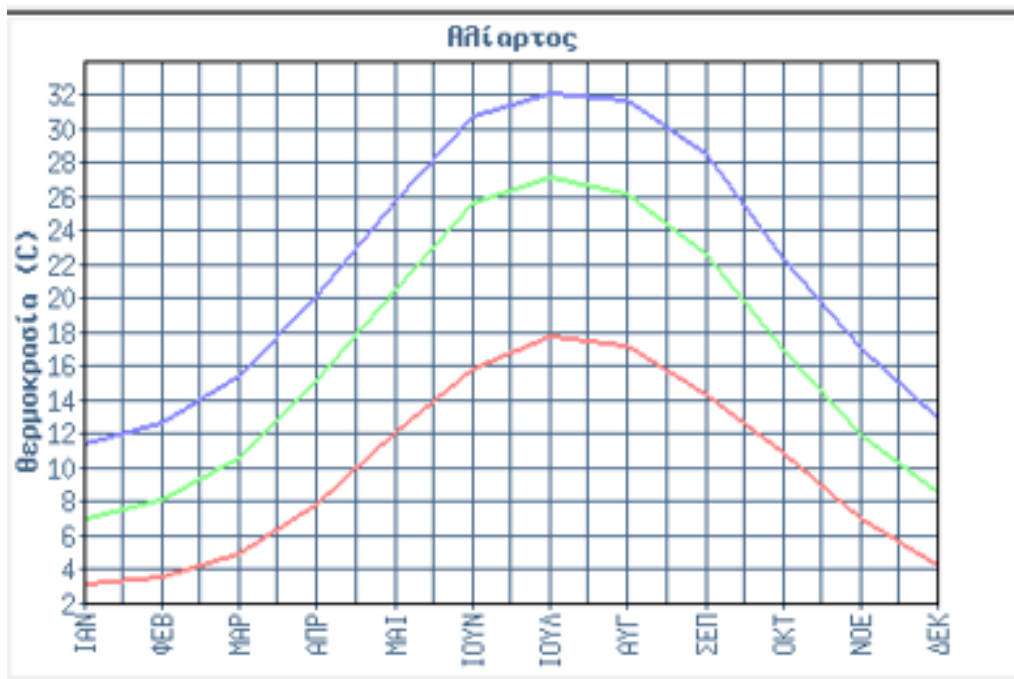
Επιπρόσθετα, και στα δύο συστήματα καλλιέργειας, τα ζιζάνια ελέγχονταν χειρωνακτικά με σκάλισμα 120 ημέρες μετά τη σπορά. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε 194 ημέρες μετά τη σπορά.

5.7 Μετεωρολογικά δεδομένα

Η περιοχή όπου διεξήχθη το πείραμα χαρακτηρίζεται από ήπιους βροχερούς χειμώνες και θερμά-ξηρά καλοκαίρια. Οι ελάχιστες, μέσες και μέγιστες μηνιαίες θερμοκρασίες και η εξέλιξη τους κατά τη διάρκεια του έτους φαίνονται στον Πίνακα 1 και στην Εικόνα 13, αντίστοιχα.

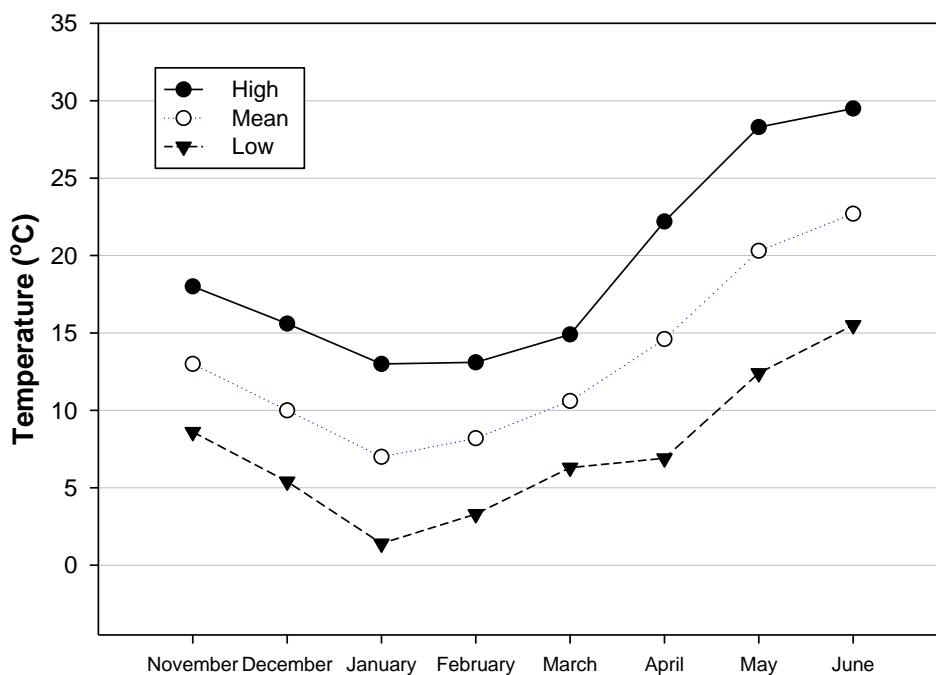
Πίνακας 1 . Μέση μηνιαία μέγιστη, μέση, και ελάχιστη θερμοκρασία στην περιοχή Αλιάρτου (περιοχή Κωπαΐδας) των ετών 1967-1997 (www.emy.gr)

1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	3.2	3.6	4.9	7.9	12.1	15.9
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	7.1	8.2	10.6	15.2	20.6	25.7
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	11.5	12.7	15.4	20.2	25.8	30.8
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	17.8	17.3	14.4	10.9	7.1	4.3
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	27.2	26.2	22.6	16.9	12.0	8.6
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	32.2	31.7	28.5	22.3	17.1	12.9



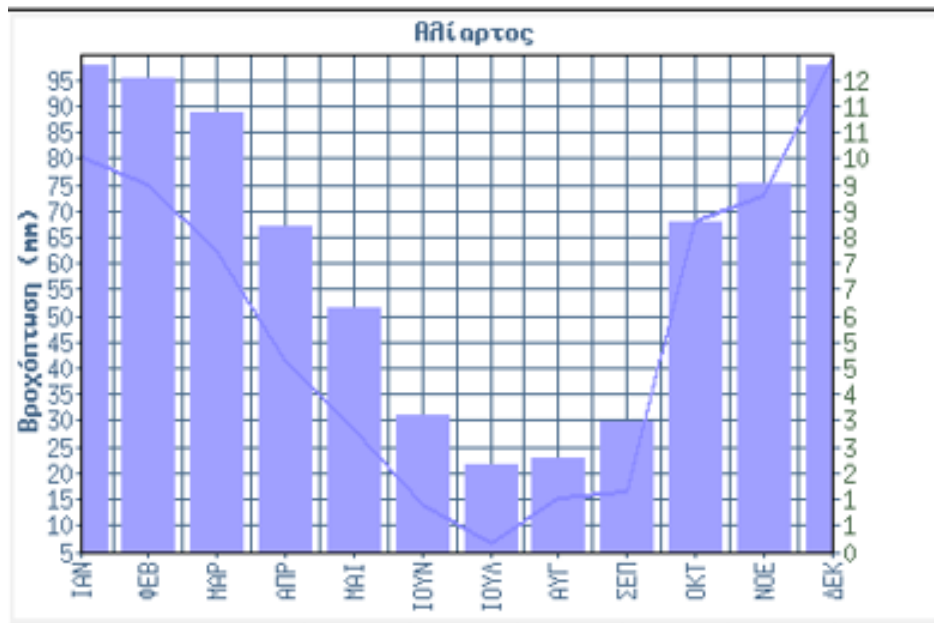
Εικόνα 13 . Ετήσια εξέλιξη θερμοκρασιών (μέγιστη, μέση, ελάχιστη) στην περιοχή Αλιάρτου (περιοχή Κωπαΐδας) των ετών 1967-1997 (www.emy.gr)

Η μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα όλη την καλλιεργητική περίοδο, στην περιοχή που βρίσκεται το αγρόκτημα, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4. Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα, η ελάχιστη θερμοκρασία ήταν μικρότερη από 5°C από τον Δεκέμβριο μέχρι και τα μέσα του Φεβρουαρίου, ενώ η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε μεταξύ 5-10 °C για το ίδιο χρονικό διάστημα.



Διάγραμμα 4. Μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα (°C) στην περιοχή του πειραματικού αγρού κατά την καλλιεργητική περίοδο (Νοέμβριος 2014 - Ιούνιος 2015).

Η βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Νοέμβριος 2014-Ιούνιος 2015) ήταν 689,3 χιλιοστά. Η ετήσια εξέλιξη βροχοπτώσεων στην περιοχή που διεξήχθη το πείραμα φαίνεται στην Εικόνα 14, ενώ η μέση μηνιαία βροχόπτωση και οι ημέρες βροχόπτωσης κάθε μήνα στον Πίνακα 2.

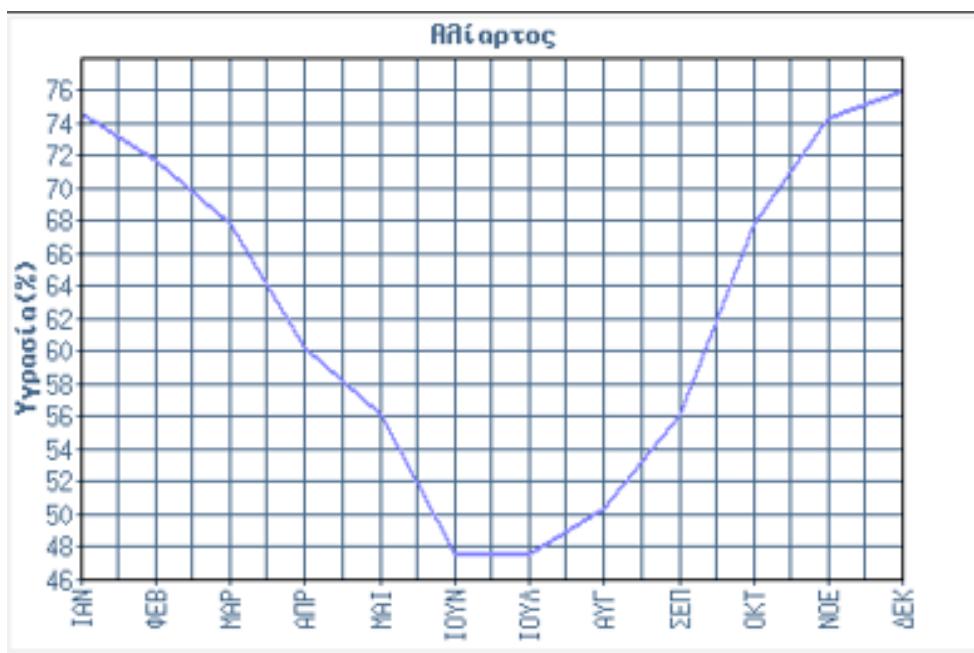


Εικόνα 14 . Ετήσια εξέλιξη βροχοπτώσεων στην περιοχή Αλιάρτου (περιοχή Κωπαΐδας) των ετών 1967-1997 (www.emy.gr)

Πίνακας 2 . Μέσο μηνιαίο ύψος βροχοπτώσεων και συνολικές ημέρες βροχής στην περιοχή Αλιάρτου (περιοχή Κωπαΐδας) των ετών 1967-1997 (www.emy.gr)

1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	80.5	75.2	62.4	41.8	28.6	14.3
Συνολικές Μέρες Βροχής	12.4	12.1	11.2	8.3	6.2	3.5
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	7.0	15.4	16.7	68.3	73.0	99.3
Συνολικές Μέρες Βροχής	2.2	2.4	3.3	8.4	9.4	12.4

Η ετήσια εξέλιξη της υγρασίας στην περιοχή που διεξήχθη το πείραμα φαίνεται στην Εικόνα 13, ενώ στον Πίνακα 3 δίνεται η μέση μηνιαία υγρασία για κάθε μήνα του έτους.



Εικόνα 15 . Ετήσια εξέλιξη υγρασίας στην περιοχή Αλιάρτου (περιοχή Κωπαΐδας) των ετών 1967-1997 (www.emy.gr)

Πίνακας 3. Μέση μηνιαία υγρασία στην περιοχή Αλιάρτου (περιοχή Κωπαΐδας) των ετών 1967-1997 (www.emy.gr)

1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	74.6	71.7	67.9	60.3	56.1	47.6
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	47.6	50.4	56.2	67.8	74.3	76.0

5.8 Παρατηρήσεις - Μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια του πειράματος καταγράφηκαν για κάθε ποικιλία οι ημέρες όπου το 50% των ανθέων είχε ανθίσει και οι ημέρες που οι καρποί έφτασαν στην πλήρη ωριμότητα. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις:

16/1/2015: Ελήφθησαν δείγματα φυτικού ιστού με σκοπό την εκτίμηση προσβολών από πρόσφατο παγετό στην περιοχή της Κωπαΐδας. Επιπρόσθετα,

ελήφθησαν δείγματα φυτών στα οποία προσδιορίστηκε τόσο το νωπό, όσο και το ξηρό βάρος.

27/3/2015: Πραγματοποιήθηκε τυχαία δειγματοληψία 2 φυτών από κάθε τεμάχιο στα οποία έγινε καταγραφή του ύψους τους και μέτρηση του αριθμού των σύνθετων φύλλων επί του κεντρικού στελέχους. Επίσης συλλέχθηκε από κάθε τεμάχιο δείγμα εδάφους με σκοπό τον προσδιορισμό του ποσοστού μυκόρριζας σε αυτό.

23/4/2015: Έγινε τυχαία δειγματοληψία 2 φυτών από κάθε τεμάχιο στα οποία έγινε καταγραφή του ύψους τους και μέτρηση του αριθμού των σύνθετων φύλλων επί του κεντρικού στελέχους. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε συλλογή δειγμάτων εδάφους για την εκτίμηση του ποσοστού μυκόρριζας στις ρίζες των φυτών.

8/5/2015: Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φυτικού ιστού και καταμετρήθηκαν το μήκος των λοβών, το βάρος των λοβών, ο αριθμός των σπόρων ανά λοβό, καθώς και το βάρος των καρπών κάθε λοβού.

26/5/2015: Συλλέχθηκαν δείγματα φυτικού ιστού στα οποία μετρήθηκε το μήκος των λοβών, το βάρος των λοβών, ο αριθμός των σπόρων ανά λοβό και το βάρος των καρπών κάθε λοβού.

2/6/2015: Πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή ξηρού μπιζελιού από όλη την έκταση του αγρού.

5.9 Μετρήσεις

5.9.1 Προσδιορισμός χαρακτηριστικών του φυτού

α. Προσδιορισμός ύψους φυτού

Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 2 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

β. Προσδιορισμός αριθμού σύνθετων φύλλων

Ο αριθμός σύνθετων φύλλων μετρήθηκε επί του κεντρικού στελέχους. Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 2 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

5.9.2 Προσδιορισμός χαρακτηριστικών ποικιλίας

α. Προσδιορισμός ημερών έως άνθηση 50% των ανθέων

β. Προσδιορισμός ημερών έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων

5.9.3 Προσδιορισμός ποσοστού αποικισμού με μυκόρριζα

Η συλλογή των δειγμάτων των ριζών έγινε με κυλινδρικό εδαφολήπτη. Ακολούθησε προσθήκη νερού και μιας κουταλιάς αλατιού και αποθήκευση για 2-3 ημέρες. Στη συνέχεια έγινε διαχωρισμός των ριζών από το χώμα με τη χρήση κοσκίων, πλύσιμο των δειγμάτων με θερμό νερό για τη διάσπαση των αλάτων του εδάφους και χρώση με κατάλληλη χρωστική, τη φουξίνη. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν μικροσκοπικές παρατηρήσεις χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Motic Image Plus 2.0 (2009) σε μεγέθυνση 30*40 και προσδιορίστηκε ο αριθμός φυματίων ανά λίτρο εδάφους.

5.9.4 Προσδιορισμός χαρακτηριστικών του λοβού

α. Μήκος λοβών

Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 5 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

β. Βάρος λοβών

Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 5 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

γ. Αριθμός σπόρων ανά λοβό

Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 5 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

δ. Βάρος καρπών κάθε λοβού

Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 5 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

ε. Αριθμός λοβών ανά φυτό

Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 5 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

στ. Αριθμός σπόρων ανά φυτό

Πραγματοποιήθηκε με τη λήψη μετρήσεων από 5 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία από κάθε υποτεμάχιο.

5.9.5 Αξιολόγηση πυκνότητας ζιζανίων

Οι αξιολογήσεις των ζιζανίων έγιναν 118 ημέρες μετά τη σπορά. Ένα ξύλινο τετράγωνο πλαίσιο διαστάσεων 0,4 x 0,4 m τοποθετήθηκε τυχαία σε δύο θέσεις σε κάθε υποτεμάχιο. Στη συνέχεια μετρήθηκαν τα ζιζάνια που περικλείονταν μέσα στην περιοχή 40 x 40 cm και καταγράφηκε ο αριθμός ζιζανίων που αντιστοιχούσε σε κάθε είδος ζιζανίου και υπολογίστηκε η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων.

Αφού έγιναν οι μετρήσεις των ζιζανίων, όλα τα υπόλοιπα ζιζάνια απομακρύνθηκαν με σκάλισμα με το χέρι.

5.9.6 Υπολογισμός απόδοσης

Για τον υπολογισμό της απόδοσης σε ξηρό σπόρο συγκομίστηκε χειρωνακτικά περιοχή εμβαδού of 2 m² κάθε υποτεμαχίου και ακόλουθα έγινε αναγωγή στο στρέμμα.

5.10 Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Για την εξαγωγή μέσων όρων, κλπ. χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Office 2016.

Για την εφαρμογή στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Statistica 9 software package (StatSoft Inc.). Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία σύμφωνα με το σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για όλα τα δεδομένα και οι διαφορές των μέσων όρων συγκρίθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 95% χρησιμοποιώντας τη δοκιμή Duncan. Εφαρμόστηκε ανάλυση συσχέτισης και γραμμικής συσχέτισης για τη διαπίστωση των σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων του μπιζελιού.

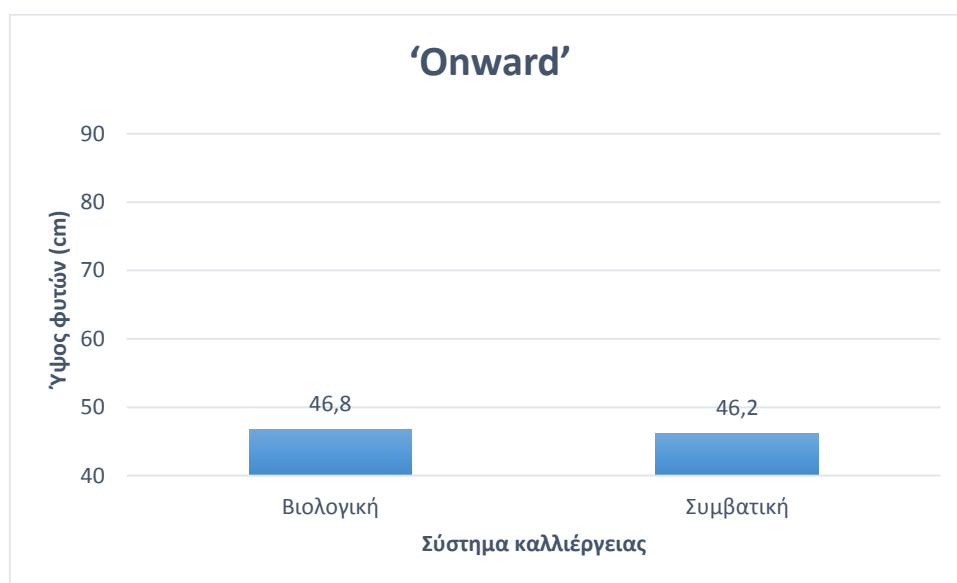
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Αποτελέσματα προσδιορισμού χαρακτηριστικών των φυτών

Τα χαρακτηριστικά του φυτού προσδιορίστηκαν σε δύο περιόδους, κατά την 127η και την 154η ημέρα μετά τη σπορά.

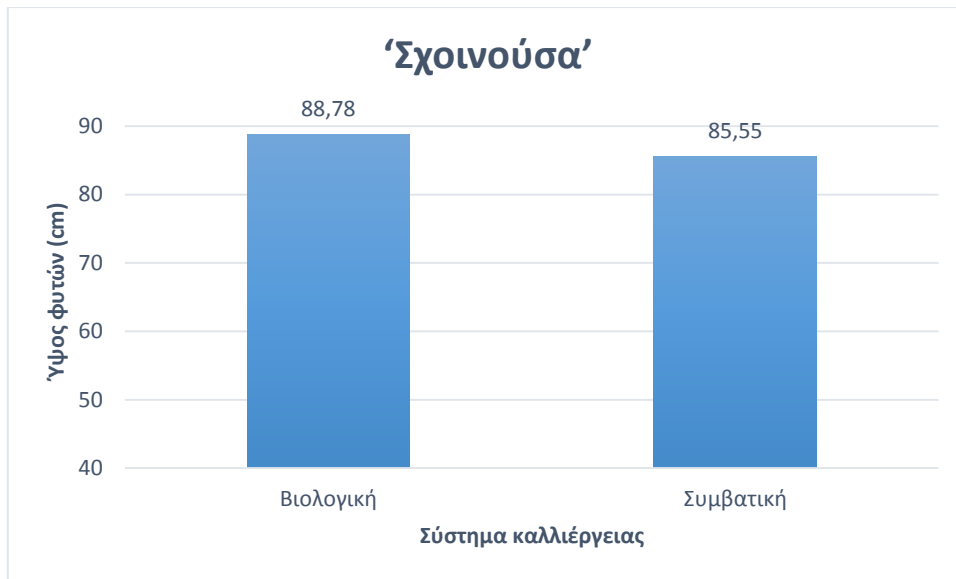
6.1.1. Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών προσδιορίστηκε στις 127 και στις 154 ημέρες μετά τη σπορά. Στα Διαγράμματα 5 (Α έως Δ) φαίνονται τα μέσα ύψη φυτών για τα δύο συστήματα καλλιέργειας και για τις τέσσερις ποικιλίες μπιζελιού την 154^η ημέρα από τη σπορά. Φαίνεται από τα διαγράμματα ότι οι ποικιλίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μέσο ύψος φυτών.

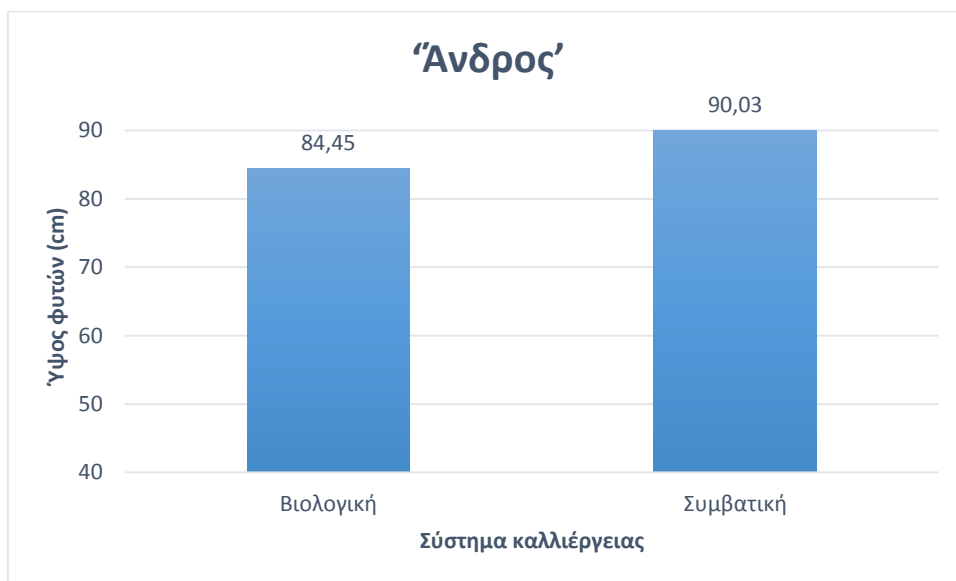


Διάγραμμα 5Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ύψος φυτών μπιζελιού για την ποικιλία Onward

Η ποικιλία Onward παρουσίασε το μικρότερο ύψος φυτών, που ήταν μικρότερο από 50 cm, ενώ οι τρεις τοπικές ποικιλίες είχαν παρόμοιο ύψος φυτών που κυμάνθηκε στα 80-90 cm.



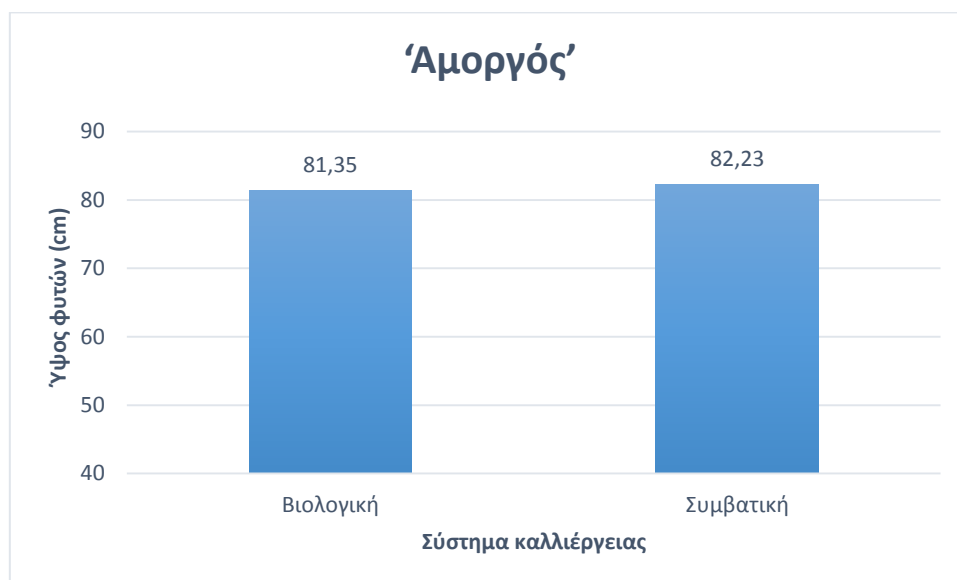
Διάγραμμα 5B. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ύψος φυτών μπιζελιού για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 5Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ύψος φυτών μπιζελιού για την ποικιλία Άνδρος

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4, οι ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ($p < 0,001$) μεταξύ τους ως προς το ύψος των φυτών και η ποικιλία Onward είχε σημαντικά μικρότερο ύψος φυτών σε σύγκριση με τις άλλες τρεις ποικιλίες.

Αναφορικά με το σύστημα καλλιέργειας δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στο ύψος των φυτών (Πίνακας 4).



Διάγραμμα 5Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ύψος φυτών μπιζελιού για την ποικιλία Άμοργός

6.1.2. Αριθμός σύνθετων φύλλων

Ο αριθμός των σύνθετων φύλλων επί του κεντρικού στελέχους προσδιορίστηκε κατά την 127η και 154η ημέρα μετά τη σπορά. Στα Διαγράμματα 6 (Α έως Δ) φαίνονται οι μέσοι αριθμοί σύνθετων φύλλων για τα δύο συστήματα καλλιέργειας και για τις τέσσερις ποικιλίες μπιζελιού την 154^η ημέρα από τη σπορά. Ο αριθμός σύνθετων φύλλων κυμάνθηκε από 3-15 και δεν επηρεάστηκε σημαντικά από το σύστημα καλλιέργειας, καθώς στις ποικιλίες Onward και Σχοινούσα ήταν μικρότερος στα φυτά βιολογικής καλλιέργειας, ενώ στις ποικιλίες Άνδρος και Άμοργός ήταν μικρότερος στα φυτά συμβατικής καλλιέργειας. Η ποικιλία Onward είχε το μικρότερο μέσο αριθμό σύνθετων φύλλων (6,75 και 7,58 για τα φυτά βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας, αντίστοιχα), αφού άλλωστε είχε και σημαντικά

μικρότερο ύψος φυτών. Οι ποικιλίες Σχοινούσα και Αμοργός παρουσίασαν τους υψηλότερους μέσους αριθμούς φύλλων (9,17 και 9,50, αντίστοιχα).



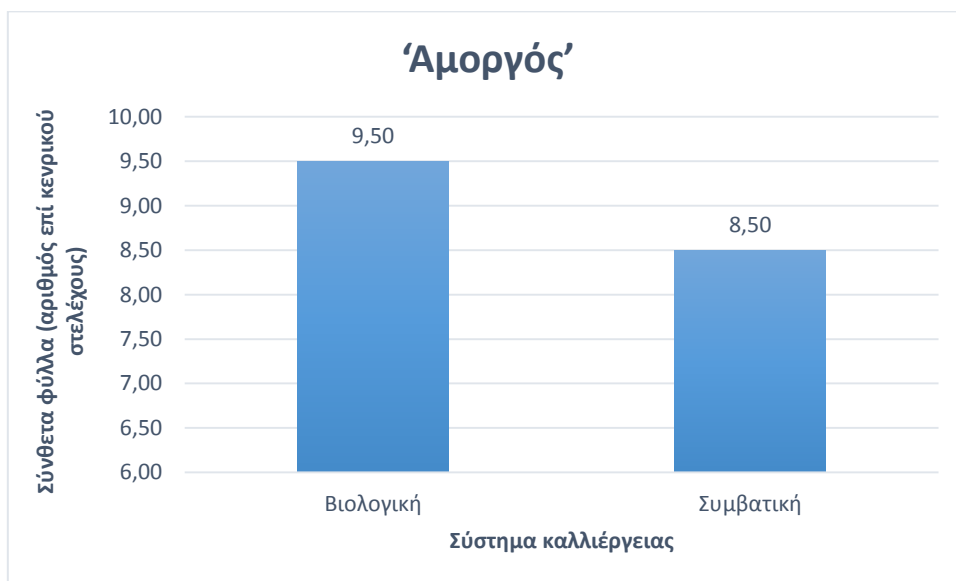
Διάγραμμα 6Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σύνθετων φύλλων επί του κεντρικού στελέχους για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 6Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σύνθετων φύλλων επί του κεντρικού στελέχους για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 6Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σύνθετων φύλλων επί του κεντρικού στελέχους για την ποικιλία Άνδρος



Διάγραμμα 6Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σύνθετων φύλλων επί του κεντρικού στελέχους για την ποικιλία Άμοργός

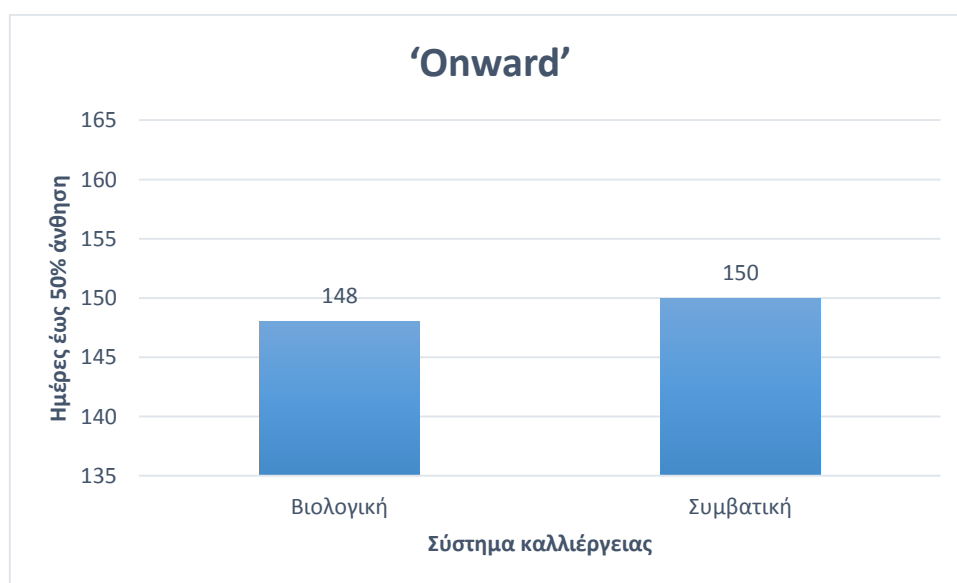
6.2 Αποτελέσματα προσδιορισμού φαινοτυπικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας

6.2.1 Ημέρες έως την άνθηση 50% των ανθέων

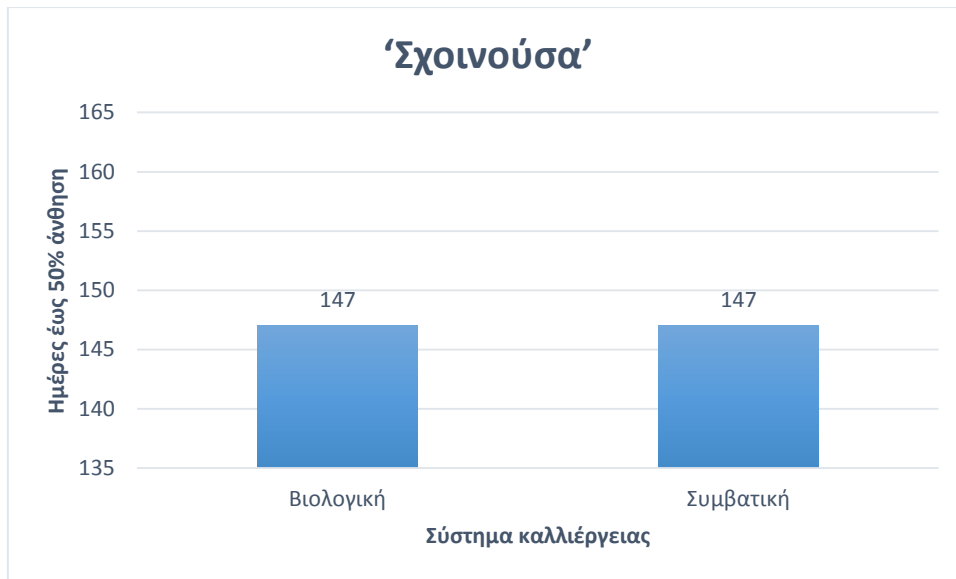
Οι ημέρες έως την άνθηση του 50% των ανθέων κυμάνθηκαν από 147-161, κατά μέσο όρο για τις 4 ποικιλίες και τα δύο συστήματα καλλιέργειας που εφαρμόστηκαν. Το σύστημα καλλιέργειας δεν είχε σημαντική επίδραση πάνω στις ημέρες μέχρι την άνθηση του 50% των ανθέων.

Οι ποικιλίες, όμως, διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ($p < 0,001$), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4. Ειδικότερα, η ποικιλία Άνδρος απαιτούσε τις περισσότερες ημέρες μέχρι την άνθηση των μισών ανθέων (160 περίπου, κατά μέσο όρο) και διέφερε στατιστικώς σημαντικά ($p < 0,05$) από τις υπόλοιπες τρεις ποικιλίες ως προς αυτό το χαρακτηριστικό.

Από τις τρεις υπόλοιπες ποικιλίες, η ποικιλία Σχοινούσα απαιτήσε το μικρότερο αριθμό ημερών (147 κατά μέσο όρο) και ακολούθησαν οι ποικιλίες Onward και Αμοργός με 148 και 150 ημέρες, αντίστοιχα.



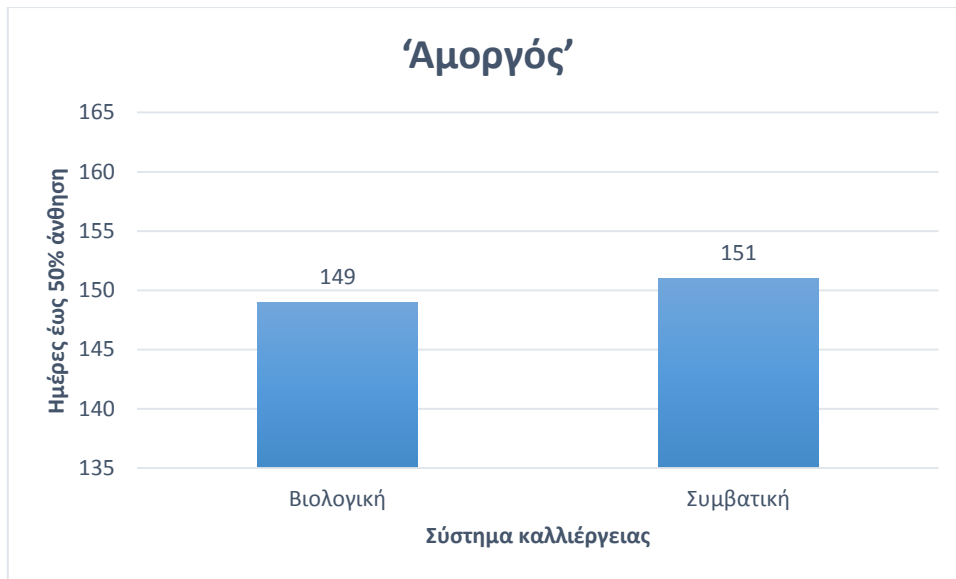
Διάγραμμα 7Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την άνθηση του 50% των ανθέων για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 7B. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την άνθηση του 50% των ανθέων για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 7Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την άνθηση του 50% των ανθέων για την ποικιλία Άνδρος



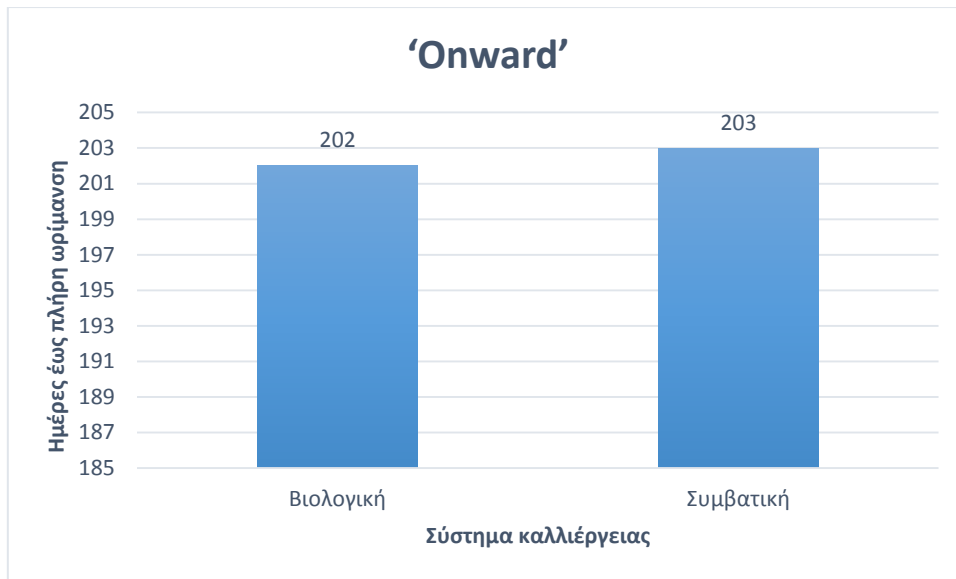
Διάγραμμα 7Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την άνθηση του 50% των ανθέων για την ποικιλία Αμοργός

6.2.2 Ημέρες έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων

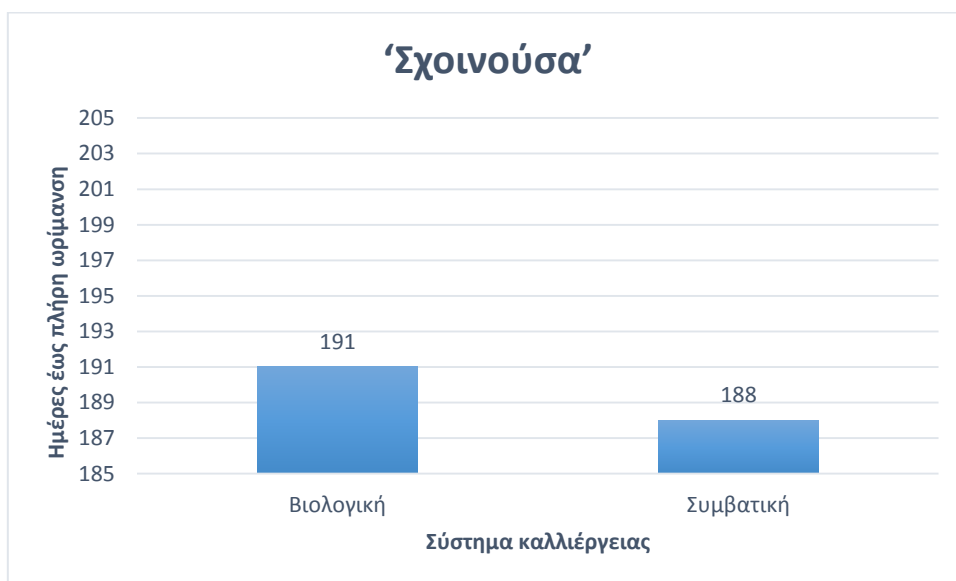
Οι ημέρες έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων κυμάνθηκαν από 188-203, κατά μέσο όρο για τις 4 ποικιλίες και τα δύο συστήματα καλλιέργειας που εφαρμόστηκαν. Το σύστημα καλλιέργειας δεν είχε σημαντική επίδραση στο διάστημα για την πλήρη ωρίμανση των σπόρων.

Οι ποικιλίες, όμως, διέφεραν σημαντικά μεταξύ ($p < 0,001$), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4. Ειδικότερα, η ποικιλία Onward απαίτησε τις περισσότερες ημέρες μέχρι την πλήρη ωρίμανση των σπόρων (203, ανεξάρτητα από το σύστημα καλλιέργειας) και διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες 3 ποικιλίες ως προς αυτό το χαρακτηριστικό.

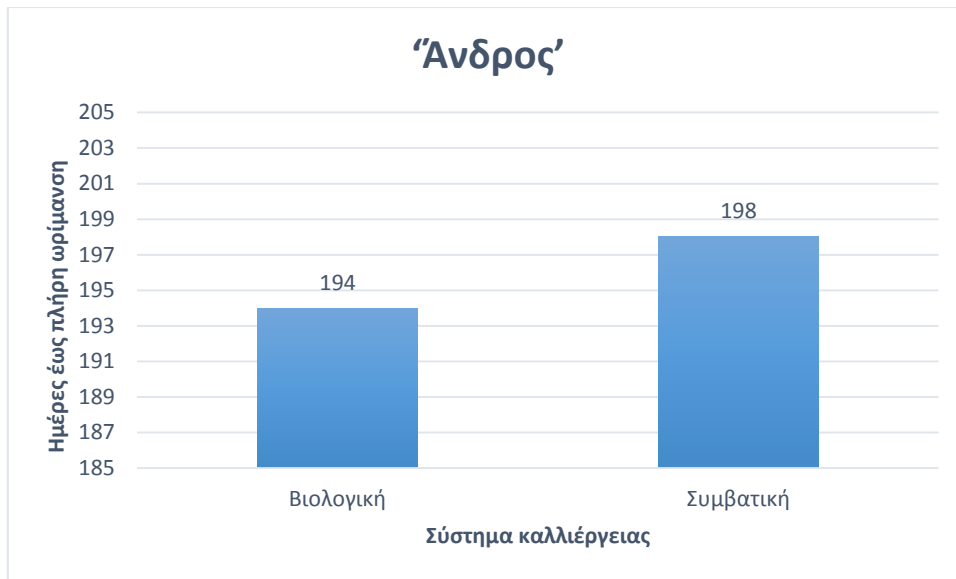
Από τις τρεις υπόλοιπες ποικιλίες, η ποικιλία Σχοινούσα απαίτησε το μικρότερο αριθμό ημερών (188 και 191, για τη συμβατική και τη βιολογική καλλιέργεια αντίστοιχα) και ακολούθησε η ποικιλία Αμοργός με κοντινές τιμές, ενώ η ποικιλία Άνδρος απαίτησε 194-198 ημέρες, ανάλογα με το σύστημα καλλιέργειας. Ο συνδυασμός συστήματος καλλιέργειας x ποικιλία είχε στατιστικώς σημαντική επίδραση ($p < 0,05$) πάνω στο συγκεκριμένο φαινοτυπικό χαρακτηριστικό (Πίνακας 4).



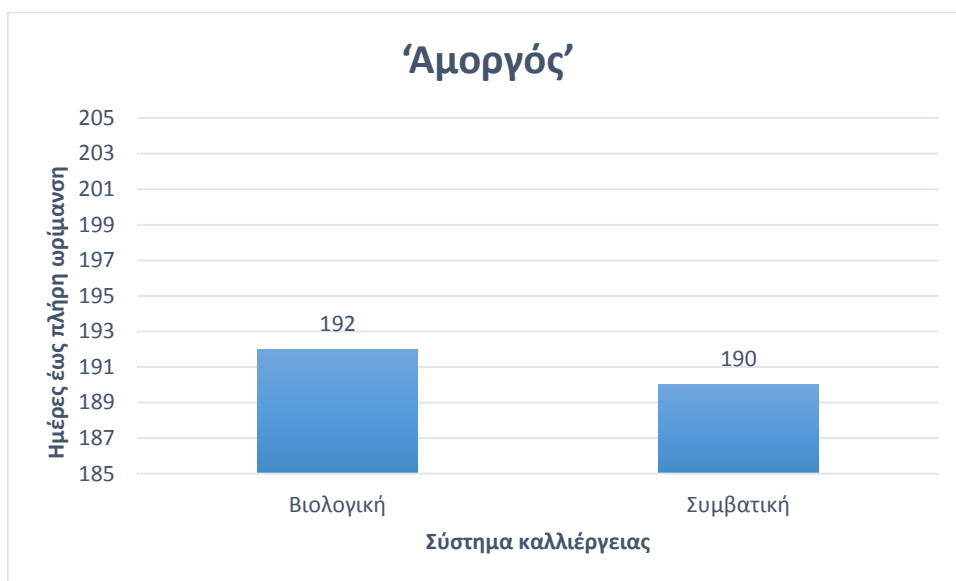
Διάγραμμα 8Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 8Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 8Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων για την ποικιλία Άνδρος



Διάγραμμα 8Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό ημερών έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων για την ποικιλία Άμοργός

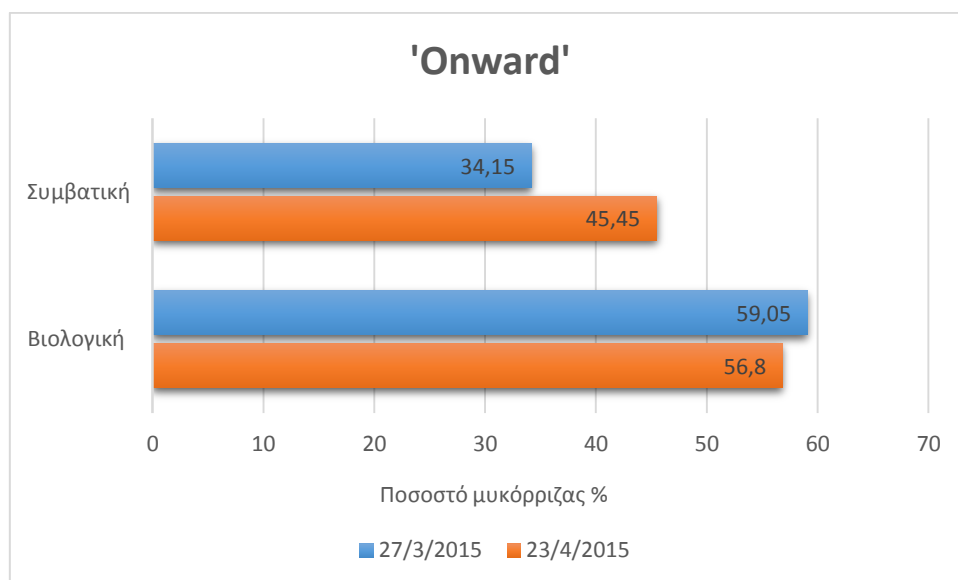
Πίνακας 4. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας (βιολογική έναντι συμβατικής) και των ποικιλιών μπιζελιού (‘Onward’, ‘Σχοινούσα’, ‘Άνδρος’ και ‘Άμοργός’) στο ύψος των φυτών (cm), στον αριθμό ημερών για άνθηση του 50% των ανθέων και στον αριθμό ημερών έως την πλήρη ωρίμανση των καρπών της καλλιέργειας μπιζελιού

Σύστημα καλλιέργειας	Ποικιλία μπιζελιού	Ημέρες έως 50% άνθηση	Ημέρες έως πλήρη ωρίμανση	Ύψος φυτών (cm)
Βιολογική	‘Onward’	148 ¹	202 ^a	46,80
	‘Σχοινούσα’	147	191 ^{cd}	88,78
	‘Άνδρος’	160	194 ^c	84,45
	‘Άμοργός’	149	192 ^{cd}	81,35
Συμβατική	‘Onward’	150	203 ^a	46,20
	‘Σχοινούσα’	147	188 ^d	85,55
	‘Άνδρος’	161	198 ^b	90,03
	‘Άμοργός’	151	190 ^{cd}	82,23
Κύριες επιδράσεις				
	Βιολογική	151	195	75,34
	Συμβατική	152	195	76,00
	‘Onward’	149 ^{bc}	203	46,50 ^b
	‘Σχοινούσα’	147 ^c	190	87,16 ^a
	‘Άνδρος’	160 ^a	196	87,24 ^a
	‘Άμοργός’	150 ^b	191	81,79 ^a
Στατιστική σημαντικότητα				
	Σύστημα καλλιέργειας	ns	ns	ns
	Ποικιλία	***	***	***
	Σύστημα καλλιέργειας x Ποικιλία	ns	*	ns

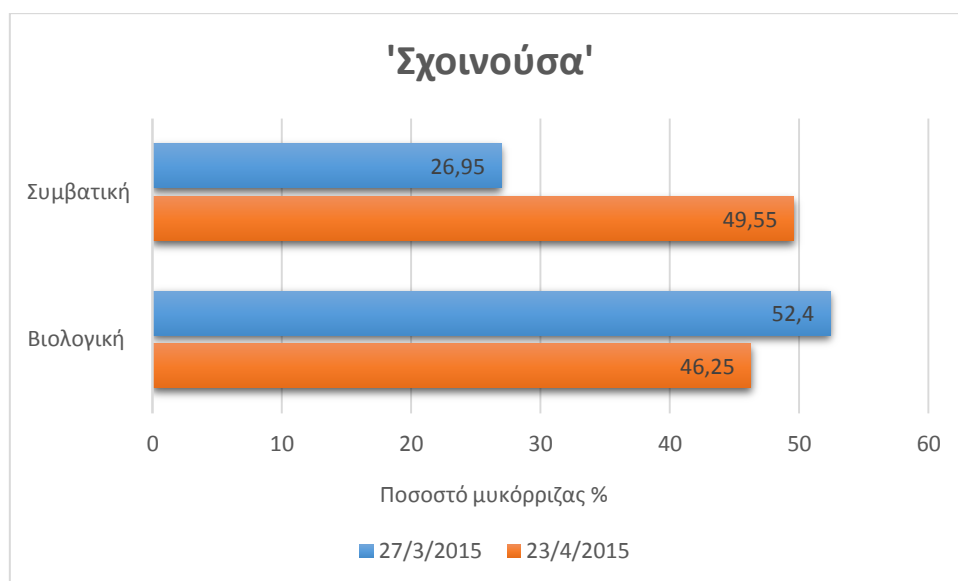
¹Μέσοι όροι (n = 4) ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα μέσα στην ίδια στήλη αποτελούν ένδειξη σημαντικών διαφορών (για τα κριτήρια που αναφέρονται) σύμφωνα με τη δοκιμή Duncan (P < 0,05). *, *** στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο P<0,05 και P<0,001, αντίστοιχα. Ns = μη σημαντική διαφορά.

6.3 Αποτελέσματα προσδιορισμού ποσοστού αποικισμού με μυκόρριζα

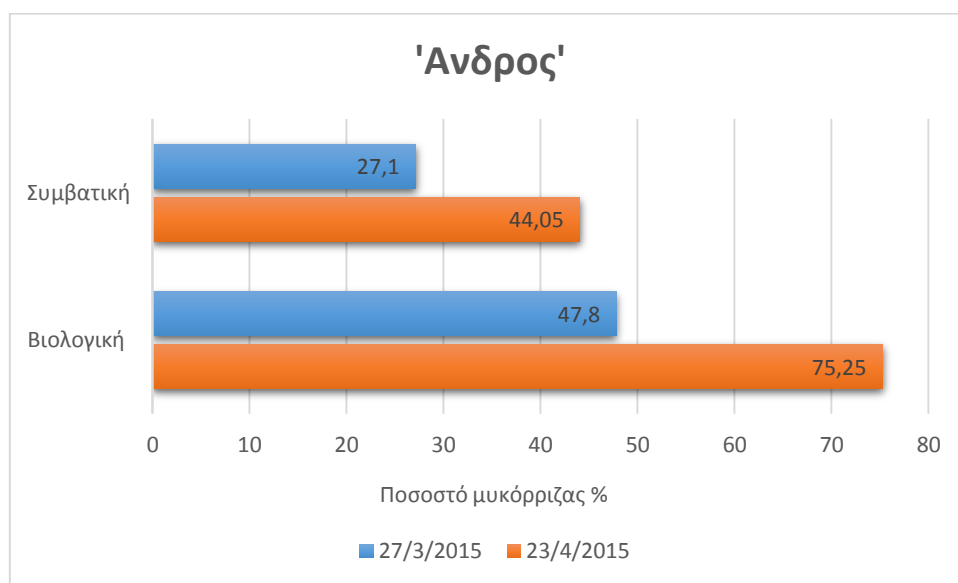
Από τον προσδιορισμό του ποσοστού αποικισμού του εδάφους με μυκόρριζα την 127^η και την 154^η ημέρα μετά τη σπορά, προέκυψαν τα εξής γραφήματα για τις τέσσερις ποικιλίες:



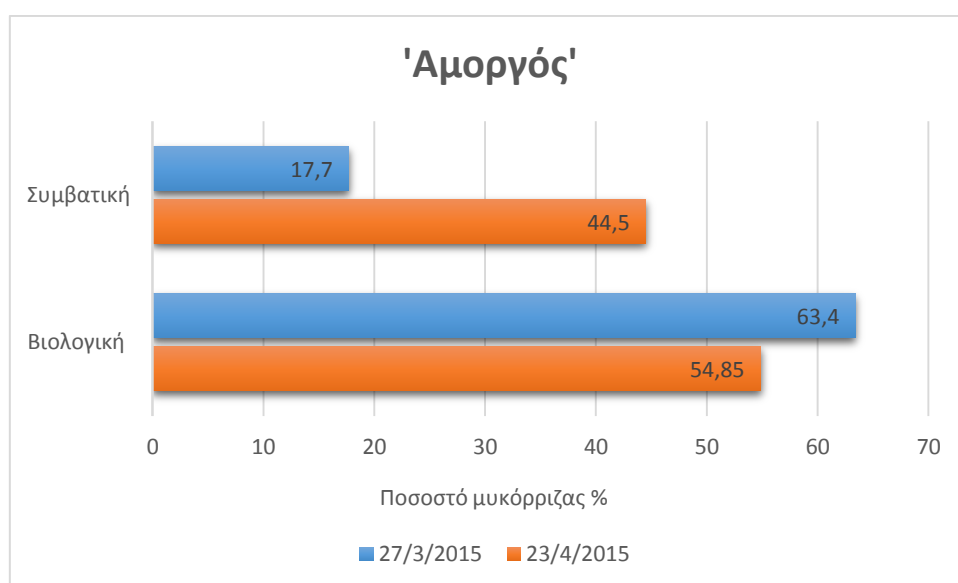
Διάγραμμα 9Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ποσοστό μυκόρριζας για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 9Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ποσοστό μυκόρριζας για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 9Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ποσοστό μυκόρριζας για την ποικιλία Άνδρος



Διάγραμμα 9Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ποσοστό μυκόρριζας για την ποικιλία Άμοργός

Η ποικιλία Άνδρος παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού του εδάφους με μυκόρριζα την 154^η ημέρα (63,4%), στα υποτεμάχια που

καλλιεργήθηκαν βιολογικά, ενώ η ποικιλία Σχοινούσα τη μικρότερη (46,5%). Στα υποτεμάχια που καλλιεργήθηκαν συμβατικά κατά τη δειγματοληψία της 127^{ης} ημέρας από τη σπορά, όλες οι ποικιλίες παρουσίαζαν χαμηλό ποσοστό παρουσίας μυκόρριζας ανά μονάδα εδάφους, ωστόσο σε όλες οι ποικιλίες το ποσοστό αυτό ξεπέρασε το 40% την 154η ημέρα ενώ τη μέγιστη τιμή παρουσίασε η ποικιλία Σχοινούσα (49,55%).

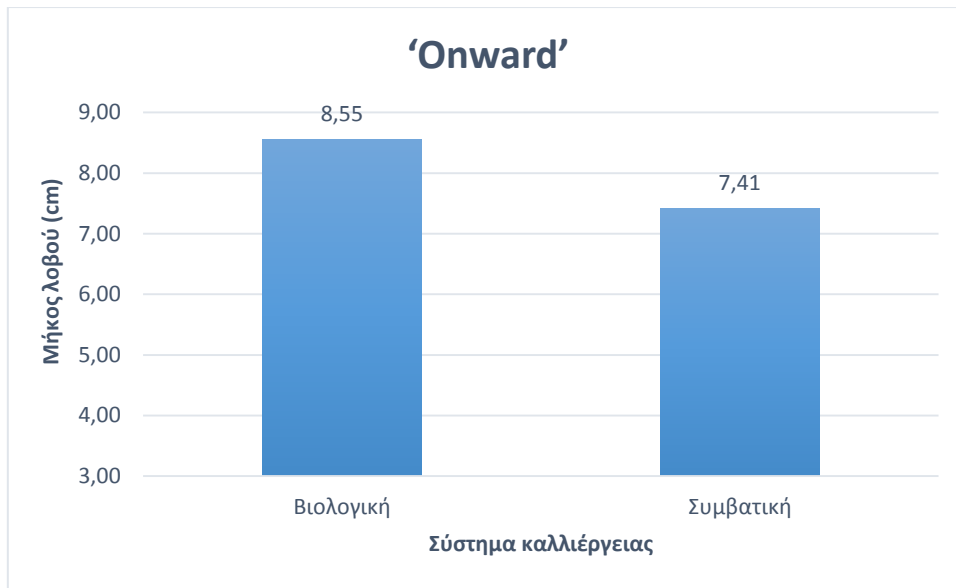
6.4 Αποτελέσματα προσδιορισμού χαρακτηριστικών των λοβών

Τα χαρακτηριστικά των λοβών προσδιορίστηκαν την 169^η ημέρα μετά τη σπορά. Επειδή οι ποικιλίες διέφεραν σημαντικά ως προς τις ημέρες για την άνθηση των μισών ανθέων είναι αναμενόμενο να διαφέρουν και ως προς τα χαρακτηριστικά των λοβών.

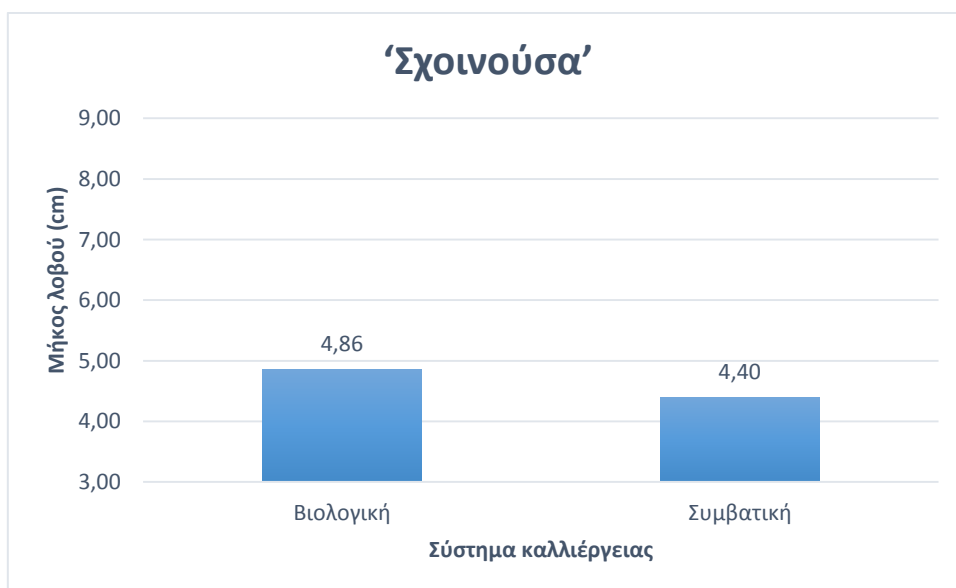
6.4.1 Μήκος λοβών

Το μήκος του λοβού παρουσίασε μεγάλη παραλλακτικότητα τόσο μεταξύ των ποικιλιών (κυμάνθηκε από 2-11,2 cm), όσο και μέσα στα φυτά της ίδιας ποικιλίας. Η ποικιλία Onward παρουσίασε το μεγαλύτερο εύρος ανάμεσα στους λοβούς που μετρήθηκαν (6-11,2 cm).

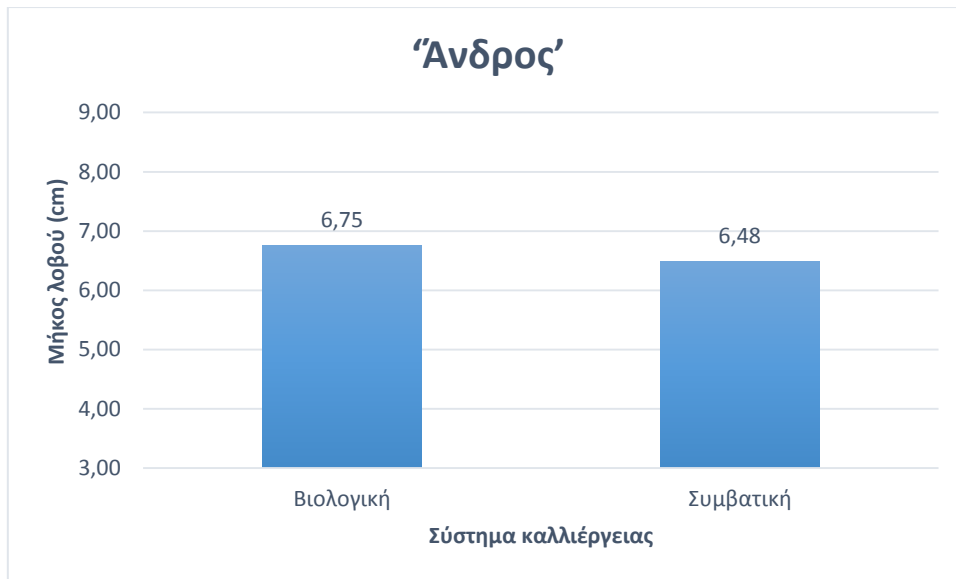
Η ποικιλία Onward παρουσίασε το μεγαλύτερο μήκος λοβών κατά μέσο όρο (διάγραμμα 10Α), με αμέσως επόμενη την ποικιλία Άνδρος. Οι ποικιλίες Σχοινούσα (διάγραμμα 10Β) και Αμοργός (διάγραμμα 10Δ) είχαν τους μικρότερους σε μήκος λοβούς.



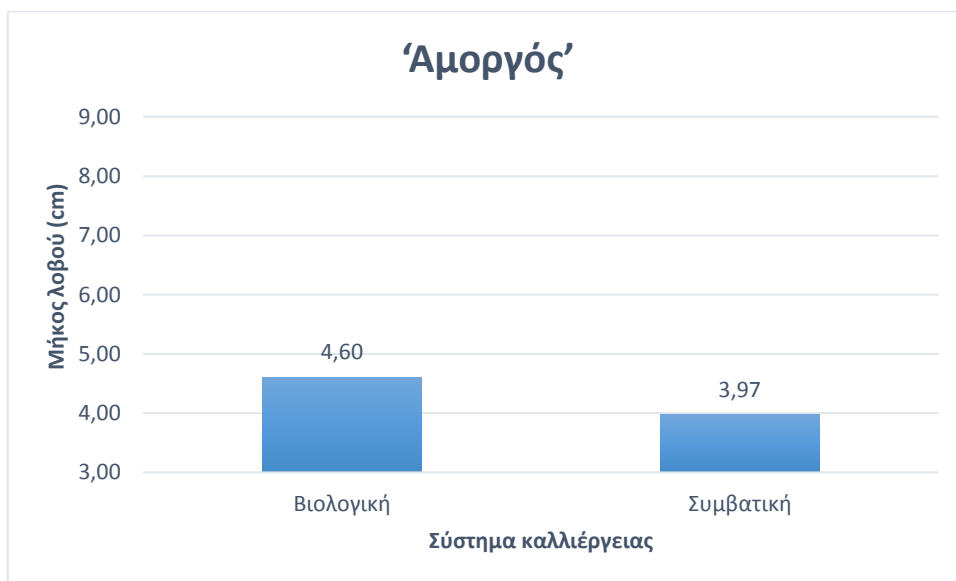
Διάγραμμα 10Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο μήκος των λοβών για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 10Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο μήκος των λοβών για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 10Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο μήκος των λοβών για την ποικιλία Άνδρος

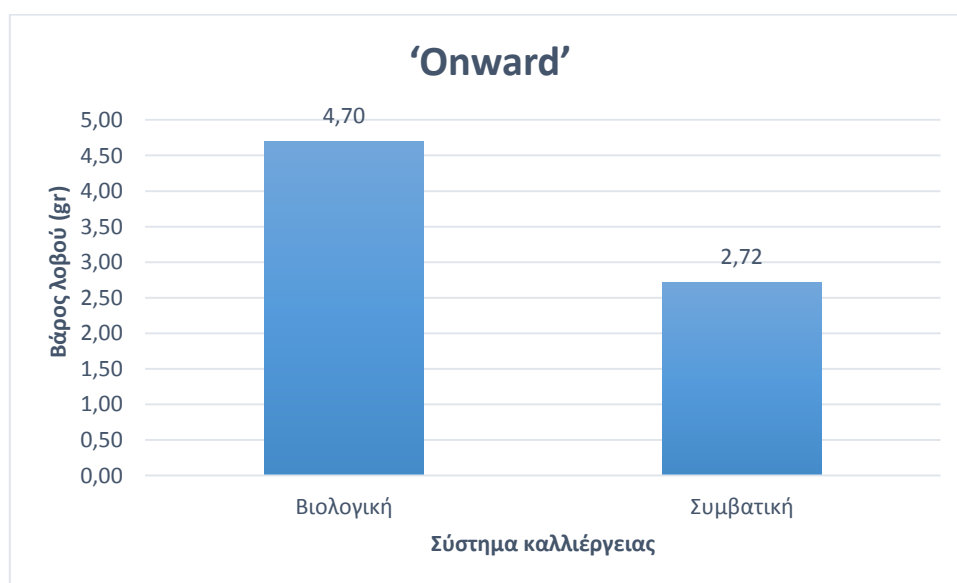


Διάγραμμα 10Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο μήκος των λοβών για την ποικιλία Άμοργός

Όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα 10 (Α-Δ), το σύστημα καλλιέργειας δεν επηρέασε το μήκος των λοβών.

6.4.2 Βάρος λοβών

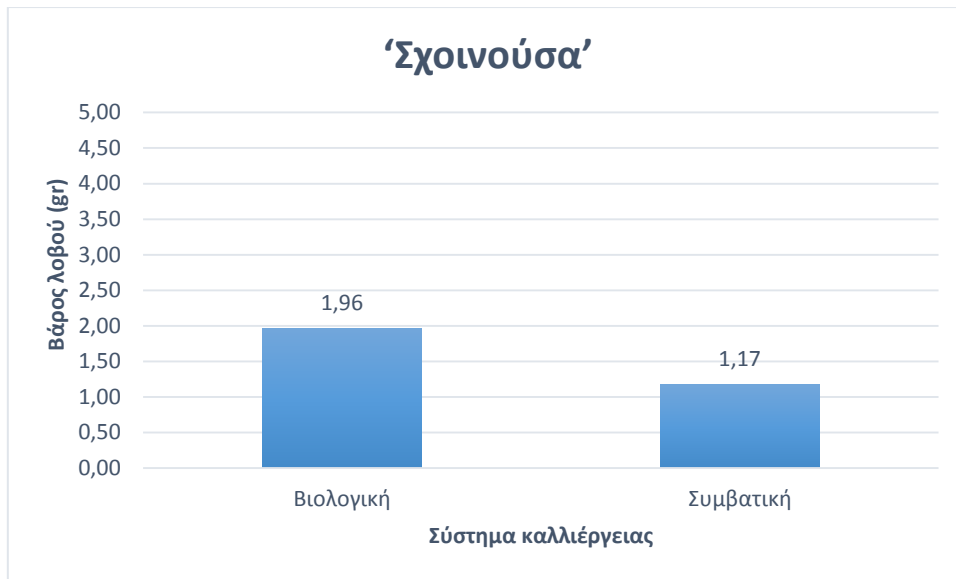
Οι λοβοί αποκτούν το μέγιστο βάρος τους 20 ημέρες μετά την άνθηση (Θανασόπουλος, 2008). Εξαιτίας της διαφοράς των ποικιλιών ως προς την ημερομηνία άνθησης, κάποιες από αυτές πιθανόν να μην είχαν ολοκληρώσει την ανάπτυξη των λοβών κατά την ημέρα της δειγματοληψίας.



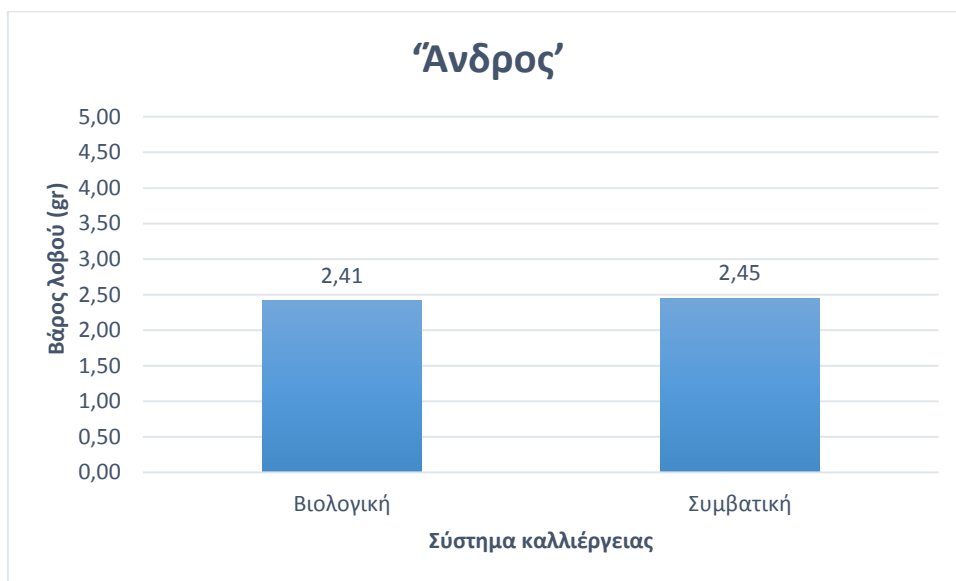
Διάγραμμα 11Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των λοβών για την ποικιλία Onward

Η ποικιλία Onward παρουσίασε το μεγαλύτερο βάρος λοβών, ιδιαίτερα στα υποτεμάχια που καλλιεργήθηκαν βιολογικά (4,70 g έναντι 2,72 g υπό συμβατική καλλιέργεια). Ωστόσο, διαπιστώθηκε και μεγάλο εύρος τιμών μεταξύ των λοβών της ίδιας ποικιλίας που κυμάνθηκε από 1,20-11,67 g (τυπική απόκλιση 2,60).

Ακολούθησε σε βάρος λοβών η ποικιλία Άνδρος, που παρουσίασε μέσο βάρος λοβών ανεξάρτητο από το σύστημα καλλιέργειας.

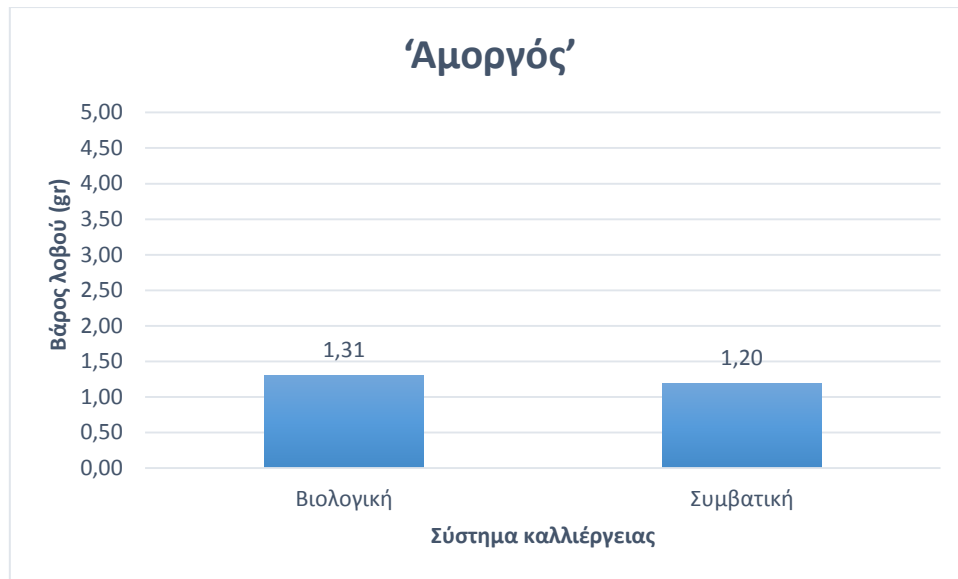


Διάγραμμα 11B. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των λοβών για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 11Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των λοβών για την ποικιλία Άνδρος

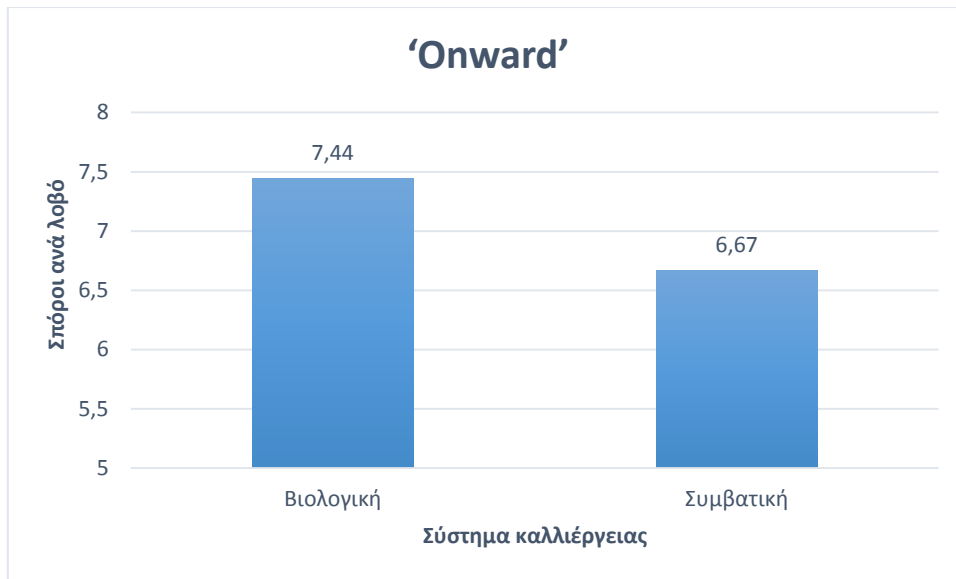
Οι ποικιλίες Αμοργός και Σχοινούσα παρουσίασαν το μικρότερο βάρος λοβών (Διαγράμματα 11Δ και 11B, αντίστοιχα).



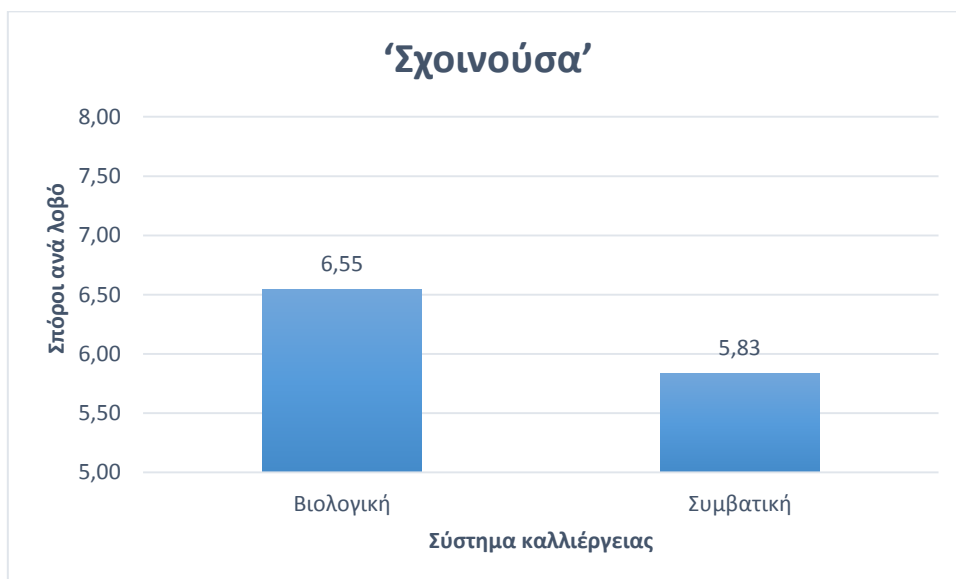
Διάγραμμα 11Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των λοβών για την ποικιλία Άμοργός

6.4.3 Αριθμός σπόρων ανά λοβό

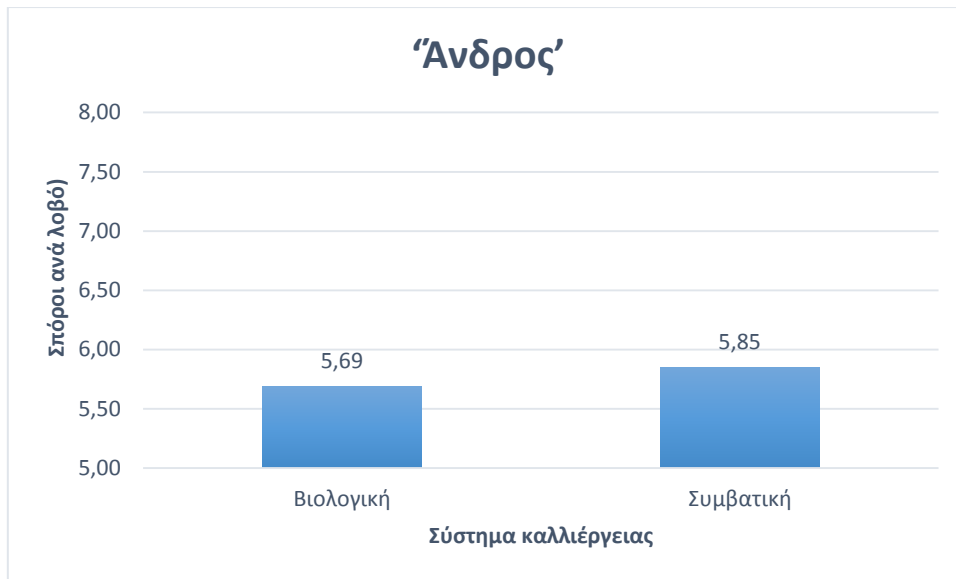
Η ποικιλία Onward παρουσίασε το μέγιστο αριθμό σπόρων ανά λοβό (7,44g), υπό καθεστώς βιολογικής καλλιέργειας, ενώ η ποικιλία Άμοργός το μικρότερο (5,42 g) υπό καθεστώς συμβατικής καλλιέργειας. Με εξαίρεση την ποικιλία Άνδρος, οι υπόλοιπες ποικιλίες είχαν μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά λοβό όταν καλλιεργήθηκαν βιολογικά (Διαγράμματα 12 Α-Δ).



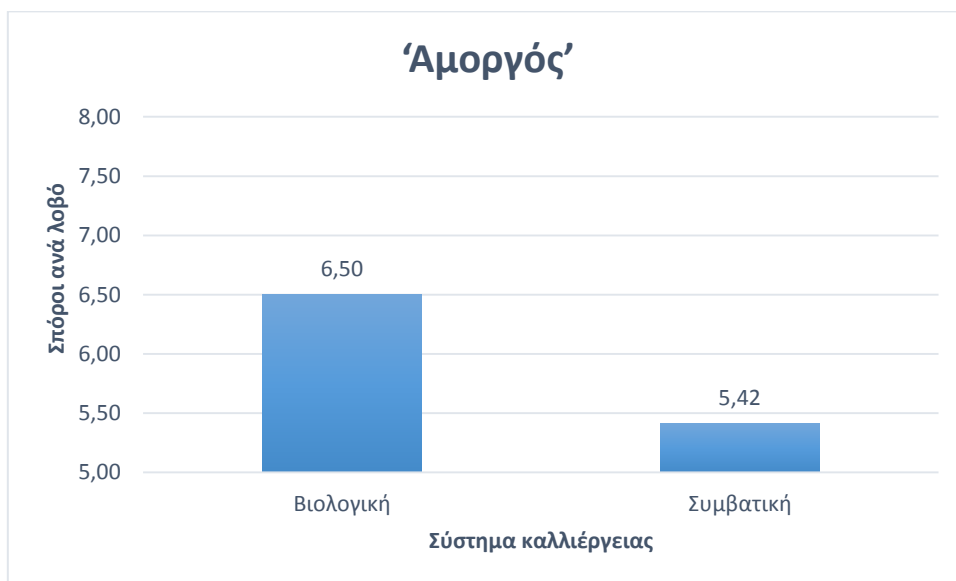
Διάγραμμα 12Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά λοβό για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 12Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά λοβό για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 12Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά λοβό για την ποικιλία Άνδρος

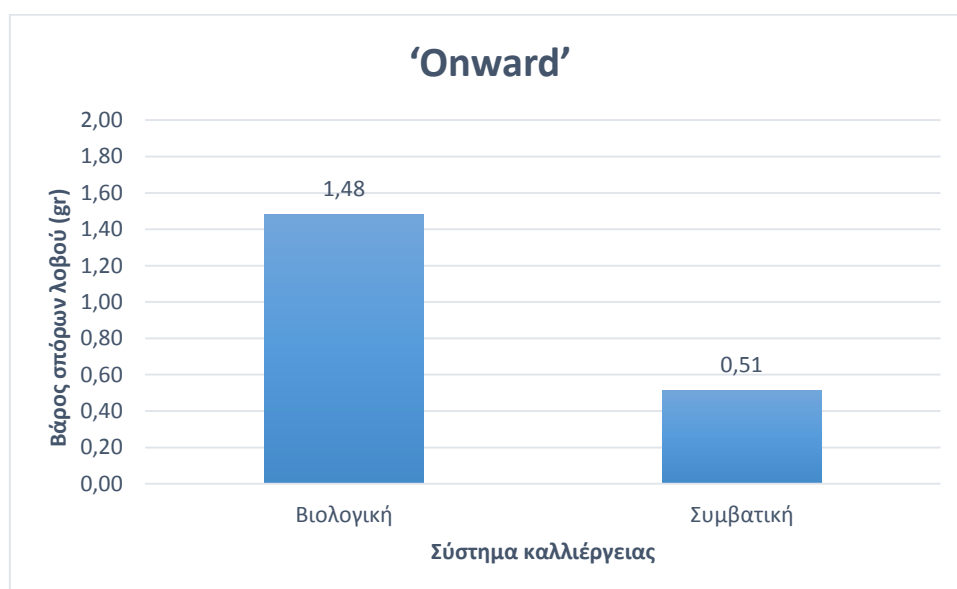


Διάγραμμα 12Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά λοβό για την ποικιλία Άμοργός

6.4.4 Βάρος σπόρων λοβού

Η ποικιλία Onward παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο βάρος σπόρων ανά λοβό (1,48 g) υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας σε σύγκριση με τις τρεις τοπικές ποικιλίες. Επίσης, παρουσίασε το ελάχιστο μέσο βάρος σπόρων ανά λοβό (0,51 g) υπό συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας (Διάγραμμα 13A), καθώς και τη μέγιστη διαφορά ανάμεσα στις δύο επεμβάσεις (βιολογική – συμβατική).

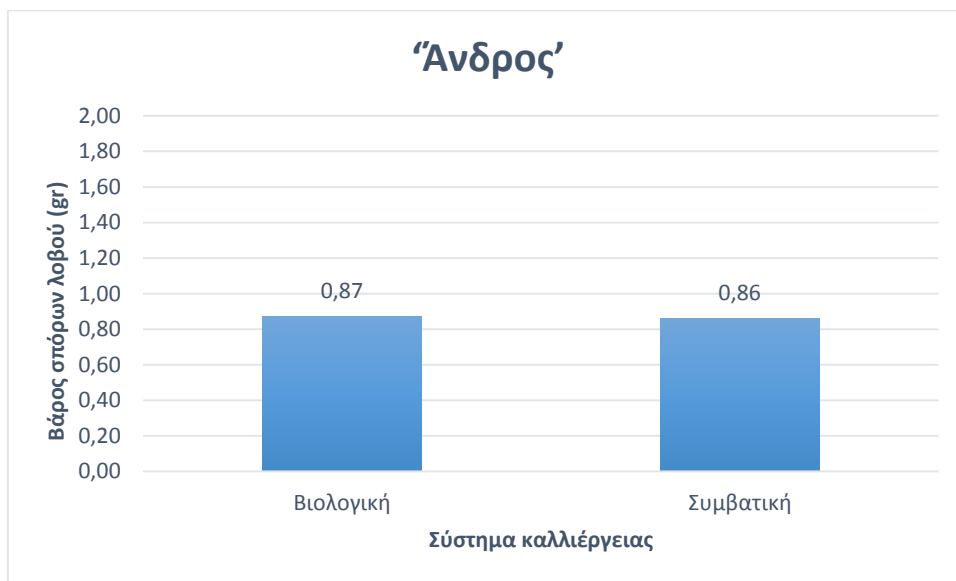
Με εξαίρεση την ποικιλία Άνδρος, που παρουσίασε παρόμοιες τιμές για τα δύο διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας, οι υπόλοιπες τρεις ποικιλίες είχαν μεγαλύτερο βάρος σπόρων ανά λοβό υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας (Διαγράμματα 13A, B, Δ).



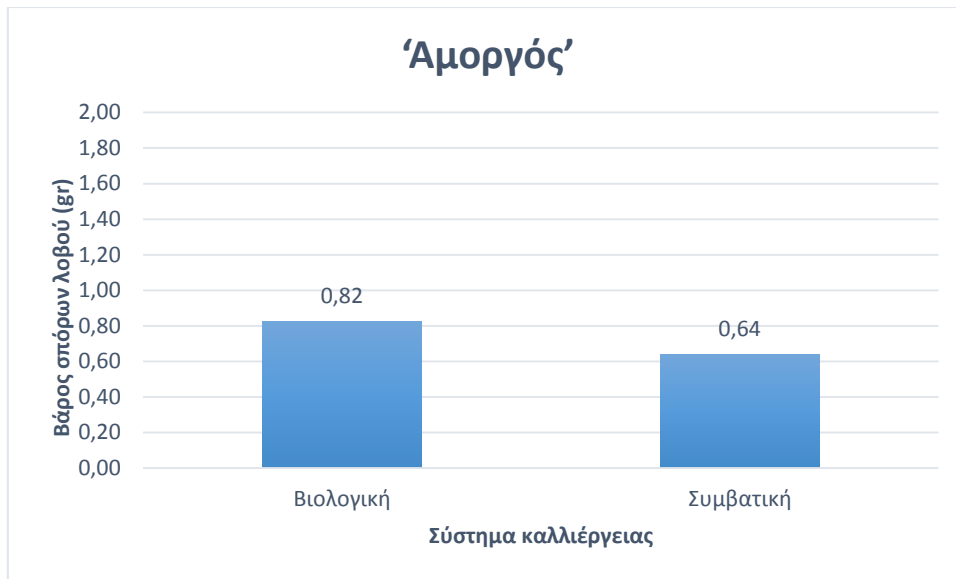
Διάγραμμα 13A. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των καρπών ανά λοβό για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 13B. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των καρπών ανά λοβό για την ποικιλία Σχοινούσα



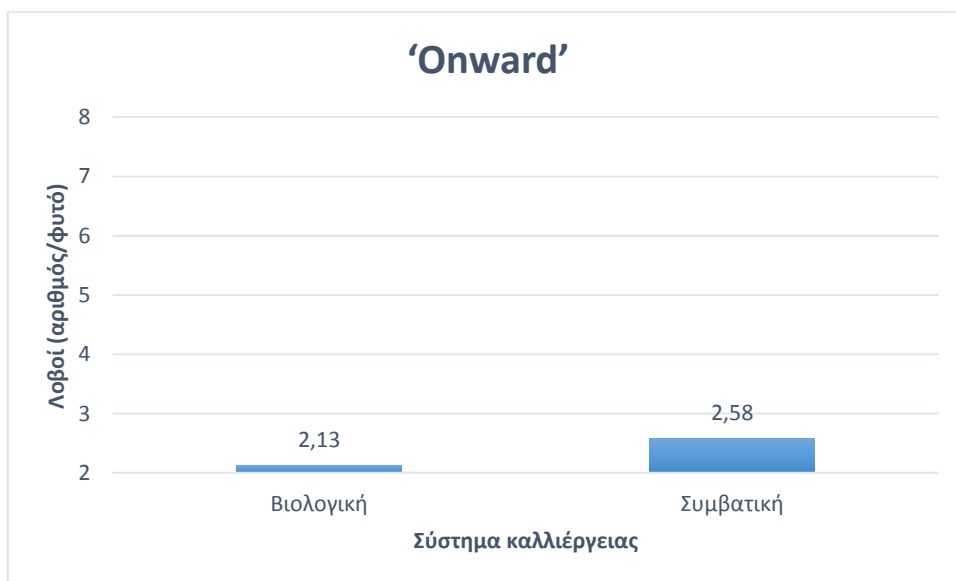
Διάγραμμα 13Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των καρπών ανά λοβό για την ποικιλία Άνδρος



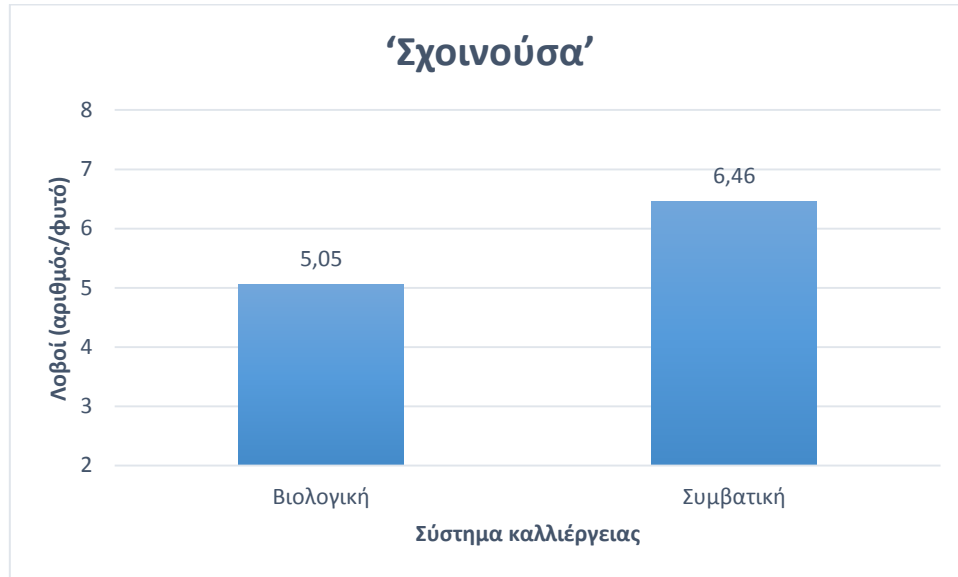
Διάγραμμα 13Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο βάρος των καρπών ανά λοβό για την ποικιλία Αμοργός

6.4.5 Αριθμός λοβών ανά φυτό

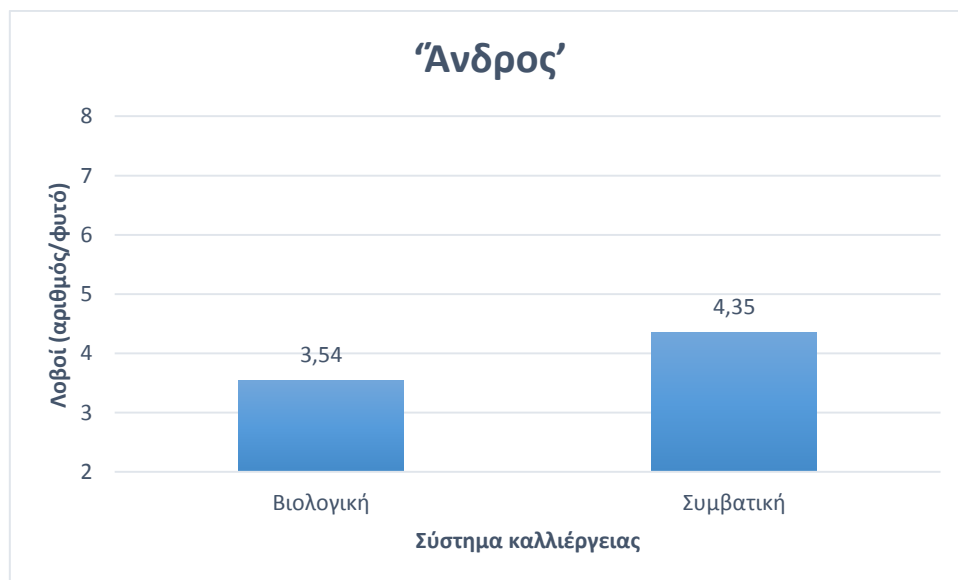
Η ποικιλία Onward είχε το μικρότερο αριθμό λοβών ανά φυτό, και για τα δύο συστήματα καλλιέργειας που εφαρμόστηκαν (2,13 και 2,58 για τη βιολογική και συμβατική καλλιέργεια, αντίστοιχα).



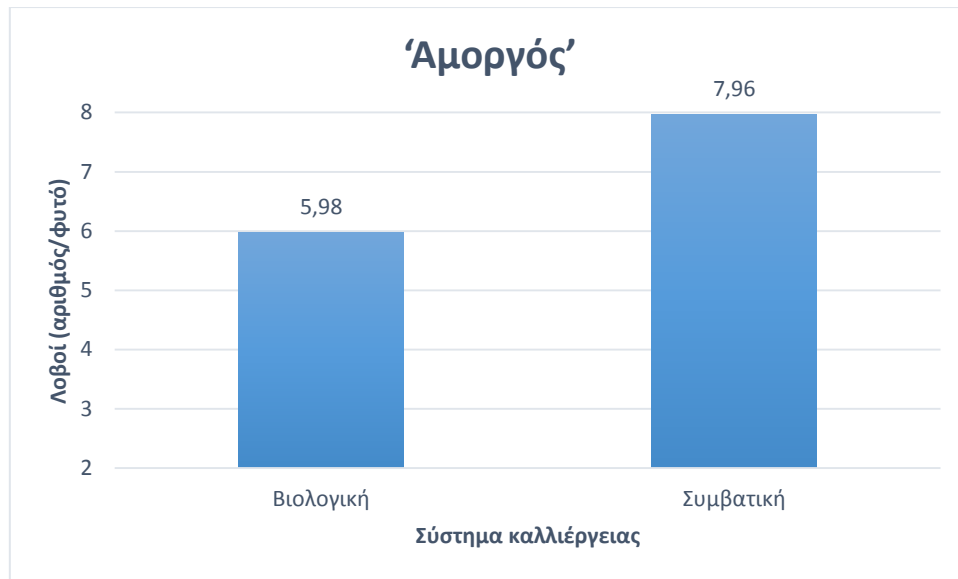
Διάγραμμα 14Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό λοβών ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 14Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό λοβών ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 14Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό λοβών ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Άνδρος

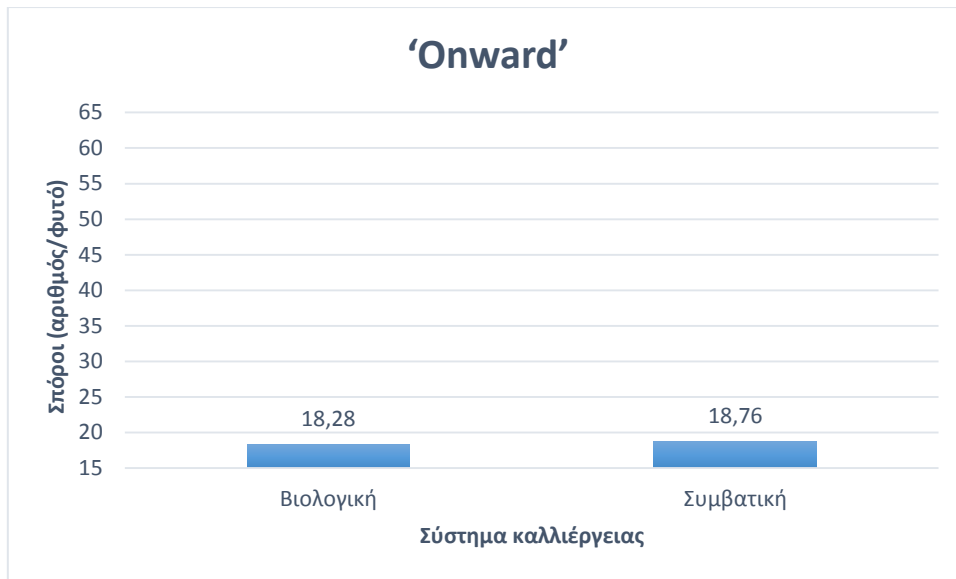


Διάγραμμα 14Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό λοβών ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Αμοργός

Η ποικιλία Αμοργός είχε το μεγαλύτερο αριθμό λοβών ανά φυτό (7,96), υπό συμβατική καλλιέργεια, και ακολουθούσε η ποικιλία Σχοινούσα, υπό συμβατική καλλιέργεια (διάγραμμα 14Δ). Ο παράγοντας ποικιλία είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην παράμετρο αριθμός λοβών ανά φυτό, όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 5. Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκαν μεγαλύτεροι μέσοι αριθμοί λοβών ανά φυτό στα υποτεμάχια που εφαρμόστηκε συμβατική καλλιέργεια, ωστόσο η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Επίσης, η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία και σύστημα καλλιέργειας δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά την παράμετρο αριθμός λοβών ανά φυτό.

6.4.6 Αριθμός σπόρων ανά φυτό μπιζελιού

Το σύστημα καλλιέργειας δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των σπόρων ανά φυτό, όπως προκύπτει από τα διαγράμματα 15 (Α-Δ) και τον Πίνακα 5.

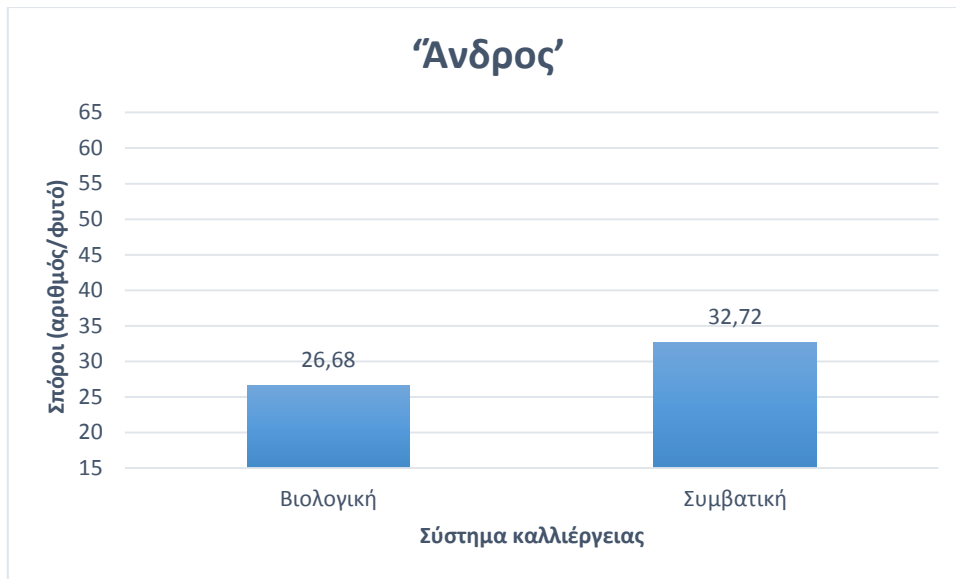


Διάγραμμα 15Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 15Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Σχοινούσα

Η ποικιλία Αμοργός παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά φυτό (63-64), ενώ η ποικιλία Onward το μικρότερο (27-32), ανάλογα με το σύστημα καλλιέργειας που εφαρμόστηκε.



Διάγραμμα 15Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Άνδρος



Διάγραμμα 15Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό σπόρων ανά φυτό μπιζελιού για την ποικιλία Άμοργός

Πίνακας 5. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας (βιολογική έναντι συμβατικής) και των ποικιλιών μπιζελιού (‘Onward’, ‘Σχοινούσα’, ‘Άνδρος’ και ‘Άμοργός’) στον αριθμό λοβών (αριθμός/φυτό), αριθμό σπόρων (αριθμός /φυτό) και απόδοση σε ξηρό σπόρο (t/ha) της καλλιέργειας μπιζελιού

Σύστημα καλλιέργειας	Ποικιλία μπιζελιού	Απόδοση σε ξηρό σπόρο (t/ha)	Λοβοί (αριθμός/φυτό)	Σπόροι (αριθμός/φυτό)
Βιολογική	‘Onward’	2,13 ¹	2,13	18,28
	‘Σχοινούσα’	2,18	5,05	49,06
	‘Άνδρος’	2,63	3,54	26,68
	‘Άμοργός’	2,53	5,98	62,97
Συμβατική	‘Onward’	2,35	2,58	18,76
	‘Σχοινούσα’	2,14	6,46	48,96
	‘Άνδρος’	3,61	4,35	32,72
	‘Άμοργός’	2,78	7,96	64,01
Κύριες επιδράσεις				
	Βιολογική	2,37	4,18	39,25
	Συμβατική	2,72	5,34	41,11
	‘Onward’	2,24 ^b	2,36 ^b	18,52 ^b
	‘Σχοινούσα’	2,16 ^b	5,7 ^{ab}	49,01 ^a
	‘Άνδρος’	3,12 ^a	3,95 ^{bc}	29,70 ^b
	‘Άμοργός’	2,66 ^{ab}	6,97 ^a	63,49 ^a
Στατιστική σημαντικότητα				
	Σύστημα καλλιέργειας	ns	ns	ns
	Ποικιλία	*	***	***
	Σύστημα καλλιέργειας x Ποικιλία	ns	ns	ns

¹Μέσοι όροι (n = 4) ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα μέσα στην ίδια στήλη αποτελούν ένδειξη σημαντικών διαφορών (για τα κριτήρια που αναφέρονται) σύμφωνα με τη δοκιμή Duncan (P < 0,05). *, *** στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο P<0,05 και P<0,001, αντίστοιχα. Ns = μη σημαντική διαφορά.

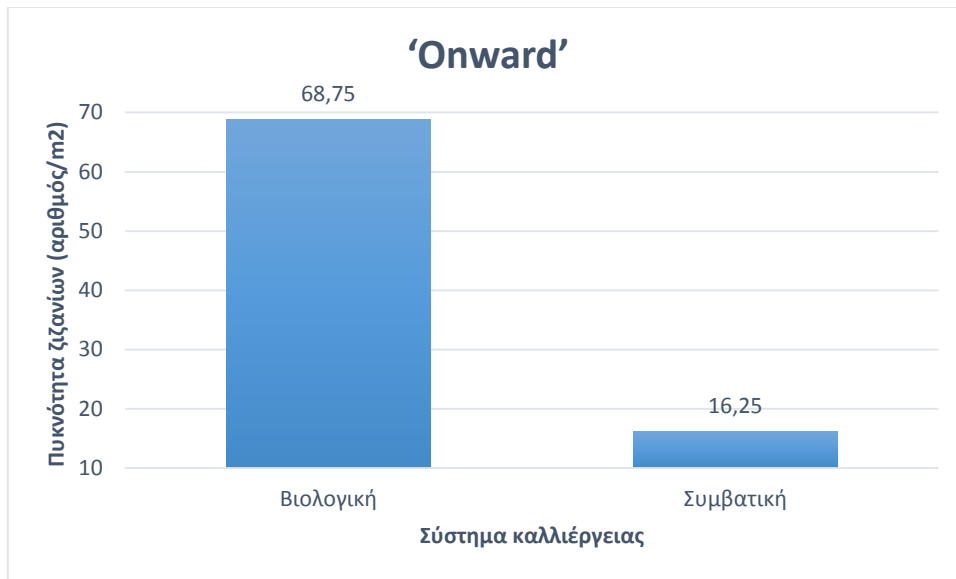
6.5 Πυκνότητα ζιζανίων

Τα κυριότερα ζιζάνια που εντοπίστηκαν ανήκαν στα είδη:

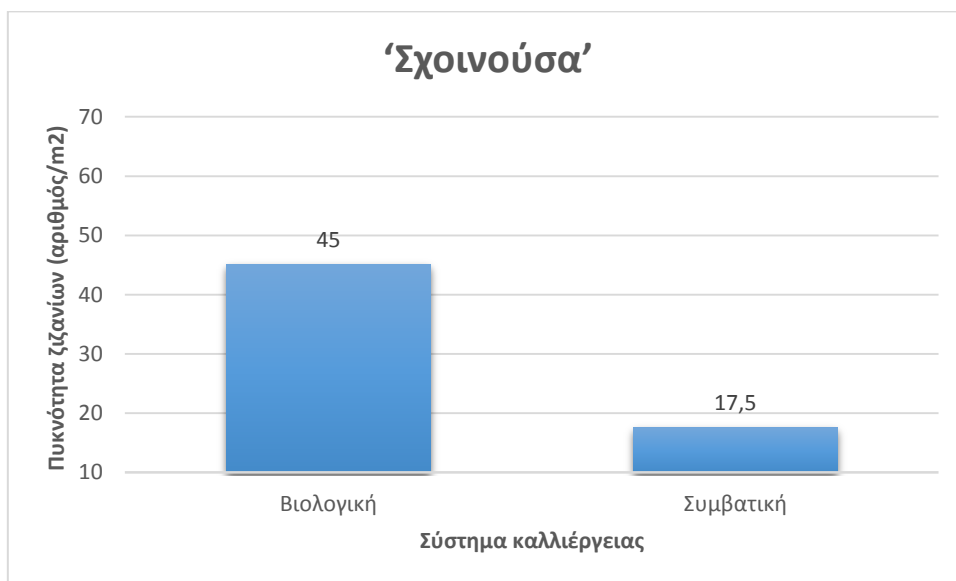
- ❖ αγριοσινάπι (*Sinapis arvensis* L.)
- ❖ κοινή παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.)
- ❖ δωδεκάνθι (*Lamium arplexicaule*)
- ❖ βερόνικα (*Veronica hederifolia* L.)
- ❖ κολλητσίδα (*Galium aparine* L.)
- ❖ καπνόχορτο (*Fumaria officinalis* L.)
- ❖ χαμομήλι (*Anthemis arvensis* L.)
- ❖ πολυκόμπι (*Polygonum aviculare* L.)
- ❖ αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης κατέδειξαν σημαντικές διαφορές ($P < 0,001$) μεταξύ του βιολογικού και συμβατικού συστήματος καλλιέργειας όσον αφορά στη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων. Η υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων βρέθηκε υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας. Επιπλέον, η πυκνότητα των ζιζανίων διέφερε σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών ($P < 0,05$) (Πίνακας 6).

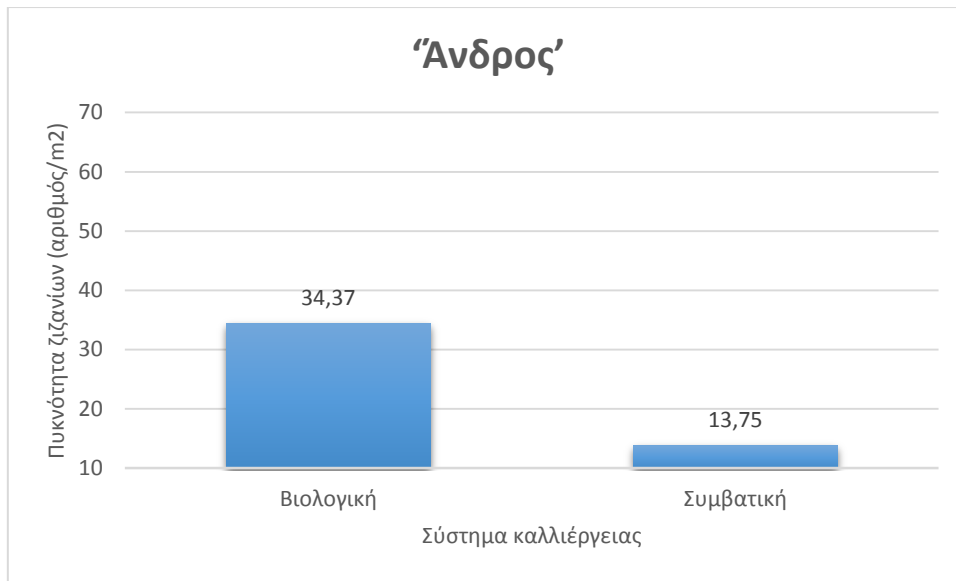
Συγκρίνοντας τις τέσσερις ποικιλίες, βρέθηκε ότι η ποικιλία Άνδρος είχε τη χαμηλότερη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων, ενώ η υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων καταγράφηκε στην ποικιλία Onward.



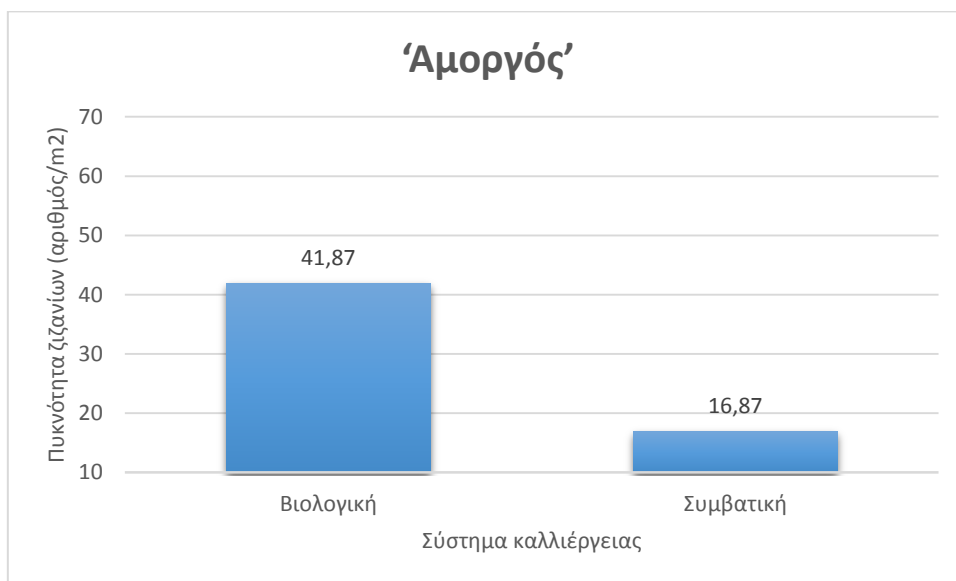
Διάγραμμα 16Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην πυκνότητα των ζιζανίων για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 16Β. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην πυκνότητα των ζιζανίων για την ποικιλία Σχοινούσα



Διάγραμμα 16Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην πυκνότητα των ζιζανίων για την ποικιλία Άνδρος



Διάγραμμα 16Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην πυκνότητα των ζιζανίων για την ποικιλία Άμοργός

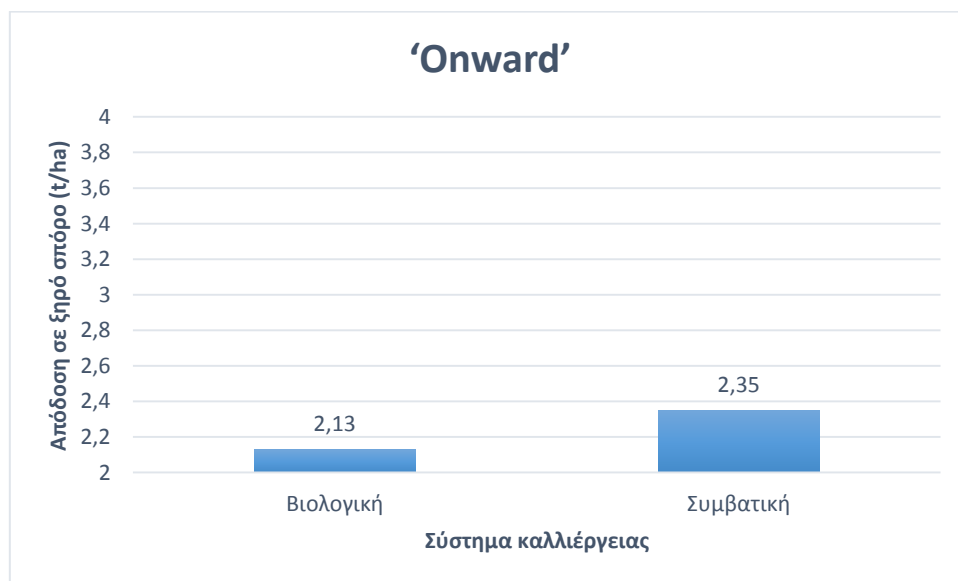
Πίνακας 6. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας (βιολογική έναντι συμβατικής) και των ποικιλιών μπιζελιού (‘Onward’, ‘Σχοινούσα’, ‘Άνδρος’ και ‘Αμοργός’) στην πυκνότητα των ζιζανίων (αριθμός/m) της καλλιέργειας μπιζελιού

Σύστημα καλλιέργειας	Ποικιλία μπιζελιού	Πυκνότητα ζιζανίων (αριθμός/m)
Βιολογική	‘Onward’	68,75
	‘Σχοινούσα’	45,00
	‘Άνδρος’	34,37
	‘Αμοργός’	41,87
Συμβατική	‘Onward’	16,25
	‘Σχοινούσα’	17,50
	‘Άνδρος’	13,75
	‘Αμοργός’	16,87
Κύριες επιδράσεις		
Βιολογική		47,50
Συμβατική		16,09
	‘Onward’	42,50 ^a
	‘Σχοινούσα’	31,25 ^{ab}
	‘Άνδρος’	24,06 ^b
	‘Αμοργός’	29,37 ^b
Στατιστική σημαντικότητα		
Σύστημα καλλιέργειας		***
Ποικιλία		*
Σύστημα καλλιέργειας x Ποικιλία		ns

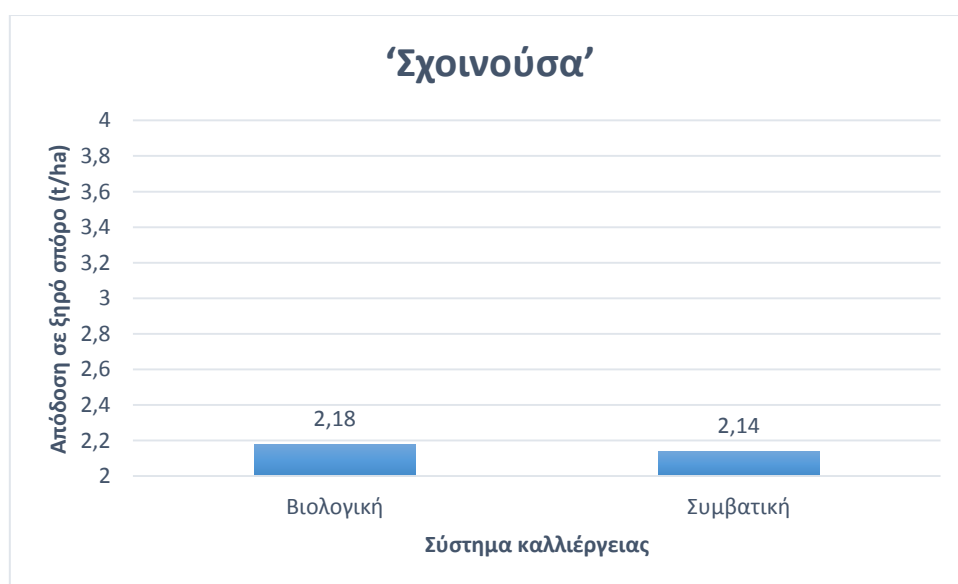
¹Μέσοι όροι (n = 4) ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα μέσα στην ίδια στήλη αποτελούν ένδειξη σημαντικών διαφορών (για τα κριτήρια που αναφέρονται) σύμφωνα με τη δοκιμή Duncan (P < 0,05). *, *** στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο P<0,05 και P<0,001, αντίστοιχα. ns = μη σημαντική διαφορά.

6.6 Απόδοση σε σπόρο

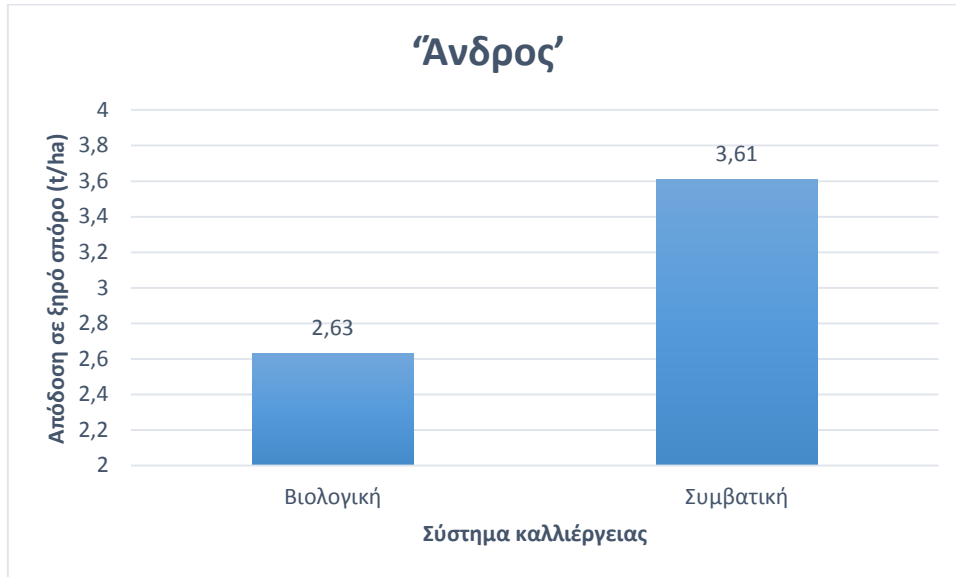
Όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 5, η απόδοση σε σπόρο επηρεάστηκε σημαντικά ($P < 0,05$), από την ποικιλία του μπιζελιού. Η ποικιλία Άνδρος παρουσίασε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο (3,61 τόνους /εκτάριο) υπό συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας, ενώ η ποικιλία Onward τη μικρότερη απόδοση (2,13 ton/ha) υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας.



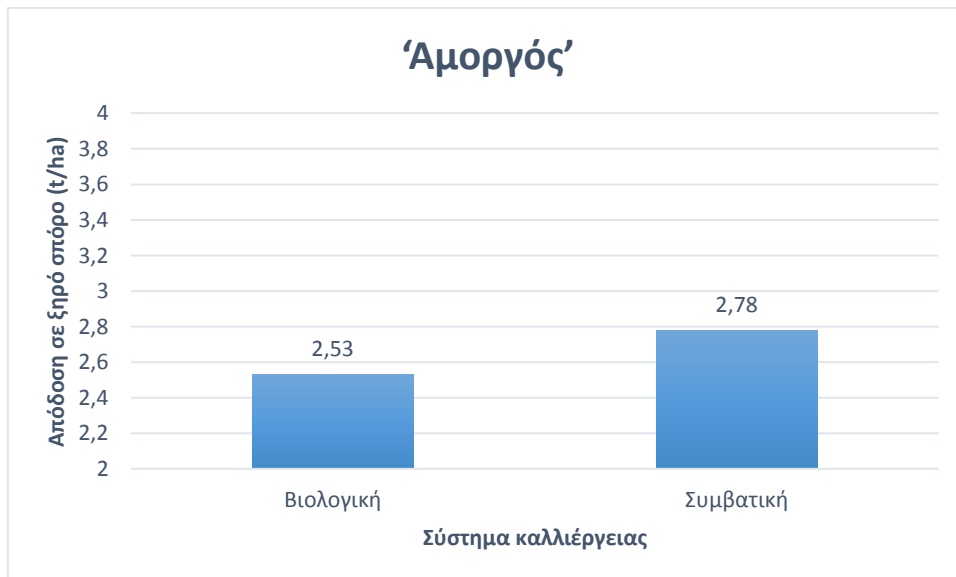
Διάγραμμα 17Α. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην απόδοση σε σπόρο για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 17B. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην απόδοση σε σπόρο για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 17Γ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην απόδοση σε σπόρο για την ποικιλία Onward



Διάγραμμα 17Δ. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στην απόδοση σε σπόρο για την ποικιλία Onward

Με εξαίρεση την ποικιλία Σχοινούσα, για τις υπόλοιπες ποικιλίες το σύστημα συμβατικής καλλιέργειας έδωσε τις μεγαλύτερες αποδόσεις, ωστόσο η επίδραση του συστήματος καλλιέργειας δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική, όπως και η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία και σύστημα καλλιέργειας (Πίνακας 5).

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών είναι ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζεται από τον γονότυπο και το περιβάλλον (Turk et al., 2007). Στα ψυχανθή το ύψος αυξάνεται ταχέως και στη συνέχεια παρατηρείται σταθεροποίηση του. Στο παρόν πείραμα φαίνεται ότι το ύψος των φυτών επηρεάστηκε από την ποικιλία αλλά δεν επηρεάστηκε από το σύστημα καλλιέργειας. Οι τρεις τοπικές ποικιλίες παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο ύψος φυτών (80-90 cm) σε σχέση με την ποικιλία 'Onward' (μικρότερο από 50 cm). Δεδομένου ότι οι υψηλοί γενότυποι μπιζελιού ανταγωνίζονται περισσότερο τα ζιζάνια σε σχέση με τους μικρούς και μεσαίους σε ύψος γενοτύπους (McDonald, 2003), αναμένεται ότι οι τοπικές ποικιλίες θα παρουσιάσουν μεγαλύτερη ανταγωνιστικότητα προς τα ζιζάνια σε σύγκριση με την εμπορική ποικιλία Onward.

Οι Γκούλα (2014) διαπίστωσαν θετική συσχέτιση μεταξύ του ύψους των φυτών μπιζελιού και του βάρους 1000 σπόρων, ενώ οι Wall and Townley-Smith (1996), αναφέρουν ότι υπό συνθήκες ανταγωνισμού από ζιζάνια οι υψηλότερες ποικιλίες μπιζελιών αποφέρουν υψηλότερες αποδόσεις σε σύγκριση με ποικιλίες χαμηλότερου ύψους φυτών. Έτσι, λοιπόν, αναμένεται ότι οι τοπικές ποικιλίες και ιδιαίτερα η 'Άνδρος' που είχε το μεγαλύτερο ύψος φυτών να παρουσιάσει και υψηλότερη απόδοση σε σπόρο.

Οι Huang and Erickson (2007) διαπίστωσαν ότι ο εμβολιασμός με στελέχη *R. leguminosarum* bv. *viciae* προωθεί την ανάπτυξη των φυτών. Στο παρόν πείραμα δεν πραγματοποιήθηκε εμβολιασμός, ωστόσο η ποικιλία 'Άνδρος' παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού του ριζικού συστήματος με μυκόρριζα, υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας και συγχρόνως το μεγαλύτερο ύψος φυτών, ενώ η ποικιλία 'Onward' το χαμηλότερο ποσοστό αποικισμού και ταυτόχρονα το χαμηλότερο ύψος φυτών.

Αριθμός σύνθετων φύλλων

Ο αριθμός σύνθετων φύλλων ήταν χαμηλότερος στα φυτά της ποικιλίας ‘Onward’, που παρουσίασαν άλλωστε και το μικρότερο ύψος, ενώ ήταν υψηλότερος στις τοπικές ποικιλίες που είχαν φυτά περισσότερο αναπτυγμένα. Ο αριθμός σύνθετων φύλλων ήταν υψηλότερος στις ποικιλίες Σχοινούσα και Αμοργός (9,17 και 9,50 σύνθετα φύλλα κατά μέσο όρο, αντίστοιχα). Το σύστημα καλλιέργειας δεν φαίνεται να επηρέασε τον αριθμό σύνθετων φύλλων.

Ημέρες έως την άνθηση 50% των ανθέων και έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων

Σύμφωνα με τους Attaetal. (2014) τόσο οι ημέρες έως την άνθηση 50% των ανθέων, όσο και οι ημέρες έως την πλήρη ωρίμανση των σπόρων είναι ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζεται από τον γονότυπο. Πράγματι από τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος προέκυψε στατιστικώς σημαντική παραλλακτικότητα ανάμεσα στις 4 ποικιλίες τόσο αναφορικά με τον αριθμό των ημερών έως το 50% της ανθοφορίας, όσο και το διάστημα έως την πλήρη ωρίμανση (Πίνακας 4). Σε αντίθεση με τον παράγοντα ποικιλία, ο παράγοντας σύστημα καλλιέργειας δεν άσκησε σημαντική επίδραση στον αριθμό ημερών μέχρι την άνθηση του 50% των ανθέων και μέχρι την ωρίμανση, ενώ ο συνδυασμός συστήματος καλλιέργειας x ποικιλία είχε στατιστικώς σημαντική επίδραση πάνω στο διάστημα έως την ωρίμανση (Πίνακας 4).

Η ποικιλία Άνδρος απαιτούσε το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα έως την άνθηση του 50% των ανθέων (160 ημέρες περίπου, κατά μέσο όρο), ωστόσο η ποικιλία Onward καθυστέρησε περισσότερο να ωριμάσει τους σπόρους (203 ημέρες, έναντι 194-198 ημερών για την ποικιλία Άνδρος), γεγονός αναμενόμενο αφού πρόκειται για εμπορική ποικιλία η οποία δεν είναι προσαρμοσμένη στις κατά τόπους συνθήκες. Στη χώρα μας η έναρξη της άνθησης καταγράφεται στις αρχές Απριλίου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005) για τις ποικιλίες μπιζελιού και στο παρόν πείραμα οι τρεις από τις τέσσερις ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν (‘Σχοινούσα’, ‘Onward’, και

‘Αμοργός’ κατά σειρά ταχύτερης άνθησης) είχαν προσεγγίσει την άνθηση των μισών ανθέων τους έως το τέλος Απριλίου, οπότε αρχίζει και η μείωση των βροχοπτώσεων και άνοδος της θερμοκρασίας. Το γεγονός αυτό θεωρείται θετικό για τις τρεις ποικιλίες καθώς η ταχύτητα άνθησης φαίνεται ότι επηρεάζει αντίστροφα την ευαισθησία σε ξηροθερμικές συνθήκες κατά τα μετέπειτα στάδια ανάπτυξης για τις ποικιλίες μπιζελιού που αναπτύσσονται σε ημι-άνυδρες συνθήκες, όπως είναι οι μεσογειακές (Vocanson και Jeuffroy 2008).

Ποσοστό αποικισμού με μυκόρριζα

Σε όλες τις ποικιλίες καταγράφηκε παρουσία μυκόρριζας, παρόλο που δεν έγινε εμβολιασμός, γεγονός που δείχνει τη φυσική παρουσία της στον πειραματικό αγρό που χρησιμοποιήθηκε. Το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού του εδάφους με μυκόρριζα παρουσίασε η ποικιλία Άνδρος υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας, ενώ η ποικιλία Σχοινούσα παρουσίασε το μικρότερο ποσοστό. Η παρουσία μυκόρριζας επιτρέπει στο φυτό την καλύτερη εκμετάλλευση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους και κατά συνέπεια προωθεί την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, ωστόσο τα διάφορα φυτικά είδη αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο στην παρουσία μυκόρριζας. Οι Xie et al. (2014) υποστηρίζουν ότι όταν το ποσοστό αποικισμού βρίσκεται εντός συγκεκριμένων ορίων η παρουσία της μυκόρριζας επιδρά θετικά στο ύψος των φυτών. Από τα αποτελέσματα του πειράματος φαίνεται ότι αυτό επιβεβαιώνεται, καθώς η ποικιλία Άνδρος που παρουσίασε το μεγαλύτερο αποικισμό ανά μονάδα εδάφους με μυκόρριζα έδωσε φυτά μεγαλύτερου ύψους σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τρεις ποικιλίες.

Σύμφωνα με τους Azaizech et al. (1995) η παρουσία μυκόρριζας συσχετίζεται θετικά και με το ξηρό βάρος του φυτού, ενώ οι Huang and Erickson (2007) διαπίστωσαν ότι ο εμβολιασμός με ριζοβακτήρια *R. leguminosarum* bv. *viceae* είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης σε σπόρο στο μπιζέλι. Αναμένεται, λοιπόν, ότι η ποικιλία Άνδρος που παρουσίασε τον μέγιστο αποικισμό του εδάφους με μυκόρριζα να εμφανίσει

υψηλή απόδοση σε σπόρο. Πράγματι από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η ποικιλία Άνδρος έδωσε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σε σύγκριση με τις άλλες τρεις ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν.

Αριθμός λοβών ανά φυτό

Στατιστικά σημαντική επίδραση στην παράμετρο αριθμός λοβών ανά φυτό είχε ο παράγοντας ποικιλία. Το σύστημα καλλιέργειας και η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία και σύστημα καλλιέργειας δεν είχαν σημαντική επίδραση (Πίνακας 5).

Το μεγαλύτερο αριθμό λοβών ανά φυτό είχε η ποικιλία Αμοργός, ακολουθούμενη από την ποικιλία Σχοινούσα, υπό συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας, ενώ η ποικιλία Onward είχε το μικρότερο αριθμό λοβών ανά φυτό και για τα δύο συστήματα καλλιέργειας που εφαρμόστηκαν. Ο αριθμός λοβών επηρεάζεται από την παροχή νερού κατά την ανάπτυξη του φυτού (Kumar, 2014).

Μήκος λοβών

Το σύστημα καλλιέργειας δεν επηρέασε σημαντικά το μήκος των λοβών, ενώ διαπιστώθηκε παραλλακτικότητα ανάμεσα στις τέσσερις ποικιλίες, ωστόσο δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Το μέγιστο μήκος λοβών παρουσίασε η ποικιλία Onward, όμως παρατηρήθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς το χαρακτηριστικό ανάμεσα στα φυτά της ποικιλίας που κυμάνθηκε σε 6 - 11,2 cm. Το μικρότερο μήκος λοβών παρουσίασαν οι ποικιλίες Σχοινούσα και Αμοργός. Το μήκος λοβών είναι ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζεται από το περιβάλλον, και ειδικότερα από την παροχή νερού κατά την ανάπτυξη του φυτού (Kumar, 2014).

Βάρος λοβών

Οι λοβοί αποκτούν το μέγιστο βάρος τους 20 ημέρες μετά την άνθηση (Θανασόπουλος, 2008) και το βάρος τους επηρεάζεται θετικά από την άρδευση (Kumar, 2014). Κατά συνέπεια, τόσο η πρωιμότητα άνθησης όσο και οι κλιματικές συνθήκες κατά την περίοδο αυτή επηρεάζουν το βάρος των λοβών. Το μεγαλύτερο βάρος λοβών παρουσίασαν κατά μειούμενη σειρά οι ποικιλίες Onward > Άνδρος > Αμοργός > Σχοινούσα, ωστόσο παρατηρήθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς το χαρακτηριστικό ανάμεσα στους λοβούς της ποικιλίας Onward που κυμάνθηκε σε 1,20-11,67 g. Σύμφωνα με τη Γκούλτα (2014) το μέσο βάρος λοβού ανά φυτό αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού λοβών ανά φυτό, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος, όπου φαίνεται ότι το βάρος λοβού είναι αντιστρόφως ανάλογο με τον αριθμό λοβών ανά φυτό.

Αριθμός σπόρων ανά λοβό

Οι ποικιλίες Onward, Αμοργός και Σχοινούσα παρουσίασαν μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά λοβό υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας, με την ποικιλία Onward να έχει το μέγιστο αριθμό σπόρων ανά λοβό (7,44g).

Βάρος σπόρων λοβού

Οι ποικιλίες Onward, Αμοργός και Σχοινούσα παρουσίασαν μεγαλύτερο βάρος σπόρων ανά λοβό υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας με την ποικιλία Onward να έχει το μεγαλύτερο μέσο βάρος σπόρων ανά λοβό (1,48 g) υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας. Αντίθετα, υπό συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας η ίδια ποικιλία παρουσίασε το ελάχιστο μέσο βάρος σπόρων ανά λοβό (0,51 g) σε σύγκριση με τις τρεις τοπικές ποικιλίες. Το βάρος σπόρων ανά λοβό δεν επηρεάστηκε καθόλου από το εφαρμοζόμενο σύστημα καλλιέργειας για την τοπική ποικιλία Άνδρος.

Αριθμός σπόρων ανά φυτό μπιζελιού

Το σύστημα καλλιέργειας δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των σπόρων ανά φυτό. Το μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά φυτό παρουσίασε η ποικιλία Αμοργός και το μικρότερο η ποικιλία Onward.

Πυκνότητα ζιζανίων

Σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν ανάμεσα στα δύο συστήματα καλλιέργειας αναφορικά με τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων. Υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας παρατηρήθηκε υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων.

Για τους αγρότες και γεωπόνους, η γνώση της ανταγωνιστικής ικανότητας των ποικιλιών μπιζελιού θα ήταν χρήσιμη στα προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων (Jacob et al., 2015), ενώ στην εφαρμογή συστήματος βιολογικής γεωργίας η αναγκαιότητα ανάπτυξης και χρήσης ανταγωνιστικών ποικιλιών είναι ακόμη μεγαλύτερη (McDonald, 2003).

Η πυκνότητα των ζιζανίων διέφερε σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών (Πίνακας 6), γεγονός που είναι σε συμφωνία με το γεγονός ότι η ανταγωνιστικότητα προς τα ζιζάνια είναι γονοτυπικό χαρακτηριστικό (McDonald, 2003). Ποικιλίες μπιζελιού με μακρούς βλαστούς και ταχεία ανάπτυξη είναι πιο ανταγωνιστικές προς τα ζιζάνια σε σύγκριση με ποικιλίες με αργή ανάπτυξη και βλαστούς μικρού μήκους (McDonald, 2003; Wall and Townley-Smith, 1996). Οι Vasilakoglou and Dhima (2012) ανέφεραν επίσης ότι ποικιλίες φυλλώδεις (leafy) ήταν πιο ανταγωνιστικές έναντι των ζιζανίων από τις ημι-φυλλώδεις (semi-leafless) ποικιλίες. Συγκρίνοντας τις τέσσερις ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν, οι τοπικές ποικιλίες ήταν πιο ανταγωνιστικές προς τα ζιζάνια, σε σχέση με την εμπορική ποικιλία Onward. Ο κύριος λόγος για τη χαμηλότερη ανταγωνιστική ικανότητα της ποικιλίας Onward μπορεί να αποδοθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της αρχικής ανάπτυξης των φυτών μπιζελιού. Οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου και του Φεβρουαρίου προκαλούν ζημιά επιβραδύνουν την ανάπτυξη των φυτών της ποικιλίας Onward (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, οι τοπικές ποικιλίες που είναι προσαρμοσμένες στις συνθήκες της περιοχής είχαν

μεγάλη και ταχύτερη ανάπτυξη, κρίνοντας με βάση το ύψος των φυτών, σε σύγκριση με την ποικιλία Onward, γεγονός που ενισχύει την ανταγωνιστικότητα τους προς τα ζιζάνια. Η χαμηλότερη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων καταγράφηκε στην ποικιλία Άνδρος, η οποία είχε και το μεγαλύτερο ύψος φυτών.

Η ανταγωνιστικότητα προς τα ζιζάνια των διαφόρων ποικιλιών δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά όταν η πυκνότητα των ζιζανίων είναι μεγάλη και τα ζιζάνια φυτρώνουν και αναπτύσσονται στον αγρό πριν από την εμφάνιση των φυτών μπιζελιού, σε αντίθεση με την περίπτωση που εφαρμόζεται προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο και παρεμποδιστεί η πρόωρη έκπτυξη ζιζανίων (Wall and Townley-Smith, 1996), γι' αυτό και συστήνεται η συγκεκριμένη εφαρμογή σε συμβατικές καλλιέργειες μπιζελιού.

Το λαχανοκομικό μπιζέλι παρουσιάζει γενικότερα μειωμένη ανταγωνιστικότητα προς τα ζιζάνια σε σχέση με άλλες καλλιέργειες, γεγονός που οφείλεται τόσο στα χαρακτηριστικά του φυτού όσο και στην καλλιεργητική τεχνική. Για την βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας προς τα ζιζάνια είναι απαραίτητη η εξεύρεση γονοτύπων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα βελτίωσης (McDonald, 2003).

Απόδοση σε σπόρο

Σύμφωνα με τους Huang and Erickson (2007), καθώς και τους Azaiazeh et al. (1995), η παρουσία μυκόρριζας επιδρά θετικά στην απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα, καθώς η ποικιλία Άνδρος που παρουσίασε τον μέγιστο αποικισμό του εδάφους με μυκόρριζα έδωσε και την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο. Παρόλα αυτά, η επίδραση του συστήματος καλλιέργειας δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική, ούτε και η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία και σύστημα καλλιέργειας (Πίνακας 5).

Σύμφωνα με τους Vocanson and Jeuffroy (2008) η απόδοση σε σπόρο επηρεάζεται από κυρίως από τη συμπίεση του εδάφους κατά τις καλλιεργητικές εργασίες και αβιοτικούς παράγοντες κατά την περίοδο της

άνθησης. Υποστηρίζουν την επίδραση της ποικιλίας στην απόδοση και προτείνουν την ανάπτυξη ποικιλιών που ανθίζουν νωρίς για την επίτευξη μεγαλύτερων αποδόσεων.

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προέκυψε ότι η απόδοση σε σπόρο επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από την ποικιλία του μπιζελιού (Πίνακας 5). Η ποικιλία Άνδρος παρουσίασε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο, ενώ η ποικιλία Onward τη μικρότερη απόδοση. Η ποικιλία Άνδρος, καθώς και οι άλλες δύο τοπικές ποικιλίες είχαν μεγαλύτερο ύψος φυτών και γενικότερα μεγαλύτερη ανάπτυξη, χαρακτηριστικό που συσχετίζεται θετικά με την απόδοση σε σπόρο (Γκούλτα, 2014).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη της επίδρασης των δύο συστημάτων καλλιέργειας, βιολογικής και συμβατικής, στην ανάπτυξη, στις αποδόσεις και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά τεσσάρων ποικιλιών μπιζελιού, καθώς και στη ζιζανιοχλωρίδα της καλλιέργειας μπιζελιού προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων διέφερε σημαντικά ανάμεσα στο βιολογικό και συμβατικό σύστημα καλλιέργειας, με τις υψηλότερες πυκνότητες να παρατηρούνται υπό συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας. Επιπλέον, οι ποικιλίες διέφεραν σημαντικά ως προς την πυκνότητα των ζιζανίων, και κατά συνέπεια ως προς την ικανότητα τους να ανταγωνιστούν τα ζιζάνια.

Ο αριθμός των λοβών και σπόρων ανά φυτό ήταν κατά μειούμενη σειρά ως εξής: 'Αμοργός' > 'Σχοινούσα' > 'Άνδρος' > 'Onward'. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός των σπόρων ανά φυτό δεν επηρεάζεται από τις διάφορες πρακτικές διαχείρισης (οργανική ή συμβατική καλλιέργεια), αλλά επηρεάζεται σημαντικά από την ποικιλία.

Η σύγκριση των τεσσάρων ποικιλιών μπιζελιού έδειξε ότι οι ποικιλίες «Άνδρος» και «Αμοργός» εμφάνισαν την υψηλότερη απόδοση σε ξηρό σπόρο. Διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ των ποικιλιών και του συστήματος καλλιέργειας ως προς την απόδοση σε σπόρο.

Οι τοπικές ποικιλίες που δοκιμάστηκαν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ως προς τις φαινοτυπικές παραμέτρους, την ανταγωνιστική ικανότητα απέναντι στα ζιζάνια, καθώς και την απόδοση σε σπόρο.

Εξαιτίας αυτών των χαρακτηριστικών θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα βελτίωσης του λαχανοκομικού μπιζελιού με σκοπό την παραγωγή νέων ποικιλιών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Δαλιάνης, Κ. (1993). Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδ. Α. Σταμούλης. Αθήνα.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (2014). Πρόταση Κανονισμού του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων.
<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/biologikgeorgiaktinotrofia>
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. (2005). Ειδική γεωργία (τεύχος Β) Ψυχανθή Καρποδοτικά – Χορτοδοτικά. Εκδ. Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. (2012). Ειδική γεωργία. Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδ. Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων – ΥπΑΑΤ (2016). Στατιστικά Βιολογικών Προϊόντων Φυτικής & Ζωϊκής Προέλευσης.
<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/biologikgeorgiaktinotrofia/388-statistikabiologika>

Ξενόγλωσση

- Agriculture, Forestry and Fisheries Department (2011). Garden peas (*Pisum sativum*) production. Republic of South Africa.
http://www.nda.agric.za/docs/Brochures/PG_GardenPeas.pdf
- Azaizeh H. A., Marschner H., Romheld V., and 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
- Elsoms (2012). Pea growing guide. <http://www.elsoms.com/>

- Frame, J. (2004). *Pisum sativum*, L.
<http://www.fao.org/ag/AGp/agpc/doc/Gbase/data/Pf000493.HTM>
- Huang, H. C., Erickson, R.S. (2007). Effect of Seed Treatment with *Rhizobium leguminosarum* on *Pythium Damping-off*, Seedling Height, Root Nodulation, Root Biomass, Shoot Biomass, and Seed Yield of Pea and Lentil. *Journal of Phytopathology*, 155(1), 31-37.
- Jacob, C.E., Johnson, E.N., Dyck, M.F., and Willenborg, C.J., (2016). Evaluating the competitive ability of semileafless field pea cultivars. *Weed Science*. 64 (1), 137-145.
- Kumar, V. (2014). Response of pea to irrigation and fertilization. Chaudhary Charan Singh University, PhD thesis.
- McDonald, G.K. (2003). Competitiveness against grass weeds in field pea genotypes. *Weed Research*, 43(1), 48-58.
- McKay, K., Schatz, B., and Endres, G. (2003). Field Pea Production. North Dakota State University. <https://www.ndsu.edu/pubweb/pulse-info/resources-pdf/Fieldpea%20production%20guide.pdf>
- Teshome, A., Mendesil, E., Geleta, M., Andargie, D., Anderson, P., Rämert, B., ... and Bryngelsson, T. (2015). Screening the primary gene pool of field pea (*Pisum sativum* L. subsp. *sativum*) in Ethiopia for resistance against pea weevil (*Bruchus pisorum* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62(4), 525-538.
- Türk, M., Albayrak, S., and Celik, 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), 155-158.
- Vasilakoglou, I., Dhima, K., (2012). Document leafy and semi-leafless field pea competition with winter wild oat as affected by weed density. *Field Crops Research*. 126, 130-136.
- Vocanson, A., Jeuffroy, M. H. (2008). Agronomic performance of different pea cultivars under various sowing periods and contrasting soil structures. *Agronomy journal*, 100(3), 748-759.

Wall, D. A., Townley-Smith, L. (1996). Wild mustard (*Sinapis arvensis*) response to field pea (*Pisum sativum*) cultivar and seeding rate. *Canadian Journal of Plant Science*, 76, 907-914.

Wamberg, C., Christensen, S., Jakobsen, I., Müller, A. K., and Sørensen, S. J. (2003). The mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) affects microbial activity in the rhizosphere of pea plants (*Pisum sativum*). *Soil Biology and Biochemistry*, 35(10), 1349-1357.

Xie, X., Weng, B., Cai, B., Dong, Y., and 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, 162-171.

Διαδίκτυο

http://agrotikanew.blogspot.gr/2013/01/blog-post_9086.html

<http://agrotikistegi.gr/products-mainmenu->

[64?page=shop.product_details&category_id=261&flypage=flypage.tpl&product_id=1366](http://agrotikistegi.gr/products-mainmenu-64?page=shop.product_details&category_id=261&flypage=flypage.tpl&product_id=1366)

[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Harvested_production_and_area_of_production_of_)

[explained/index.php/File:Harvested_production_and_area_of_production_of_field_peas_and_broad_beans,_EU-28,_2014.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Harvested_production_and_area_of_production_of_field_peas_and_broad_beans,_EU-28,_2014.png)

<http://eol.org/pages/703192/overview>

Θανόπουλος, Χ. (2008). Βιολογική καλλιέργεια μπιζελιού – αρακά. e-Conteplus project. Organic edunet. Πρόσβαση 20/8/2016. informatics.aua.gr:8080/scam/2/resource/137

<http://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2521/2>

North Dakota State University – NDSU (2009). Field Pea Production. Πρόσβαση 10/7/2016. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/field-pea-production>

Penn State College of Agricultural Sciences (2016). Inoculation of Legumes for Maximum Nitrogen Fixation. Πρόσβαση 10/7/2016. <http://extension.psu.edu/plants/crops/forages/successful-forage-establishment/inoculation-of-legumes-for-maximum-nitrogen-fixation>

Pulse online database (2015). Field Peas. Πρόσβαση 1/7/2016. http://pulsepod.ca/index.php?title=Field_Peas

University of Minnesota Institute on the Environment (2010). Map of pea production. Πρόσβαση 20/6/2016. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PeaYield.png>

FAOSTAT (2011).

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%9C%CF%80%CE%B9%CE%B6%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%AC>

<http://www.legumetechnology.co.uk/> Πρόσβαση 1/7/2016.

www.nutrition-and-you.com(2016). Green peas nutrition facts. Πρόσβαση 1/7/2016. <http://www.nutrition-and-you.com/green-peas.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ



Εικόνα 16. Απεικόνιση πειραματικού αγρού μετά την σπορά (26^η ημέρα)



Εικόνα 17. Απεικόνιση πειραματικού αγρού κατά τη συγκομιδή (195^η ημέρα)