



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ,  
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ & ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Αξιολόγηση της επίδρασης ενσωμάτωσης υπολειμμάτων αρωματικών φυτών  
ρίγανης και φασκόμηλου στη ζιζανιοχλωρίδα, την ανάπτυξη και τις αποδόσεις  
κουκιού (*Vicia faba L.*), μπιζελιού (*Pisum sativum L.*) και βίκου (*Vicia sativa L.*)



**Βασιλική Α. Τσιγαρίδα**

Επιβλέπων Καθηγητής:

Τραυλός Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ  
2022**

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

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Αξιολόγηση της επίδρασης ενσωμάτωσης υπολειμμάτων αρωματικών φυτών  
ρίγανης και φασκόμηλου στη ζιζανιοχλωρίδα, την ανάπτυξη και τις αποδόσεις  
κουκιού (*Vicia faba L.*), μπιζελιού (*Pisum sativum L.*) και βίκου (*Vicia sativa L.*)

Evaluation of the incorporation of aromatic plants residues, oregano and sage,  
in the weed flora, growth and yields of *Vicia faba L.*, *Pisum sativum L.*  
and *Vicia sativa L.*

**Βασιλική Α. Τσιγαρίδα**

Εξεταστική Επιτροπή:

Τραυλός Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ

Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Καθηγήτρια ΓΠΑ

## **Αξιολόγηση της επίδρασης ενσωμάτωσης υπολειμμάτων αρωματικών φυτών ρίγανης και φασκόμηλου στην ζιζανιοχλωρίδα, την ανάπτυξη και τις αποδόσεις κουκιού (*Vicia faba* L.), μπιζελιού (*Pisum sativum* L.) και βίκου (*Vicia sativa* L.)**

*ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργίας*

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα μελέτη έγινε αξιολόγηση της επίδρασης ενσωματωμένων υπολειμμάτων αρωματικών φυτών, ρίγανης και φασκόμηλου, στην ζιζανιοχλωρίδα, στην ανάπτυξη και στα συστατικά απόδοσης σε καλλιέργειες τριών ειδών ψυχανθών: κουκί (*Vicia faba* L.), μπιζέλι (*Pisum sativum* L.) και βίκος (*Vicia sativa* L.). Για την επίτευξη αυτού του σκοπού πραγματοποιήθηκε πείραμα αγρού στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με σπορά εμπορικών ποικιλιών και καθαρών σειρών των ψυχανθών. Στην καλλιέργεια κουκιού η επέμβαση με το φασκόμηλο διέγειρε την ανάπτυξη του καπνόχορτου, της στελλάριας και της καψέλας, ενώ η επέμβαση με την ρίγανη την ανάπτυξη της παπαρούνας και της περικοκλάδας. Αντίθετα, η ρίγανη φαίνεται πως ανέστειλε την ανάπτυξη καπνόχορτου και καψέλας. Στην καλλιέργεια μπιζελιού φαίνεται πως η ανάπτυξη της στελλάριας επηρεάστηκε αρνητικά από την ενσωμάτωση ρίγανης και η ανάπτυξη περικοκλάδας από την ενσωμάτωση φασκόμηλου, ενώ η ενσωμάτωση ρίγανης φαίνεται πως διέγειρε την ανάπτυξη της παπαρούνας και καπνόχορτου. Στην καλλιέργεια βίκου το ενσωματωμένο φασκόμηλο φάνηκε πως διέγειρε την εμφάνιση καπνόχορτου, παπαρούνας, περικοκλάδας και στελλάριας. Η ρίγανη είχε ανασταλτικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη της στελλάριας και του χαμομηλιού, ενώ φάνηκε να επιδρά θετικά στην ανάπτυξη της παπαρούνας. Τα περισσότερα αγρονομικά χαρακτηριστικά επηρεάστηκαν θετικά από την ενσωμάτωση των αρωματικών φυτών. Όσον αφορά τα συστατικά απόδοσης, οι καθαρές σειρές ΚΚ14, ΜΡ11 και ΒΚ45 είχαν μικρότερο αριθμό σπόρων ανά λοβό σε σχέση με τις εμπορικές ποικιλίες Πολυκάρπη, Αρνίκα και Εύηνος. Η ενσωμάτωση ρίγανης είχε θετικά αποτελέσματα στον αριθμό σπόρων ανά λοβό στην καλλιέργεια κουκιού και βίκου. Στην καλλιέργεια κουκιού μεγαλύτερο βάρος χιλίων σπόρων (g) είχαν τα φυτά της επέμβασης με την ρίγανη και στην καλλιέργεια μπιζελιού η επέμβαση με το φασκόμηλο συγκριτικά με τους μάρτυρες. Η απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ήταν μεγαλύτερη στις εμπορικές ποικιλίες Πολυκάρπη, Αρνίκα και Εύηνος σε σχέση με τις καθαρές σειρές ΚΚ14, ΜΡ11 και ΒΚ45. Η επέμβαση με την ενσωμάτωση υπολειμμάτων ρίγανης επίδρασε θετικά στις τελικές αποδόσεις σε σπόρο σε όλες τις καλλιέργειες, επιτυγχάνοντας τις υψηλότερες τιμές. Είναι επιτακτική η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα πάνω στην αλληλοπαθητική επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων στα ζιζάνια και στην διερεύνηση των αλληλοπαθητικών ουσιών τους. Στόχος είναι η δημιουργία βιοζιζανιοκτόνων και βελτιωμένων ποικιλιών με περισσότερες αλληλοπαθητικές ιδιότητες κατά των επιβλαβών ζιζανίων, ώστε να γίνει μείωση της χρήσης συνθετικών ζιζανιοκτόνων και αξιοποίηση της αλληλοπάθειας στον έλεγχο των ζιζανίων.

**Επιστημονική περιοχή:** Βιολογική Γεωργία

**Λέξεις κλειδιά:** αλληλοπάθεια, έλεγχος ζιζανίων, ενσωμάτωση υπολειμμάτων, ψυχανθή, συστατικά απόδοσης, ανάπτυξη, ζιζανιοχλωρίδα

## **Evaluation of the incorporation of aromatic plant's residues, oregano and sage, in the weed flora, growth and yields of *Vicia faba* L., *Pisum sativum* L. and *Vicia sativa* L.**

*Msc Innovative Applications in Sustainable Agriculture, Plant Improvement and Agrometeorology*  
*Department of Crop Science*  
*Laboratory Agriculture*

### **ABSTRACT**

In the present study, it was evaluated the effect of incorporated plant residues of two aromatic plants, oregano and sage, in the weed flora, the growth and the yield components in crops of three species of legumes: faba bean (*Vicia faba* L.), pea (*Pisum sativum* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.). To achieve this goal, a field experiment was carried out in the experimental field of the Agricultural University of Athens by sowing commercial and non-commercial varieties of the legumes. In faba bean crop, the incorporation of sage stimulated the growth of common fumitory, chickweed and shepherd's purse and oregano the growth of common poppy and field bindweed. On the other hand, incorporated oregano inhibited the growth of common fumitory and shepherd's purse. In pea crop, it seems that the growth of chickweed was negatively affected by the incorporation of oregano and the growth of field bindweed by the incorporation of sage, while oregano seems to have stimulated the growth of common poppy and common fumitory. In the cultivation of common vetch, the incorporated sage seemed to stimulate the appearance of common fumitory, poppy, field bindweed and chickweed. Oregano had inhibitory effects on the growth of chickweed and chamomile, while it seemed to have a positive effects on the growth of poppy. Most of the agronomic characteristics were positively affected by the incorporation of aromatic plants. Regarding the yield components, KK14, MP11 and BK45 varieties had lower number of seeds per pod compared to the commercial varieties Polikarpi, Arvica and Evinos. Oregano incorporation had positive effects on the number of seeds per pod in faba bean and vetch crops. In the crop of faba bean the plants with incorporated oregano had the highest weight of thousand seeds (g) and in the crop of peas the incorporated sage. Crop yield (kg/ha) was higher in the commercial varieties Polikarpi, Arvica and Evinos compared to KK14, MP11 and BK45 pure varieties. The incorporation of oregano residues had a positive effect on the crop yield in all legume cultivations, achieving the highest levels. There is an urgent need for further research on the allelopathic interaction between plant residues and weeds and need to investigate their allelochemicals. The goal is to create bio-herbicides and improved varieties with more allelopathic properties against harmful weeds, in order to reduce the use of synthetic herbicides and utilize allelopathy in weed control.

**Scientific area:** Organic Agriculture

**Keywords:** allelopathy, weed control, incorporation of residues, legumes, yield components, growth, weed flora

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην Τριμελή Επιτροπή και συγκεκριμένα στον επιβλέποντα καθηγητή Ηλία Τραυλό για τη δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία και την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος μου.

Θερμές ευχαριστίες απευθύνω και σε όλους τους καθηγητές μου που με γέμισαν εφόδια για την συνέχιση της ακαδημαϊκής και επαγγελματικής μου πορείας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την διδακτορικό Αγγελική Κούστα για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε κατά την πραγματοποίηση του πειράματος, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές της.

Ευχαριστώ, επίσης, τους συμφοιτητές μου για την τρομερή συνεργασία και την επιμονή που υπέδειξαν στις ώρες εργασίας μας.

Τέλος, ένα μεγάλο και εγκάρδιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την πολύτιμη στήριξη τους και την εμπιστοσύνη που μου υπέδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	3
ABSTARCT .....	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Ψυχανθή.....	9
1.2 Κουκί ( <i>Vicia faba</i> L.) .....	10
1.2.1 Γενικά στοιχεία .....	10
1.2.2 Βοτανική Περιγραφή .....	12
1.2.3 Στάδια Ανάπτυξης.....	15
1.2.4 Αύξηση και Απόδοση.....	19
1.2.5 Οικολογικές Απαιτήσεις .....	21
1.2.6 Καλλιέργεια του <i>Vicia faba</i> L. ....	23
1.2.7 Ασθένειες και Εχθροί της Καλλιέργειας .....	27
1.2.8 Προσαρμοστικότητα.....	31
1.2.9 Βελτιωτικοί Στόχοι.....	32
1.3 Μπιζέλι ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	33
1.3.1 Βοτανική Περιγραφή .....	34
1.3.2 Αύξηση και Απόδοση.....	37
1.3.3 Οικολογικές Απαιτήσεις και Προσαρμοστικότητα .....	38
1.3.4 Καλλιέργεια του <i>Pisum sativum</i> L.....	40
1.3.5 Ασθένειες και Εχθροί της Καλλιέργειας .....	42
1.4 Βίκος ( <i>Vicia sativa</i> L.) .....	42
1.4.1 Βοτανική Περιγραφή .....	43
1.4.2 Αύξηση και Ανάπτυξη.....	44
1.4.3 Οικολογικές Απαιτήσεις .....	45
1.4.4 Καλλιέργεια του <i>Vicia sativa</i> L.....	46
1.4.5 Ασθένειες και Εχθροί της Καλλιέργειας .....	48
1.5 Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά.....	48
1.5.1 Ρίγανη.....	49
1.5.2 Φασκόμηλο .....	51
1.6 Ζιζάνια στην Ελλάδα και Παγκοσμίως .....	54
1.7 Μέθοδοι Αντιμετώπισης και Διαχείρισης των Ζιζανίων .....	56
1.8 Ζιζάνια και Βιολογική Γεωργία .....	58
1.8.1 Ορισμός και στόχοι της Βιολογικής Γεωργίας.....	58
1.8.2 Βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης ζιζανίων .....	59

1.9 Αλληλοπάθεια .....	62
1.9.1 Αλληλοπάθεια και Ανταγωνισμός.....	62
1.9.2 Βιοσύνθεση και Χημεία Αλληλοπαθητικών ουσιών .....	63
1.9.3 Μηχανισμός δράσης Αλληλοπαθητικών ουσιών.....	64
1.9.4 Αξιοποίηση Αλληλοπάθειας στην Γεωργία .....	66
1.9.5 Αλληλοπαθητικά Φαινόμενα μεταξύ Ζιζανίων .....	67
1.9.6 Αλληλοπαθητικά Φαινόμενα μεταξύ Καλλιεργούμενων Φυτών .....	67
1.9.7 Ζιζάνια με Αλληλοπάθεια έναντι Καλλιεργούμενων Φυτών .....	68
1.9.8 Καλλιεργούμενα Φυτά με Αλληλοπάθεια έναντι Ζιζανίων .....	69
1.9.9 Καλλιέργειες Κάλυψης (cover crops) .....	69
1.9.10 Επίδραση Υπολειμμάτων Φυτών με Αλληλοπαθητική Δράση .....	71
1.9.11 Αξιοποίηση Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών με Αλληλοπαθητική Δράση .....	71
1.10 Σκοπός μελέτης.....	75
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	76
2.1 Πειραματικός Αγρός.....	76
2.2 Καιρικές συνθήκες.....	76
2.3 Πειραματικό Σχέδιο .....	77
2.4 Εγκατάσταση του Πειράματος .....	78
2.5 Φυτικό Υλικό.....	80
2.6 Περιποιήσεις μετά την Σπορά.....	80
2.7 Συγκομιδή.....	81
2.8 Μετρήσεις και Μελετούμενα Χαρακτηριστικά.....	81
2.8.1 Προσδιορισμός της πυκνότητας φυτών.....	81
2.8.2 Προσδιορισμός του ύψους και των σταδίων ανάπτυξης .....	81
2.8.3 Προσδιορισμός του δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI).....	82
2.8.4 Προσδιορισμός του σχετικού περιεχομένου σε νερό (Relative Water Content-RWC).....	83
2.8.5 Προσδιορισμός πυκνότητας, βάρους και είδους ζιζανίων .....	85
2.9 Συστατικά Απόδοσης .....	86
2.9.1 Προσδιορισμός της υπέργειας βιομάζας.....	86
2.9.2 Προσδιορισμός αριθμού και βάρους λοβών/φυτό .....	86
2.9.3 Προσδιορισμός αριθμού και βάρους: σπόρων/λοβό και σπόρων/φυτό .....	87
2.9.4 Προσδιορισμός βάρους χιλίων σπόρων.....	87
2.9.5 Υπολογισμός των τελικών αποδόσεων σε σπόρο (kg/ha) .....	87
2.10 Στατιστική Ανάλυση.....	88
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	89
3.1 Πυκνότητα (αριθμός φυτών/m <sup>2</sup> ).....	89
3.1.1 Κουκί.....	89

3.1.2 Μπιζέλι .....	90
3.1.3 Βίκος .....	92
3.2 Ύψος (cm) .....	93
3.2.1 Κουκί .....	93
3.2.2 Μπιζέλι .....	94
3.2.3 Βίκος .....	96
3.3 Δείκτης βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI).....	97
3.3.1 Κουκί.....	97
3.3.2 Μπιζέλι .....	98
3.3.3 Βίκος .....	100
3.4 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC).....	101
3.4.1 Κουκί.....	101
3.4.2 Μπιζέλι .....	105
3.4.3 Βίκος .....	109
3.5 Πυκνότητα (αριθμός ζιζανίων/m <sup>2</sup> ), ξηρό βάρος (g) και είδος ζιζανίων .....	112
3.5.1 Κουκί.....	113
3.5.2 Μπιζέλι .....	140
3.5.3 Βίκος .....	167
3.6 Συστατικά Απόδοσης.....	196
3.6.1 Υπέργεια βιομάζα (g/m <sup>2</sup> ).....	196
3.6.2 Αριθμός λοβών/φυτό .....	200
3.6.3 Αριθμός σπόρων/φυτό.....	204
3.6.4 Βάρος χιλίων σπόρων (g).....	208
3.6.5 Τελική απόδοση σε σπόρο (kg/ha).....	212
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	217
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	226



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Ψυχανθή

Τα ψυχανθή ανήκουν στην οικογένεια *Fabaceae* (*Leguminosae* ή *Papilionaceae*) και περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό γενών και ειδών. Ανήκουν στα δικοτυλήδονα φυτά και μπορεί να είναι μονοετή, διετή ή πολυετή. Τα άνθη τους αποτελούνται από ανομοιόμορφα πέταλα που ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους. Λόγω αυτών η τάξη που ανήκουν έχει πάρει το όνομα *Fabales* και ονομάζονται ψυχανθή λόγω της ομοιότητας τους με τις πεταλούδες (ψυχές στα αρχαία ελληνικά). Γενικά τα φύλλα τους είναι σύνθετα με παράφυλλα και χαρακτηριστικό αποτελεί η απλή ή σύνθετη έλικα που φέρουν, οι δε καρποί σχηματίζονται σε λοβούς (Σαρχής, 1999).

Καλλιεργούνται για την παραγωγή καρπών που προορίζονται για ανθρώπινη και ζωική κατανάλωση, για την παραγωγή χονδροειδών ζωοτροφών και ως φυτά χλωρής λίπανσης. Η ταξινόμηση τους γίνεται με βάση την χρήση τους, την εποχή σποράς και τις απαιτήσεις τους σε άρδευση. Βάσει της χρήσης τους διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες: α) καρποδοτικά ψυχανθή για ανθρώπινη κατανάλωση και διατροφή των ζώων, β) χορτοδοτικά ψυχανθή, γ) καρποδοτικά - χορτοδοτικά ψυχανθή για την παραγωγή ζωοτροφών και δ) ψυχανθή για χλωρή λίπανση. Βάσει της εποχής σποράς διακρίνονται σε χειμερινά (φθινοπωρινά) και σε εαρινά ψυχανθή και βάσει τις απαιτήσεις τους για άρδευση σε μη αρδευόμενες καλλιέργειες, που αποδίδουν ικανοποιητικά μόνο με τις βροχοπτώσεις, και σε αρδευόμενες καλλιέργειες. Τα χειμερινά ψυχανθή ανήκουν στην πρώτη κατηγορία, καθώς ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο πριν το καλοκαίρι, ενώ τα εαρινά ψυχανθή ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία λόγω της έλλειψης βροχοπτώσεων την εποχή εκείνη.

Τα χειμερινά ψυχανθή, που θα μας απασχολήσουν στην παρούσα μελέτη, χαρακτηρίζονται από μικρές και ασταθείς αποδόσεις που αποδίδονται στους εξής λόγους: α) στην καλλιέργεια μη βελτιωμένων ποικιλιών, οι οποίες δεν είναι ανθεκτικές στις αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος (ξηρασία, ακαταλληλότητα εδάφους κλπ.) και στους εχθρούς της καλλιέργειας (έντομα, ασθένειες κλπ.), β) στην καλλιέργεια σε εδάφη μικρής παραγωγικότητας, γ) στην εξάρτηση τους από τις βροχοπτώσεις, καθώς καλλιεργούνται σε ξηροθερμικές περιοχές χωρίς άρδευση, δ) στην έλλειψη ανάπτυξης νέων βελτιωμένων ποικιλιών, ε) στη μη εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών τεχνικών, στ) στη μη επαρκή πληροφόρηση των αγροτών για τις καινούργιες

τεχνολογίες και ζ) σε προβλήματα στον πολλαπλασιασμό, την πιστοποίηση και την διανομή των σπόρων σποράς (Παπακώστα - Τασοπούλου Δέσποινα, 2012)

Από οικονομικής άποψης θεωρούνται τα σπουδαιότερα φυτικά είδη μετά τα σιτηρά γεγονός που οφείλεται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους. Οι καρποί τους είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες και περιλαμβάνουν διπλάσια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες σε σχέση με τα σιτηρά. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου οι πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης είναι ακριβές ή ανεπαρκείς, τα όσπρια αποτελούν την βασικότερη πηγή πρωτεϊνών στην διατροφή των ανθρώπων. Επίσης στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου τα τελευταία έτη είναι διαδεδομένη η χορτοφαγική και μεσογειακή διατροφή, τα ψυχανθή αποκτούν σταδιακά μεγαλύτερη σημασία. Οι σπόροι των ψυχανθών περιλαμβάνουν επίσης αρκετούς αντιθρεπτικούς παράγοντες και ουσίες με τοξικές ιδιότητες που παίζουν προστατευτικό ρόλο εναντίον ασθενειών, φυτικών και ζωικών εχθρών και αντίξων συνθηκών. Άλλο ένα σπουδαίο χαρακτηριστικό που αντικατοπτρίζει την σημαντικότητα τους είναι η ικανότητα τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας, μία διαδικασία που ονομάζεται αζωτοδέσμευση. Με αυτό τον τρόπο καλύπτουν τις ανάγκες τους σε άζωτο και εμπλουτίζουν το χώμα ώστε αυτό να είναι διαθέσιμο στην επόμενη καλλιέργεια. Αυτός είναι ο κυριότερος λόγος που τα ψυχανθή χρησιμοποιούνται ακόμα και από την αρχαιότητα στα συστήματα αμειψισποράς. Υπεύθυνη για την αζωτοδέσμευση είναι η συμβιωτική σχέση που αναπτύσσουν τα ψυχανθή με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, του γένους *Rhizobium* στις ρίζες των φυτών σχηματίζοντας ιστούς που ονομάζονται φυμάτια. Αυτή η συμβιωτική σχέση θεωρείται εξειδικευμένη, καθώς ένα βακτήριο δεν αναπτύσσει συμβιωτικές σχέσεις με όλα τα είδη ψυχανθών (Παπακώστα - Τασοπούλου Δέσποινα, 2012).

## 1.2 Κουκί (Vicia faba L.)

### 1.2.1 Γενικά στοιχεία

Η καταγωγή του κουκιού και η εξημέρωση του πιθανόν έγινε μεταξύ των χωρών της Ανατολικής Μεσογείου. Η καλλιέργεια του φαίνεται πως γινόταν κατά την Νεολιθική Εποχή στις χώρες της Μέσης Ανατολής και η εξάπλωση της στην Ευρώπη έγινε κατά την Εποχή του Χαλκού. Ο Όμηρος αναφέρεται στα κουκιά ως «κύαμοι», ονομασία που χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα στην Ελλάδα. Τα κουκιά καλλιεργούνταν από το 6000 π.Χ. και συγκαταλέγονται μεταξύ των πιο αρχαίων οσπρίων, καθώς σπέρματά τους έχουν βρεθεί στους πρώτους οικισμούς ανθρώπων. Στην Ευρώπη αποτελούσαν

την κυριότερη ζωοτροφή αλόγων, λόγω της υψηλής διατροφική τους αξίας, και συγκαλλιεργούταν μαζί με χειμερινά σιτηρά για την διατροφή χοίρων και πουλερικών (Duc, 1997). Αποτελούν καλλιέργεια της ευκράτου και υποτροπικής ζώνης και σήμερα η κυριότερη χώρα παραγωγής είναι η Κίνα, ακολουθούν η Αιθιοπία και η Αίγυπτος, ενώ στην Ευρώπη οι κυριότεροι παραγωγοί είναι η Γαλλία και η Αγγλία. Στην χώρα μας καλλιεργούνται τόσο οι μεγαλόσπερμες ποικιλίες για ανθρώπινη κατανάλωση, όσο και οι μικρόσπερμες για τους ώριμους καρπούς, κυρίως ως ζωοτροφή αλλά και για ανθρώπινη κατανάλωση. Ωστόσο, η καλλιέργεια κουκιών έχει περιορισθεί αρκετά τα τελευταία έτη. Η κυριότερες περιοχές παραγωγής είναι η Κρήτη, τα νησιά του Αιγαίου και η Εύβοια (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012)

Τα κουκιά ανήκουν στο γένος *Vicia* της οικογένειας *Leguminosae (Fabaceae)*, το οποίο περιλαμβάνει πάνω από 166 είδη. Το επιστημονικό τους όνομα είναι *Vicia faba L.* Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορες ταξινομήσεις των κουκιών. Μία ταξινόμηση, η οποία χρησιμοποιούταν παλαιότερα και δεν θεωρείται αξιόπιστη σήμερα λόγω του μεγάλου βαθμού αλληλοκάλυψης μεταξύ των τύπων, είναι εκείνη του (Muratona, 1931) που διακρίνει τα κουκιά σε τέσσερις ομάδες:

1. *Vicia faba major*: μεγαλόσπερμοι τύποι με βάρος χιλίων σπόρων μεγαλύτερο του 1 kg. Αναπτύχθηκαν στις χώρες της Ν. Μεσογείου και στην Κίνα και εξαπλώθηκαν τον 16<sup>ο</sup> αι. στο Μεξικό και την Βόρειο Αμερική. Χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση ως λαχανικό (ολόκληροι οι λοβοί), νωποί και αποξηραμένοι σπόροι. Διακρίνονται σε δύο ποικιλίες: ποικιλίες με μακρύς λοβούς που περιέχουν περισσότερους από 8 σπόρους και ποικιλίες με κοντούς που περιέχουν 4 σπόρους ανά λοβό.
2. *Vicia faba minor*: μικρόσπερμοι τύποι, βάρος χιλίων σπόρων μικρότερο από 500g. Αναπτύχθηκαν κυρίως στην περιοχή της Αιθιοπίας και εξαπλώθηκαν στην Βόρεια Ευρώπη. Χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή.
3. *Vicia faba equina*: μέσο μέγεθος σπόρου. Αναπτύχθηκαν στην Μέση Ανατολή και στην Νότιο Αφρική και με κυριότερη χώρα παραγωγής την Αίγυπτο. Χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή.
4. *Vicia faba paucijuga*: μικρόσπερμοι τύποι παρόμοιοι με του *V. faba minor*. Καλλιεργούνται στην Κεντρική Ασία και χρησιμοποιούνται επίσης ως ζωοτροφή (José I. Cubero, 1974)(Duc, 1997)

Η πιο αντιπροσωπευτική ταξινόμηση των καλλιεργούμενων ποικιλιών *Vicia faba L.* είναι αυτή των (Kelly & George, 1998), όπου διακρίνονται δύο κύριες ομάδες με βάση τις χρήσεις τους:

1. Λαχανοκομικές: χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση οι τρυφεροί λοβοί και οι ανώριμοι σπόροι (νωποί, κατεψυγμένοι ή κονσερβοποιημένοι), οι ώριμοι σπόροι αποξηραμένοι, που αποθηκεύονται ή μαγειρεύονται ολόκληροι μετά το μαλάκωμα σε νερό ή και την αποφλοιώση, είτε αλέθονται για την παρασκευή διαφόρων προϊόντων.
2. Κτηνοτροφικές: Χρησιμοποιούνται ως πρωτεϊνούχες κτηνοτροφές οι ώριμοι αποξηραμένοι σπόροι και ολόκληρο το φυτό ως σανός ή ενσίρωμα. Ανάλογα το μέγεθος των καρπών διακρίνονται σε μικρόσπερμες και μεγαλόσπερμες ποικιλίες.

Τέλος, οι (Wiersema & León, 1999) διακρίνουν τα εξής είδη κουκιών: *Vicia faba L. Var faba* (κοινά κουκιά), *Vicia faba L. var equine Pers.* και *Vicia faba L. var minuta* (κτηνοτροφικά κουκιά).

## 1.2.2 Βοτανική Περιγραφή

### 1.2.2.1 Ριζικό Σύστημα

Τα κουκιά είναι ετήσια ποώδη φυτά, με πασσαλώδες ριζικό σύστημα, που είναι σχετικά επιφανειακό, και με πλάγιες διακλαδώσεις. Το μέγιστο βάθος στο οποίο εισχωρούν οι ρίζες κυμαίνεται από 50 έως 90 cm και σπάνια ξεπερνούν το 1 m. Αυτό εξαρτάται από τον γενότυπο, την διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος και τις φυσικές του ιδιότητες. Σε ξερικές συνθήκες ανάπτυξης παρατηρείται μεγαλύτερο βάθος και πυκνότητα ριζών. Τα φυμάτια που αναπτύσσονται είναι μεγάλα, σχεδόν σφαιρικά και βρίσκονται τόσο στην κύρια ρίζα όσο και στις πλάγιες διακλαδώσεις και προέρχονται από την συμβιωτική σχέση των ριζών με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια του είδους *Rhizobium leguminosarum* (Duc, 1997; Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Έρευνα έδειξε πως τα διάφορα χαρακτηριστικά και η μορφολογία των ριζών εξαρτάται τόσο από το γενότυπο των ποικιλιών όσο και από την περιοχή στην οποία αναπτύσσονται. Συγκρίνοντας διάφορες ευρωπαϊκές ποικιλίες κουκιών φάνηκε πως υπήρχαν διαφορές μεταξύ Νότου και Βορά. Για παράδειγμα, οι ποικιλίες από την Πορτογαλία παρουσίαζαν κυρίως μεγαλύτερες και πιο χονδροειδείς ρίζες αλλά λιγότερες διακλαδώσεις στα πρώτα 10 εκατοστά της κορυφής της ρίζας, ενισχύοντας δυνητικά

την πρόσληψη νερού από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους, οδηγώντας σε υψηλότερη ανοχή των ποικιλιών στην ξηρασία (Zhao et al., 2018)

#### 1.2.2.2 Υπέργειο μέρος

Η ανάπτυξη του φυτού είναι συνεχής. Ανάλογα την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης κατά μήκος του βλαστού, από τον 5<sup>ο</sup> έως τον 10<sup>ο</sup> κόμβο, υπάρχουν μόνο φύλλα, ενώ πιο πάνω από τους οφθαλμούς στην βάση των φύλλων αναπτύσσονται οι ταξιανθίες. Το ύψος του φυτού εξαρτάται από την ποικιλία και κυμαίνεται από 50 έως 150 cm. Ο κύριος βλαστός φέρει διακλαδώσεις και ο αριθμός αυτών εξαρτάται από το είδος των ποικιλιών. Οι χειμερινές ποικιλίες έχουν μεγαλύτερο αριθμό από τις εαρινές, όπου στις χειμερινές αναπτύσσονται 4-6 βλαστοί/φυτό και στις εαρινές 1-2 βλαστοί/φυτό. Τα κουκιά χαρακτηρίζονται ως φυτά όρθιας ανάπτυξης, με ισχυρό στέλεχος που δεν πλαγιάζει (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012)

Τα φύλλα είναι σύνθετα και στις βάση τους φέρουν δύο μικρά οδοντωτά παράφυλλα. Ο αριθμός των φυλλιδίων ανά φύλλο είναι 2 στην βάση του φυτού και αυξάνεται σε 6-8 προς την κορυφή. Τα φυλλάρια είναι ακέραια με σχήμα ωοειδές και λεία επιφάνεια. Τα άνθη, που ο αριθμός τους ποικίλει και κυμαίνεται από 9 έως 12, φέρονται πολλά μαζί σε ταξιανθίες, οι οποίες έχουν ένα μικρό ποδίσκο και εκφύονται από τις μασχάλες των φύλλων μετά τον 5<sup>ο</sup> κόμβο. Κατά την διάρκεια της άνθισης τα άνθη έχουν μήκος 2-3 cm και το χρώμα των πετάλων τους διαφέρει ανάλογα την ποικιλία από εντελώς λευκό, καστανόχρωμο ή ιώδες (μενεξεδί) (Εικ. 1) Στις περισσότερες περιπτώσεις συναντάμε μαύρες ή καφετιές κηλίδες μελανίνης στις πτέρυγες του άνθους. Η εμφάνιση των ανθέων αρχίζει από το κάτω μέρος του στελέχους προς την κορυφή και από την βάση προς την κορυφή κάθε ταξιανθίας (Duc, 1997). Ο χρόνος ανθοφορίας επηρεάζεται από την ποικιλία, τη φωτοπερίοδο και τη θερμοκρασία, ενώ οι ψυχρές συνθήκες ανάπτυξης επιταχύνουν την έναρξη της ανθοφορίας. Ενώ οι ταξιανθίες σχηματίζονται σε διάφορους κόμβους για τις περισσότερες ποικιλίες, οι ποικιλίες με το γονίδιο *ti* παράγουν επίσης μια τελική ταξιανθία.

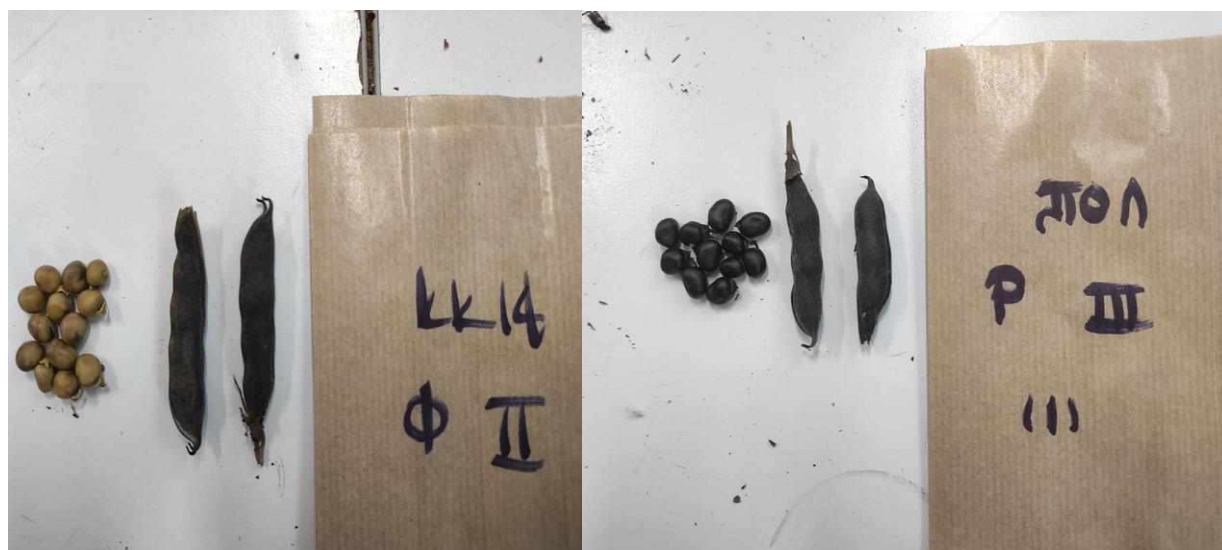


**Εικόνα 1. Ανθισμένο κουκί (Φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)**

Ο αριθμός των ανθέων (και των λοβών) ανά ταξιανθία διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και φαίνεται πως είναι ασταθές χαρακτηριστικό, που μειώνεται καθώς αυξάνεται η πυκνότητα και εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Οι θέσεις του πρώτου άνθους και του πρώτου λοβού δεν συμπίπτουν πάντα. Ο αριθμός των ανθέων που παράγονται σε μια ταξιανθία και ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό ξεπερνά πάντα κατά πολύ τον αριθμό των λοβών (Knott, 1990).

Όσον αφορά τους λοβούς διαφέρουν προς το μέγεθος και τον τρόπο έκφρασης, ανάλογα την ποικιλία. Στους τύπους *minor* και *raucijuga*, που είναι μικρόσπερμοι, έχουν μικρό μήκος, είναι συνήθως κυλινδρικοί, όρθιοι που σχεδόν εφάπτονται στον βλαστό και φέρουν 3-4 σπόρους. Αντίθετα στους μεγαλόσπερμους τύπους *major* έχουν μεγάλο μήκος, είναι κεκλιμένοι, πεπλατυσμένοι κι φέρουν 3-8 σπόρους. Οι ενδιάμεσοι τύποι *equina* έχουν ενδιάμεσο μήκος λοβού που φέρουν 4-8 σπόρους. Σε κάθε γόνατο, ανάλογα με την καρπόδεση, σχηματίζονται από 1-8 λοβοί. Πριν την ωρίμανση οι λοβοί είναι πράσινοι, λείοι εξωτερικά και χνουδωτοί με σπογγώδη υφή εσωτερικά. Κατά την ωρίμανση το χνούδι εξαφανίζεται και ο λοβός παίρνει χρώμα μαύρο ή σκούρο καφέ και είναι εύθραυστος. Σε ορισμένες ποικιλίες οι λοβοί ανοίγουν πριν την συγκομιδή με αποτέλεσμα οι σπόροι να πέφτουν στο έδαφος. Επίσης, υψηλό ποσοστό νεαρών λοβών πέφτουν κατά την ανάπτυξη.

Το χρώμα, το μέγεθος και το σχήμα των σπόρων διαφέρει μεταξύ των διάφορων τύπων κουκιών, αν και το μέγεθος εξαρτάται και από τις συνθήκες καλλιέργειας. Ο τύπος *major*, που είναι λαχανοκομικός, χαρακτηρίζεται από μεγάλους πεπλατυσμένους σπόρους, μήκους 2-3 cm, ενώ ο τύπος *minor*, που είναι κτηνοτροφικός, χαρακτηρίζεται από μικρούς και σχεδόν σφαιρικούς σπόρους, μήκους περίπου 1 cm. Όσον αφορά το χρώμα ποικίλει και μπορεί να είναι κίτρινο, μπλε, πρασινωπό, καφετί, μαύρο ή ιόχρουν (Εικ. 2). Επίσης μπορεί να φέρουν καφετί κηλίδες, στίγματα ή ραβδώσεις γύρω από τον οφθαλμό (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Το χρώμα του ανώριμου σπόρου είναι συνήθως κρεμ, μπλε γκρι/πράσινο, αλλά μπορεί να είναι και ανοιχτό πρασινοκίτρινο. Το χρώμα του ξηρού σπόρου μπορεί να είναι κρεμ, καφέ, κόκκινο, μωβ/καφέ, μαύρο ή πράσινο και μπορεί επίσης να σκουραίνει κατά την ωρίμανση. Έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες καθορισμού του βάρους χιλίων σπόρων και του μήκους τους στους τρεις κύριους βοτανικούς τύπους του *Vicia faba L.*, αλλά δεν έχουν διευκρινισθεί συγκεκριμένες τιμές. Στις ποικιλίες που ανήκουν στον τύπο *Vicia faba minor* οι σπόροι είναι σχεδόν σφαιρικοί ή ελλειπτικοί, μικροί με βάρος χιλίων σπόρων 280-560 g, ενώ αυτές που ανήκουν στον τύπο *Vicia faba equina* είναι μεγαλύτεροι με βάρος χιλίων σπόρων 560-840 g. Στον τύπο *Vicia faba major* το βάρος χιλίων σπόρων είναι γύρω στα 1500 g.



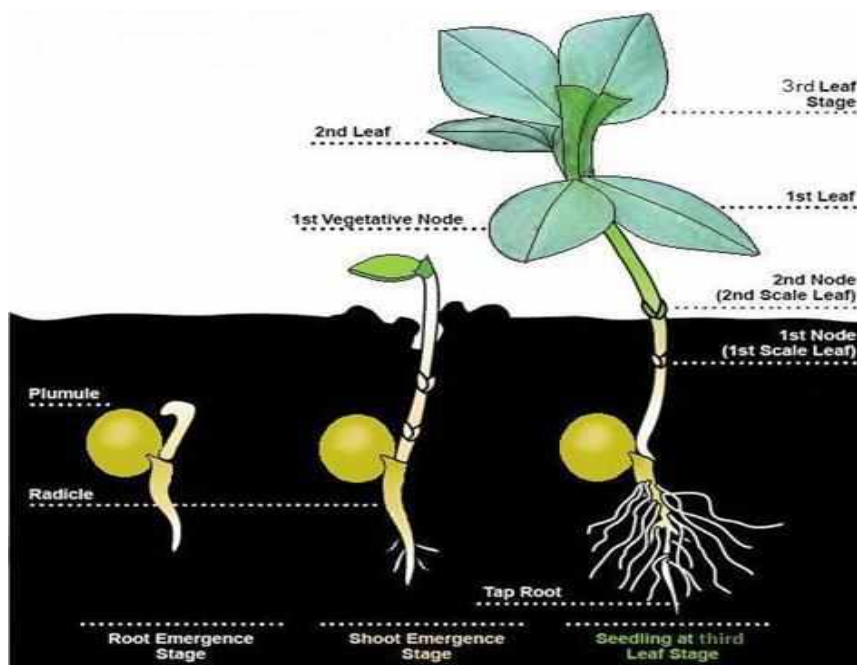
Εικόνα 2. Σπόροι και λοβοί κουκιού ποικιλιών KK14 και Πολυκάρπη (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

### 1.2.3 Στάδια Ανάπτυξης

Τα στάδια ανάπτυξης του *Vicia faba L.* όπως προτάθηκαν από τον (Knott, 1990) διακρίνονται στα κύρια στάδια που αποτελούνται από δευτερεύοντα στάδια. Τα κύρια



αποτελούνται από πέντε στάδια: (0) Βλάστηση και ανάδυση, (1) Βλαστικό στάδιο, (2) Αναπαραγωγικό στάδιο, (3) Στάδιο γήρανσης λοβών, (4) Στάδιο γήρανσης του στελέχους (Εικ. 3) Το στάδιο 1 αναφέρεται στο κύριο στέλεχος και το στάδιο 2 στον πρώτο γόνιμο κόμβο. Τα στάδια 1 και 2 αναφέρονται συνήθως στο στάδιο ανάπτυξης του κύριου στελέχους ή μέρους αυτού. Για όλες τις ποικιλίες η αναπαραγωγική φάση αρχίζει ενώ η βλαστική φάση συνεχίζεται και δεν εξαρτάται από τον τερματισμό αυτής. Έτσι τα στάδια 1 και 2 εκτελούνται ταυτόχρονα και μπορούν να περιγραφούν από κοινού. Επιπλέον αυτά τα στάδια αντιπροσωπεύουν και την ανάπτυξη των δευτερευόντων βλαστών. Σε περίπτωσης προ-συγκομιδής ή συγκομιδής, κατά τη γήρανση, τα στάδια περιγράφουν ολόκληρο το φυτό και επομένως τα στάδια γήρανσης 3 και 4 αναφέρονται τόσο στους δευτερεύοντες βλαστούς όσο και στο κύριο στέλεχος.



Εικόνα 3. Πρώτα στάδια ανάπτυξης κουκιού

#### 1.2.3.1 Βλάστηση και Ανάδυση (0)

Το στάδιο του ξηρού σπόρου κωδικοποιείται με 000. Ακολουθεί η πρόσληψη νερού μέσω του περιβλήματος και η διόγκωση του σπόρου, ο εμποτισμένος σπόρος κωδικοποιείται με 001. Στη συνέχεια, η ρίζα αναδύεται από τον σπόρο, στάδιο 002. Λίγες ημέρες μετά την εμφάνιση της ρίζας, γίνεται η εξαγωγή του βλαστιδίου μέσω του διαχωρισμένου περιβλήματος και ο σπόρος έχει βλαστήσει, στάδιο 003. Τόσο το ριζίδιο όσο και το βλαστίδιο επιμηκύνονται, οι πλευρικές ρίζες ξεκινούν να αναπτύσσονται και η ανάπτυξη αυξάνεται καθώς μεγαλώνει το ριζίδιο. Το βλαστίδιο αναδύεται πάνω από το έδαφος, στάδιο 004. Το χρώμα του είναι λευκό ή κίτρινο κάτω από το έδαφος και αλλάζει σε πράσινο πάνω από το έδαφος. Η βλάστηση είναι υπόγεια, οι κοτυληδόνες



παραμένουν κάτω από το έδαφος για να παρέχουν θρεπτικά συστατικά στο αναπτυσσόμενο φυτό. Ο βλαστός διακρίνεται ως διπλωμένο φύλλο, στάδιο 005, που ξεδιπλώνεται γρήγορα και μπορεί να οριστεί ως το πρώτο ανοιχτό φύλλο, στάδιο 006.

#### 1.2.3.2 Βλαστικό Στάδιο (1)

Τα στάδια που περιγράφονται ισχύουν τόσο για το κύριο στέλεχος όσο και για τους δευτερεύοντες βλαστούς. Συνήθως, το κύριο στέλεχος είναι μακρύτερο με μεγαλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με τους δευτερεύοντες βλαστούς, αλλά μπορεί να υπάρχουν εξαιρέσεις για ορισμένες ποικιλίες ή συνθήκες. Το πρώτο ξεδιπλωμένο φύλλο (στάδιο 006) είναι σύνθετο με δύο φυλλάρια και το δεύτερο, το οποίο αναπτύσσεται στην αντίθετη πλευρά του στελέχους, έχει επίσης δύο φυλλάρια. Ο αριθμός αυτών των σύνθετων φύλλων με τα δύο παράφυλλα εξαρτάται από την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα μεταγενέστερα φύλλα διαθέτουν συνήθως τέσσερα, έξι ή οκτώ φυλλάρια και μερικά μόνο έχουν περιττό αριθμό. Μετά το άνοιγμα του πρώτου φύλλου, το στέλεχος επιμηκύνεται και εμφανίζονται δύο μικρά φύλλα στους δύο πρώτους κόμβους εκατέρωθεν του στελέχους κάτω από το πρώτο φύλλο. Οι κόμβοι που καταγράφονται είναι αυτοί όπου αναπτύσσεται ένας μίσχος φύλλων. Φαίνονται εύκολα και το προσκολλημένο φύλλο ξεδιπλώνεται πλήρως. Έτσι, ο πρώτος κόμβος που καταγράφεται είναι ο 101 και ουσιαστικά αποτελεί τον τρίτο κόμβο του φυτού. Οι αριθμοί των κόμβων, από 1 έως n, κωδικοποιούνται από 101 έως 10n. Ο αριθμός (n) εξαρτάται από την ποικιλία και τις καλλιεργητικές συνθήκες (Εικ. 4)



Εικόνα 4. Πρώτη ανάπτυξη κουκιού (Φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

### *1.2.3.3 Αναπαραγωγικό Στάδιο (2)*

Το πρώτο αναπαραγωγικό στάδιο, 201 (1), ξεκινά με τους πρώτους ορατούς οφθαλμούς που είναι ακόμη πράσινοι. Στη συνέχεια, τα πέταλα εμφανίζονται από τα σέπαλα και σταδιακά παίρνουν το χρώμα τους. Το πρώτο άνθος στην πρώτη ταξιανθία ανοίγει πλήρως. Αυτό ορίζεται ως το στάδιο «πρώτο ανοιχτό άνθος» και είναι το 203 (1). Επίσης μπορεί να εμφανιστεί ένας πολύ μικρός ανώριμος λοβός και να είναι ορατός στο στάδιο «δημιουργίας λοβών», 204(1). Το κουκί, με εξαίρεση τις ποικιλίες τί που σχηματίζουν τερματική ταξιανθία, συνεχίζει να παράγει ταξιανθίες σε μεταγενέστερους κόμβους ανάλογα με την ποικιλία, τις καιρικές και καλλιεργητικές συνθήκες. Αυτή η διαδικασία εκτελείται ταυτόχρονα με την ανάπτυξη λοβών σε παλαιότερους, χαμηλότερους κόμβους. Το επόμενο στάδιο είναι «οι πλήρως σχηματισμένοι λοβοί», 205(1), όταν οι λοβοί είναι μεγαλύτεροι αλλά οι σπόροι τους είναι μικροί και ανώριμοι. Στη συνέχεια, οι σπόροι των κουκιών αυξάνονται σε μέγεθος και γεμίζουν τον λοβό όταν αναπτυχθούν πλήρως, αλλά οι λοβοί παραμένουν πράσινοι. Αυτό ορίζεται ως στάδιο «γεμίσματος λοβών», 207(1). Σε αυτό το στάδιο οι σπόροι είναι ακόμη ανώριμοι. Συνήθως ένας ή δύο σπόροι στο λοβό δεν αναπτύσσονται ή παραμένουν πολύ μικροί.

Αργότερα ο σπόρος αρχίζει να χάνει υγρασία και γίνεται λιγότερο λείος και στρογγυλός, οι λοβοί χάνουν επίσης την υγρασία και το πράσινο χρώμα τους. Ο σπόρος παίρνει σκληρότερη υφή και ο λοβός ζαρώνει, αλλά εξακολουθεί να είναι εύκαμπτος, και αρχίζει να γίνεται μαύρος, στάδιο 209(1). Στη συνέχεια οι λοβοί γίνονται εντελώς μαύροι και ξηροί, και οι σπόροι ξεραίνονται και σκληραίνουν, αυτό ορίζεται ως το στάδιο «ξηρός σπόρος», 201(1). Η περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία είναι περίπου 25%.

### *1.2.3.4 Γήρανση Λοβών και Ωρίμανση Σπόρων (3)*

Στα επόμενα αναπαραγωγικά στάδια τα φύλλα αρχίζουν να γερνούν, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε κάποια ασθένεια, παράσιτα ή να είναι αποτέλεσμα ξηρασίας, και επομένως δεν ορίζεται ως ξεχωριστό στάδιο. Τα στάδια της ωρίμανσης του λοβού και του στελέχους είναι τα σημαντικότερα. Η γήρανση του λοβού και η ωρίμανση των σπόρων, στις περισσότερες ποικιλίες, συμβαίνει πριν την γήρανση του στελέχους. Αφού ο σπόρος στους κατώτερους λοβούς φτάσει στο στάδιο ξηρού σπόρου (210), παρατηρείται περαιτέρω γήρανση και στους άλλους λοβούς, οι οποίοι θα περάσουν όλα τα στάδια που περιεγράφηκαν προηγουμένως. Η ωρίμανση όλων των λοβών και των σπόρων γίνεται μέχρι όλοι οι σπόροι να είναι ξηροί. Στο στάδιο 301 οι πρώτοι λοβοί

γίνονται ξηροί και μαύροι, οι μεσαίοι λοβοί γίνονται μαύροι αλλά εξακολουθούν να είναι εύκαμπτοι και οι επάνω λοβοί είναι ακόμα πράσινοι. Στο στάδιο 305, το 50% των λοβών είναι μαύροι και οι σπόροι στους κάτω λοβούς γίνονται ελαστικοί. Στο στάδιο της αποξήρανσης 309, οι περισσότεροι λοβοί (90%) είναι μαύροι και οι σπόροι ξηροί. Μεγάλο μέρος των μίσχων θα έχει ξεραθεί και η καλλιέργεια είναι κοντά στο στάδιο της συγκομιδής. Στο στάδιο 310, όλοι οι λοβοί είναι ξηροί και μαύροι και οι σπόροι που περιλαμβάνονται είναι ξηροί και σκληροί. Η συνολική περιεκτικότητα σε υγρασία των σπόρων είναι μικρότερη από 30%. Συνήθως αυτά τα στάδια διαδέχονται πολύ γρήγορα το ένα το άλλο και είναι δύσκολο να διακριθούν μεταξύ τους.

#### *1.2.3.5 Γήρανση στελέχους (4)*

Καθώς το φυτό ωριμάζει, τα στελέχη σταδιακά γίνονται καφέ-μαύρα. Σε ορισμένες ποικιλίες η ωρίμανση των λοβών και του στελέχους είναι ταυτόχρονη, αλλά στις περισσότερες τα στελέχη παραμένουν πράσινα για αρκετές ημέρες μετά την ωρίμανση και των τελευταίων λοβών. Στο μπιζέλι δεν συναντάται αυτό το χαρακτηριστικό. Ο ρυθμός γήρανσης του στελέχους μετά την ωρίμανση των λοβών ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία. Για αυτόν τον λόγο υπάρχει το πρόσθετο στάδιο γήρανσης για τα στελέχη, κατά το οποίο λαμβάνεται υπόψη ολόκληρο το φυτό, συμπεριλαμβανομένων του κύριου στελέχους και των δευτερευόντων βλαστών. Στο στάδιο 401, περίπου 10% των στελεχών είναι καφέ/μαύρα, αλλά τα περισσότερα είναι πράσινα. Στο 405, το 50% είναι καφέ/μαύρα. Στο 409, 90% των στελεχών είναι καφέ/μαύρο. Στο 410 ολόκληρο το φυτό είναι ώριμο, με όλους τους βλαστούς και τους λοβούς κατάμαυρους και όλους τους σπόρους σκληρούς, κατάλληλους για συγκομιδή. Στην πράξη, οι καρποί μερικές φορές συγκομίζονται νωρίτερα από το στάδιο 410.

#### *1.2.4 Αύξηση και Απόδοση*

Τα κουκιά έχουν υπόγειο φύτρωμα και παρουσιάζουν συνεχή ανάπτυξη. Για την προσαρμογή των φυτών σε υποτροπικά και εύκρατα κλίματα έχουν δημιουργηθεί χειμερινές και εαρινές ποικιλίες. Ορισμένες από τις χειμερινές αντιδρούν στην φωτοπερίοδο, χωρίς να χρειάζονται την εαρινοποίηση. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας καθορίζεται από το ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που μπορεί να απορροφηθεί από την περίοδο ανάπτυξης έως την περίοδο ωρίμανσης. Για τον ποσοτικό καθορισμό αυτής της διάρκειας απαιτείται η παρακολούθηση της θερμοκρασίας ημέρας και της φωτοπεριόδου. Φαίνεται πως η διάρκεια ημέρας

επηρεάζει σημαντικά τον σχηματισμό ανθικών καταβολών, ενώ η περίοδος ανάπτυξης συμπίπτει με την περίοδο μεγάλων ημερών (Husain et al., 1988). Επίσης, το φύτρωμα του σπόρου και η πρώτη ανάπτυξη των φυτών επηρεάζονται κυρίως από την θερμοκρασία ημέρας και την υδατική καταπόνηση, η οποία αποτελεί και τον βασικότερο παράγοντα αναστολής της ανάπτυξης (Lopez-Bellido et al., 2005).

Η γήρανση των φύλλων εμφανίζεται κατά την ανάπτυξη των σπόρων και κατά τη μείωση της δραστηριότητας των ριζών και αυξάνεται με την θερμοκρασία, την έλλειψη νερού και τις μυκητιακές ασθένειες, ενώ η γήρανση του λοβού και του στελέχους επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές και καλλιεργητικές συνθήκες. Σε αντίθεση με τα μπιζέλια, τα στελέχη συνήθως παραμένουν πράσινα μετά την ωρίμανση των λοβών. Ωστόσο, είναι δυνατή η αναπαραγωγή ποικιλιών, στις οποίες η γήρανση των λοβών και του στελέχους συμπίπτουν, επιτρέποντας έτσι τη διεξαγωγή της συγκομιδής νωρίτερα (Knott, 1990).

Η καλλιέργεια κουκιών θεωρείται καλλιέργεια ασταθών αποδόσεων. Στην περιοχή της Μεσογείου αυτό το γεγονός αποδίδεται στην καταπόνηση των φυτών από την ξηρασία κατά την διάρκεια της ανθοφορίας και της καρπόδεσης. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου και οι καιρικές συνθήκες κατά την διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας έχουν άμεση επίδραση στις αποδόσεις, καθώς επηρεάζουν σημαντικά αποδοτικά χαρακτηριστικά, όπως τον σχηματισμό δευτερευόντων βλαστών στο φυτό. Ένας ακόμη σημαντικός λόγος, που προκαλεί αστάθεια στην απόδοση, είναι η μεγάλη πτώση ανθέων και λοβών. Για αυτόν τον λόγο έχει μελετηθεί αρκετά η βιολογία αναπαραγωγής του φυτού. Στα κουκιά παρατηρήθηκε φυσική στραυρογονιμοποίηση από 2 έως 84%, με μέσο όρο 32%, ποσοστό που ποικίλει ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή, το είδος και την δραστηριότητα των επικονιαστών εντόμων κατά την διάρκεια της άνθισης, καθώς και από την κληρονομική ικανότητα του γενοτύπου για αυτογονιμοποίηση. Έχει αποδειχθεί ότι μόνο το 24% των σπέρμοβλαστών δίνει σπόρους και η καρπόδεση είναι συχνά μεγαλύτερη στους μέσους και κατώτερους ανθοφόρους κόμβους του βλαστού και στους λοβούς που σχηματίζονται στην αρχή της ταξιανθίας. Στην περιοχή κοντά στον ποδίσκο, η αποτυχία σχηματισμού σπόρων είναι μεγαλύτερη για κάθε ξεχωριστό λοβό (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Το φαινόμενο της πτώσης των ανθέων και των νεαρών λοβών δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως, ωστόσο φαίνεται πως οι κυριότεροι παράγοντες πτώσης των αναπαραγωγικών οργάνων είναι οι δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος (όπως η μειωμένη εδαφική

υγρασία, η χαμηλή σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, η υψηλή θερμοκρασία) η μειωμένη δραστηριότητα επικονιαστών εντόμων κατά την διάρκεια της άνθισης, καθώς επίσης και ο ανταγωνισμός για θρεπτικά στοιχεία και προϊόντα φωτοσύνθεσης μεταξύ νεαρών και παλαιών σπόρων ή μεταξύ της ανάπτυξης βλαστικών και αναπαραγωγικών οργάνων (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Η αποκοπή των αναπαραγωγικών οργάνων εξετάστηκε λεπτομερώς από τον Peat (1983) και από τους Gates, Smith & Boulter (1983). Η έρευνα έδειξε ότι η πτώση ανθέων μίας ταξιανθίας είναι μεγαλύτερη στην κορυφή σε σχέση με την βάση, και ότι υπάρχει μια προοδευτική αύξηση της πτώσης σε κάθε διαδοχική ταξιανθία. Παρόμοια τάση εμφανίζεται και στις πτώσεις νεαρών λοβού. Η πτώση των ανθέων και των λοβών φαίνεται να εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και παρ' όλο που αυξάνεται από την περιβαλλοντική πίεση, όπως η περίσσεια ή ανεπάρκεια νερού, φαίνεται πως είναι ένα χαρακτηριστικό της καλλιέργειας του κουκιού. Όπως προαναφέρθηκε, αποτέλεσμα αυτών των παραγόντων που επηρεάζουν την καρπόδεση, είναι οι ιδιαίτερα μεταβλητές αποδόσεις στην καλλιέργεια κουκιών σε όλες τις περιοχές που εγκαθίστανται (Knott, 1990).

Η απόδοση εξαρτάται, επίσης, από το περιβάλλον και το γονότυπο. Η απόδοση σε νωπούς λοβούς κυμαίνεται από 200 έως 300 kg/στρ. και η απόδοση σε καρπό από 80 έως 300 kg/στρ. Ωστόσο, με την χρήση κατάλληλων ποικιλιών, με πρόιμη σπορά και ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες η απόδοση σε λοβούς μπορεί να φτάσει τα 1500 kg/στρ. και η απόδοση σε σπόρο μπορεί να φτάσει τα 420 kg/στρ. Η απόδοση σε βιομάζα έχει παρατηρηθεί πως μειώνεται με όψιμη σπορά, ωστόσο σε φυσιολογικές συνθήκες κατά την ωρίμανση κυμαίνεται από 92 kg/στρ. έως 1075 kg/στρ. (Loss et al., 1997a).

#### 1.2.5 Οικολογικές Απαιτήσεις

Το περιβάλλον αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την παραγωγικότητα της καλλιέργειας κουκιών. Οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες είναι το νερό και η θερμοκρασία. Τα κουκιά προσαρμόζονται σε δροσερές και υγρές περιοχές. Η αντοχή τους στις χαμηλές θερμοκρασίες εξαρτάται από το είδος της ποικιλίας και από την εποχή σποράς. Οι φθινοπωρινές ποικιλίες αντέχουν έως και  $-12^{\circ}\text{C}$ , ενώ οι ανοιξιάτικες έως  $-6^{\circ}\text{C}$ . Ωστόσο, βρέθηκε πως η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία αναπτύχθηκαν φυτά κουκιού ήταν  $-25^{\circ}\text{C}$ , αλλά αναπτυσσόμενα φυτά δύνανται να επιζήσουν σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των  $-9^{\circ}\text{C}$ . Οι χαμηλές θερμοκρασίες την άνοιξη

καταστρέφουν τα άνθη, για αυτόν τον λόγο υπάρχουν γενότυποι με σημαντική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες, που προκαλούν οψιμότητα στην άνθιση (Duc, 1997) Ωστόσο, αυτό αποτελεί ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα, καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες είναι επιζήμιες κατά την περίοδο της αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Όταν ξεπερνούν τους 25oC μπορούν να αναστείλουν την άνθιση ή και να προκαλέσουν ξήρανση και πτώση ανθέων, που έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής. Το φαινόμενο είναι εντονότερο όταν συνοδεύεται με μειωμένη υγρασία στο έδαφος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012)

Η έλλειψη νερού και οι υψηλή θερμοκρασία είναι δύο από τις πιο βασικές μεταβλητές που σχετίζονται με την κλιματική μεταβλητότητα και μπορεί να έχουν σημαντικές αρνητικές επιδράσεις στην ανάπτυξη του κουκιού. Ωστόσο, διαφορετικοί γενότυποι ανταποκρίνονται διαφορετικά στις καταπονήσεις και αναπτύσσουν συγκεκριμένες φυσιολογικές διεργασίες. Η έλλειψη νερού βρέθηκε πως επηρεάζει σημαντικά τα ποσοστά διαπνοής των φυτών και τη δέσμευση αζώτου (Kibbou et al., 2021). Η υδατική καταπόνηση φάνηκε πως μειώνει την φωτοσυνθετική ικανότητα, την πυκνότητα και το άνοιγμα των στομάτων, την παραγωγή καρπού και ξηρής μάζας. Η ανεπάρκεια νερού στους φυτικούς ιστούς οδηγεί σε υψηλό ρυθμό αναπνοής και στην μείωση της ανάπτυξης (Xia, 1997). Η επάρκεια σε νερό είναι απαραίτητη σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ιδιαίτερα στο στάδιο γεμίσματος των λοβών, όπου ξηρασία σε εκείνο το στάδιο προκαλεί μείωση των αποδόσεων έως και 50%. Γενικά, αποτελεί μία καλλιέργεια με μεγάλη ευαισθησία στην ξηρασία (Mwanamwenge et al., 1999), που είναι ένα συχνά μελετώμενο αντικείμενο από τους βελτιωτές για την δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών περισσότερο προσαρμοσμένων σε περιοχές με μειωμένη βροχόπτωση (Kibbou et al., 2021). Σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα όπως η χώρα μας, που είναι ξηροθερμικό, η αντιμετώπιση της ξηρασίας γίνεται με πρόιμη σπορά και καλλιέργεια ποικιλιών που ανθίζουν νωρίς την άνοιξη πριν εξαντληθεί η εδαφική υγρασία από τις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις.

Όσον αφορά το έδαφος, τα κουκιά αποτελούν μία καλλιέργεια η οποία μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε πολύ φτωχά εδάφη, λόγω της μεγάλης αζωτοδεσμευτικής ικανότητας που παρουσιάζουν. Ωστόσο, προσαρμόζονται καλύτερα σε εδάφη μέσης ή βαριάς μηχανικής σύστασης, πλούσια σε ασβέστιο. Είναι ευαίσθητα στα όξινα εδάφη και η ανάπτυξη τους μειώνεται σε pH μικρότερο του 6. Ωστόσο παρουσιάζουν αντοχή στην αυξημένη αλατότητα και αλκαλικότητα του εδάφους (Mwanamwenge et al., 1999).

## 1.2.6 Καλλιέργεια του *Vicia faba* L.

### 1.2.6.1 Προετοιμασία Εδάφους και Λίπανση

Η προετοιμασία του εδάφους περιλαμβάνει το όργωμα και το ψιλοχωμάτισμα με δισκοβάρνα ή με απλό καλλιεργητή ή με καλλιεργητή με μικρό κύλινδρο, όταν υπάρχουν μεγάλοι βόλοι, για την δημιουργία ικανοποιητικής σποροκλίνης. Το όργωμα γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου ή μετά την συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας. Καλοκαιρινό όργωμα δεν συνιστάται, καθώς το έδαφος είναι πολύ σκληρό, χάνεται η ελάχιστη υγρασία που έχει και προκαλούνται φθορές στα μηχανήματα. Αντίθετα, είναι ωφέλιμο στην περίπτωση που υπάρχουν πολυετή ζιζάνια γιατί έρχονται τα αναπαραγωγικά τους όργανα στην επιφάνεια και καταστρέφονται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και λόγω της ξηρασίας. Ωστόσο, όταν δεν υπάρχουν ζιζάνια αποφεύγεται το όργωμα για μειωμένη κατεργασία εδάφους. Στην περίπτωση που δεν εφαρμοστούν προσπαρτικά ή προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα, το όργωμα πρέπει να γίνει λίγο πριν την σπορά για να καταστραφούν τα νεαρά ζιζάνια, λόγω της χαμηλής ανταγωνιστικής ικανότητας των νεαρών φυτών έναντι των ζιζανίων (Etemadi et al., 2019; Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012)

Η εφαρμογή λίπανσης γίνεται πριν την τελευταία καλλιεργητική εργασία της προετοιμασίας του εδάφους. Η εν λόγω καλλιέργεια δεν απαιτεί αζωτούχο λίπανση λόγω της ικανότητάς της να αζωτοδεσμεύει. Έχει αναφερθεί ότι εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης μειώνει την αζωτοδεσμευτική ικανότητα στο κουκί, ωστόσο όταν πρόκειται για έδαφος που δεν έχει καλλιεργηθεί με ψυχανθή για πολλά έτη ή όταν ο αριθμός των φυματίων είναι μικρός, μία μικρή εφαρμογή αζώτου (2-3 kg N/στρ.) πριν την σπορά μπορεί να βοηθήσει την πρώτη ανάπτυξη μέχρι των πολλαπλασιασμό των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων. Όταν τα εδάφη είναι όξινα γίνεται η προσθήκη ασβεστίου, τουλάχιστον ένα χρόνο πριν την σπορά, για την αύξηση του pH στο 6. Στην χώρα μας η προτεινόμενη λίπανση με φώσφορο είναι περίπου 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/στρ., ενώ η ίδια ποσότητα καλίου εφαρμόζεται μόνο σε εδάφη μετά από διαπιστωμένη έλλειψή του (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

### 1.2.6.2 Σπορά

Η σπορά γίνεται συνήθως με σπαρτικές μηχανές χειμερινών σιτηρών ή καλαμποκιού, ενώ σε μερικές περιοχές γίνεται και με το χέρι. Για την παραγωγή μικτού σιτηρεσίου (σανό ή ενσίρωση) τα κουκιά συγκαλλιεργούνται με βίκο, κριθάρι ή βρώμη. Το βάθος και η πυκνότητα σποράς είναι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και την απόδοση λόγω της σημαντικής επιρροής τους στον ανταγωνισμό των φυτών για νερό,



φος και θρεπτικά συστατικά. Το βάθος σποράς πρέπει να είναι 8-10 cm, καθώς ο σπόρος είναι σκληρός και ξηρός και χρειάζεται μεγάλο χρονικό διάστημα για να απορροφήσει υγρασία ώστε να φυτρώσει (Etemadi et al., 2019; Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Σε έρευνα φάνηκε πως το ύψος το φυτών ήταν μεγαλύτερο σε βάθος σποράς 8 cm και με απόσταση μεταξύ των φυτών πριν από τη συγκομιδή, 5-8 cm. Επίσης, η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο παρατηρήθηκε κατά κύριο λόγο σε μικρότερο βάθος σποράς (Helios et al., 2021)

Οι παράγοντες που καθορίζουν την εποχή σποράς είναι οι θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του χειμώνα και η αντοχή της ποικιλίας στις χαμηλές θερμοκρασίες. Όπως προαναφέρθηκε, η πρόιμη σπορά έχει σαν αποτέλεσμα την πρόιμη άνθιση και για αυτόν τον λόγο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι ανοιξιάτικοι παγετοί, ώστε να προστατεύονται τα άνθη από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Για την χώρα μας οι καταλληλότερες ποικιλίες είναι εκείνες που σπέρνονται από 20 Οκτωβρίου έως 10 Νοεμβρίου, ενώ σε νοτιότερες χώρες για συγκομιδή χλωρών λοβών η σπορά γίνεται από τον Σεπτέμβριο. Η εαρινή σπορά γίνεται από το τέλος Φεβρουαρίου μέχρι το τέλος Μαρτίου (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Σε τριετή έρευνα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ημερομηνία σποράς επηρεάζει σημαντικά όλα τα συστατικά απόδοσης και τις παραμέτρους ανάπτυξης, εκτός από το βάρος των 1000 σπόρων. Η απόδοση σε καρπό μειώθηκε κατά 5, 23,3 και 67% από την πρώτη στην τέταρτη ημερομηνία σποράς αντίστοιχα (Wakweya et al., 2016). Το κουκί εκμεταλλεύεται την πρόιμη σπορά δίνοντας μεγαλύτερη απόδοση καρπών, επειδή παρουσιάζει πρόιμη άνθιση, μεγαλύτερη διάρκεια άνθισης, παραγωγή περισσότερων κόμβων, απορρόφηση περισσότερης φωτοσυνθετικής ενεργής ακτινοβολίας (PAR), μεγαλύτερη τελική βιομάζα, περισσότερους λοβούς μεγαλύτερο δείκτη συγκομιδής (HI), σε σχέση με την όψιμη σπορά (Loss et al., 1997b).

Όσον αφορά τις αποστάσεις σποράς μεταξύ των γραμμών, τα κουκιά μπορούν να καλλιεργηθούν ως σκαλιστική καλλιέργεια, με απόσταση 50-60 cm ή ως πυκνή καλλιέργεια, με απόσταση 20-30 cm. Σε φθινοπωρινή σπορά και στις μεγαλόσπερμες ποικιλίες οι αποστάσεις πρέπει να είναι μεγαλύτερες, συνήθως 30-35 cm. Το ίδιο συμβαίνει όταν ο έλεγχος ζιζανίων γίνεται με σκάλισμα. Σε ανοιξιάτικη σπορά και σε μικρόσπερμες ποικιλίες εφαρμόζονται μικρότερες αποστάσεις, συνήθως 20 cm (Kelly & George, 1998). Αυτό συμβαίνει γιατί στην ανοιξιάτικη σπορά η ανάπτυξη των φυτών είναι περιορισμένη και η μεγαλύτερη πυκνότητα δίνει υψηλότερες αποδόσεις. Στην χώρα μας οι προτεινόμενες αποστάσεις για μεγαλόσπερμες ποικιλίες είναι 25-30 cm,



ενώ για μικρόσπερμες 25 cm. Έχει αποδειχθεί σημαντική θετική επίδραση στην απόδοση και στο ύψος φυτών με υψηλή πυκνότητα σποράς (30 cm μεταξύ των γραμμών και 5 cm μεταξύ των φυτών), ενώ σε χαμηλότερη πυκνότητα (30 cm μεταξύ των γραμμών και 20 cm μεταξύ των φυτών) ο αριθμός ανθέων ήταν κατά μέσο όρο ο μέγιστος στην αρχή του σχηματισμού του καρπού (Cavusoglu & Azdemir, 2019).

Η ποσότητα σπόρου εξαρτάται από το μέγεθός του. Στις μεγαλόσπερμες ποικιλίες χρησιμοποιούνται 25 kg σπόρου/στρ., ενώ στις μικρόσπερμες 17,7 kg σπόρου/στρ.. Στην χώρα μας η προτεινόμενη ποσότητα σπόρου είναι 15-17 kg σπόρου/στρ. για τις μεγαλόσπερμες ποικιλίες και 11 kg σπόρου/στρ. για τις μικρόσπερμες (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Σε έρευνα έχει φανεί πως η καταλληλότερη ποσότητα σπόρου για τα συστατικά απόδοσης της ποικιλίας ήταν 75 σπόροι ανά m<sup>2</sup> (Helios et al., 2021). Σε άλλη έρευνα φάνηκε πως η ποσότητα σπόρου επηρέασε το ύψος των φυτών, ενώ σε αλληλεπίδραση με την ημερομηνία σποράς επηρέασαν σημαντικά όλα τα μελετώμενα χαρακτηριστικά των φυτών. Σε γενικές γραμμές, φάνηκε πως 75 kg σπόρου/ha με πρόωμη φύτευση έδωσε το υψηλότερο ποσοστό απόδοσης (Wakweya et al., 2016)

#### *1.2.6.3 Περιποιήσεις μετά την σπορά*

Μετά την σπορά είναι απαραίτητη η αντιμετώπιση των ζιζανίων, λόγω της μικρής ανταγωνιστικής ικανότητας των φυτών κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Για αυτόν τον λόγο αποφεύγεται η σπορά σε αγρούς με πολλά ζιζάνια. Τόσο τα χειμερινά όσο και τα εαρινά ζιζάνια αποτελούν πρόβλημα για την καλλιέργεια. Η αντιμετώπισή τους γίνεται τόσο με χημικά όσο και με μηχανικά μέσα. Τα μηχανικά μέσα περιλαμβάνουν την χρήση φρέζας ή καλλιεργητή όταν οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι μεγάλες. Τα χημικά μέσα περιλαμβάνουν την χρήση ζιζανιοκτόνων που εφαρμόζονται προσπαρτικά με ενσωμάτωση και κυρίως προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά.

Όπως προαναφέρθηκε η άρδευση είναι απαραίτητη για την καλλιέργεια πριν και κατά την διάρκεια της άνοιξης κυρίως όταν η συνθήκες είναι ξηροθερμικές. Η καλλιέργεια κτηνοτροφικών και λαχανοκομικών ποικιλιών στην χώρα μας εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις σε αγρούς όπου δεν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

#### *1.2.6.4 Συγκομιδή*

Στις λαχανοκομικές ποικιλίες η συγκομιδή χλωρών λοβών γίνεται με το χέρι από την βάση του φυτού προς την κορυφή. Οι ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή ξηρών σπόρων συγκομίζονται στο τελευταίο στάδιο ωρίμανσης (4), που αναλύθηκε σε

προηγούμενο κεφάλαιο, όπου η υγρασία τους κυμαίνεται από 16 έως 20%. Στην χώρα μας η συγκομιδή τους γίνεται τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο με θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Για την αποφυγή των απωλειών από την πτώση των σπόρων, η συγκομιδή γίνεται νωρίτερα όταν οι κατώτεροι λοβοί μαυρίσουν ή όταν οι σπόροι αποχωρίζονται εύκολα από τους λοβούς, στις ποικιλίες των οποίων οι λοβοί ανοίγουν εύκολα με αποτέλεσμα οι σπόροι να πέφτουν στο έδαφος. Σε αυτό το στάδιο η υγρασία των φυτών είναι ίση ή μικρότερη του 50%. Ύστερα τα φυτά παραμένουν στο έδαφος για να αποξηραθούν και ακολουθεί ο αλωνισμός. Οι καλλιέργειες κουκιών που προορίζονται για ενσίρωση συγκομίζονται κατά το στάδιο που οι λοβοί είναι πράσινοι και μαλακοί (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

#### *1.2.6.5 Αμειψισπορά*

Τα κουκιά αποτελούν μία από τις σημαντικές καλλιέργειες αμειψισποράς, λόγω της υψηλής αζωτοδεσμευτικής ικανότητας, που κυμαίνεται από 17 έως 33 kg N/στρ., όταν η διαχείριση της καλλιέργειας είναι καλή. Φαίνεται πως αφήνουν θετικό ισοζύγιο στο έδαφος, παρά το γεγονός ότι απομακρύνεται μεγάλη ποσότητα αζώτου από τους καρπούς. Ιδιαίτερα η επόμενη καλλιέργεια επωφελείται περισσότερο όταν έχει μεγάλη περίοδο ανάπτυξης. Επίσης, τα κουκιά σε συστήματα αμειψισποράς φαίνεται πως βελτιώνουν τη δομή του εδάφους, λόγω του ισχυρού ριζικού συστήματος που αναπτύσσουν, ενισχύουν την μικροβιακή του δραστηριότητα και αποτελούν πηγή τροφή για τους επικονιαστές και τα ωφέλιμα έντομα. Αποτελούν μία καλλιέργεια με πολλές θετικές επιδράσεις όταν χρησιμοποιούνται σε συστήματα αμειψισποράς ή ως καλλιέργεια κάλυψης σε μη οσπριώδεις καλλιέργειες (Etemadi et al., 2019; Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Είναι φυτά που προσαρμόζονται εύκολα σε συστήματα αμειψισποράς με χειμερινά σιτηρά, καθώς η προετοιμασία εδάφους, η συγκομιδή, η αποξήρανση και η αποθήκευση γίνονται με παρόμοιο τρόπο.

Μακροχρόνια έρευνα έδειξε ότι το κουκί, λόγω της χαμηλής διαπνοής που παρουσιάζει, συνετέλεσε στην αύξηση της διαθεσιμότητας εδαφικού νερού κατά τη σπορά σκληρού σίτου, με θετικά αποτελέσματα στην πρόσληψη αζώτου, στην υπέργεια βιομάζα και στην απόδοση σε σπόρο. Η αύξηση της απόδοσης σιταριού, όταν ακολουθούσε καλλιέργεια κουκιών, ήταν κατά μέσο όρο 12% και αυτή η επίδραση ενισχύθηκε σε χρονιές με περισσότερη ξηρασία, όπου το ποσοστό έφτασε έως 135%. Επιβεβαιώθηκε η θετική επίδραση της εισαγωγής καλλιέργειας κουκιών σε συστήματα αμειψισποράς με καλλιέργεια σκληρού σίτου, με επιπρόσθετο πλεονέκτημα την μείωση της χημικής εφαρμογής αζώτου (Garofalo, 2008). Τα αποτελέσματά άλλης έρευνας

έδειξαν πως η αμειψισπορά με κουκί δύο χρόνια πριν την σπορά σιταριού τροποποίησε την μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους παρέχοντας άνθρακα και άζωτο, καθώς και βελτιωμένο pH εδάφους στην επόμενη καλλιέργεια (Aschi et al., 2017).

## 1.2.7 Ασθένειες και Εχθροί της Καλλιέργειας

### 1.2.7.1 Ασθένειες

Οι ασθένειες που προσβάλλουν την καλλιέργεια κουκιών είναι μυκητολογικές, βακτηριακές και ιολογικές. Οι σημαντικότερες μυκητολογικές περιλαμβάνουν την Σκληρωτινίαση, το Ωίδιο, την Βοτρυτίδα, την Ασκοχύτωση, την Σκωρίαση και την Φουζαρίωση.

- Η Σκληρωτινίαση προκαλείται από τον μύκητα *Sclerotinia trifoliorum* που διατηρείται στο έδαφος κυρίως ως σκληρώτια ή ως σαπροφυτικό μυκήλιο στα νεκρά υπολείμματα φυτών. Όταν βλαστάνουν τα σκληρώτια την άνοιξη σχηματίζουν αποθήκια, τα ασκοσπόρια των οποίων προσβάλλουν τα υπέργεια τμήματα των φυτών, όπου εμφανίζεται η βαμβακώδης εξάνθηση με λευκά αρχικά και μαύρα αργότερα σκληρώτια. Επίσης, εμφανίζεται προσβολή στον λαιμό των φυτών με μαύρες νεκρωτικές κηλίδες και παρατηρείται έντονη σήψη που μπορεί να είναι μαλακή ή υγρή σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας. Όταν εμφανίζεται προσβολή στελέχους, έχουμε μάρανση και νέκρωση ολόκληρου του φυτού (Τζάμος, 2007). Η ασθένεια ευνοείται από μέτριες θερμοκρασίες και υψηλή εδαφική υγρασία (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Η αντιμετώπιση της ασθένειας: α) περιλαμβάνει καλλιεργητικά μέσα που σκοπεύουν στην καταστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας, β) χημική απολύμανση ή ηλιοαπολύμανση εδάφους, γ) ψεκασμούς με Βενζιμιδαζολικά, Διθειοκαρβαμιδικά και Δικαρβοξιμιδικά (Τζάμος, 2007).
- Το Ωίδιο προκαλείται από τον μύκητα *Erysiphe cichoracearum*, ο οποίος διαχειμάζει σε φυτικά υπολείμματα ή σε εναλλακτικούς ξενιστές. Η εμφάνιση της ασθένειας ευνοείται από ζεστό και ξηρό καιρό με δροσερές νύχτες, που έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό δρόσου. Εμφανίζονται κίτρινες κηλίδες στην επάνω επιφάνεια των φύλλων και γκρι ή λευκές περιοχές σαν σκόνη, οι οποίες καλύπτουν ολόκληρο το φυτό. Εάν το φυτό έχει μολυνθεί έντονα, μπορεί να έχει ανοιχτό μπλε ή γκρι χρώμα (Trabanco et al., 2012). Η αντιμετώπιση του περιλαμβάνει προληπτικές πρακτικές, όπως την χρήση ανθεκτικών ποικιλιών ή αν είναι δυνατόν

η χρήση εναέριας άρδευσης που ξεπλένει τον μύκητα από τα φύλλα και μειώνει τη βιωσιμότητά του. Επίσης, συνιστάται η πρόωμη φύτευση για την αποφυγή υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας αέρα. Όταν η προσβολή είναι έντονη μπορεί να είναι απαραίτητη η εφαρμογή μυκητοκτόνων (Summerfield, 1988)

- Η Βοτρύτιδα προκαλείται από τον μύκητα *Botrytis fabae* και προσβάλλει κυρίως τις χειμερινές καλλιέργειες των κουκιών. Είναι μία από τις πιο σημαντικές ασθένειες που προκαλεί ζημιές στα φύλλα, περιορίζει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και την παραγωγή κουκιών (Torres et al., 2006). Εμφανίζεται έντονη προσβολή σε μεγάλες περιόδους υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας, ευνοείται από τα χαμηλά επίπεδα Κ και Ρ στο έδαφος και την υψηλή πυκνότητα του φυτικού πληθυσμού, γεγονός που οδηγεί σε πιο υγρές συνθήκες. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν μικρές κόκκινες-καφέ αλλοιώσεις στα φύλλα του φυτού και μερικές φορές στους μίσχους και στους λοβούς (Mesele et al., 2016). Οι πιο σημαντικές ζημιές παρατηρούνται στα άνθη και τους νεαρούς λοβούς, που μαραίνονται και πέφτουν (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Η πρόληψη είναι η πιο αποτελεσματική στρατηγική αντιμετώπισης της ασθένειας. Συνιστάται η πρόωμη φύτευση για την αποφυγή της υψηλής υγρασίας και των υψηλών θερμοκρασιών που συμβαίνουν στα τέλη της άνοιξης και στις αρχές του καλοκαιριού (Kora et al., 2017). Επίσης, η κατάλληλες αποστάσεις σποράς μεταξύ των γραμμών και των φυτών, για την μείωση της υγρασίας, είναι μία αποτελεσματική πρακτική πρόληψης. Τέλος, η εφαρμογή μυκητοκτόνου στα φύλλα, καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να είναι αποτελεσματική.
- Η Ασχοχύτωση προκαλείται από τον μύκητα *Ascochyta fabae* και αποτελεί μία σοβαρότατη ασθένεια για τα ψυχανθή, που προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του φυτού και σπανιότερα τους σπόρους. Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται τον Απρίλιο. Εμφανίζονται νεκρωτικές κηλίδες στα φυλλάρια τεφροκαστανού χρώματος που οδηγούν στην αποξήρανσή τους, καθώς και αποξήρανση φύλλων μετά από προσβολή στους μίσχους. Στα στελέχη εμφανίζονται επιμήκεις κηλίδες που μετατρέπονται σε έλκη και προχωρούν στο εσωτερικό του βλαστού με αποτέλεσμα την αποξήρανση του φυτού στο τμήμα πάνω από την προσβολή. Στους πράσινους λοβούς η εκδήλωση της ασθένειας γίνεται με κυκλικές νεκρωτικές κηλίδες που μπορούν να φτάσουν μέχρι τους σπόρους. Οι σπόροι αποχρωματίζονται, χάνουν την εμπορική αξία και τη βλαστική τους ικανότητα. Η

εξάπλωση της ασθένειας ευνοείται από τις βροχοπτώσεις την άνοιξη και οι ευνοϊκότερες θερμοκρασίες εξάπλωσης είναι οι 20-25°C. Πηγές μόλυνσης αποτελεί η σπορά μολυσμένου σπόρου, τα φυτικά υπολείμματα και οι γειτονικές μολυσμένες καλλιέργειες. Για την αντιμετώπιση γίνεται χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, απολύμανση σπόρου σποράς και διάφορα προληπτικά καλλιεργητικά μέτρα, όπως η αμειψισπορά και η καταστροφή φυτικών υπολειμμάτων. Χρήση μυκητοκτόνων γίνεται μόνο στην περίπτωση που θεωρηθεί οικονομικά συμφέρον (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

- Η Σκωρίαση προκαλείται από τον μύκητα *Uromyces fabae* και αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη ασθένεια. Εμφανίζεται στα υπέργεια τμήματα των φυτών και δημιουργεί φλύκταινες γεμάτες με καφετί ουρεδοσπόρια και προκαλείται συρρίκνωση των σπόρων. Η Σκωρίαση ευνοείται από μέτριες θερμοκρασίες, 17-25°C και από υψηλή υγρασία. Πηγές μόλυνσης αποτελούν τα μολυσμένα φυτικά υπολείμματα που πέφτουν στον αγρό κατά την συγκομιδή ή ο μολυσμένος σπόρος. Η αντιμετώπιση της ασθένειας μπορεί να γίνει με αναπαραγωγή ποικιλιών που είναι ανθεκτικές αλλά αυτό δεν είναι πάντοτε ένα αποτελεσματικό μέτρο, για τον λόγο αυτό πολλές φορές γίνεται η χρήση μυκητοκτόνων (Emeran et al., 2011; Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012)
- Η Φουζαρίωση προκαλείται από τον μύκητα *Fusarium solani*. Η προσβολή των φυτών επιδεινώνεται από τα θερμά, συμπιεσμένα εδάφη, την περιορισμένη υγρασία του εδάφους και την κακή γονιμότητα του. Η ασθένεια προκαλεί καθυστερημένη ανάπτυξη των φυτών, κιτρίνισμα και νέκρωση των φύλλων της βάσης του φυτού και ανάπτυξη νεκρωτικών καφέ, κόκκινων ή μαύρων ραβδώσεων στις ρίζες που ενώνονται καθώς ωριμάζουν. Οι ζημιές από αυτές της ραβδώσεις μπορεί να εξαπλωθούν και στα υπέργεια μέρη (Abdel-Kader et al., 2011).

Οι σημαντικότερες βακτηριακές ασθένειες που προσβάλλουν την καλλιέργεια κουκιών οφείλονται στα βακτήρια *Xanthomonas campestris*, *syn. Xanthomonas axonopodis* και *Pseudomonas syringae*.

- Το βακτήριο *Xanthomonas campestris*, *syn. Xanthomonas axonopodis* μεταδίδεται με τον μολυσμένο σπόρο ή με την διαχείμαση του σε υπολείμματα φυτών. Η ασθένεια ευνοείται από υψηλές θερμοκρασία και υγρασία. Το κυριότερο σύμπτωμα είναι η εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων στα φύλλα που

περιβάλλονται από κίτρινο δακτύλιο και όταν ενωθούν δίνουν στο φυτό καμένη όψη (Buruchara et al., 2010). Χαρακτηριστικό αποτελεί ότι τα νεκρά φύλλα παραμένουν προσκολλημένα στο φυτό. Επίσης, εμφανίζονται κυκλικές, κόκκινες έως καφέ αλλοιώσεις στους λοβούς. Η αντιμετώπιση γίνεται με την χρήση μη μολυσμένων σπόρων, ανθεκτικών ποικιλιών και κατάλληλου προστατευτικού μυκητοκτόνου με βάση τον χαλκό πριν την εμφάνιση των συμπτωμάτων (Schwartz, 2005) Buruchara et al., 2010).

- Το βακτήριο *Pseudomonas syringae* διαχειμάζει στα υπολείμματα των καλλιεργειών και είναι η ασθένεια ευνοείται όταν το φύλλωμα είναι υγρό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Εμφανίζονται μικρές, καφέ νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα, που μπορεί να περιβάλλονται από μία κίτρινη περιοχή. Επίσης, εμφανίζονται κηλίδες στους λοβούς, οι οποίες είναι καφέ και νεκρωτικές και προκαλούν συστροφή και παραμόρφωση (Schwartz, 2005). Η αντιμετώπιση με προληπτικά μέτρα περιλαμβάνει την χρήση καθαρών σπόρων, την αμειψισπορά και την απομάκρυνση των υπολειμμάτων από το χωράφι μετά τη συγκομιδή (Harveson & Schwartz, 2007)

Οι σημαντικότερες ιολογικές ασθένειες που εμφανίζονται σε καλλιέργεια κουκιού είναι: α) ο ιός της κηλίδωσης των κουκιών (broas bean stain comovirus, BBSV), β) ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού του φασολιού (bean yellow mosaic potyvirus, BYMV), γ) ο ιός του καρουλιάσματος των φύλλων της φασολιάς (bean leaf luteovirus, BLRV), δ) ο ιός της κίτρινης δακτυλιωτής κηλίδωσης της αγκινάρας (artichoke yellow ringspot nepovirus, AYRSV), ε) ο ιός του μαρασμού των κουκιών (broad bean wilt fabavirus, BBWV) και στ) ο ιός του μωσαϊκού της μηδικής (alfalfa mosaic alfamovirus, AMV) (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

#### 1.2.7.2 Εχθροί

Ένα από τα κυριότερα έντομα-εχθροί της καλλιέργειας των κουκιών είναι η Μαύρη Αφίδα (*Aphis fabae*) που προκαλεί σοβαρές βλάβες στο φυτό (Εικ. 21). Η προσβολή είναι έντονη σε συνθήκες που ευνοείται ο πολλαπλασιασμός τους, σε ζεστή και υγρή άνοιξη. Προληπτικά μέτρα περιλαμβάνουν την χρήση σποροφύτων απαλλαγμένων από αφίδες πριν από τη μεταφύτευση και την χρήση αντανακλαστικών πλαστικών που αποτρέπουν τις αφίδες να εγκατασταθούν στα φυτά. Μόνο όταν η προσβολή είναι μεγάλη απαιτείται η χρήση εντομοκτόνων, καθώς τα φυτά ανέχονται τη μικρή ή μεσαία

προσβολή των φύλλων. Τα εντομοκτόνα όπως το neem ή το canola είναι συνήθως τα πιο αποτελεσματικά (Birch, 1985).

Άλλα δύο επιζήμια έντομα είναι ο Βρούχος των κουκιών (*Bruchus rufimanus*) και ο Λίξος (*Lixus algerius*). Ο Βρούχος των κουκιών έχει παρόμοιο βιολογικό κύκλο με τον Βρούχο των μπιζελιών που θα συζητηθεί σε επόμενο κεφάλαιο. Ο Λίξος ανήκει στα κολεόπτερα και προκαλεί σοβαρές απώλειες στην παραγωγή που φτάνουν έως και 80%, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές. Σημαντικό ρόλο στην διατήρηση του εντόμου αποτελούν άλλοι ξενιστές. Τα τέλεια έντομα τρέφονται με τα φύλλα και ωτοκοούν μέσα στα στελέχη, ύστερα οι προνύμφες τρέφονται με το εσωτερικό του βλαστού με αποτέλεσμα τα φυτά να μαυρίζουν και να μαραίνονται. Η αντιμετώπιση του εντόμου γίνεται με καλλιεργητικά μέτρα, που περιλαμβάνουν την καταστροφή των υπολειμμάτων και των ξενιστών, και την χρήση εντομοκτόνων. Μικρότερης σημασίας είναι οι προσβολές από τα έντομα Σιτόνες (*Sitona spp.*) και Φυτονόμος (*Hypera postica*) (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Σημαντικός εχθρός για την καλλιέργεια αποτελεί το ζιζάνιο Οροβάγχη (*Orobanche spp.*) που προκαλεί σοβαρές απώλειες παραγωγής στις καλλιέργειες που προσβάλλει Ένα από τα πιο επιζήμια είδη για το κουκί, το μπιζέλι, την φακή, το φασόλι και άλλες καλλιέργειες είναι το *Orobanche crenata*. Το ζιζάνιο φαίνεται πως δεν προκαλεί σοβαρές επιπτώσεις στη βλαστική ανάπτυξη των κουκιών, ενώ παρατηρήθηκε μείωση του ξηρού βάρους των στελεχών μολυσμένων καλλιεργειών κατά τη διάρκεια του γεμίσματος σπόρων, μείωση του αριθμού λοβών ανά φυτό και μικρή μείωση του μεγέθους των σπόρων. Καθοριστικό ρόλο για το μέγεθος της προσβολής και τον ανταγωνισμό παίζουν τα στάδια ανάπτυξης, όπου συνυπάρχουν παράσιτο-ξενιστής. Η πρώιμη σπορά φάνηκε πως είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία λοβών περισσότερο ανταγωνιστικών στο ζιζάνιο, καθώς και μείωση του αριθμού και του ξηρού βάρους της οροβάγχης (Grenz et al., 2005).

### 1.2.8 Προσαρμοστικότητα

Τα φυτά εφαρμόζουν διάφορους μηχανισμούς προσαρμογής σε μη ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος. Σε συνθήκες ξηρασίας τα φυτά μειώνουν το μέγεθος των φύλλων τους, την χρήση της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας, τον ρυθμό φωτοσύνθεσης, την συγκράτηση των λοβών στο φυτό, λόγω της μεταβολής ορμονών, και το γέμισμα λοβών, λόγω περιορισμένων προϊόντων φωτοσύνθεσης (Husain et al., 1988; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Επιπλέον μειώνεται η περιεκτικότητα σε



χλωροφύλλη, η φυλλική επιφάνεια και το μέγεθος των στομάτων, ενώ η πυκνότητα των στομάτων και ο ρυθμός αναπνοής αυξάνονται (Xia, 1994). Η έλλειψη υγρασίας μειώνει την κατανάλωση νερού από το φυτό και αυξάνει την παραγωγή ξηράς ουσίας. Παράλληλα φάνηκε πως σε γονότυπους που είναι περισσότερο προσαρμοσμένοι σε τέτοιες συνθήκες, μειώνεται το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) και το ωσμωτικό δυναμικό, ενώ αυξάνεται η φυλλική θερμοκρασία και η διαπνοή. Οι εν λόγω γονότυποι είχαν χαμηλότερη στοματική αγωγιμότητα που συσχετίστηκε με θερμότερα φύλλα, ενώ τα αντίθετα αποτελέσματα έδωσαν οι μη ανθεκτικοί γονότυποι (Khan et al., 2007). Η προσαρμοστικότητα σε συνθήκες ξηρασίας επιτυγχάνεται, επίσης, με αλλαγές στην ανάπτυξη ρίζας και βλαστών, όπου χωρίς αυτές πιθανότατα η καλλιέργεια θα πέθαινε πρόωρα. Παρατηρήθηκε αυξημένη ανάπτυξη των ριζών, 21 ημέρες πριν την ωρίμανση, που ήταν η σημαντικότερη προσαρμογή του φυτού σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης (Reid, 1990).

### 1.2.9 Βελτιωτικοί Στόχοι

Το πρόβλημα της ξηρασίας κατά την ανθοφορία του φυτού έχουν προσπαθήσει να λύσουν οι βελτιωτές, με την δημιουργία γονοτύπων που παρουσιάζουν πρόωμη άνθηση για αποφυγή της ξηρασίας. Επίσης, έχει γίνει προσπάθεια αλλαγής της αρχιτεκτονικής του φυτού, ώστε να είναι πιο συμπαγής με πρόωμη ανθοφορία και μειωμένη βλαστική ανάπτυξη. Σε διάφορα βελτιωτικά προγράμματα έχει χρησιμοποιηθεί το γονίδιο *ti*, που προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη βλαστού και αυξημένη ανάπτυξη ταξιανθιών, που όμως φάνηκε πως δεν βελτίωσε τις αποδόσεις. Ωστόσο, καλύτερη απόδοση είχαν οι ποικιλίες ημι-περιορισμένης ανάπτυξης, που ωριμάζουν μετά την παραγωγή 10-12 ανθοφόρων γονάτων. Επίσης, το πρόβλημα των ασταθών αποδόσεων έχει απασχολήσει τους βελτιωτές που επιδιώκουν την δημιουργία ποικιλιών με υψηλή και σταθερή απόδοση. Φάνηκε πως τα υβρίδια εμφανίζουν σταθερότερες αποδόσεις από τις καθαρές σειρές, λόγω του ότι παρουσιάζουν ετέρωση. Για τον λόγο αυτό ο κύριος βελτιωτικός στόχος είναι η δημιουργία ετεροζυγωτών υβριδίων που παρουσιάζουν υψηλό βαθμό ετέρωσης (Duc, 1997; Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Τα χαρακτηριστικά του σπόρου, τόσο για ανθρώπινη όσο και για ζωική κατανάλωση, αποτελούν στόχο βελτίωσης. Περιλαμβάνουν την αύξηση της σύστασης των σπόρων σε πρωτεΐνες, κυρίως όταν προορίζονται για ζωοτροφή, αλλά και την μείωση αντιθρεπτικών παραγόντων, όπως η τανίνες που μειώνουν την συγκέντρωση πρωτεΐνης στους σπόρους. Ποικιλίες κουκιών που παρουσίαζαν ομοζυγωτά τα υπολειπόμενα



γονίδια *zt1* και *zt2* φάνηκε πως ήταν ελεύθερες τανινών. Επίσης, στόχο αποτελεί η εξάλειψη ουσιών, όπως οι γλυκοζίτες *vicine* και *convicine*, που μπορούν να προκαλέσουν κυαμισμό στον άνθρωπο. Τέλος, γίνονται προσπάθειες δημιουργίας ανθεκτικών ποικιλιών σε βιοτικό και αβιοτικό στρες (Duc, 1997).

### 1.3 Μπιζέλι (*Pisum sativum* L.)

Το μπιζέλι έχει καλλιεργηθεί για πολλούς αιώνες ως ζωοτροφή και για ανθρώπινη κατανάλωση. Η καλλιέργεια του είναι γνωστή από την αρχαιότητα, και έχουν βρεθεί στοιχεία ότι το φυτό υπήρχε από το 6000-7000 π.Χ. και από την προϊστορική εποχή στην Ευρώπη. Έχουν ανακαλυφθεί μπιζέλια σε ανασκαφές στην Ουγγαρία από την Λίθινη Εποχή και σε οικισμούς σε λίμνες στην Ελβετία, ενώ στη Γαλλία, βρέθηκαν μπιζέλια σε οικισμούς στη λίμνη Bourget, που ανήκουν στην Εποχή του Χαλκού (1000-2000 π.Χ.). Προέρχεται, πιθανώς, από την Αβησσυνία και το Αφγανιστάν, όπου αργότερα μεταφέρθηκαν στην περιοχή της Μεσογείου και από εκεί εξαπλώθηκε σε άλλες περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας (Cousin, 1997).

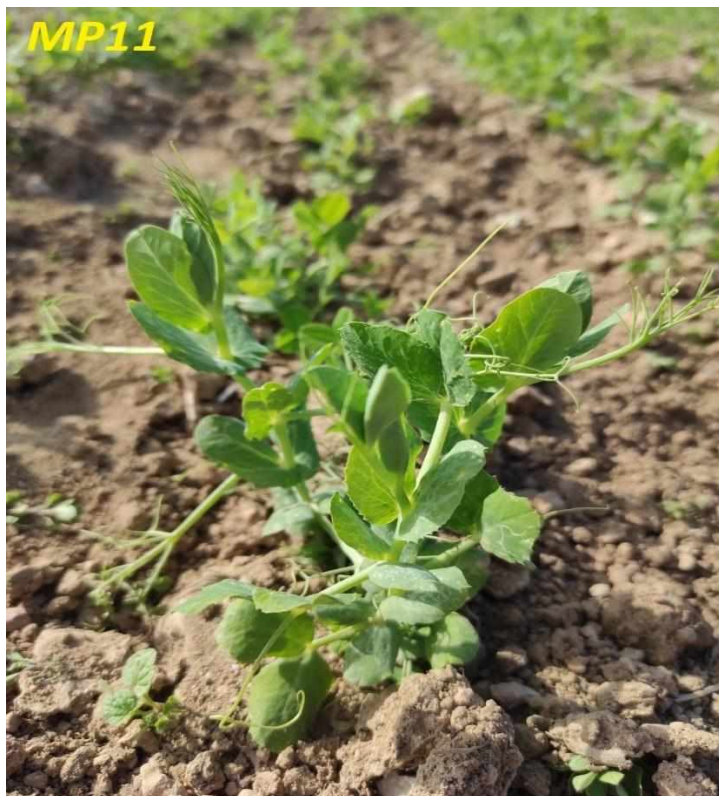
Υπάρχουν πολλές χιλιάδες ποικιλίες ανά τον κόσμο και ταξινομούνται σε τέσσερις ανάλογα την χρήση τους: 1) χορτοδοτικό μπιζέλι για ζωοτροφή, 2) λαχανοκομικό μπιζέλι για συγκομιδή λοβών, για ανθρώπινη κατανάλωση ως φρέσκο λαχανικό, 3) λαχανοκομικό μπιζέλι για κονσερβοποίηση ή κατάψυξη και 4) καρποδοτικό μπιζέλι για συγκομιδή ξηρών καρπών, εν μέρει για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά κυρίως ως ζωοτροφή (Cousin, 1997; Singh, 2005). Το όνομα μπιζέλι ή αρακάς περιλαμβάνει διάφορα είδη ψυχανθών που ανήκουν στο γένος *Pisum*. Δύο καλλιεργούμενα είδη που αναφερόταν παλαιότερα είναι το *Pisum sativum* L., λαχανοκομικό μπιζέλι, και *Pisum arvense* L., κτηνοτροφικό μπιζέλι. Ωστόσο, αυτά τα είδη είναι πολύ συγγενή γενετικά και διασταυρώνονται εύκολα μεταξύ τους, για αυτόν τον λόγο τοποθετούνται στο ίδιο είδος, το *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* και περιλαμβάνουν δύο βοτανικές ποικιλίες: 1) *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *sativum*, λαχανοκομικό μπιζέλι και 2) *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir., κτηνοτροφικό μπιζέλι (Wiersema & León, 1999).

Σήμερα, το κτηνοτροφικό μπιζέλι καλλιεργείται σε πολλά γεωγραφικά πλάτη και λόγω της αντοχής του σε χαμηλές θερμοκρασίες ακόμα και σε βορειότερα ως εαρινή καλλιέργεια. Το χορτοδοτικό καλλιεργείται ως χειμερινό στα μεγάλα υψόμετρα τροπικών περιοχών. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής καρποδοτικών ποικιλιών είναι ο Καναδάς, η Κίνα, η Ινδία και η Ρωσία, ενώ στη Ευρώπη καλλιεργούνται κυρίως στην

Γαλλία και την Γερμανία. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (2003) η απόδοση σε καρπό κυμαινόταν από 50 έως 550 kg/στρ., με μέση παγκόσμια απόδοση σε σπόρο 160 kg/στρ. και δεν είναι σταθερή σε κάθε χώρα λόγω των ιδιαίτερων εδαφοκλιματικών συνθηκών. Οι λαχανοκομικές ποικιλίες προτιμούν πιο ήπια κλίματα και είναι ευαίσθητες στους παγετούς. Κυριότερες χώρες παραγωγής είναι η Ευρώπη, η Κίνα, η Ινδία και η Β. Αμερική και οι αποδόσεις κυμαίνονται από 400 έως 1200 kg/στρ. σε χλωρό καρπό και 100 έως 150 kg/στρ. σε ξηρό καρπό. Στην χώρα μας η καλλιέργεια κτηνοτροφικών ποικιλιών είναι περιορισμένη και τελευταία καλλιεργείται κυρίως για παραγωγή χορτομάζας για βόσκηση ή για παραγωγή σανού και ενσιρώματος, ως μονοκαλλιέργεια ή σε συγκαλλιέργεια με σιτηρό. Επίσης, καλλιεργούνται και οι καρποδοτικές ποικιλίες σχεδόν αποκλειστικά για σποροπαραγωγή (Παπακόστα-Τασοπούλου, 2012).

### 1.3.1 Βοτανική Περιγραφή

Τα μπιζέλια αποτελούν ποώδη ετήσια φυτά με μία ισχυρή πασσαλώδη ρίζα, που μπορεί να φθάσει σε βάθος περισσότερο του 1 m και περιλαμβάνει μεγάλο δίκτυο πλάγιων ριζών. Ο βλαστός είναι λεπτός, τρυφερός συνήθως γωνιώδης και κοίλος εσωτερικά με πλάγιους βλαστούς, που ο αριθμός τους εξαρτάται από την ποικιλία και τον γονότυπο. Το ύψος τους κυμαίνεται από 45 έως 120 cm, ενώ σε κάποιες αναρριχόμενες ποικιλίες μπορεί να φθάσει τα 2 m. Συνήθως, αποτελούνται από ποικιλίες που πλαγιάζουν, για αυτόν τον λόγο προτιμάται η καλλιέργεια κοντόσωμων που αναπτύσσονται χωρίς υποστύλωση. Τα φύλλα είναι σύνθετα, βρίσκονται κατ'εναλλαγή και αποτελούνται από: δύο παράφυλλα στην βάση τους, από 2-3 ζεύγη αντίθετων φύλλων και από ένα ή περισσότερα ζεύγη ελίκων. Τα παράφυλλα είναι οδοντωτά και τα φυλλάρια ακέραια ή ελαφρώς οδοντωτά (Εικ. 5). Η πάνω επιφάνεια των φύλλων και οι βλαστοί καλύπτονται από κηρώδες επίχρισμα. Η ταξιανθία είναι βότρυς, εκφύεται από τον οφθαλμό της μασχάλης του φύλλου και αναπτύσσει 1-3 άνθη από τα οποία σχηματίζονται ισάριθμοι λοβοί. Το λαχανοκομικό μπιζέλι σχηματίζει μεγαλύτερο αριθμό λοβών ανά θέση. Το χρώμα των ανθέων κυμαίνεται από λευκό, ροζ, πορφυρό έως ερυθρό-πορφυρό. Συνήθως, στις κτηνοτροφικές ποικιλίες εμφανίζονται άνθη έντονου ερυθρού-πορφυρού χρώματος, ενώ στις λαχανοκομικές λευκό (Εικ. 6 και 7). Παρατηρείται, κυρίως, αυτογονιμοποίηση, όμως σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει και σταυρογονιμοποίηση. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι καθαρές σειρές και λόγω της αρχιτεκτονικής του άνθους η παραγωγή υβριδίων δεν είναι οικονομική.



Εικόνα 5. Πρώτη ανάπτυξη μπιζελιού (Φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 6. Ανθισμένο μπιζέλι- ποικιλία Arvica (Φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)





Εικόνα 7. Ανθισμένο μπιζέλι- ποικιλία MP11 (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

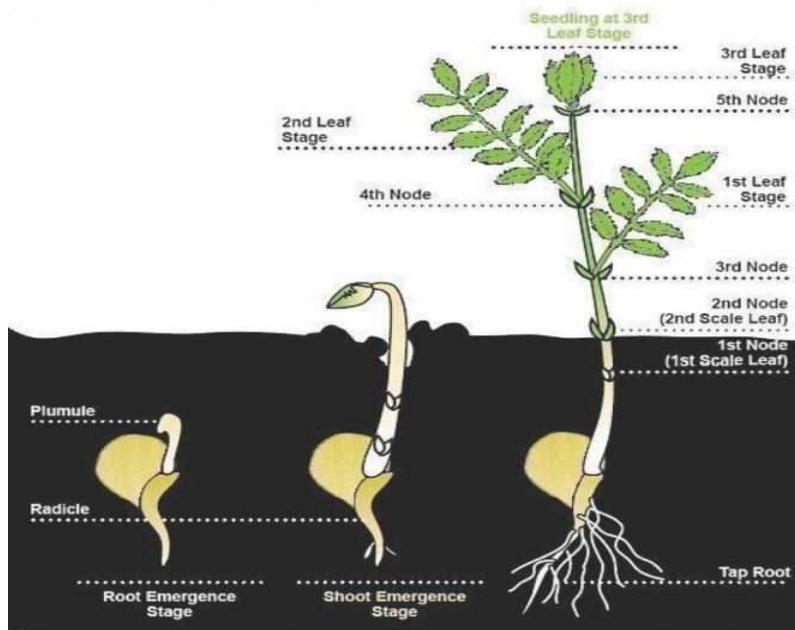
Οι λοβοί είναι πεπλατυσμένοι και αργότερα γίνονται κυλινδρικοί. Στις λαχανοκομικές ποικιλίες έχουν μήκος 12 cm, ενώ σε άλλες ποικιλίες 4-6 cm. Σε κάθε λοβό αναπτύσσονται αρκετοί σπόροι και ο αριθμός εξαρτάται από την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης (Cousin, 1997). Στο κτηνοτροφικό μπιζέλι οι σπόροι είναι σφαιρικοί και μερικές φορές ελαφρώς πεπλατυσμένοι, λείοι ή συρρικνωμένοι, με χρώμα γκρι-καφέ μέχρι καστανό ή ποικιλόχρωμο με τεφροκαστανές αποχρώσεις. Αντίθετα, στο λαχανοκομικό μπιζέλι οι σπόροι είναι χρώματος κιτρινόλευκου ή κυανοπράσινου (Εικ. 8) (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012). Γενικά, υπάρχει μεγάλη γενετική ποικιλομορφία σε διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά και συστατικά απόδοσης όπως ο αριθμός των βλαστών, των λοβών, των σπόρων ανά λοβό, το βάρος χιλίων σπόρων, της φυλλικής περιοχής και του ύψους των φυτών. Ωστόσο, όταν γίνονται βελτιωτικές παρεμβάσεις σε αυτά τα χαρακτηριστικά παρατηρείται μείωση των αποδόσεων (Cousin, 1997).



Εικόνα 8. Σπόροι και Λοβοί ποικιλιών μπιζελιού Arvica και MP11 (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

### 1.3.2 Αύξηση και Απόδοση

Τα στάδια ανάπτυξης του μπιζελιού που προτάθηκαν από τον Knott (1987) είναι παρόμοια με τα στάδια ανάπτυξης που αναφέρθηκαν στο κουκί με μικρές διαφορές (Knott, 1990) (Εικ. 9). Το μπιζέλι έχει υπόγειο φύτευμα και η ελάχιστη θερμοκρασία βλάστησης είναι 5-7°C. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος είναι ταχεία και φθάνει το μέγιστο όταν εμφανιστούν οι πρώτες ανθικές καταβολές, ενώ η παραγωγή νέων ριζών σταματά όταν εμφανισθεί το πρώτο άνθος. Όταν σχηματισθούν οι πρώτοι λοβοί οι ρίζες αρχίζουν να αναπτύσσονται για λίγο, ενώ όταν αυτοί ωριμάσουν η ανάπτυξη διακόπτεται. Η ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος είναι συνεχής και ταχεία και σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα αναπτύσσεται μεγάλη φυτομάζα. Οι πρώτοι κόμβοι που αναπτύσσονται είναι βλαστικοί και δημιουργούν βλαστούς, ενώ οι επόμενοι είναι αναπαραγωγικοί (Cousin, 1997). Ο πρώτος αναπαραγωγικός (ανθοφόρος) κόμβος σχηματίζεται από το ακραίο μερίστωμα, όταν το φυτό έχει αναπτύξει 4-6 φύλλα και ο χρόνος εμφάνισης του εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι συνθήκες ανάπτυξης, η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης, η ποικιλία και συνδέεται με την πρωιμότητά της. Η άνθιση ξεκινά από πάνω προς τα κάτω, διαρκεί αρκετές εβδομάδες και είναι ένα μεταβλητό χαρακτηριστικό. Στην χώρα μας η έναρξή της γίνεται τον Απρίλιο και συνεχίζεται μέχρι και τον Ιούνιο και γενικά εξαρτάται από την αντίδραση κάθε ποικιλίας στην φωτοπερίοδο και στην θερμοκρασία. Θεωρείται φυτό μακράς φωτοπερίοδου και απαιτεί τουλάχιστον 13 ώρες ημέρας για να ανθίσει (Παπακόστα- Τασοπούλου, 2012).



**Εικόνα 9. Πρώτα στάδια ανάπτυξης μπιζελιού**

Γενικά, η βλαστική ανάπτυξη είναι πολύ μεγάλη και παρατηρείται ανταγωνισμός εντός του φυτού για τα φωτοσυνθετικά συστατικά με τα αναπαραγωγικά όργανα, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι αποδόσεις ή να είναι ασταθείς, όπως συμβαίνει και στο κουκί. Για τον λόγο αυτό έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες με μειωμένη ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας με γονίδια όπως: το γονίδιο «af», που μετατρέπει τα φυλλάκια σε έλικες, το «st» που μειώνει τα παράφυλλα σε συνδυασμό με το προηγούμενο και το «Rogue», που μειώνει το μέγεθος φύλλων και παράφυλλων (Cousin, 1997). Η απόδοση σε καρπό εξαρτάται από τον γονότυπο σε συνδυασμό με το περιβάλλον και φάνηκε πως την επηρεάζουν σε τετραπλάσιο βαθμό σε σχέση με τον γονότυπο μόνο (Tolessa et al., n.d.).

### 1.3.3 Οικολογικές Απαιτήσεις και Προσαρμοστικότητα

Το μπιζέλι ευδοκμεί σε δροσερές και υγρές περιοχές. Όσον αφορά τις θερμοκρασίες, οι περισσότερες ποικιλίες είναι ευαίσθητες στο κρύο, εκτός από μερικές χορτοδοτικές. Ωστόσο, αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες στις οποίες η βλάστηση των σπόρων γίνεται γρήγορα και η ανάπτυξη των φυταρίων είναι ταχύτερη, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα χειμερινά ψυχανθή (Cousin, 1997). Όμως, θερμοκρασίες από -2 έως -3°C κατά την άνθιση μπορεί να είναι επιζήμιες. Οι υψηλές θερμοκρασίες έχουν αρνητικά αποτελέσματα στις καρποδοτικές ποικιλίες και γενικά προκαλούν μεγαλύτερες ζημιές από ότι ο ελαφρύς παγετός, καθώς εμποδίζουν την ανάπτυξη των λοβών και μειώνουν τις αποδόσεις σε σπόρο. Η καλλιέργεια του μπιζελιού σε περιοχές με υψηλές

θερμοκρασίες γίνεται μόνο για την παραγωγή σανού και για χλωρή λίπανση, καθώς η βλαστική ανάπτυξη δεν επηρεάζεται τόσο όσο η αναπαραγωγική.

Όσον αφορά την υγρασία, πρόκειται για μία καλλιέργεια απαιτητική στην υγρασία εδάφους λόγω της ταχείας ανάπτυξης του ριζικού συστήματος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Για αυτόν τον λόγο σε συνθήκες ξηρασίας το φυτό δέχεται μεγάλη καταπόνηση, που έχει σαν αποτέλεσμα την παύση της αζωτοδέσμευσης και την μείωση παραγωγής βιομάζας. Η άνθιση είναι ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζεται πολύ από τις συνθήκες ξηρασίας και εξαρτάται από την αλληλεπίδραση περιβάλλοντος και γονοτύπου και ιδιαίτερα από το πόσο πρώιμη είναι η άνθιση και από την διάρκεια της περιόδου γεμίσματος των σπόρων (Cousin, 1997). Για αυτό η επιλογή των ποικιλιών μπιζελιού που πρόκειται να καλλιεργηθεί πρέπει να είναι πολύ προσεκτική ανάλογα την περιοχή ανάπτυξης και κυρίως να χαρακτηρίζονται από πρώιμη βλαστική ανάπτυξη, άνθιση και ανάπτυξη λοβών, πριν την έναρξη του καλοκαιριού. Επίσης, σε πείραμα φάνηκε πως η καταπόνηση σε συνθήκες ξηρασίας οφείλεται στην αλλαγή των συγκεντρώσεων πρωτογενών και δευτερογενών μεταβολιτών, που έχουν αντίκτυπο στην απόδοση των φυτών (Charlton et al., 2008). Σε έρευνα για την επίδραση της ξηρασίας και της αλατότητας του εδάφους φάνηκε πως ο βαθμός καταπόνησης των φυτών εξαρτάται πολύ από τον γονότυπο. Και οι δύο αυτοί παράγοντες φαίνεται πως ανέστειλαν την βλάστηση και την ανάπτυξη των φυταρίων, με την καταπόνηση ξηρασίας να έχει περισσότερο αρνητικά αποτελέσματα σε σχέση με την αλατότητα (Okcu et al., 2005). Η αυξημένη αλατότητα φαίνεται πως επιδρά στην ανάπτυξη φυτών, στο ύψος και στην συσσώρευση ξηράς ουσίας (Leonforte et al., 2013).

Οι εμπορικές ποικιλίες παρουσιάζουν μικρότερη αντοχή και χαμηλότερη προσαρμοστικότητα σε σχέση με τις τοπικές ποικιλίες στην αυξημένη αλατότητα εδάφους (Leonforte et al., 2013). Η προσαρμοστικότητα των φυτών σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης εξαρτάται από την αρχιτεκτονική του ριζικού συστήματος, που αποτελεί ένα σημαντικό αναπτυξιακό και αγρονομικό χαρακτηριστικό. Ένα βαθύ ριζικό σύστημα συμβάλει στην εξαγωγή επαρκούς ποσότητας νερού και θρεπτικών συστατικών κάτω από αυτές τις συνθήκες. Για αυτό τον λόγο ο βελτιωτικοί στόχοι της καλλιέργειας έχουν στραφεί σε αυτό το χαρακτηριστικό (Ye et al., 2018).

Όσον αφορά το έδαφος, τα καταλληλότερα είναι τα γόνιμα πηλώδη ή αργιλοπηλώδη εδάφη, πλούσια σε ασβέστιο με καλή αποστράγγιση. Καθώς αποτελεί μία καλλιέργεια με υψηλές απαιτήσεις σε υγρασία, τα αμμώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη δεν είναι

κατάλληλα γιατί δεν συγκρατούν την υγρασία, ενώ και τα βαριά πηλώδη θεωρούνται ακατάλληλα λόγω του ότι δεν στραγγίζουν καλά. Σε εδάφη υψηλής γονιμότητας υπάρχει ο κίνδυνος πλαγιάσματος. Το καταλληλότερο pH είναι 6-8, καθώς αποτελεί μία καλλιέργεια μετρίως ανθεκτική στην οξύτητα εδάφους (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

### 1.3.4 Καλλιέργεια του *Pisum sativum* L.

#### 1.3.4.1 Προετοιμασία Εδάφους και Λίπανση

Η προετοιμασία εδάφους είναι παρόμοια με αυτή που αναφέρθηκε στο κουκί. Όπως και στην καλλιέργεια κουκιών δεν είναι απαραίτητη η αζωτούχος λίπανση, λόγω της αζωτοδεσμευτικής ικανότητας των φυτών. Ωστόσο, οι καρποδοτικές καλλιέργειες που αζωτοδεσμεύουν σε μικρότερο βαθμό αξιοποιούν το άζωτο του εδάφους από λίπανση προηγούμενων καλλιεργειών, δεδομένου ότι σε συστήματα αμειψισποράς δεν αποτελούν την κύρια καλλιέργεια και ότι η κύριες καλλιέργειες λιπαίνονται με περίσσεια ποσότητα αζώτου. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση του φωσφόρου. Μόνο στην περίπτωση φτωχών εδαφών μπορεί να χρειαστεί άζωτο για την πρώτη ανάπτυξη των φυταρίων. Όταν τα εδάφη είναι φτωχά σε φώσφορο και κάλιο συνιστάται η λίπανση με 2,5-6 kg P<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/στρ. και 2,5 kg K<sub>2</sub>O/στρ. Η λίπανση εφαρμόζεται είτε κατά την τελευταία προετοιμασία του εδάφους στα πεταχτά είτε κατά την σπορά γραμμικά σε μικρή απόσταση από τον σπόρο (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

#### 1.3.4.2 Σπορά και Συγκομιδή

Στην χώρα μας συνίσταται η φθινοπωρινή σπορά από Οκτώβριο μέχρι και Νοέμβριο και στις πιο ορεινές περιοχές μπορεί να γίνει στις αρχές τις άνοιξης. Η μειωμένη κατεργασία του εδάφους και η απευθείας σποράς φαίνεται πως ευνοούν την αύξηση της υγρασίας και του πορώδους του εδάφους, ενώ όργωμα σε βάθος 10 cm διεγείρει την ενζυμική δραστηριότητα (Małecka-Jankowiak et al., 2016). Όπως και στο κουκί η ποσότητα του σπόρου εξαρτάται από την κατεύθυνση της καλλιέργειας, το μέγεθος του σπόρου και τις συνθήκες σποράς. Στην χώρα μας χρησιμοποιούνται 16 kg σπόρου/στρ. για χορτοδοτική καλλιέργεια και 14 kg/στρ. για καρποδοτική. Σε μικρής γονιμότητας εδάφη προτιμάται η πυκνή φύτευση καθώς οι πλάγιες διακλαδώσεις δεν μπορούν να αντισταθμίσουν την απόδοση της αραιής φύτευσης. Επιπλέον, αυξημένη πυκνότητα φυτών μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην ανταγωνιστικότητα των ζιζανίων και στην απόδοση σε σπόρο (Lemerle et al., 2006). Στην χώρα μας συνίσταται η απόσταση 25 cm μεταξύ των γραμμών. Η σπορά γίνεται, όπως στην καλλιέργεια



κουκιού, με σπαρτικές μηχανές και σε σπάνιες περιπτώσεις με το χέρι. Μετά την σπορά συνίσταται κυλίνδρισμα για εξασφάλιση υγρασίας και ομοιόμορφο φύτρωμα. Απαραίτητη είναι η αντιμετώπιση των ζιζανίων και κυρίως των ετήσιων που προσβάλλουν την καλλιέργεια στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών και κυρίως σε ψυχρή άνοιξη (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

Η καλλιέργεια του μπιζελιού όταν προορίζεται για παραγωγή χόρτου συγκομίζεται στο στάδιο που το φυτό συνεχίζει να ανθίζει και έχει σχηματίσει λοβούς στο κατώτερο μέρος που είναι ακόμη πεπλατυσμένοι. Κατά αυτό το στάδιο υπάρχει η μεγαλύτερη συγκέντρωση ξηράς ουσίας και αν υπάρξει καθυστέρηση συγκομιδής υποβαθμίζεται πολύ η ποιότητα. Όταν πρόκειται για συγκαλλιέργεια με χειμερινό σιτηρό η συγκομιδή γίνεται όταν οι σπόροι του βρίσκονται στο στάδιο μαλακής ζύμης, ενώ όταν προορίζεται για ενσίρωση στο στάδιο φυσιολογικής ωρίμανσής του σιτηρού. Όταν προορίζεται για καρποδοτική καλλιέργεια η συγκομιδή γίνεται όταν έχουν ωριμάσει οι περισσότεροι λοβοί πριν όμως ξεραθούν όλοι οι βλαστοί, για να αποφευχθεί η υπερωρίμανση και το άνοιγμα των λοβών. Τέλος, όταν προορίζεται για χλωρά λίπανση η ενσωμάτωση του μπιζελιού πρέπει να γίνεται τουλάχιστον δύο εβδομάδες πριν την εγκατάσταση της επόμενης καλλιέργειας και αν η ανάπτυξη του μπιζελιού είναι μεγάλη πρέπει να γίνεται νωρίτερα (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

#### *1.3.4.3 Αμειψισπορά και Συγκαλλιέργεια*

Το μπιζέλι εντάσσεται σε πολλά συστήματα αμειψισποράς. Ωστόσο, όταν πρόκειται για καρποδοτική καλλιέργεια, η αζωτοδέσμευση δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες των φυτών και αφαιρείται άζωτο από το έδαφος, λόγω της μεγάλης απόδοσης σε σπόρο και της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε άζωτο. Όταν όμως πρόκειται για χορτοδοτική καλλιέργεια προστίθεται άζωτο στο έδαφος. Όσον αφορά την υγρασία, δεν την εξαντλεί υπερβολικά ώστε να δημιουργηθούν προβλήματα στην επόμενη καλλιέργεια. Στα συστήματα συγκαλλιέργειας προτιμάται η επιλογή σιτηρών ή άλλων ψυχανθών. Μεγάλο πλεονέκτημα αποτελεί η στήριξη που προσφέρει το σιτηρό στο μπιζέλι λόγω της ανάπτυξης ελίκων πάνω του και η αποφυγή πλαγιάσματος. Συνίσταται η επιλογή φυτικών ειδών που ωριμάζουν σχεδόν συγχρόνως (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

### 1.3.5 Ασθένειες και Εχθροί της Καλλιέργειας

Οι σημαντικότερες ασθένειες που εμφανίζονται στην χώρα μας είναι: οι Τήξεις φυταρίων (*Rhizonia solani*, *Fusarium spp.*, *Aphanomyces euteiches*), το Ωίδιο (*Erysiphe polygoni*), η Ασκοχύτωση (*Phoma medicaginis*, *Ascochyta pinodes*, *Ascochyta pisi*), η Σκωρίωση (*Uromyces fabae*) και η Σκληρωτινίαση (*Sclerotinia trifoliorum*), οι οποίες περιγράφονται στα κουκιά, όπως και ο Περονόσπορος (*Peronospora viciae*, *Erysiphe polygoni*). Από της ιολογικές ασθένειες η κυριότερη είναι το Μωσαϊκό του μπιζελιού που προκαλεί νανισμό, συστροφή των ελίκων και καρούλιασμα των φύλλων. Μεταφέρεται με τις αφίδες και με τον σπόρο, για τον λόγο αυτό συνίσταται η χρήση υγιούς σπόρου (Cousin, 1997; Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

Όσον αφορά τους εχθρούς, τα κυριότερα έντομα που προσβάλλουν την καλλιέργεια δίνονται παρακάτω: 1) Βρούχος των μπιζελιών (*Bruchus pisorum*): κολεόπτερο που διαχειμάζει στις αποθήκες, γεννά την άνοιξη στα άνθη και στους πράσινους λοβούς, οι προνύμφες εισέρχονται σε αυτούς και τρέφονται με τους πράσινους σπόρους, νυμφώνονται εκεί και τα ενήλικα παραμένουν στο εσωτερικό τους μέχρι την επόμενη άνοιξη ή την συγκομιδή. Η αντιμετώπιση γίνεται με εντομοκτόνα πριν να προλάβουν να γεννήσουν τα ενήλικα στο φυτό και στην αποθήκη με απεντόμωση. 2) Φυτονόμος (*Hypera postica*), κολεόπτερο που μπορεί να προκαλέσει πλήρη αφανισμό της καλλιέργειας. Τα τέλεια τρέφονται με τα περιθώρια των φύλλων χαράσσοντας ημισεληνοειδής τομές και όταν η προσβολή είναι μεγάλη απαιτείται ψεκάσμος με εντομοκτόνο. 3) Σιτόνες (*Sitona lineatus*), 4) Αφίδα των μπιζελιών (*Acythosiphon pisum*) και 5) Άπιο (*Apion pisi*).

### 1.4 Βίκος (*Vicia sativa* L.)

Η ονομασία βίκος περιλαμβάνει πάνω από 150 είδη φυτών του γένους *Vicia*. Ο κοινός βίκος (*Vicia sativa* L.) αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά ετήσια ψυχανθή στον κόσμο λόγω της οικονομικής του σημασίας (Μικιό et al., 2009). Το είδος προέρχεται από περιοχές της Μέσης Ανατολής, αλλά η καλλιέργεια έχει εξαπλωθεί σε πολλές περιοχές επειδή αποτελεί πηγή πρωτεϊνών και θρεπτικών συστατικών χαμηλού κόστους. Η καλλιέργεια του αναφέρεται στη Βίβλο και οι Ρωμαίοι το καλλιεργούσαν για ζωοτροφή και χλωρά λίπανση. Σήμερα καλλιεργείται κυρίως στο Μεξικό, την Αιθιοπία, την Τουρκία, τη Ρωσία και την Ισπανία (FAO, 2013). Η καλλιέργεια προορίζεται κυρίως για ζωοτροφή, λόγω της υψηλής διατροφικής της αξίας (Huang et al., 2017), αλλά και για ανθρώπινη κατανάλωση σε μικρότερο βαθμό. Ο βίκος καλλιεργείται ευρέως σε

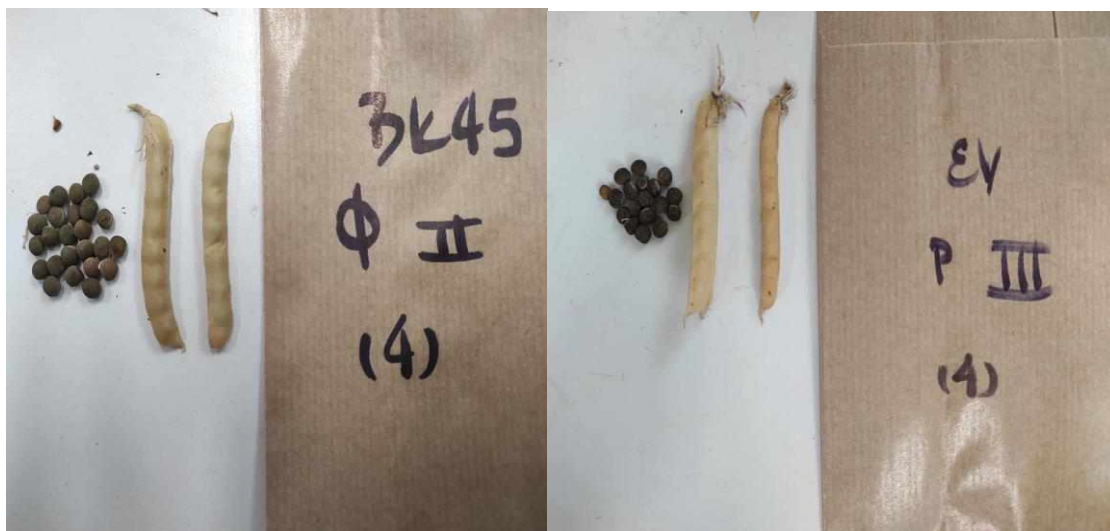
περιοχές με εύκρατο κλίμα ως φυτό χλωρής λίπανσης και ως χορτοδοτικό και πολύ λιγότερο ως καρποδοτικό. Τα καλλιεργήσιμα είδη είναι κυρίως τα εξής: *V. Sativa* L. *subsp. sativa* (κοινός βίκος), *V. villosa* Roth *subsp. villosa* και *V. pannonica* Crantz. Στην χώρα μας καλλιεργείται αποκλειστικά το πρώτο είδος για παραγωγή καρπού και σανού, ενώ θεωρείται το πιο διαδεδομένο χειμερινό ψυχανθές, λόγω της υψηλής προσαρμοστικής του ικανότητας σε διάφορα οικολογικά περιβάλλοντα. Η χρήση του για ενσίρωση ή βόσκηση είναι περιορισμένη, ενώ θεωρείται το πιο κατάλληλο φυτό για χλωρά λίπανση και αμειψισπορά με χειμερινά σιτηρά (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

#### 1.4.1 Βοτανική Περιγραφή

Το *V. Sativa* είναι ποώδες, ετήσιο φυτό. Το ριζικό σύστημα αποτελείται από μία λεπτή πασσαλώδη ρίζα με πολλές διακλαδώσεις, όπου σχηματίζονται άφθονα φυμάτια. Στην βάση του φυτού εκφύονται οι βλαστοί, που είναι κοίλοι εσωτερικά, με τετράγωνη διατομή και ύψος που κυμαίνεται από 30 έως 80 cm. Τα φύλλα είναι σύνθετα με 5-8 ζεύγη φυλλαρίων, που στο άκρο τους φέρουν ένα μικρό αγκάθι, και καταλήγουν σε διακλαδιζόμενη έλικα. Τα άνθη εκφύονται από τις μασχάλες των φύλλων κατά ζεύγη και σπάνια μεμονωμένα ενώ μπορεί να φέρουν και ένα μικρό ποδίσκο. Το χρώμα των ανθέων είναι μπλε-πορφυρό ή ροδόχρουν (Εικ. 10). Ο κοινός βίκος είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό, ενώ το *V. Villosa* σταυρογονιμοποιούμενο. Οι λοβοί είναι επιμήκεις, πεπλατυσμένοι, μήκους 3-7 cm, πλάτους 5-10 mm και περιέχουν 4-12 σπόρους. Οι σπόροι είναι σφαιρικοί ελαφρώς πεπλατυσμένοι, χρώματος μαύρου ή γκριζου (Εικ. 11) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 10. Ανθισμένος βίκος (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 11. Σπόροι και λοβοί ποικιλιών BK45 και Εύηγος βίκου (φωτογραφίες από προσωπικό αρχείο)

#### 1.4.2 Αύξηση και Ανάπτυξη

Η ανάπτυξη του φυτού είναι έρπουσα ή αναρριχώμενη και παρουσιάζει υπόγειο φύτρωμα. Η αύξηση είναι συνεχής, καθώς η βλαστική ανάπτυξη συνεχίζεται και μετά την διέλευση του καθαρά βλαστικού σταδίου, που αρχίζει η άνθιση και ο σχηματισμός λοβών (Εικ. 12). Σε καλλιέργεια κοινού βίκου η μεγαλύτερη απόδοση σε χορτομάζα και σε καρπό παρατηρήθηκαν στο στάδιο που η ξηρά ουσία σπόρων ήταν 45-55%. Στο ίδιο στάδιο παρατηρήθηκε και η μέγιστη συγκέντρωση ολική πρωτεΐνης και θρεπτικών συστατικών στη χορτομάζα. Με την αύξηση του βάρους των σπόρων μειώνεται η



αναλογία των βλαστικών τμημάτων. Κατά την περίοδο γεμίσματος των σπόρων παρατηρούνται τρεις φάσεις: α) φάση υστέρησης μεταξύ άνθισης και έναρξης γεμίσματος σπόρων (ξηρά ουσία 20-25%), β) φάση ταχείας ανάπτυξης, που συνεχίζεται μέχρι η μάζα των σπόρων να φτάσει στο μέγιστο (ξ.ο. σπόρων 45-55%) και γ) φάση ωρίμανση (ξ.ο.>80%) (Caballero et al., 1996). Οι ποικιλίες του βίκου διακρίνονται σε πρώιμες, μεσοπρώιμες και όψιμες και διαφέρουν ως προς την διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου και ως προς την παραγωγική τους κατεύθυνση, που διακρίνονται σε ποικιλίες παραγωγής σπόρου, σανού, σπόρου και σανού (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 12. Πρώτη ανάπτυξη ποικιλίας βίκου BK45 (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

#### 1.4.3 Οικολογικές Απαιτήσεις

Ο βίκος είναι φυτό δροσερών κλιμάτων και θεωρείται καλλιέργεια με μικρή αντοχή στο ψύχος. Τα ανεπτυγμένα φυτά αντέχουν σε θερμοκρασίες έως  $-10^{\circ}\text{C}$  και οι σπόροι βλαστάνουν σε θερμοκρασίες  $2-6^{\circ}\text{C}$ . Η αντοχή των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες εξαρτάται από τον γονότυπο, το στάδιο και την ταχύτητα ανάπτυξης, την υγρασία εδάφους κ.ά. Η κατάλληλες θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του φυτού είναι οι μέτριες. Όπως και στο μπιζέλι, η μέγιστη απόδοση στην χώρα μας επιτυγχάνεται με φθινοπωρινή σπορά, ενώ σε βορειότερες περιοχές σπέρνεται νωρίς την άνοιξη.

Όσον αφορά την υγρασία εδάφους, αποτελεί μία καλλιέργεια με υψηλές απαιτήσεις και η περιοχές που σπέρνεται θα πρέπει να έχουν ύψος βροχής τουλάχιστον 400 mm. Κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κατά το στάδιο γεμίσματος των σπόρων η ξηρασία έχει τα περισσότερα αρνητικά αποτελέσματα. Η απόδοση σε σπόρο φαίνεται πως συσχετίζεται με την ποσότητα νερού που έχουν διαθέσιμη τα φυτά κατά την άνθιση. Σε ξηροθερμικές συνθήκες τις μεγαλύτερες αποδόσεις δίνουν οι ποικιλίες που ανθίζουν πρώιμα και σχηματίζουν καρπούς πριν την ξηροθερμική περίοδο (Siddique et al., 2001).

Τέλος, όσον αφορά το είδος του εδάφους οι απαιτήσεις είναι μικρές, αλλά προτιμά καλώς στραγγιζόμενα, μέσης σύστασης εδάφη, μέτριας γονιμότητας με pH 6-7. Ωστόσο κάποια είδη αναπτύσσονται καλύτερα σε συγκεκριμένα εδάφη. Γενικά, πολύ καλά αποτελέσματα δίνουν τα πηλώδη εδάφη. Η υπερβολική υγρασία μπορεί να βλάψει πολύ την καλλιέργεια, ενώ παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στην οξύτητα εδάφους σε σύγκριση με άλλα ψυχανθή. Τα καλύτερα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε ασβεστούχα εδάφη, πλούσια σε φώσφορο, καθώς έχεις υψηλές απαιτήσεις (Henson, 1968).

#### 1.4.4 Καλλιέργεια του *Vicia sativa* L.

##### 1.4.4.1 Προετοιμασία Εδάφους και Λίπανση

Η προετοιμασία εδάφους είναι ίδια με εκείνη που αναφέρθηκε στο κουκί. Όπως και στα άλλα χειμερινά ψυχανθή δεν είναι απαραίτητη η αζωτούχος λίπανση. Επίσης, η προσθήκη καλίου δεν είχε επιπρόσθετα οφέλη για την καλλιέργεια. Ωστόσο, είναι μία καλλιέργεια με απαιτήσεις φωσφόρου και η λίπανση με 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/στρ. έχει ευνοϊκή στις αποδόσεις.

##### 1.4.4.2 Σπορά και Συγκομιδή

Στην χώρα μας συνίσταται φθινοπωρινή σπορά στις περισσότερες περιοχές, με καταλληλότερη εποχή 15 Οκτωβρίου-15 Νοεμβρίου, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Η όψιμη φθινοπωρινή σπορά πρέπει να αποφεύγεται λόγω της μειωμένης αντοχής των νεαρών φυτών στο ψύχος. Στις ορεινότερες περιοχές η σπορά μπορεί να γίνει, όπως και για το μπιζέλι, νωρίς την άνοιξη από μέσα Φεβρουαρίου έως τέλη Μαρτίου. Τα διάφορα είδη διαφέρουν στην αντοχή στο ψύχος και στην ελάχιστη θερμοκρασία που απαιτείται για να βλαστήσουν. Το *V. villosa* είναι το είδος με την μεγαλύτερη αντοχή και για αυτόν τον λόγο στις νοτιότερες περιοχές του κόσμου είναι το καταλληλότερο για σπορά το φθινόπωρο (Henson, 1968). Η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιείται

στην χώρα μας είναι 18 kg/στρ. για σανοδοτική καλλιέργεια και 16 kg/στρ. για καρποδοτική. Στην σανοδοτική χρειάζεται περισσότερος σπόρος για την παραγωγή μεγάλης φυτομάζας. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών είναι συνήθως 25 cm και το βάθος σποράς 3-5 cm (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012)

Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για σανό το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής είναι εκείνο όπου η ξηρά ουσία των σπόρων είναι στο 45-55%, όπου επιτυγχάνεται η μέγιστη συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών, όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (Caballero et al., 1996). Σε αυτό το στάδιο οι λοβοί έχουν αποκτήσει τα 2/3 του μεγέθους τους και η σπόροι βρίσκονται στο στάδιο της μαλακής ζύμης. Το ίδιο συμβαίνει και για την συγκαλλιέργεια με σιτηρό, που η συγκομιδή γίνεται στο στάδιο μαλακής ζύμης. Το ίδιο γίνεται όταν η καλλιέργεια προορίζεται για ενσίρωση. Η κοπή της χορτομάζας γίνεται με χορτοκοπτική μηχανή και σπάνια με το χέρι με εργαλεία, αφήνεται στο χωράφι να ξεραθεί, ενδιάμεσα αναστρέφεται και δεματοποιείται. Η κοπή για ενσίρωση γίνεται με ειδική μηχανή, τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια και μεταφέρεται στο χώρο ενσίρωσης. Όταν πρόκειται για καρποδοτική καλλιέργεια, το καταλληλότερο στάδιο συγκομιδής είναι εκείνο όπου οι πράσινοι λοβοί έχουν πάρει αχυρένιο χρώμα. Σε αυτήν την περίπτωση η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές σε μία φάση ή σε δύο φάσεις με θερισμό και ύστερα αλωνισμό. Όταν προορίζεται για χλωρά λίπανση η κατάλληλη περίοδος ενσωμάτωσης του βίκου είναι 2-3 εβδομάδες πριν την σπορά της επόμενης καλλιέργειας (Henson, 1968; Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012).

#### *1.4.4.3 Αμειψισπορά και Συγκαλλιέργεια*

Ο βίκος εντάσσεται σε οποιοδήποτε σύστημα αμειψισποράς ξηρικών ή αρδευόμενων καλλιεργειών. Όταν η καλλιέργεια προορίζεται για καρπό σπόροι του βίκου μένουν στο έδαφος και μπορούν να αποτελέσουν ζιζάνια για την επόμενη καλλιέργεια. Για αυτόν τον λόγο σε συστήματα αμειψισποράς που περιλαμβάνει σκαλιστική καλλιέργεια θα πρέπει να ακολουθεί αυτή του βίκου. Όταν όμως πρόκειται για καλλιέργεια παραγωγής σανού αφήνει το χωράφι ελεύθερο ζιζανίων και σε πολύ καλή θρεπτική κατάσταση, λόγω της αζωτοδέσμευσης.

Εκτός από την μονοκαλλιέργεια, ο βίκος σπέρνεται και με άλλα χειμερινά σιτηρά. Όπως και στο μπιζέλι ευνοείται η στήριξη του βίκου με τις έλικες πάνω στο σιτηρό, οπότε δεν πλαγιάζει, και υπάρχει μεγαλύτερη παραγωγή φυτομάζας. Στην χώρα μας τα καταλληλότερα φυτά για συγκαλλιέργεια είναι το κριθάρι με πρώιμες ποικιλίες βίκου σε θερμές και ξηρές περιοχές, ενώ σε υγρές περιοχές η βρώμη με οψιμότερες ποικιλίες.

Οι αναλογίες των σπόρων εξαρτώνται από τα καλλιεργούμενα είδη, την παραγωγική κατεύθυνση και τη γονιμότητα του εδάφους. Για καρποδοτικές καλλιέργειες, σε γόνιμα και υγρά εδάφη στη χώρα μας, η αναλογία είναι 60-70% βίκος και 30-40% σιτήρο. Σε πιο ξηρά και άγονα εδάφη όπου το σιτηρό, και ιδιαίτερος το κριθάρι, ανταγωνίζεται τον βίκο η αναλογία πρέπει να είναι 80-85% βίκος και 15-20% σιτηρό. Όταν η σπορά γίνεται με τ χέρι το κάθε είδος σπέρνεται ξεχωριστά, ενώ όταν γίνεται με σπαρτικές μηχανές η σπορά γίνεται συγχρόνως σε χωριστές γραμμές (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

#### 1.4.5 Ασθένειες και Εχθροί της Καλλιέργειας

Οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες που προβάλλουν την καλλιέργεια βίκου στην χώρα μας είναι: οι Τήξεις (κυρίως από *Rhizoctonia solani* και *R. Violacea*), οι Σήψεις Στελεχών (*Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum* και *Botrytis cinerea*), η Κηλίδωση φύλλων (κυρίως *Ascochyta pinodella*), η Σκωρίαση (*Uromyces fabae*), ασθένειες που αναλύθηκαν στο κουκί. Από τις ιολογικές ασθένειες σημαντικότερη είναι ο Ίος της κίτρινης δακτυλιωτής κηλίδωσης της αγκινάρας (artichoke yellow ringspot virus, AYRSV), που προκαλεί νανισμό, καρούλιασμα φύλλων και ποικιλόχρωση και μεταδίδεται με τον σπόρο.

Όσον αφορά τα έντομα που προκαλούν ζημιές στην καλλιέργεια είναι ο Βρούχος (*Bruchus branchialis*), μικρό κολεόπτερο που προσβάλει του καρπούς παρόμοιου βιολογικού κύκλου με αυτόν που αναφέρθηκε στο Βρούχο των μπιζελιών, και το Άπιο (*Apion pisi*), μικρό κολεόπτερο με μακρύ ρύγχος. Τα ενήλικα τρέφονται με τα νεαρά φύλλα και προκαλούν διαβρώσεις. Επίσης, προκαλούν ζημιές στους νεαρούς οφθαλμούς και τα θηλυκά γεννούν στις ωοθήκες των ανθέων. Η αντιμετώπιση των εντόμων γίνεται αποτελεσματικά με εντομοκτόνα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

#### 1.5 Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά

Τα αρωματικά φυτά περιλαμβάνουν 18.000 είδη και ανήκουν σε πολλές οικογένειες φυτών. Η διάκριση τους με τα φαρμακευτικά φυτά δεν είναι σαφής καθώς συνήθως έχουν τις ίδιες ιδιότητες. Τα αρωματικά φυτά ορίζονται αυτά με την ευχάριστη οσμή για τον άνθρωπο και συνδέονται με την παρασκευή αρωμάτων και άλλων προϊόντων (Μαλούπα et al., 2013). Το άρωμά τους οφείλεται σε πτητικές ενώσεις, τα αιθέρια έλαια, τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε όλα τα μέρη του φυτού, όπως στους βλαστούς, στα φύλλα και στα αναπαραγωγικά όργανα ενός φυτού (Δόρδας, 2012). Τα



φαρμακευτικά είναι φυτά που περιέχουν βιολογικές δραστικές ουσίες με φαρμακευτικές ιδιότητες, δηλαδή σχετίζονται με την υγεία και έχουν αποδειχθεί χρήσιμα φάρμακα ή περιέχουν συστατικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φάρμακα (Farnsworth & Soejarto, 1991).

Στην χώρα μας η βλάστηση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι πολύ πλούσια και αξιοποιείται σε πολλούς τομείς την βιομηχανίας, όπως στη βιομηχανία τροφίμων, στη φαρμακοβιομηχανία, στα καλλυντικά και την αρωματοποιία, ποτοποιία, μαζική εστίαση, μελισσοκομία κ.ά. Εκτός από τις παραδοσιακές τους χρήσεις τα αρωματικά φυτά μπορούν να αξιοποιηθούν σε νέες καινοτόμες εφαρμογές στην κτηνοτροφία, στην φυτοπροστασία (Μάθι, 2015) και στην αειφόρο γεωργία, λόγω της επιλεκτικής και πολύπλευρης βιολογικής δραστηριότητας των αιθέριων ελαίων τους (Solomou et al., 2016).

Μερικά από τα σημαντικότερα αρωματικά φυτά της Ελλάδας είναι η ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare subsp. hirtum*), το μελισσόχορτο (*Melissa officinalis L.*), το φασκόμηλο (*Salvia spp.*), το τσάι του βουνού (σιδερίτης) (*Sideritis spp.*), το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla*) το θυμάρι (*Thymus sp.*), η δάφνη (*Laurus nobilis*), το δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*), ο βασιλικός (*Ocimum basilicum*), ο δυόσμος (*Mentha spicata*) (Κάλφας, 2018).

### 1.5.1 Ρίγανη

Η ρίγανη ανήκει στην οικογένεια *Labiatae* ή *Lamiaceae* (Χειλανθή) της τάξης *Lamiales* (Λαμιώδη) και είναι του γένους *Origanum* (Ορίγανον). Το γένος περιλαμβάνει πάνω από 70 είδη, τα οποία αναπτύσσονται κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου. Ο όρος ‘oregano’ αναφέρεται σε μεγάλο αριθμό ειδών, αλλά στις περισσότερες χώρες θεωρείται ότι ανήκει στο είδος *Origanum vulgare L.* (Marrelli et al., 2018). Τα είδη που αναπτύσσονται αυτοφυώς στην Ελλάδα και χρησιμοποιούνται ως ρίγανη είναι τα εξής:

1. *Coridothymus capitatus L.* (κοιν. Ισπανική ρίγανη)
2. *Origanum onites L.* (κοιν. τούρκικη ρίγανη)
3. *Satureja thymbra L.* (κοιν. θρούμπα)
4. *Origanum vulgare L. ssp. hirtum* (κοιν. ελληνική ρίγανη)

Σε παγκόσμιο επίπεδο για την χρήση τους στην μαγειρική χρησιμοποιούνται εμπορικά όλα τα παραπάνω είδη εκτός του *Satureja thymbra* και επιπροσθέτως του *Lippia graveolens* (κοιν. μεξικάνικη ρίγανη) (Kokkini & Vokou, 1989).

Γενικά η ρίγανη είναι πολυετής έντονα αρωματική και φαρμακευτική πόα με ύψος που κυμαίνεται από 20 μέχρι 90 εκατοστά (cm), ωοειδή φύλλα μήκους 10-40 χιλιοστά (mm) και πλάτους 5-25mm, με φαρδύτερο το άκρο της βάσης. Η ταξιανθία περιλαμβάνει πολλά άνθη, ομαδοποιημένα σε πυκνό και κοντό πλευρικό στάχυ, τα πέταλα των οποίων είναι δίχειλα με λευκή έως μωβ στεφάνη, μήκους 4-8mm και ο κάλυκας περιλαμβάνει πέντε σέπαλα (Skoufogianni et al., 2019). Ωστόσο υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία ακόμα και στα φυτά που υπάγονται στο ίδιο είδος, που εξαρτάται από την γεωγραφική προέλευση και από την εποχή που συλλέγονται τα φυτά. Η ελληνική ρίγανη που απαντάται κυρίως στα νοτιότερα σημεία της βαλκανικής Χερσονήσου, στην Τουρκία και στα περισσότερα μέρη της Ελλάδας ξεχωρίζει από τα άλλα υποείδη λόγω των τριχωτών σκελετών της, της συμπαγούς ταξιανθίας-στάχυ με πράσινα βράκτια και άνθη λευκά με δίχειλη στεφάνη (Vokou et al., 1993). Το ύψος της κυμαίνεται από 40 μέχρι 80cm και έχει στην βάση βλαστούς ανορθωμένους και αποξυλωμένους, με φύλλα αραιά ή πυκνά, τριχωτά, ελλειψοειδή ή στρογγυλά (Εικ. 13) (Μαλούπα et al., 2013).



**Εικόνα 13. Ρίγανη (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)**

Φυτρώνει από το επίπεδο της θάλασσας (0 μέτρα) έως και 1500 μέτρα, συνήθως σε ασβεστόλιθο και σπάνια σε σχιστόλιθο. Την βρίσκουμε άφθονη σε ξηρά, ηλιόλουστα μέρη κοντά στις ακτές αλλά και σε ορεινές δασικές εκτάσεις (Vokou et al., 1993). Ανθίζει από τον Ιούλιο μέχρι τον Αύγουστο και δίνει αιθέριο έλαιο εξαιρετικής ποιότητας. Προτιμά εδάφη με pH 6,5-7,5 και προσαρμόζεται σε ποικίλα εδάφη. Η εγκατάσταση της καλλιέργειας πραγματοποιείται αργά το Φθινόπωρο ή νωρίς την

Άνοιξη και η συγκομιδή κατά το τέλος της ανθοφορίας. Όσον αφορά την λίπανση κατάλληλο είναι ένα λίπασμα 20-20-20 (N-P-K) ή σε περίπτωση βιολογικής γεωργίας γίνεται προσθήκη κοπριάς ή άλλων βιολογικών σκευασμάτων (Κάλαφας, 2018). Έρευνα έδειξε ότι η άρδευση δεν έχει σημαντική επίδραση στις αποδόσεις πιθανόν λόγω της ικανοποιητικής κατακρήμνισης κατά την βλαστική περίοδο. Αντίθετα η αζωτούχος λίπανση σε συνδυασμό με την άρδευση δίνει μέγιστες αποδόσεις και μεγαλύτερη παραγωγή αιθέριου ελαίου (Giannoulis et al., 2020; Sotiropoulou & Karamanos, 2010). Σε πείραμα σχετικό με τη βιολογική λίπανση φάνηκε πως με εφαρμογή μυκορριζικού εμβολίου και μυκήτων (ενεργής μαγιάς) υπήρξε θετική επίδραση σχεδόν σε όλα τα μελετώμενα χαρακτηριστικά και παράλληλα παρείχαν μεγαλύτερη ανοχή των φυτών στις ξερικές συνθήκες (Khalil & El-Noeman, 2015).

Τα ξερά φύλλα και οι ταξιανθίες καταναλώνονται ως ανθρώπινη και ζωική τροφή και προσδίδουν έντονα αντιμικροβιακή δράση όπου προστεθούν. Το αιθέριο έλαιο που εξάγεται από διάφορα τμήματα του φυτού είναι πλούσιο σε καρβακρόλη, θυμόλη, γ-τερπινένιο, ρ-κυμένιο, η συγκέντρωση των οποίων διαφέρει σημαντικά μεταξύ φυτών που αναπτύχθηκαν σε διαφορετικές τοποθεσίες και το υψόμετρο φαίνεται πως είναι ο σημαντικότερος περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει την περιεκτικότητα σε λάδι. Σε χαμηλά υψόμετρα καταγράφηκαν υψηλές τιμές απόδοσης και όσο πιο ζεστό ήταν το κλίμα τόσο πιο υψηλή η συγκέντρωση συστατικών του ελαίου (Vokou et al., 1993). Η καρβακρόλη και η θυμόλη, που αποτελούν τα κύρια συστατικά του ριγανέλαιου, φάνηκε πως έχουν έντονη αντιμικροβιακή δράση σε δοκιμές in-vitro και συγκεκριμένη ποικιλία του *O. Vulgare* ανέστηλε πλήρως την ανάπτυξη μυκηλίων των παθογόνων που μεταδίδονται στα φυτά από το έδαφος (Wogiatzi et al., 2009). Το φυτό έχει διάφορες φαρμακευτικές ιδιότητες όπως είναι η αντιφλεγμονώδης, αναλγητική, αντιαρθριτική, αντιαλλεργική, αντικαρκινική και αντιδιαβητική του δράση, καθώς και η προστασία του οργανισμού έναντι καρδιακών, γαστρικών, ηπατικών, νευρικών παθήσεων και η αναστολή παραγωγής μικροβιακών και μυκητιακών τοξινών. Το αιθέριο έλαιο της ελληνικής ρίγανης είναι το καλύτερο ποιοτικά παγκοσμίως και χρησιμοποιείται εκτενώς στην βιομηχανία τροφίμων (Skoufogianni et al., 2019). Σύμφωνα με τα μέχρι τώρα δεδομένα φαίνεται πως τα φυτά του γένους *Origanum* έχουν ωφέλιμες θεραπευτικές ιδιότητες έναντι του διαβήτη, του καρκίνου, βακτηριακών και μυκητιακών λοιμώξεων (Marrelli et al., 2018).

### 1.5.2 Φασκόμηλο

Η ονομασία φασκόμηλο περιλαμβάνει διάφορα είδη του γένους *Salvia* και η ελληνική

χλωρίδα περιέχει 23 από αυτά. Τα κυριότερα είδη που συναντάμε στη χώρα μας είναι τα εξής:

1. *Salvia officinalis*: ημιθαμνώδης, πολυετής, αυτοφυές κυρίως στην Ήπειρο
2. *Salvia triloba*: αυτοφυής, αειθαλής, πολυετής θάμνος, στις ξηρές και θερμές περιοχές της χώρας, κυρίως στα νησιά και στην παραλιακή ζώνη
3. *Salvia sclarea*: αυτοφυής, αειθαλής θάμνος, κυρίως στην Β. Ελλάδα
4. *Salvia pomifera*: κοιν. αγριοφασκόμηλο, μηλοφασκιά, αλιφασκιά κ.ά.

Το *S. triloba* το συναντάμε και με την ονομασία *S. fruticosa* Miller, κοινώς η ελληνική φασκομηλιά και με διάφορες ονομασίες όπως Τρίλοβη Φασκομηλιά, Σάλβια η Φαρμακευτική, Ελελίφασκος ο Φαρμακευτικός, Μηλοφασκιά κ.ά. (Karousou et al., 2000; Κάλφας, 2018; Μαλούπα et al., 2013). Το *Salvia officinalis*, κοινό φασκόμηλο, ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae* (Χειλανθή) και είναι του γένους *Salvia*, το οποίο είναι το μεγαλύτερο γένος της οικογένειας και περιλαμβάνει γύρω στα 1000 είδη (J. B. Walker & Sytsma, 2007), τα οποία είναι ποώδη πολυετή φυτά, σπάνια διετή ή ετήσια και συχνά έντονα αρωματικά. Είναι φυτά κοινά σε όλο τον κόσμο αλλά βρίσκονται άφθονα στην Μεσογειακή Ευρώπη, στην Δυτική και Ανατολική Ασία, στην Κεντρική και Νότια Αμερική (Ulubelen, 2000, p. 55).

Τα είδη φασκόμηλου χαρακτηρίζονται από μακρά γωνιακά στελέχη ύψους 50-100cm, ανάλογα το είδος και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα φύλλα είναι αντίθετα απλά και ωοειδή. Η ταξιανθία είναι σπονδυλωτή και αποτελείται από 4-10 βιολετί, μπλε ή λιλά άνθη. Όλα τα τμήματα του φυτού καλύπτονται από τρίχες που προσδίδουν ασημί χρώμα στα ώριμα φυτά (Εικ. 14). Η ανθοφορία ξεκινά από τα μέσα Μαρτίου έως και τον Ιούνιο και διαρκεί ένα μήνα (Karamanos, 2000). Φυτρώνει από το επίπεδο της θάλασσας έως και 1.500 μέτρα υψόμετρο και αναπτύσσεται σε ευρύ φάσμα εδαφών, καλά στραγγιζόμενων, κυρίως ασβεστωδών και με pH περίπου 6,5.



**Εικόνα 14. Φασκόμηλο (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)**

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας γίνεται το Φθινόπωρο ή νωρίς την Άνοιξη. Η λίπανση περιλαμβάνει την βασική, με προτεινόμενες ποσότητες 40-100 κιλά/εκτάριο (kg/ha) N, 30-80 κιλά/εκτάριο P<sub>2</sub>O<sub>2</sub> και 30-100 κιλά/εκτάριο K<sub>2</sub>O, και την επιφανειακή με προτεινόμενες ποσότητες 40-80 κιλά/εκτάριο N 10-15 μέρες πριν την άνθιση, 30-50 κιλά/εκτάριο P<sub>2</sub>O<sub>2</sub> και 30-70 κιλά/εκτάριο K<sub>2</sub>O το Φθινόπωρο μετά την συγκομιδή. Η επίδραση της άρδευσης διαφέρει μεταξύ των διάφορων ειδών, ωστόσο κατά την διάρκεια της Άνοιξης μπορεί να προκαλέσει αύξηση της ανάπτυξης και είναι σημαντική για την ενσωμάτωση των λιπασμάτων. Το μεγαλύτερο πρόβλημα της καλλιέργειας είναι τα ζιζάνια τα οποία αντιμετωπίζονται με συνδυασμό χημικής και μηχανικής καταπολέμησης (Karamanos, 2000).

Τα κυριότερα συστατικά που βρίσκονται στα είδη του γένους *Salvia* είναι φλαβονοειδή και τερπενοειδή. Στα εναέρια μέρη του φυτού περιέχονται φλαβονοειδή, τριτερπενοειδή και πτητικές ενώσεις, όπως μονοτερπενοειδή, ενώ στις ρίζες υπάρχουν κυρίως διτερπενοειδή (Ulubelen, 2000). Οι πιο σημαντικοί μεταβολίτες στο *S. officinalis* είναι τα οξυγονωμένα μονοτερπένια 1,8-κινεόλη και καμφόρα (Couladis & Koutsaviti, 2017). Το αιθέριο έλαιο του είδους *S. fruticosa* περιλαμβάνει κυρίως α και β-θουγιόνη και 1,8-κινεόλη. Μετά από χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων διάφορων ποικιλιών *S. officinalis* ταυτοποιήθηκαν 40 συστατικά. Τα κυριότερα των οποίων είναι η 1,8-

κινεόλη, η καμφόρα, η α και β-θουγιόνη, βορνεόλη και viridiflorol (Raal et al., 2007). Ωστόσο η ποσότητα των συστατικών και η απόδοση σε λάδι επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η φυτική πηγή, ο χημειότυπος του φυτού, ο χρόνος συγκομιδής, το μέρος του φυτού που έγινε η απόσταξη και έμμεσα οι περιβαλλοντικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού (Perry et al., 1999).

Το φασκόμηλο χρησιμοποιούταν ως βότανο με ευεργετικές και θεραπευτικές ιδιότητες για χιλιετίες, γεγονός που υποδηλώνεται και από το όνομά του που προέρχεται από το λατινικό ρήμα *salvare*, που σημαίνει σώζω ζωές (Μαλούπα et al., 2013). Είναι φυτό με πληθώρα φαρμακευτικών ιδιοτήτων που περιλαμβάνουν αντικαρκινικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιδιαβητικές, αντιμυκητιακές, αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, υπολιπιδαιμικές κ.ά. επιδράσεις (Ghorbani & Esmailizadeh, 2017; Sharma et al., 2019). Μπορεί να προστατέψει το σώμα από ασθένειες οι οποίες συνοδεύονται από οξειδωτικό στρες, όπως νευροεκφυλιστικές διαταραχές, φλεγμονές και καρκίνο (Garcia et al., 2016). Είναι γνωστό ότι βελτιώνει την μνήμη και την συγκέντρωση, για την αντικαταθλιπτική και αγχολυτική του δράση, όπως και για την προστασία που προσφέρει έναντι σημαντικών ασθενειών και παθήσεων, όπως το Alzheimer (Akhondzadeh et al., 2003), καρδιαγγειακές παθήσεις (Miraj & Kiani, 2016), ενώ μπορεί να είναι και αποτελεσματικό έναντι του διαβήτη (Behradmanesh et al., 2013).

## 1.6 Ζιζάνια στην Ελλάδα και Παγκοσμίως

Ως ζιζάνιο ορίζεται κάθε φυτό που αναπτύσσεται όπου και όταν δεν είναι επιθυμητό. Επομένως όλα τα φυτά, καλλιεργούμενα ή αυτοφυή, μπορούν να θεωρηθούν ζιζάνια όταν αναπτύσσονται σε χώρο και τόπο όπου ο άνθρωπος επιθυμεί άλλα φυτά ή κανένα φυτό (Ελευθεροχωρινός, 2008a). Ένα φυτό χαρακτηρίζεται, επίσης, ως ζιζάνιο όταν προκαλεί ανεπιθύμητες επιδράσεις στα καλλιεργούμενα φυτά, στον άνθρωπο ή στα ζώα (Naylor & Lutman, 2002). Κατατάσσονται ανάλογα τον τύπο της ανάπτυξης τους σε ποώδη, δενδρώδη και θαμνώδη, ανάλογα της μορφολογίας των φύλων τους σε πλατύφυλλα και στενόφυλλα, ανάλογα με το περιβάλλον που αναπτύσσονται σε ζιζάνια καλλιεργειών, βοσκών, δασών και υδατοσυλλογών και ανάλογα τα βοτανολογικά χαρακτηριστικά διακρίνονται σε οικογένειες, γένη, είδη, υποείδη, βιοτύπους ή πληθυσμούς. Ωστόσο ο πιο κοινός διαχωρισμός τους γίνεται βάσει την διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου όπου διακρίνουμε τα ετήσια, διετή και πολυετή ζιζάνια.

1. Τα ετήσια συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο σε χρονική διάρκεια

μικρότερη του ενός έτους και διακρίνονται σε χειμερινά και θερινά. Τα χειμερινά φυτρώνουν το φθινόπωρο ή τον χειμώνα και συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέχρι την άνοιξη ή τις αρχές του καλοκαιριού, ενώ τα θερινά φυτρώνουν την άνοιξη και συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέχρι το φθινόπωρο.

2. Τα διετή συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο σε δύο έτη, όπου κατά το πρώτο έτος αναπτύσσεται η ροζέτα ενώ κατά το δεύτερο ανθίζουν, παράγουν σπόρο και πεθαίνουν.
3. Τα πολυετή έχουν βιολογικό κύκλο μεγαλύτερο από δύο έτη και αναπαράγονται κυρίως με σπόρο και με όργανα αγενούς αναπαραγωγής.  
(Ελευθεροχωρινός, 2008a)

Τα δέκα σπουδαιότερα ζιζάνια στην χώρα μας σύμφωνα με την επισκόπηση του Δαμανάκη (1979) στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και στις δενδρώδεις καλλιέργειες ήταν τα εξής:

1. Αγριάδα (*Cynodon dactylon*)
2. Βλήτο (*Amaranthus spp.*)
3. Μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*)
4. Αγριοβρώμη (*Avena spp.*)
5. Λουβουδιά (*Chenopodium album*)
6. Πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus*)
7. Βέλιουρας (*Sorghum halepense*)
8. Αγριοσινάπι (*Sinapis spp.*)
9. Στύφνος (*Solanum nigrum*)
10. Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*)

Όλα τα παραπάνω, εκτός από το βλήτο και το αγριοσινάπι, αποτελούν κάποια από τα σπουδαιότερα ζιζάνια που συναντάμε στην Ευρώπη (Naylor & Lutman, 2002). Επίσης η αγριάδα, η πορφυρή κύπερη, η μουχρίτσα και ο βέλιουρος συγκαταλέγονται μεταξύ και των δέκα χειρότερων ζιζανίων του κόσμου (Holm, 1969).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε μεταξύ 1982-1983 στην Ελλάδα τα δέκα σημαντικότερα ζιζάνια σε καλλιέργειες σιταριού ήταν: 1) *Avena spp.* (*A. sterilis*, *A. fatua*), 2) *Lolium spp.* (*L. multiflorum*, *L. rigidum*, *L. temulentum*), 3) *Galium spp.* (*G. spurium*, *G. tricornutum*, *G. aparine*), 4) *Alopecurus spp.* (*A. myosuroides*, *A. rendlei*), 5) *Papaver spp.* (*P. rhoeas*, *P. agremone*), 6) *Phalaris spp.* (*P. brachystachys*, *P. paradoxa*, *P. minor*), 7) *Polygonum spp.* (*P. aviculare*, *P. lapathifolium*), 8) *Bromus*



spp. (*B. sterilis*, *B. tectorum*, *B. japonicus*, *B. arvensis*, *B. hordeaceus*), 9) *Marticaria chamomilla* και 10) *Anthemis* spp. (Damanakis, 1983). Σε άλλη έρευνα τα ζιζάνια που βρίσκονταν σε αφθονία σε καλλιέργειες βάμβακος φάνηκε πως ήταν τα *Solanum nigrum*, *Datura stramonium*, *S. nigrum* και ακολουθούσαν τα *Cyperus rotundus*, *Convolvulus arvensis*, *Xanthium strumarium*, *Chrozophora tinctoria*, *Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp., *Abutilon theophrasti*, *Portulaca oleracea*, *Chenopodium album* και *Xanthium spinosum* (Economou et al., 2005). Τρία είδη ζιζανίων που είναι διαδεδομένα στις Ηνωμένες Πολιτείες πρόσφατα έκαναν την εμφάνιση τους και στην Ελλάδα προκαλώντας σοβαρά προβλήματα στις αρδευόμενες θερινές καλλιέργειες και κυρίως στον αραβόσιτο. Ο λόγος για τα *Ipomoea hederacea* (L.) Jacquin (*Convolvulaceae*) που έχει ήδη εξαπλώσει στο δυτικό τμήμα της χώρας, το *Sicyos angulatus* L. (*Cucurbitaceae*) που εξαπλώνεται στο βόρειο τμήμα της και το *Panicum dichotomiflorum* Michaux (*Gramineae*) το οποίο επί του παρόντος είναι περιορισμένο σε μια μικρή περιοχή στο κεντρικό τμήμα της χώρας (Anagnostou–Veroniki et al., 2008).

## 1.7 Μέθοδοι Αντιμετώπισης και Διαχείρισης των Ζιζανίων

### Ορισμοί

Τα ζιζάνια μπορούν να αντιμετωπιστούν έγκαιρα και αποτελεσματικά εφόσον χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες μέθοδοι και τεχνικές, οι οποίες θα μειώσουν ή και θα εξαλείψουν τις ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά. Για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων απαιτείται ένα μεγάλο εύρος γνώσεων και συνδυασμός αυτών, ώστε να επιτευχθεί η Ολοκληρωμένη Διαχείριση των ζιζανίων. Σύμφωνα με τον Zimdahl (2018) οι μέθοδοι μπορούν να καταταχθούν σε μεθόδους πρόληψης, αντιμετώπισης/ελέγχου, εξάλειψης και διαχείρισης:

1. Η πρόληψη αποτελεί το δυσκολότερο μέρος της διαχείρισης των ζιζανίων και είναι ένα πρακτικό μέσο για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης και της εξάπλωσης τους. Τέτοιες προληπτικές πρακτικές είναι: α) η μη εισαγωγή ζιζανίων ή σπόρων ζιζανίων στις ζωοτροφές, β) η χρησιμοποίηση σπόρων σποράς απαλλαγμένων από σπόρους ζιζανίων, γ) ο καθαρισμός των μηχανημάτων πριν χρησιμοποιηθούν σε άλλο χωράφι, δ) η καταστροφή των νέων ζιζανίων προτού προλάβουν να αναπαραχθούν, ε) πρόληψη της εξάλειψης των πολυετών ζιζανίων, στ) καθαρό νερό ποτίσματος, ζ) η εκπαίδευση σχετικά με τα ζιζάνια, κ.ά.
2. Η αντιμετώπιση/έλεγχος περιλαμβάνει την χρήση πολλών τεχνικών για τον

περιορισμό των προσβολών από ζιζάνια και την ελαχιστοποίηση του ανταγωνισμού με την καλλιέργεια

3. Η εξάλειψη είναι η πρακτική της πλήρους καταστροφής των ζιζανίων, τμημάτων αυτών και σπόρων ζιζανίων και αποτελεί την καλύτερη πρακτική για την αντιμετώπιση μικρών πληθυσμών και πολυετών ζιζανίων.
4. Η διαχείριση είναι ο συνδυασμός των τεχνικών πρόληψης, εξάλειψης και ελέγχου των ζιζανίων σε μία καλλιέργεια, σε ένα σύστημα καλλιέργειας ή σε ένα περιβάλλον.

Οι βασικότεροι τρόποι αντιμετώπισης, εξάλειψης και διαχείρισης των ζιζανίων δίνονται παρακάτω:

1. Μηχανικές μέθοδοι: χρησιμοποιούνται από πολύ παλιά και μπορούν να αξιοποιηθούν στην βιολογική γεωργία, όπου απαγορεύεται η χρήση χημικών μέσων. Περιλαμβάνουν την αφαίρεση των ζιζανίων με το χέρι (βοτάνισμα), που χρησιμοποιείται κυρίως σε πολύ μικρές εκτάσεις και είναι κατάλληλο για ετήσια ζιζάνια, την αφαίρεση με τσάπες και άλλα εργαλεία χειρονακτικά, την κατεργασία του εδάφους με άροτρο (όργωμα), σκαλιστήρια ή φρεζοσκαλιστήρια και με φρέζα και τέλος την μηχανική κοπή των ζιζανίων με χορτοκοπτικά.
2. Μη μηχανικές μέθοδοι: περιλαμβάνουν την αξιοποίηση της θερμότητας, του ήλιου, του νερού, του ήχου και του ηλεκτρισμού, όπως είναι το κάψιμο των ζιζανίων με ειδικούς καυστήρες που κατευθύνουν τη φλόγα στα ζιζάνια που αναπτύσσονται μεταξύ των γραμμών των καλλιεργειών, την κατάκλιση των χωραφιών για τη δημιουργία συνθηκών έλλειψης οξυγόνου στα μη υδροχαρή ζιζάνια ή την αποστράγγιση με σκοπό τη στέρηση του νερού στα υδροχαρή ζιζάνια, την ηλιοαπολύμανση του εδάφους όπου γίνεται η κάλυψη των εδαφών με ειδικά πλαστικά σε περίοδο έντονης ηλιακής ακτινοβολίας για την αύξηση της θερμοκρασίας που έχει σαν αποτέλεσμα των θάνατο των ζιζανίων και τέλος, η κάλυψη του εδάφους (mulching) με διάφορα υλικά όπως πριονίδι, άχυρο, φυτικά υπολείμματα, χαρτί ή πλαστικά καλύμματα για τη μείωση της απώλειας υγρασίας και την αύξηση θερμοκρασίας εδάφους με αποτέλεσμα την αύξηση της ανάπτυξης των φυτών της καλλιέργειας και παράλληλα την παρεμπόδιση της ανάπτυξης των ζιζανίων μέσω της μηχανικής αντίστασης και του σκότους που δημιουργούν τα υλικά αυτά. Επίσης, για τον περιορισμό ορισμένων ζιζανίων γίνεται η καλλιέργεια φυτών κάλυψης (cover crops) μεταξύ των γραμμών δενδρωδών καλλιεργειών και αμπελώνων (Zimdahl, 2018; Ελευθεροχωρινός, 2008b)

3. Καλλιεργητικά μέτρα όπως η αμειψισπορά (εναλλαγή καλλιεργειών) που αποτελεί έναν από τους αποτελεσματικότερους τρόπους αντιμετώπισης των ζιζανίων, καθώς με εναλλαγή συγκεκριμένων καλλιεργειών δυσχεραίνεται η ανάπτυξη κάποιων ειδών ζιζανίων ή μειώνεται η ανταγωνιστική ικανότητα κάποιων άλλων μέσω της αλλαγής των συνθηκών ανάπτυξης ή της χρήσης ανταγωνιστικότερων ή πιο αλληλοπαθητικών καλλιεργούμενων φυτών. Σημαντικότερα είναι και τα μέτρα για την επίτευξη των καταλληλότερων συνθηκών ευρωστίας της καλλιέργειας, ώστε να μειώνεται η ανάπτυξη των ζιζανίων μέσω του ανταγωνισμού. Τέτοια προληπτικά μέτρα είναι η επιλογή ανταγωνιστικών ή αλληλοπαθητικών ποικιλιών, η προετοιμασία ικανοποιητικής σποροκλίνης, ο κατάλληλος χρόνος σποράς ώστε να μην συμπέσει με τον χρόνο φυτρώματος δυσεξόντοτων ζιζανίων, η πυκνότερη σπορά, η χρήση ομοιόμορφου σπόρου, η ορθή χρήση νερού και λιπασμάτων, η αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών, κ.α. (Buhler, 2003; Zimdahl, 2018; Ελευθεροχωρινός, 2008b).
4. Χημικές μέθοδοι, οι οποίες έχουν ευρεία εφαρμογή σε συστήματα συμβατικής γεωργίας και όχι μόνο, με την χρήση ζιζανιοκτόνων και διακρίνονται σε χημικώς συντιθέμενα ζιζανιοκτόνα (ανόργανες ή οργανικές ενώσεις που ανακαλύφθηκαν και παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο), φυσικώς συντιθέμενα (φυσικές τοξίνες με ζιζανιοκτόνο δράση που προέρχονται από ανώτερα φυτά ή μικροοργανισμούς) και παράγωγα φυσικών τοξινών τα όποια συντίθενται στο εργαστήριο αλλά βασίζονται σε φυσικές τοξίνες.
5. Βιολογική μέθοδος είναι η αντιμετώπιση των ζιζανίων με διάφορους οργανισμούς που χρησιμοποιείται όταν υπάρχει ανθεκτικότητα των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα (Travlos et al., 2016) ή όταν η εφαρμογή αυτών είναι δύσκολη και δαπανηρή, η οποία θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο (Ελευθεροχωρινός, 2008b)

## 1.8 Ζιζάνια και Βιολογική Γεωργία

### 1.8.1 Ορισμός και στόχοι της Βιολογικής Γεωργίας

Ο ορισμός της Βιολογικής Γεωργίας είναι δύσκολο να αποδοθεί καθώς δεν αποτελεί απλά ένα σύστημα γεωργικής παραγωγής, αλλά περιλαμβάνει και πολλές άλλες διαστάσεις. Σύμφωνα με τη Διεθνή Ομοσπονδία των Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας (IFOAM) πρόκειται για ένα σύστημα παραγωγής αγροτικών προϊόντων το οποίο είναι οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά βιώσιμο και προάγει την ασφαλή παραγωγή προϊόντων, ελαχιστοποιώντας την επιβάρυνση του περιβάλλοντος και τη χρήση μη

ανανεώσιμων φυσικών πόρων. Είναι ήπια, φιλική προς το περιβάλλον και υλοποιείται χωρίς την χρήση χημικών φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (GMOs) και χημικών ουσιών στα φυτά, τα ζώα και τα μεταποιημένα προϊόντα. Πρόκειται για ένα σύστημα παραγωγής βασισμένο στην αμειψισπορά, την ανακύκλωση φυτικών υπολειμμάτων και ζωικής κοπριάς, την χλωρή λίπανση, την ήπια χρήση γεωργικών μηχανημάτων και τις βιολογικές και φυσικές μεθόδους αντιμετώπισης των εχθρών και ασθενειών των καλλιεργειών και των εκτρεφόμενων ζώων (Adamchak, 2008).

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ομοσπονδία των Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας (IFOAM) οι βασικοί στόχοι της βιολογικής γεωργίας είναι:

1. να παράγει τροφή υψηλής θρεπτικής αξίας σε επαρκή ποσότητα
2. να διατηρήσει και να αυξήσει μακροπρόθεσμα τη γονιμότητα του εδάφους
3. να χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές
4. να αυξήσει τους βιολογικούς κύκλους στα γεωργικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των μικροοργανισμών, της εδαφικής χλωρίδας και πανίδας, των φυτών και των ζώων
5. να επαναχρησιμοποιούνται υλικά και ουσίες που μπορούν να ανακυκλωθούν σε ένα αγρόκτημα
6. να περιορίσει όλες τις μορφές ρύπανσης που προέρχονται από τη γεωργική πρακτική
7. να διατηρήσει τη γενετική ποικιλομορφία των γεωργικών οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας των φυτών και των άγριων ζώων
8. να προσφέρει στους παραγωγούς διαβίωση σύμφωνη με τα ανθρώπινα δικαιώματα των Ηνωμένων Εθνών, να καλύψει τις βασικές ανάγκες τους και να τους παρέχει επαρκές εισόδημα σε ένα ασφαλές εργασιακό περιβάλλον.

### 1.8.2 Βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης ζιζανίων

Με σκοπό να αποφευχθεί η χρήση των χημικών ζιζανιοκτόνων σε βιολογικά γεωργικά συστήματα έχουν αναπτυχθεί διάφορες βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης των ζιζανίων, ωστόσο δεν αποτελούν λύση εξάλειψης τους και συνήθως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους σε άλλα γεωργικά συστήματα. Ο όρος «βιολογική αντιμετώπιση των ζιζανίων» χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον (DeBach, 1964) και ορίζεται ως η δράση παρασίτων, αρπακτικών ή παραγόντων που διατηρεί τον πληθυσμό

ενός άλλου οργανισμού σε χαμηλότερη από την μέση πυκνότητα σε σχέση με αυτήν που θα υπήρχε απουσία τους. Με βάση το είδος και τον τρόπο εφαρμογής διακρίνονται τρεις κατηγορίες: α) η κλασική βιολογική μέθοδος, β) τα βιο-ζιζανιοκτόνα (bioherbicides) και γ) τα φυτά με αλληλοπαθητική δράση, μέθοδος που θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

α) Η κλασική βιολογική μέθοδος περιλαμβάνει την σκόπιμη χρήση ζωντανών οργανισμών για την μείωση της ανάπτυξης των φυτών-εισβολέων. Οι φυσικοί εχθροί που χρησιμοποιούνται στον βιολογικό έλεγχο των ζιζανίων αποκαλούνται ως «βιολογικοί παράγοντες ή παράγοντες» και αποτελούνται από διαφορετικούς οργανισμούς, όπως έντομα, ακάρεα, νηματώδεις και μύκητες (McFadyen, 1998). Μπορούν να προσβάλουν τα άνθη, τους σπόρους, τις ρίζες, το φύλλωμα ή και τους μίσχους ενός ζιζανίου. Ένας αποτελεσματικός παράγοντας μπορεί να σκοτώσει εντελώς ένα ζιζάνιο, να μειώσει την ευρωστία του και την αναπαραγωγική του ικανότητα ή και να διευκολύνει την δευτερεύουσα προσβολή από άλλον παράγοντα, με αποτέλεσμα την μείωση της ικανότητας του να ανταγωνιστεί τα φυτά της καλλιέργειας. Οι παράγοντες που προσβάλουν το ριζικό σύστημα είναι συνήθως πιο αποτελεσματικοί σε πολυετή φυτά που εξαπλώνονται κυρίως με ριζώματα, ενώ οι παράγοντες που προσβάλουν άνθη και σπόρους χρησιμεύουν σε μονοετή ή διετή ζιζάνια που αναπαράγονται μόνο με σπόρο. Για να εγκριθεί η απελευθέρωση των παραγόντων γίνονται αυστηρές δοκιμές και έλεγχοι άνω των πέντε ετών, ώστε να επιβεβαιωθεί ότι είναι επιζήμιοι μόνο για το ζιζάνιο-στόχο και όχι για τα φυτά της καλλιέργειας (Winston et al., 2017). Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιείται ένας κώδικας ορθής γεωργικής πρακτικής της κλασικής βιολογικής αντιμετώπισης ζιζανίων που περιλαμβάνει: 1) την μη χρήση ενδημικών παραγόντων, 2) την έγκριση πολλών οργανισμών, 3) την χρήση παραγόντων με δυνατότητα ελέγχου του φυτού-στόχου, 4) την απελευθέρωση ασφαλών και εγκεκριμένων παραγόντων και μόνο αυτών κάθε φορά, 5) την χρήση κατάλληλων πρωτοκόλλων, 6) την συχνή παρακολούθηση του αντίκτυπου στον στόχο, 7) την παύση της απελευθέρωσης μη αποτελεσματικών παραγόντων ή όταν ο στόχος έχει επιτευχθεί, 8) την παρακολούθηση των επιπτώσεων σε φυτά-μη στόχους, 9) την παρακολούθηση των αλλαγών που μπορούν να συμβούν στην χλωρίδα και την πανίδα, 10) την παρακολούθηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των παραγόντων, 11) την δημοσίευση των αποτελεσμάτων στο κοινό (Balciunas, 2000).

Η μέθοδος πλεονεκτεί στο ότι α) έχει συνήθως σταθερή και μόνιμη αποτελεσματικότητα, β) αναπαράγεται χωρίς την παρεμβολή του ανθρώπου μετά την

απελευθέρωση, γ) δεν απαιτούνται πρόσθετες εισροές, δ) δεν έχει επιβλαβής παρενέργειες, ε) η επίθεση γίνεται μόνο στο ζιζάνιο-στόχο, στ) οι κίνδυνοι είναι γνωστοί και αξιολογούνται συνεχώς, ζ) είναι οικονομική καθώς μετά την απελευθέρωση δεν υπάρχουν περαιτέρω έξοδα και η) υψηλή αναλογία οφέλους:κόστους. Ωστόσο παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα: α) η αντιμετώπιση είναι αργή, β) δεν υπάρχει εγγυημένο αποτέλεσμα, γ) η εγκατάσταση μπορεί να αποτύχει, δ) μπορούν να υπάρξουν οικολογικές επιπτώσεις, ε) εάν ο στόχος σχετίζεται με μία συγκεκριμένη καλλιέργεια οι παράγοντες είναι λίγοι, στ) κάποιιοι κίνδυνοι είναι άγνωστοι, ζ) δεν λειτουργεί αποτελεσματικά στις καλλιέργειες μικρού βιολογικού κύκλου, καθώς λειτουργεί καλύτερα σε σταθερά περιβάλλοντα, η) η αρχική επένδυση χρόνου, χρήματος και προσωπικού μπορεί να είναι υψηλή και θ) δεν είναι δυνατή η εξάλειψη των ζιζανίων (Culliney, 2005; McFadyen, 1998; Wapshere, A.J.; Delfosse, E.S.; Cullen, 1989; Zimdahl, 2018).

β) Τα βιο-ζιζανιοκτόνα (bioherbicides) είναι προϊόντα που προορίζονται για τον έλεγχο και την μείωση του πληθυσμού ζιζανίων και προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων και των φυσικών προϊόντων που παράγουν κατά την ανάπτυξή τους. Η βιολογική προέλευση των περισσότερων βιο-ζιζανιοκτόνων είναι κυρίως μικροβιακή (βακτήρια, μύκητες, ιοί, νηματώδεις). Θεωρούνται ως ένας εναλλακτικός τύπος βιολογικού ελέγχου, καθώς οι μέθοδοι εφαρμογής και χρήσης τους είναι πολύ παρόμοιες με αυτές των συμβατικών ζιζανιοκτόνων. Σε ιδανικές συνθήκες, μία ή δύο εφαρμογές βιοζιζανιοκτόνου παρέχει προστασία κατά των ζιζανίων καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου μονοετών καλλιεργειών, αλλά το επόμενο έτος η εφαρμογή πρέπει να επαναληφθεί. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φυσικά περιβάλλοντα, όπως βοσκοτόπια και δάση και σε καλλιεργημένες εκτάσεις. Εφαρμόζονται ως κόκκοι ή σπρέι χρησιμοποιώντας την παραδοσιακή τεχνολογία εφαρμογής ζιζανιοκτόνων. Μόνο μερικά βιοζιζανιοκτόνα είναι αποτελεσματικά καθώς αρκετά από αυτά παρουσιάζουν διάφορους περιορισμούς ως προς το εύρος των ξενιστών που προσβάλλουν και τις περιπλοκές απαιτήσεις που υπάρχουν. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα που παρουσιάζουν είναι η αποτελεσματικότητά τους σε ζιζάνια που μπορεί να είναι ανθεκτικά σε άλλα ζιζανιοκτόνα (Bailey, 2014; Kremer, 2005; Weaver, M. A.; Lyn, M. E.; Boyette, C. D.; Hoagland, 2007).

Τα βιοζιζανιοκτόνα παρουσιάζουν τα πλεονεκτήματα της κλασσικής βιολογικής μεθόδου και πρέπει επιπλέον να έχουν τα εξής: α) η παραγωγή τους να είναι μαζική και οικονομική, β) να έχουν μεγάλη βιωσιμότητα, γ) να παρουσιάζουν ανθεκτικότητα κατά

την παραγωγή και διακίνηση τους και δ) να είναι αποτελεσματικοί σε διάφορες συνθήκες. Ωστόσο, παρουσιάζουν και ορισμένα μειονεκτήματα που μερικά είναι κοινά με αυτά της κλασσικής μεθόδου, όπως α) έχουν στενό φάσμα δράσης, β) χρονικά περιορισμένη εφαρμογή, γ) αργή εκδήλωση αποτελεσματικότητας, δ) δεν επιτυγχάνεται εξολόθρευση των ζιζανίων, ε) μικρή βιωσιμότητα των οργάνων αναπαραγωγής των μικροοργανισμών, στ) παρουσιάζουν εξάρτηση από τις κλιματολογικές μεταβολές, ζ) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα με άλλα προϊόντα, κ.α. (Ελευθεροχωρινός, 2008b)

## 1.9 Αλληλοπάθεια

### 1.9.1 Αλληλοπάθεια και Ανταγωνισμός

Μεταξύ των φυτών λαμβάνουν χώρα διάφορες άμεσες ή έμμεσες αλληλεπιδράσεις, οι οποίες έχουν διεγερτική ή παρεμποδιστική δράση. Για τον διαχωρισμό των αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν μεταξύ των φυτών, χρησιμοποιούνται οι όροι ανταγωνισμός και αλληλοπάθεια. Ωστόσο τα αποτελέσματα αυτών των φαινομένων είναι πολύ δύσκολο να διαχωριστούν μεταξύ τους και συχνά υπάρχει σύγχυση. Η διερεύνηση αλληλοπάθειας είναι αρκετά δύσκολη καθώς συμβαίνει παράλληλα με τον ανταγωνισμό.

Ο ανταγωνισμός γενικά αναφέρεται στις αρνητικές επιδράσεις στην ανάπτυξη ή την εγκατάσταση των φυτών που προκαλούνται από την παρουσία γειτονικών ειδών, συνήθως μειώνοντας τη διαθεσιμότητα πόρων. Ο ανταγωνισμός μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας που ελέγχει τις φυτικές κοινότητες, τους διαθέσιμους πόρους και τις αλληλεπιδράσεις, δεδομένου ότι όλα τα φυτά απαιτούν μερικά βασικά στοιχεία, όπως το φως, το νερό, το άζωτο ή ο φώσφορος, ανάλογα με το είδος και τη τοποθεσία. Οι επιπτώσεις του ανταγωνισμού είναι ευρέως διαδεδομένες και παρατηρούνται σε γειτονικές καλλιέργειες και σε καλλιέργειες με ζιζάνια, γι' αυτό και ασκούνται τεχνικές καταπολέμησής τους (Andrew et al., 2015; Keddy & Cahill, 2018)

Η λέξη «αλληλοπάθεια» είναι σύνθετη ελληνική λέξη που αποτελείται από τις λέξεις «allelo ή allelon» που σημαίνει «αλλήλων ή κάτι που λαμβάνει χώρα μεταξύ ατόμων» και «pathos» που σημαίνει «έντονο συναίσθημα που προκαλείται σε κάποιον = υποφέρω». Ως εκ τούτου, σημαίνει την αρνητική επίδραση ενός είδους φυτών στο άλλο. Ο ορισμός της αλληλοπάθειας εισήχθη για πρώτη φορά στην επιστήμη από τον Molisch (1937) και ορίζεται ως οι επιζήμιες και ευεργετικές βιοχημικές



αλληλεπιδράσεις μεταξύ όλων των φυτικών ειδών, συμπεριλαμβανομένων και των μικροοργανισμών. Σύμφωνα με τον (Rice, 1984), αλληλοπάθεια είναι «η μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτών, ίδιου ή διαφορετικού είδους, που λαμβάνει χώρα όταν ένα φυτό απελευθερώνει χημικές αλληλοπαθητικές ουσίες στο περιβάλλον, που διεγείρουν ή αναστέλλουν την ανάπτυξη άλλων φυτών». Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας αναφέρεται και ως αυτοτοξικότητα ή αυτοπάθεια όπου τα απελευθερωμένα αλληλοπαθητικά από ένα είδος επηρεάζουν την ανάπτυξη του ίδιου είδους.

### 1.9.2 Βιοσύνθεση και Χημεία Αλληλοπαθητικών ουσιών

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες ή αλληλοχημικά είναι γνωστές ως αλληλοπαθητικά (allelopathic), βιοεπικοινωνιστές (biocommunicators) και αλληλοτοξικά (allelotoxics) στην περίπτωση που ασκούν τοξική δράση στον οργανισμό (Μπούρμπος, 2008). Οι περισσότερες από αυτές είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού που βιοσυντίθενται σε διάφορα όργανα του φυτού όπως: ρίζες, ριζώματα, φύλλα, μίσχους, βλαστούς, φλοιούς, καρπούς, άνθη και σπόρους (Weir et al., 2004). Μια αλληλοπαθητική ουσία για να δράσει ως παρεμποδιστής αύξησης θα πρέπει να είναι διαθέσιμη σε μεγάλες ποσότητες, ανεξάρτητα των διεργασιών της μικροβιακής και χημικής αποδόμησης (Quasem & Foy, 2001). Η ποσότητες αυτές επηρεάζονται από διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες και έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνονται περισσότερο σε συνθήκες καταπόνησης όπως: έντονη ηλιακή ακτινοβολία, έλλειψη θρεπτικών συστατικών στο έδαφος, έλλειψη εδαφικής υγρασίας, ακραία θερμοκρασία, εφαρμογή φυτορρυθμιστικών ουσιών και προσβολή από παθογόνους οργανισμούς και έντομα (Rice, 1984).

Από χημικής πλευράς η αλληλοπαθητικές ουσίες ανήκουν σε πολυάριθμες χημικές ομάδες όπως: τρικετόνες, τερπένια, βενζοκινόνες, κουμαρίνες, φλαβονοειδή, τερπενοειδή, στριγγολακτόνες, φαινολικά οξέα, τανίνες, λιπαρά οξέα και μη πρωτεϊνικά αμινοξέα. Οι αλληλοχημικές ουσίες μπορούν να ταξινομηθούν σε 10 κατηγορίες ανάλογα τις διαφορετικές δομές και ιδιότητες τους: 1) υδατοδιαλυτά οργανικά οξέα, αλκοόλες ευθείας αλύσου, αλειφατικές αλδεΰδες και κετόνες, 2) απλές ακόρεστες λακτόνες, 3) λιπαρά οξέα μακράς αλύσου και πολυακετυλένια, 4) κουινόνες, 5) φαινολικά, 6) κινναμικό οξύ και τα παράγωγα του, 7) κουμαρίνες, 8) φλαβονοειδή, 9) ταννίνες, 10) στεροειδή και τερπενοειδή (Z. H. Li et al., 2010). Οι περισσότερες από αυτές ανήκουν: α) στις φαινολικές ενώσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν απλές φαινόλες,

παράγωγα υδροξυβενζοϊκού, ακετοφαινόνης, παράγωγα οξικού φαινυλίου, παράγωγα υδροξυκιναμικού φαινυλοπροπανίου, κουμαρίνες, ναφθακινόνες, ξανθόνες, ανθρακινόνες, στιλβένια, λιγνάνες, φλαβονοειδή, διφλαβονοειδή, μελανίνες της κατεχόλης, υδρολυομένες ταννίνες, λιγνίνες και συμπυκνωμένες ταννίνες, β) στα τερπένια, τα οποία αποτελούν τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων και περιλαμβάνουν το ισοπροπένιο, τα μονο-, δι- και τριτερπένια, τα σεσκιτερπένια και τα πολυτερπένια και γ) στις αζωτούχες ενώσεις που περιλαμβάνουν τα αλκαλοειδή, τις μεταλαΐνες, μη πρωτεϊνικά αμινοξέα, αμίνες, κυανογόνα γλυκοζίδια, θειογλυκοζίδια και πρωτεΐνες (Z. H. Li et al., 2010; Ελευθεροχωρινός, 2008a).

### 1.9.3 Μηχανισμός δράσης Αλληλοπαθητικών ουσιών

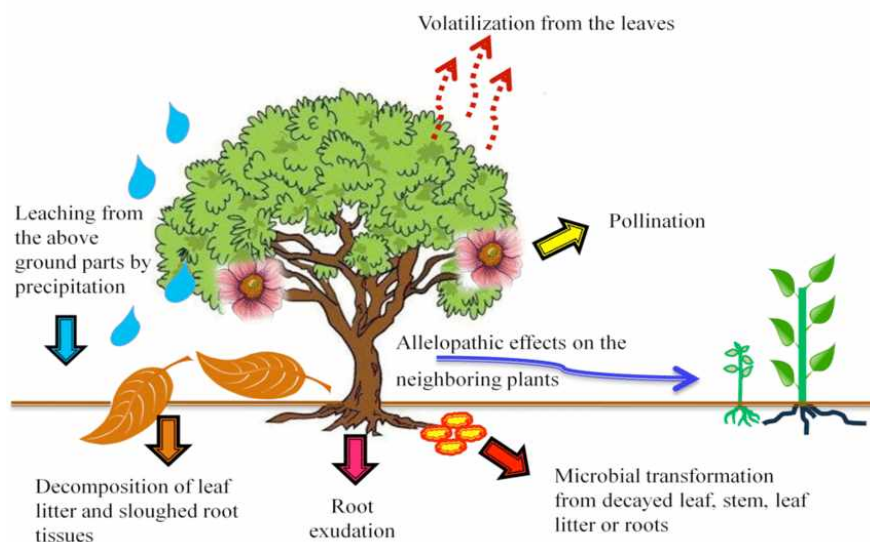
Οι αλληλοπαθητικές ουσίες απελευθερώνονται από τα φυτά στο περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών παρατηρείται κυρίως σε ξηρές και ημίξηρες συνθήκες, η οποία γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα. Επίσης, απέκκριση γίνεται από τις ρίζες (Bertin et al., 2003) και έκπλυση από τα φύλλα των φυτών και από τα φυτικά τους υπολείμματα σε υγρό περιβάλλον. Αντίθετα, η έμμεση απελευθέρωση αφορά την έκκριση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των φυτικών υπολειμμάτων, από αποσυντιθέμενα φυτικά όργανα, από την γύρη άλλων φυτών και από άλλες διεργασίες. (Ελευθεροχωρινός, 2008a) (Εικ. 15).

Ο μηχανισμός δράσης των αλληλοχημικών σε συνθήκες αγρού είναι συχνά μία συνεργατική δράση μεταξύ διάφορων ουσιών (Inderjit & Duke, 2003). Ορισμένα από αυτά δρουν με παρόμοιο τρόπο με τα ήδη χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα, ενώ άλλα διαφέρουν πλήρως και συνδέονται με νέες θέσεις ή φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών (Ελευθεροχωρινός, 2008a). Τα αλληλοχημικά δρουν στα φυτά άμεσα με την επίδρασή τους στις μεταβολικές λειτουργίες ή έμμεσα μέσω της δράσης τους στους σχετιζόμενους με τα φυτά οργανισμούς. Τέτοια έμμεσα αποτελέσματα προκύπτουν από την επίδρασή τους σε οργανισμούς του κύκλου του αζώτου, σε μυκόρριζες, στην ευαισθησία και στην ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Ένα παράδειγμα είναι η δυσμενής επίδραση αλληλοχημικών που παράγονται από ορισμένα ζιζάνια στη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που δεσμεύουν το άζωτο, όπως των ελεύθερων αζωτοβακτηρίων, του *Rhizobium* και των κυανοπράσινων φυκών (Rice, 1984). Τα αλληλοχημικά αυτά είναι υπεύθυνα για τον περιορισμό της νιτροποίησης, μίας σημαντικής διαδικασίας στον κύκλο του αζώτου. Όσον αφορά τους άμεσους τρόπους υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία μηχανισμών δράσης. Υπάρχει μία σημαντική δυσκολία στην εξακρίβωση του

μηχανισμού δράσης, καθώς μια ένωση μπορεί να επηρεάζει πολλές μεταβολικές λειτουργίες και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να είναι πολύ δύσκολο να ξεχωρίσουμε το πρωτογενές από το δευτερογενές αποτέλεσμα. Επίσης, συχνά τα ορατά συμπτώματα της δράσης των αλληλοχημικών είναι παρόμοια με αυτά που προκαλούν διάφορες τροφωπενίες και σε μερικές περιπτώσεις έχει τεκμηριωθεί αλληλεπίδραση με την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων (Πασπάτης, 1998).

Ο τεράστιος αριθμός αλληλοπαθητικών αλληλεπιδράσεων είναι συνήθως αρνητικός, με τις θετικές σχέσεις να είναι σπάνιες. Οι αλληλοπαθητικές ενώσεις επηρεάζουν τη βλάστηση και την ανάπτυξη των γειτονικών φυτών διαταράσσοντας διάφορες φυσιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της φωτοσύνθεσης, της αναπνοής, της απορρόφησης νερού και θρεπτικών συστατικών και της ορμονικής ισορροπίας. Επιπλέον, οι φαινολικές ενώσεις προκαλούν μία σειρά από αρνητικές επιδράσεις όπως: την αύξηση της διαπερατότητας των κυτταρικών μεμβρανών με αποτέλεσμα την υπεροξειδωση των λιπιδίων και την αργή ανάπτυξη ή τον θάνατο των φυτών, την αναστολή της κυτταρικής διαίρεσης και της επιμήκυνσης βλαστών, την διατάραξη της δομής των κυττάρων, έχουν επιπτώσεις σε διάφορες λειτουργίες και δραστηριότητες των ενζύμων και στην σύνθεση πρωτεϊνών. Η βασική αιτία της δράσης τους είναι κυρίως η αναστολή της ενζυμικής δραστηριότητας (Inderjit & Duke, 2003; Inderjit & Keating, 1999; Z. H. Li et al., 2010; Weir et al., 2004)

Η ικανότητα μιας αλληλοχημικής ουσίας να αναστέλλει ή να καθυστερεί την ανάπτυξη των φυτών και/ή τη βλάστηση των σπόρων ορίζεται συνήθως ως "αλληλοπαθητικό (ή φυτοτοξικό) δυναμικό". Η έντονη αλληλοπαθητική αλληλεπίδραση φαίνεται στην εξάντληση του εδάφους λόγω της συσσώρευσης αλληλοπαθητικών ουσιών που μπορούν να αποφευχθούν με τη χρήση λιπασμάτων και αμειψισποράς. Τα φυτά που παράγουν αλληλοπαθητικές ουσίες ονομάζονται «δότες», ενώ τα φυτά στα οποία απευθύνονται αναφέρονται ως φυτά «στόχος» ή «αποδέκτες». Οι συνέπειες και η ισχύς των αλληλοπαθητικών αλληλεπιδράσεων είναι ποικίλες λόγω τροποποιήσεων που λαμβάνουν χώρα στο έδαφος. Οι περισσότερες αλληλοχημικές ουσίες διεισδύουν άμεσα στο έδαφος ως φυτικά δραστικές ενώσεις, ενώ ορισμένες πρέπει να τροποποιηθούν στην ενεργό μορφή από μικροοργανισμούς ή από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (pH, υγρασία, θερμοκρασία, φως, οξυγόνο κ.λπ.) (Soltys et al., 2013).



**Εικόνα 15. Πιθανές οδοί εισόδου αλληλοπαθητικών ουσιών στο περιβάλλον**

(Πηγή: Mominul Islam A., *Allelopathy of Five Lamiaceae Medicinal Plant Species*, 2014)

#### 1.9.4 Αξιοποίηση Αλληλοπάθειας στην Γεωργία

Η αξιοποίηση των φυτών με αλληλοπαθητική δράση στα πλαίσια της βιολογικής αντιμετώπισης ζιζανίων διαφέρει από τα βιοζιζανιοκτόνα, καθώς αυτή η μέθοδος αντιμετωπίζει τα ζιζάνια με καλλιεργούμενα φυτά και όχι με μικροοργανισμούς, τα όποια έχουν την ιδιότητα να παράγουν και να εκκρίνουν στον χώρο ανάπτυξής τους διάφορες ουσίες που αναστέλλουν το φυτόμα ή/και την ανάπτυξη διαφόρων ζιζανίων. Σημαντικό ρόλο, όπως προαναφέρθηκε, παίζουν και τα αποσυντιθέμενα όργανα ενός φυτού, ενώ και η χρήση εκχυλισμάτων αλληλοπαθητικών ουσιών μπορεί να είναι αποτελεσματική (Ben-Hammouda et al., 2001), αλλά η δημιουργία τους μπορεί να εμφανίσει δυσκολίες (Inderjit & Keating, 1999). Βέβαια, η αξιοποίηση της αλληλοπάθειας στην γεωργία δεν είναι μονόπλευρη. Περιλαμβάνει όλες τις πιθανές σχέσεις μεταξύ των φυτών και των φυτών με άλλους οργανισμούς (R. H. Walker & Buchanan, 1982), που λαμβάνουν χώρα στον αγρό και μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση και τον τρόπο κατανομής των ζιζανίων, το μέγεθος τις ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά, τη δυνατότητα επιλογής τους στα συστήματα αμειψισποράς και να συμβάλει στην αντιμετώπιση ασθενειών και παθογόνων μικροοργανισμών (Bond & Grundy, 2001). Αποτελεί έναν πολλά υποσχόμενο τρόπο αντιμετώπισης των εχθρών μίας καλλιέργειας, ωστόσο μπορεί να είναι πολύ δαπανηρός και να εμφανιστούν αρκετά εμπόδια (Concepts & Objectives, 2018), παράλληλα απαιτείται η συνεργασία πολλών επιστημών για την διερεύνηση του φαινομένου και κυρίως βελτιωτών για τον εντοπισμό των αλληλοπαθητικών ποικιλιών και την μεταφορά των ιδιοτήτων τους σε άλλες ποικιλίες (Uludag et al., 2006). Παρακάτω θα εξετάσουμε αυτές τις σχέσεις και την δυνατότητα αξιοποίησής τους στην γεωργία.

### 1.9.5 Αλληλοπαθητικά Φαινόμενα μεταξύ Ζιζανίων

Η έννοια της αλληλοπάθειας μεταξύ των ζιζανίων είναι πολύ ενδιαφέρουσα. Τα ζιζάνια με αλληλοπαθητική δράση έναντι άλλων ζιζανίων είναι πάνω από εξήντα και έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν αλλαγή της κατανομής των ζιζανίων σε μία περιοχή. Τα αλληλοπαθητικά φαινόμενα μεταξύ των ζιζανίων μπορούν να έχουν θετικές και αρνητικές επιδράσεις στην γεωργία. Για παράδειγμα, ορισμένα είδη ζιζανίων έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση άλλων ειδών ζιζανίων και αποτελούν μια εξαιρετική πηγή φυσικών χημικών ουσιών που μπορούν να αποτελέσουν την βάση στην ανάπτυξη φυσικών ζιζανιοκτόνων. Αυτή η δυνατότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν άλλοι τρόποι ελέγχου των ζιζανίων αποτυγχάνουν ή όταν αποφεύγονται τα χημικά ζιζανιοκτόνα λόγω ρύπανσης. Τα πιο επιζήμια ζιζάνια του κόσμου επηρεάζονται αρνητικά από αλληλοπαθητικά ζιζάνια, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι ανταγωνιστικές σχέσεις μεταξύ αυτών των ειδών και μεταξύ αυτών και των φυτών καλλιέργειας δεν οφείλονται μόνο στον ανταγωνισμό αλλά και σε σημαντικές αλληλοπαθητικές επιδράσεις. Ένα παράδειγμα αρνητικής αλληλεπίδρασης είναι όταν σε ένα βοσκότοπο αναπτυχθούν αλληλοπαθητικά είδη με χαμηλή θρεπτική αξία ή με δηλητηριώδεις ουσίες μπορούν να τον καταστήσουν απαγορευτικό για βόσκηση. Από την άλλη αν τέτοια είδη εξαπλωθούν εναντίον ανταγωνιστικότερων ζιζανίων και όχι εναντίον των καλλιεργούμενων φυτών, η καλλιέργεια ευνοείται καθώς μειώνεται η ζημιά από τα ανταγωνιστικότερα ζιζάνια. (Quasem & Foy, 2001).

### 1.9.6 Αλληλοπαθητικά Φαινόμενα μεταξύ Καλλιεργούμενων Φυτών

Υπάρχουν πάνω από πενήντα είδη καλλιεργούμενων φυτών με αλληλοπαθητική δράση έναντι άλλων καλλιεργούμενων φυτών. Η γνώση αυτών είναι απαραίτητη στην γεωργία, ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί η σωστή επιλογή φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς (Quasem & Foy, 2001). Οι αλληλοπαθητικές σχέσεις μεταξύ των καλλιεργειών μπορούν να έχουν θετικά και αρνητικά αποτελέσματα. Σε πείραμα που διεξήχθη στην Νότιο Αφρική εξετάστηκε η επίδραση ενσωμάτωσης υπολειμμάτων μεταξύ των καλλιεργειών: κριθάρι (*Hordeum vulgare L.*), ελαιοκράμβη (*Brassica napus L. Estivum*), λούπινα (*Lupinus albus L. var. Tanjil*), μηδική (*Medicago sativa L.*), alfalfa (*Medicago truncatula*) και σίκαλη (*Lolium multiflorum*). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τόσο τα υπολείμματα κριθαριού όσο και σίκαλης μείωσαν την απόδοση σε καρπό σίτου, ενώ υπήρχαν και θετικά αποτελέσματα όπου τα υπολείμματα σίτου αύξησαν την απόδοση λούπινου και υπολείμματα φυτών σιταριού και σίκαλης αύξησαν την απόδοση σίκαλης σε σημαντικό βαθμό σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Το ύψος κριθαριού με υπολείμματα σιταριού ή φαρμακευτικών καλλιεργειών ήταν σημαντικά υψηλότερο από τον μάρτυρα. Κατά τη συγκομιδή, τα

υπολείμματα μηδικής συνδέθηκαν με σημαντική αύξηση των βλαστών κριθαριού, αποδεικνύοντας πως τα υπολείμματα των δυο αυτών ψυχανθών παρουσιάζουν μεγάλη σημαντικότητα και πρέπει να συμπεριληφθούν στα συστήματα αμειψισποράς, με το σιτάρι και το κριθάρι ως κύριες καλλιέργειες (Ferreira & Reinhardt, 2010).

Άλλη έρευνα έδειξε πως οι αλληλοπαθητικές επιδράσεις των υδατικών εκχυλισμάτων από στέλεχος σόργου και φλοιούς ρυζιού επέφεραν σημαντικές αναστολές στη βλάστηση των σπόρων καλαμποκιού και στην ανάπτυξη ριζιδίων. Και στα δύο εκχυλίσματα, ο βαθμός αναστολής αυξήθηκε με την αύξηση των συγκεντρώσεων των εκχυλισμάτων υποδηλώνοντας έτσι ότι τα αποτελέσματα ήταν εξαρτώμενα από τη συγκέντρωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι ο βαθμός αναστολής ήταν πιο έντονος στα εκχυλίσματα που προέρχονταν από το στέλεχος του σόργου σε σύγκριση με εκείνα από τους φλοιούς ρυζιού (Kayode & Ayeni, 2009).

#### 1.9.7 Ζιζάνια με Αλληλοπάθεια έναντι Καλλιεργούμενων Φυτών

Πολλά είδη ζιζανίων είναι επιβλαβή για τα καλλιεργούμενα φυτά και περισσότερα από 250 προκαλούν σοβαρότατες ζημιές λόγω της αλληλοπαθητικής τους δράσης (Quasem & Foy, 2001). Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες για την αξιολόγηση των επιδράσεων των ζιζανίων είτε άμεσα με υδατικά ή οργανικά διαλύματα ή εκχυλίσματα ζιζανίων, είτε έμμεσα με προσθήκη αυτών σε άμμο, άγαρ ή στο έδαφος (Inderjit & Keating, 1999). Η επίδραση των ζιζανίων στα φυτά των καλλιεργειών μπορεί να είναι θετική (διεγερτική) ή αρνητική (ανασταλτική). Η πρώτη δεν απασχολεί ιδιαίτερα τους γεωπόνους, καθώς είναι αναμενόμενο ότι κάποια θρεπτικά συστατικά θα απελευθερωθούν τελικά στο έδαφος κατά τη διάρκεια της αποσύνθεσης των νεκρών φυτικών ιστών που έχουν συσσωρευτεί. Επίσης, η δέσμευση αζώτου από ζιζάνια οσπρίων μπορεί να προωθήσει την ανάπτυξη ορισμένων ειδών καλλιεργειών. Ορισμένες χημικές ουσίες μπορεί να έχουν διεγερτικό χαρακτήρα είτε πριν είτε αφού τροποποιηθούν από μικροοργανισμούς του εδάφους. Αυτές οι διεγερτικές δράσεις μπορεί να οδηγήσουν σε προβληματισμό για το αν προέρχονται από αλληλοχημικές ουσίες ή από αυτές των θρεπτικών συστατικών. Αυτός είναι πιθανώς ο λόγος πίσω από το χαμηλό αριθμό δημοσιεύσεων σχετικά με τη θετική πλευρά της αλληλοπαθητικής αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτών.

Όσον αφορά τις βλαβερές επιδράσεις των αλληλοχημικών στα φυτά είναι δύσκολο να μετριάσθούν. Επομένως, απασχολεί περισσότερο τους εργαζόμενους στον τομέα της γεωργίας και της περιβαλλοντικής επιστήμης γενικά. Τέτοιες επιβλαβείς επιδράσεις είναι ανησυχητικές αφού όλα τα αλληλοπαθητικά είδη ζιζανίων είναι είτε ετήσια είτε πολυετή και πολλά από αυτά αποτελούν τα χειρότερα ζιζάνια στον κόσμο. Για



ορισμένα είδη, τα στοιχεία των ερευνών είναι αρκετά πειστικά και τα αποτελέσματα έχουν επιβεβαιωθεί μέσω διαφορετικών πειραματικών τεχνικών ή στη φύση. Για παράδειγμα, η έρευνα των (I. Khan et al., 2014) έδειξε πως η καλλιέργεια ρεβιθιού επηρεάστηκε αρνητικά από τα ζιζάνια *Cyperus rotundus* L. και *Sorghum halepense* L. σε όλα τα μελετώμενα χαρακτηριστικά σε σημαντικό βαθμό. Άλλη έρευνα που μελετούσε την αλληλοπαθητική επίδραση ετήσιων ζιζανίων στην ανάπτυξη και την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών της σόγιας (*Glycine max* L.) και του καλαμποκιού (*Zea mays* L.) έδειξε πως η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων ζιζανίων είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη αλληλοπαθητική αναστολή σε σύγκριση με την τοποθέτηση τους στην επιφάνεια του εδάφους. Πολλά από τα υπολείμματα ετήσιων ζιζανίων ανέστειλαν την ανάπτυξη του καλαμποκιού και της σόγιας μέσω αλληλοπαθητικής δράσης, ενώ η πρόσληψη θρεπτικών συστατικών στο καλαμπόκι και τη σόγια ήταν ανεξάρτητη των υπολειμμάτων και έδειξε να ποικίλλει (μεγαλύτερη ή μικρότερη από τους μάρτυρες) ανάλογα την πηγή υπολειμμάτων, τον τρόπο τοποθέτησης και την υφή του εδάφους (Bhowmik & Doll, 1984).

#### 1.9.8 Καλλιεργούμενα Φυτά με Αλληλοπάθεια έναντι Ζιζανίων

Τα καλλιεργούμενα είδη με αλληλοπαθητική επίδραση στα ζιζάνια αποτελούν ένα μεγάλο πλεονέκτημα για την γεωργία. Ορισμένες καλλιέργειες όπως η σίκαλη, το σόργο και ο ηλιάνθος μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως «πράσινη κοπριά» ή ως καλλιέργειες κάλυψης. Λόγω της άμεσης αλληλοπαθητικής δράσης τους μπορούν να προκαλέσουν αναστολή της βλάστησης ή/και της ανάπτυξης των σπόρων ζιζανίων, την παρεμπόδιση της περαιτέρω ανάπτυξής τους και την μείωση της ζημιάς που προκαλούν, με απελευθέρωση αλληλοπαθητικών ουσιών από τις ρίζες τους (de Albuquerque et al., 2011). Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες για τη διερεύνηση αυτού του φαινομένου και φαίνεται πως η χρήση υπολειμμάτων αλληλοπαθητικών ποικιλιών, τα συστήματα αμειψισποράς, η καλλιέργεια τους ως φυτά κάλυψης (cover crops) πριν την εγκατάσταση άλλων καλλιεργειών ή η συγκαλλιέργεια αυτών με αλληλοπαθητικές ποικιλίες, καθώς και η εφαρμογή εκχυλισμάτων από αλληλοπαθητικά φυτά ως ζιζανιοκτόνα (El-Wakeel et al., 2019), μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στον έλεγχο των ζιζανίων.

#### 1.9.9 Καλλιέργειες Κάλυψης (cover crops)

Τα φυτά κάλυψης αναστέλλουν την ανάπτυξη ζιζανίων, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες. Τα επιφανειακά υπολείμματα μειώνουν την ποσότητα και μεταβάλλουν την ποιότητα του φωτός για τη φωτοσύνθεση επηρεάζοντας τη βλάστηση και την ανάπτυξη ζιζανίων (Cheema et al.,



2009). Γενικά, οι αποσυντιθέμενοι ιστοί ρυθμίζουν την υγρασία του εδάφους βελτιώνοντας τη διήθηση και μειώνοντας την εξάτμιση νερού. Οι αλλοχημικές ουσίες απελευθερώνονται εύκολα από της καλλιέργειες κάλυψης σε υγρό εδάφους (Jabran et al., 2015). Βέβαια, για να επιτευχθεί η πλήρης διαχείριση ζιζανίων, θα πρέπει να συνδυαστεί και με άλλες πρακτικές αντιμετώπισης τους. Ένας περιορισμός των αλληλοπαθητικών καλλιεργειών είναι ότι ελέγχουν αρκετά στενό εύρος ζιζανίων. Έτσι, καλές γεωπονικές πρακτικές όπως η εναλλαγή εμπορικών καλλιεργειών με αλληλοπαθητικές καλλιέργειες κάλυψης και πρακτικές απολύμανσης του αγρού, θα χρειαστούν για την ολοκληρωμένη διαχείριση ζιζανίων. Οι ιδιότητες των φυτών κάλυψης ωφελούν το περιβάλλον και την αειφορική γεωργία. Ωστόσο, υπάρχουν μειονεκτήματα και πιθανά προβλήματα μέσω της χρήσης τους, για παράδειγμα το κόστος εγκατάστασης, η δυσκολία θανάτωσης τους (ειδικά για τα όσπρια), η έκλυση νιτρικών (εάν πρόκειται για όσπρια), η μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους την άνοιξη, η εξάντληση της υγρασίας του εδάφους την άνοιξη, οι άγνωστες επιπτώσεις της απελευθέρωσης φυτοτοξινών στο περιβάλλον και τέλος, η πιθανή αύξηση ορισμένων εντόμων και ασθενειών (Lawley et al., 2012; Z. R. Li et al., 2019).

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα ερευνών με φυτά κάλυψης με αλληλοπαθητικές ιδιότητες έναντι των ζιζανίων. Υπάρχει ένα μεγάλος αριθμός ερευνών για ορισμένα σιτηρά ως φυτά κάλυψης με αποδεδειγμένη δυνατότητα αντιμετώπισης των ζιζανίων, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι το ρύζι, το σιτάρι, το σόργο και διάφορα είδη σίκαλης (Z. R. Li et al., 2019). Έρευνα που πραγματοποιήθηκε για έξι χρόνια απέδειξε την ικανότητα αναστολής της ανάπτυξης ζιζανίων από φυτά κάλυψης. Η πιο επιτυχημένη προσέγγιση ήταν η καλλιέργεια σίκαλης (*Secale cereale*), σιταριού (*Triticum aestivum*), σόργου (*Sorghum bicolor*) και κριθαριού (*Hordeum vulgare*) σε ύψος 40-50 cm, η αποξήρανση τους με ζιζανιοκτόνα επαφής ή με ψύξη, με αποτέλεσμα τα υπολείμματα τους να παραμείνουν στην επιφάνεια του εδάφους. Τα υπολείμματα των φυτών στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζουν πολλά φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην καταστολή των ζιζανίων. Φυσικά αποτελέσματα περιλαμβάνουν την σκίαση και τις μειωμένες θερμοκρασίες εδάφους, ενώ χημικά περιλαμβάνουν την άμεση απελευθέρωση τοξινών, καθώς και παραγωγή φυτοτοξικών μικροβιακών προϊόντων. Πολλές χημικές ουσίες φάνηκε να λειτουργούν με συνεργατικό τρόπο για τη μείωση της βλάστησης και της ανάπτυξης των ζιζανίων (Putnam et al., 1983). Στα αποτελέσματα άλλων ερευνών φάνηκε πως οι καλλιέργειες κάλυψης ραδικιού (*Raphanus sativus*), φαγόπυρου (*Fagopyrum esculentum*) και ενός είδος βρώμης (*Avena strigosa*) είχαν την υψηλότερη αλληλοπαθητική δράση έναντι των ζιζανίων με ποσοστό έως 28%, με το ζιζάνιο στελλάρια (*Stellaria media*) να είναι το πιο ευαίσθητο λόγω των αλληλοπαθητικών επιδράσεων (Sturm et al., 2016, 2018)

#### 1.9.10 Επίδραση Υπολειμμάτων Φυτών με Αλληλοπαθητική Δράση

Η βέλτιστη στρατηγική διαχείρισης ζιζανίων με την βοήθεια υπολειμμάτων εξαρτάται τόσο από τη φύση όσο και από την ποσότητα των υπολειμμάτων, καθώς και από τα είδη των ζιζανίων-στόχων. Αζωτοδεσμευτικές καλλιέργειες ψυχανθών όπως του λούπινου και της μηδικής είχαν σαν αποτέλεσμα την μείωση πυκνότητας του ζιζανίου μουχρίτσα. Το λούπινο ανέστειλε την ανάπτυξη και άλλων ζιζανίων, αποδεικνύοντας πως τα υπολείμματα των δυο αυτών ψυχανθών παρουσιάζουν μεγάλη σημαντικότητα και πρέπει να συμπεριληφθούν στα συστήματα αμειψισποράς, με το σιτάρι και το κριθάρι ως κύριες καλλιέργειες (Ferreira & Reinhardt, 2010). Έρευνες για τον έλεγχο των ζιζανίων σε καλλιέργεια κουκιών (*Vicia faba L.*), με την βοήθεια υπολειμμάτων σόργου (*Sorghum bicolor*) η μία και υπολειμμάτων ηλίανθου (*Helianthus annuus*) η άλλη, έδειξαν πως οι μέγιστες ποσότητες των φυτοτοξινών συνέπιπταν με την περίοδο κατά την οποία παρατηρήθηκε η μέγιστη αναστολή των ζιζανίων. Έτσι, συμπέραναν πως η ενσωμάτωση υπολειμμάτων των φυτών αυτών με χαμηλό ποσοστό ζιζανιοκτόνων μπορεί να αποτελέσει στην επαρκή αντιμετώπιση των ζιζανίων χωρίς να διακυβεύεται η απόδοση των κουκιών (Alsaadawi et al., 2011, 2013). Άλλη έρευνα έδειξε πως η ενσωμάτωση υπολειμμάτων σόργου (*Sorghum bicolor L.*), ηλίανθου (*Helianthus annuus L.*) και του είδους *Brassica campestris L.* σε καλλιέργεια καλαμποκιού (*Zea mays L.*), είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της πυκνότητας και του ξηρού βάρους των ζιζανίων *Trianthema portulacastrum L.* και *Cyperus rotundus L.* σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90%, σε σύγκριση με τον μάρτυρα (Khaliq et al., 2010).

#### 1.9.11 Αξιοποίηση Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών με Αλληλοπαθητική Δράση

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά περιέχουν αιθέρια έλαια και διάφορες χημικές ουσίες με αλληλοπαθητική δράση. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την μελέτη αυτών για τον έλεγχο των ζιζανίων άλλα και για την πιθανή αλληλεπίδρασή τους με τα καλλιεργούμενα φυτά. Η περισσότερη διαθέσιμη βιβλιογραφία περιλαμβάνει την διερεύνηση της αλληλοπάθειας των εκχυλισμάτων από αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, ενώ ο αριθμός των ερευνών για την επίδραση της ενσωμάτωσης υπολειμμάτων τους είναι αρκετά περιορισμένος. Μία πρόσφατη ανασκόπηση επικεντρώθηκε στην αξιοποίηση των αλληλοχημικών που περιλαμβάνονται στα διάφορα είδη ευκαλύπτου (*Eucalyptus spp.*) και ακακίας (*Acacia spp.*) για την αντιμετώπιση των ζιζανίων. Τα είδη *E. globulus* και το *E. camaldulensis* μπορούν να χρησιμεύσουν ως πολύτιμη πηγή αλληλοχημικών ουσιών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο επιβλαβών ειδών ζιζανίων που προσβάλλουν τις γεωργικές περιοχές της Μεσογείου. Επιπλέον, το αξιοσημείωτο αλληλοπαθητικό δυναμικό του *A. dealbata* έναντι διαφόρων ειδών ζιζανίων έχει επισημανθεί σε πολλές πρόσφατες μελέτες και επίσης, υπάρχουν στοιχεία

ότι άλλα είδη που ανήκουν στο *Acacia spp.* μπορεί να καταστείλουν την γηγενή βλάστηση, συμπεριλαμβανομένων των ζιζανίων, λόγω του αλληλοπαθητικού δυναμικού τους. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι τα αλληλοχημικά εκχυλίσματα από διαφορετικούς φυτικούς ιστούς αυτών των ειδών εμφανίζουν ένα ευρύ φάσμα όσον αφορά τις επιδράσεις τους στη βλάστηση και στις παραμέτρους ανάπτυξης των ζιζανίων (Kanatas, 2020).

Έρευνα που είχε ως αντικείμενο την διερεύνηση της αλληλοπάθειας μάραθου, απήγανου και φασκόμηλου έναντι του ζιζανίου *Lepidium draba* έδειξε πως οι σπόροι και η βιομάζα τους έχουν τόσο θετική όσο και αρνητική αλληλοπαθητική επίδραση. Το αρνητικό αλληλοπαθητικό αποτέλεσμα εξαρτήθηκε από το είδος των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, από την συγκέντρωση των εκχυλισμάτων ή από το εάν χρησιμοποιήθηκε νωπή ή ξηρή βιομάζα. Ορισμένα εκχυλίσματα από τη νωπή βιομάζα ανέστειλαν την ανάπτυξη του ζιζανίου τόσο σε αναλύσεις τρυβλίου Petri όσο και σε γλάστρες. Τα αποτελέσματα επίσης έδειξαν ότι τα νωπά υπολείμματα των φυτών και η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την καταστολή της βλάστησης των ζιζανίων και την μείωση του νωπού τους βάρους (Ravlic et al., 2016). Ομοίως, πρόσφατες έρευνες επέδειξαν την αλληλοπαθητική επίδραση εκχυλισμάτων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, όπως του μελισσόχορτου (*Melissa officinalis*) που φάνηκε πως είναι κατάλληλο σε ορισμένες μόνο καλλιέργειες για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, καθώς έχει αρνητική επίδραση σε μερικά καλλιεργούμενα φυτά (Kanatas et al., 2020) και του βασιλικού (*Ocimum basilicum L.*), που φάνηκε πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό ζιζανιοκτόνο έναντι ετήσιων ζιζανίων όπως ο αμάρανθος (*Amaranthus spp.*) (Mekky et al., 2019).

Άλλη έρευνα διερεύνησε την αλληλοπαθητική ικανότητα αιθέριων ελαίων διάφορων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Τα αποτελέσματα απέδειξαν την έντονη αλληλοπαθητική ικανότητα των αιθέριων ελαίων, ακόμη και σε συγκέντρωση 1 μL, στα υπό μελέτη χαρακτηριστικά και σε διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες του μαρουλιού που αποτέλεσε το φυτό-στόχο. Τα αιθέρια έλαια των φυτών αρμπαρόριζας (*P. graveolens*), γλυκάνισου (*P. anisum*) και θυμαριού (*T. daenensis*) είχαν τη μεγαλύτερη ανασταλτική επίδραση στη βλάστηση, των φυτών κάρδαμο (*A. subulatum*), κέντρανθος (*A. sieberi*), *D. moldavica* και *νάκυνθος* (*T. transcaspicus*) είχαν τη μεγαλύτερη επίδραση στην καθυστέρηση της βλάστησης, τα αιθέρια έλαια του γλυκάνισου και του θυμαριού είχαν τη μεγαλύτερη επίδραση στη θνησιμότητα εμβρύων και τα αιθέρια έλαια γλυκάνισου, *ρίγανης* (*O. vulgare*), *περόβσκιας* (*P. abrotanoides*) και θυμαριού προκάλεσαν τη μεγαλύτερη αναστολή της ανάπτυξης φυταρίων. Επιπλέον, φάνηκε πως τα αποτελέσματα της αλληλοπαθητικής αλληλεπίδρασης των ελαίων εξαρτήθηκαν από

την ανταγωνιστική ή και την συνεργατική δράσης τους. Αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ τους παρουσιάζει ενδιαφέρον στην παραγωγή φυτικών ζιζανιοκτόνων και διαδραματίζει ιδιαίτερο ρόλο στον καθορισμό της κατάλληλης δόσης, έτσι ώστε τα συνεργατικά αποτελέσματα να αποτρέπουν αποτελεσματικά τη βλάστηση και την ανάπτυξη ζιζανίων και να μειωθεί η κατανάλωση ζιζανιοκτόνων (Mirmostafae et al., 2020a).

Η αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης υπολειμμάτων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έχει αποδειχθεί από κάποιες έρευνες. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αποτελεί μία σειρά ερευνών που εστίασαν στην χρήση του ευκαλύπτου (*Eucalyptus globulus*) ως «πράσινη κοπριά» σε καλλιέργεια καλαμποκιού. Η ενσωμάτωση νεφών φύλλων ευκαλύπτου είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της εμφάνισης δικοτυλήδων ζιζανίων, ενώ και μετά από ένα μήνα ενσωμάτωσης η υπέργεια βιομάζα δύο δικοτυλήδων ζιζανίων (μουχρίτσα + *Digitaria sanguinalis*) μειώθηκε κατά ποσοστό μεγαλύτερο του 94% σε σχέση με τον μάρτυρα, και περίπου κατά 80% για τα υπόλοιπα ζιζάνια. Αν και η υπέργεια βιομάζα του αραβοσίτου μειώθηκε κατά 33%, η τελική σχετική απόδοση της βιομάζας αραβοσίτου, σε σχέση με τον μάρτυρα, αυξήθηκε κατά 37%. Το φαινόμενο της φυτοτοξικότητας και η αναστολή της μείωσης της βιομάζας στον αραβόσιτο θα μπορούσε να ξεπεραστεί με την καθυστέρηση της καλλιέργειας κατά 12 με 15 ημέρες από την ενσωμάτωση του ευκαλύπτου (Puig et al., 2013). Σε συνέχεια της προηγούμενης έρευνας για την φυτοτοξικότητα που προκαλείται, φάνηκε πως τα φύλλα ευκαλύπτου ενσωματωμένα στο έδαφος απελευθερώνουν διάφορες φαινολικές και πτητικές ενώσεις κατά τη διάρκεια αποσύνθεσης των πρώτων 30 ημερών. Συγκεκριμένα οι φαινολικές ενώσεις φάνηκε πως ήταν ο παράγοντας που προκαλεί αναστολή της βλάστησης και οργανικές πτητικές ενώσεις ήταν υπεύθυνες για τη μείωση της ανάπτυξης (Puig et al., 2018). Η πιο πρόσφατη έρευνα των ίδιων ερευνητών, απέδειξε εκ νέου την δυνατότητα ελέγχου των ζιζανίων με την ενσωμάτωση φύλλων *E. Globulus*. Παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στη βιομάζα των κυρίαρχων ζιζανίων *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. και *Chenopodium album* L. έως 69,5 και 88,5% αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, ο αραβόσιτος δεν επηρεάστηκε αρνητικά από την ενσωμάτωση ευκαλύπτου. Οι αλληλοπαθητικές επιδράσεις στα ζιζάνια ήταν πιο σημαντικές στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του αραβοσίτου, αφού η βιομάζα των ζιζανίων μειώθηκε κατά 38–80% σε σχέση με τον μάρτυρα, ανακουφίζοντας έτσι την καλλιέργεια από τον ανταγωνισμό. Επιπλέον, η ενσωμάτωση ευκαλύπτου είχε σαν αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας του εδάφους (Puig et al., 2019). Τα αποτελέσματά των εν λόγω ερευνών μας δείχνουν ότι η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων φύλλων του *E. Globulus* στο έδαφος ως χλωρή λίπανση μπορεί να είναι εφικτή και περιβαλλοντικά φιλική πρακτική για τον έλεγχο των ζιζανίων σε συστήματα βιολογικής καλλιέργειας με βάση τον αραβόσιτο.

Σε πείραμα διάρκειας 2 ετών που διεξήχθη στη Βόρεια Ελλάδα μελετήθηκαν οι επιδράσεις επτά ετήσιων [γλυκάνισος (*Pimpinella anisum* L.), μάραθος (*Foeniculum vulgare* P. Mill.), βασιλικός (*Ocimum basilicum* L.), άνηθος (*Anethum graveolens* L.), κόλιανδρος (*Coriandrum sativum* L.), μαϊντανός (*Petroselinum crispum* (P. Mill.)) και φακελωτή (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)] και τριών πολυετών [μέντα (*Mentha X verticillata* L.), ρίγανη (*Origanum vulgare* L.) και μελισσόχορτο (*Melissa officinalis* L.)] αρωματικών φυτών, ως ενσωματωμένη χλωρή λίπανση, στην βλάστηση και την ανάπτυξη της μουχρίτσας [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.], της κοινής γλιστρίδας (*Portulaca oleracea* L.), του τριβολιού (*Tribulus terrestris* L.), της λουβουδιάς (*Chenopodium album* L.) και του καλαμποκιού (*Zea mays* L.). Επιπλέον, το αλληλοπαθητικό δυναμικό των εκχυλισμάτων των προαναφερθέντων αρωματικών φυτών προσδιορίστηκε στο εργαστήριο για τον αραβόσιτο και τη μουχρίτσα. Οι βιοδοκιμές έδειξαν ότι η βλάστηση, η επιμήκυνση της ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας μειώθηκε από τα αρωματικά φυτικά εκχυλίσματα. Ωστόσο, η ανάπτυξη του καλαμποκιού επηρεάστηκε μόνο από τα εκχυλίσματα γλυκάνισου, μάραθου, κόλιανδρου, μελισσόχορτου και ρίγανης. Στο χωράφι, η βλάστηση μουχρίτσας, γλιστρίδας και τριβολιού μειώθηκε κατά 11–50%, 12–59% και 26–79% αντίστοιχα στα αγροτεμάχια με τα ενσωματωμένα αρωματικά φυτά, σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα, η βλάστηση καλαμποκιού δεν επηρεάστηκε από καμία χλωρή λίπανση. Κατά τη συγκομιδή, η απόδοση σε σπόρο αραβοσίτου στα αγροτεμάχια με την ενσωμάτωση ήταν κατά 10-43% μεγαλύτερη σε σχέση με τον μάρτυρα. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χλωρή λίπανση με αρωματικά φυτά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση της μουχρίτσας και ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια αραβόσιτου και κατά συνέπεια να ελαχιστοποιηθεί η χρήση ζιζανιοκτόνων (Dhima et al., 2009).

Άλλο πείραμα διάρκειας 2 ετών, που διεξήχθη επίσης στη Βόρεια Ελλάδα, εστίασε στις επιπτώσεις ενσωματωμένης χλωρής λίπανσης από τέσσερις βιότυπους ρίγανης (*Origanum vulgare*), στην βιομάζα, στην βλάστηση και την ανάπτυξη μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli*), σετάριας (*Setaria verticillata*), κοινής γλιστρίδας (*Portulaca oleracea*), βαμβாகιού (*Gossypium hirsutum*) και καλαμποκιού (*Zea mays*). Οι βιότυποι της ρίγανης επιλέχθηκαν με βάση την υψηλή περιεκτικότητά τους σε φαινόλη. Το φυτοτοξικό δυναμικό των εκχυλισμάτων ρίγανης προσδιορίστηκε επίσης στο εργαστήριο για το βαμβάκι, το καλαμπόκι και τη μουχρίτσα. Οι βιοδοκιμές έδειξαν ότι η βλάστηση, η επιμήκυνση ριζών και το νωπό βάρος του βαμβாகιού, του καλαμποκιού και της μουχρίτσας ήταν μειωμένα λόγω των εκχυλισμάτων ρίγανης. Στο πείραμα αγρού, η εμφάνιση της κοινής γλιστρίδας, της μουχρίτσας και της σετάριας μειώθηκε κατά 0-55%, 38-52% και 43-86%, στα αγροτεμάχια με την ενσωματωμένη ρίγανη σε σύγκριση

με τον μάρτυρα. Κατά τη συγκομιδή, η απόδοση σε κάψες βαμβακιού και σπόρους καλαμποκιού ήταν κατά 24–88% και 5–16% αντίστοιχα μεγαλύτερες σε σχέση με τον μάρτυρα. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ενσωμάτωση βιότυπων ρίγανης, με υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά, στο έδαφος ως «πράσινη κοπριά», θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των μελετώμενων ζιζανίων σε καλλιέργεια καλαμποκιού και βαμβακιού (Vasilakoglou et al., 2011).

### 1.10 Σκοπός μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης ενσωμάτωσης φυτικών υπολειμμάτων δύο αρωματικών φυτών, ρίγανης και φασκόμηλου, στην ζιζανιοχλωρίδα, στα συστατικά απόδοσης και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων ψυχανθών κουκί, μπιζέλι και βίκος. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε το φαινόμενο της αλληλοπάθειας των αρωματικών φυτών στα ζιζάνια και στα καλλιεργούμενα φυτά με την ενσωμάτωση υπολειμμάτων τους πριν την ημερομηνία σποράς.



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Πειραματικός Αγρός

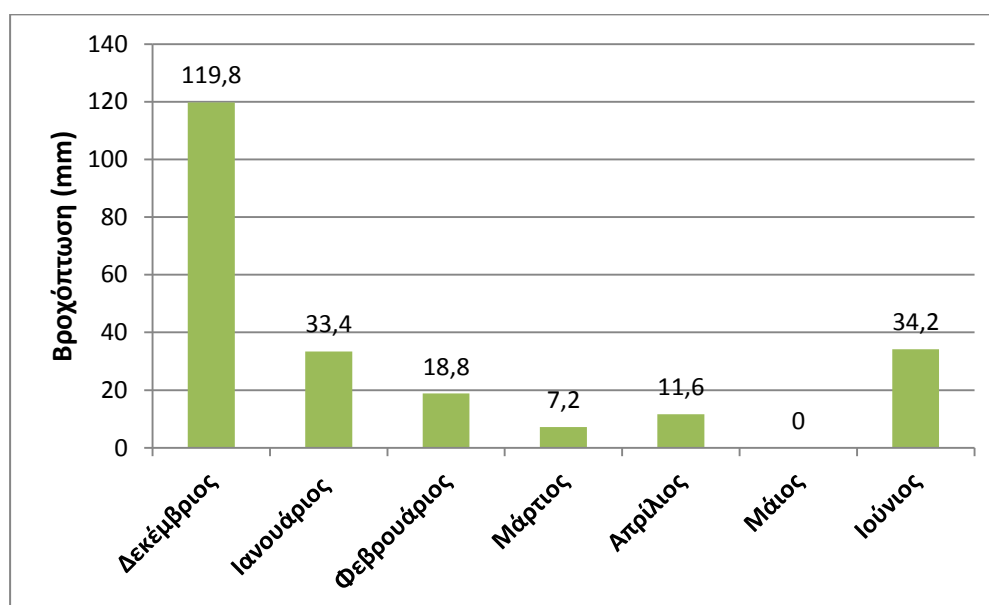
Για τη διεξαγωγή του πειράματος πραγματοποιήθηκε πείραμα αγρού στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή του Βοτανικού την καλλιεργητική περίοδο 2020-2021. Η εδαφική ανάλυση του αγρού δίνεται στην (Εικ. 16).

Πειραματικός Αγρός Εργαστηρίου Γεωργίας		
CaCO <sub>3</sub>	15,99 %	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37 %	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na <sup>+</sup>	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
Ph (1: 1 H <sub>2</sub> O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

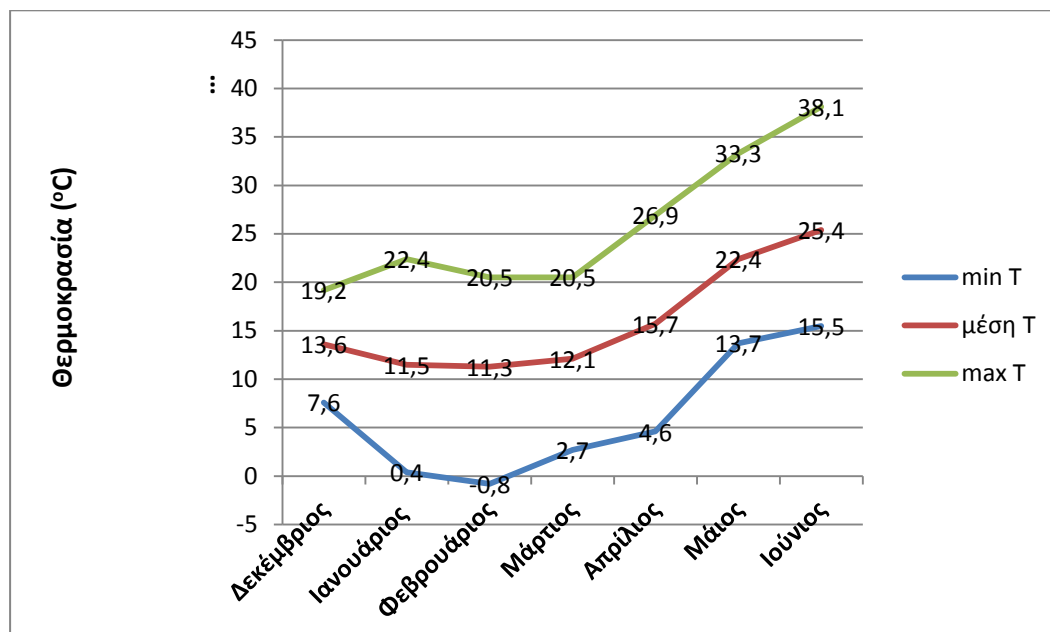
Εικόνα 16. Εδαφική Ανάλυση

### 2.2 Καιρικές συνθήκες

Η λήψη των κλιματολογικών δεδομένων έγινε μέσω της ιστοσελίδας <http://meteosearch.meteo.gr/>. Συγκεκριμένα συλλέχθηκαν δεδομένα από τον Δεκέμβριο του 2020 έως και τον Ιούνιο του 2021, όπου έγινε η συγκομιδή, για την συνολική βροχόπτωση που σημειώθηκε τον έκαστο μήνα (Γράφημα 1), καθώς και για την ελάχιστη, μέση και μέγιστη θερμοκρασία (Γράφημα 2).



Γράφημα 1. Συνολική Βροχόπτωση από Δεκέμβριο 2020-Ιούνιο 2021

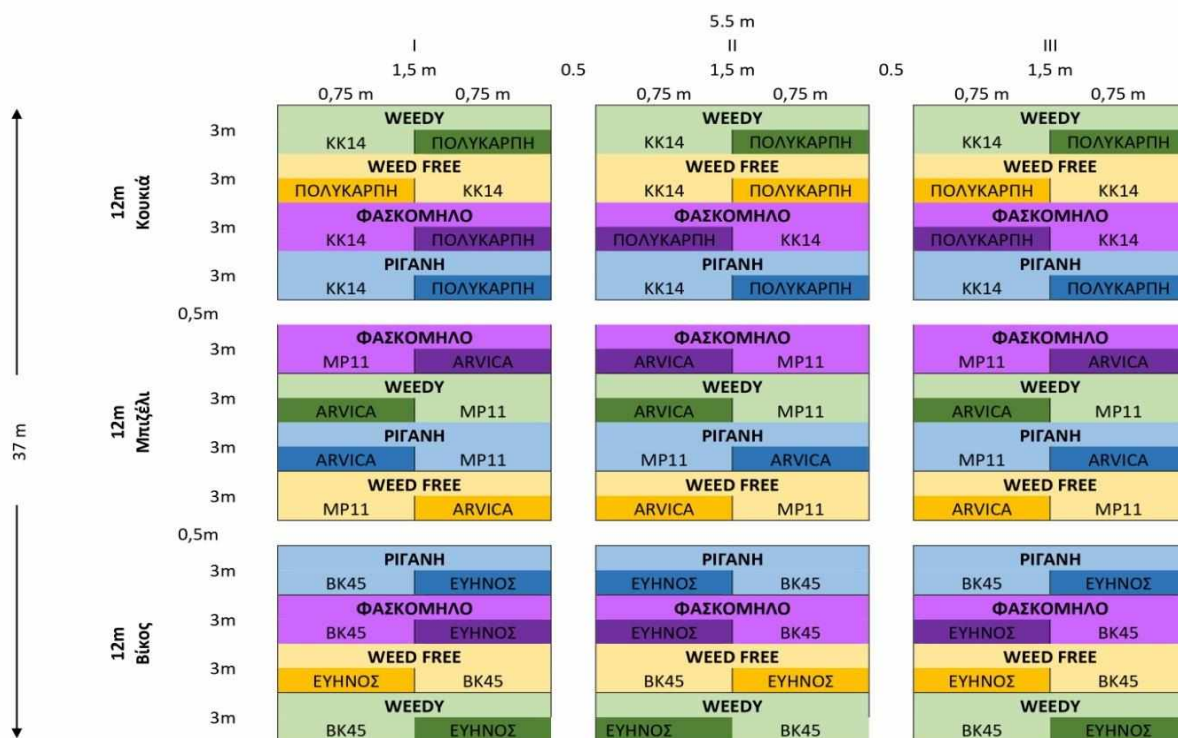


Γράφημα 2. Θερμοκρασία (ελάχιστη, μέση και μέγιστη) από Δεκέμβριο 2020-Ιούνιο 2021

### 2.3 Πειραματικό Σχέδιο

Ακολουθήθηκε το πλήρως τυχαίοποιημένο σχέδιο τριών (3) επαναλήψεων. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σπάρθηκαν τρεις (3) σειρές σε απόσταση 0,25 μέτρων (m) μήκους 3 μέτρων (m). Συνολικά οι διαστάσεις του πειραματικού ήταν 5,5 m x 37 m και οι αποστάσεις μεταξύ των τεμαχίων 0,5 m. Η κάθε επανάληψη περιείχε 8 αγροτεμάχια για το κάθε είδος ψυχανθούς και συνολικά ο αριθμός των αγροτεμαχίων ήταν 72. Για το κάθε είδος ψυχανθών υπήρχε μια σειρά αγροτεμαχίων με ζιζάνια χωρίς παρεμβάσεις (weedy) και αποτελούσε τον μάρτυρα 1, μία σειρά που ήταν ελεύθερη ζιζανίων (weed free) και αποτελούσε τον μάρτυρα 2, μία σειρά όπου είχε ενσωματωθεί το φασκόμηλο και τέλος μία σειρά όπου είχε ενσωματωθεί η ρίγανη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 17.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΨΥΧΑΝΘΗ-ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΖΙΖΑΝΙΑ



Εικόνα 17. Κάτοψη πειραματικού αγρού

### 2.4 Εγκατάσταση του Πειράματος

Προτού πραγματοποιηθεί η σπορά έγινε προετοιμασία του εδάφους με όργανο, για ψιλοχωμάτισμα της επιφάνειας του και απόκτηση ικανοποιητικής σποροκλίνης. Αρχικά έγινε η μέτρηση των αγροτεμαχίων με μετροταινία, η χάραξη των γραμμών με γραμμοχαράκτη και ο διαχωρισμός τους με τοποθέτηση σπάγκων και πασσάλων, σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο. Στην συνέχεια έγινε η ενσωμάτωση συγκεκριμένης ποσότητας ρίγανης και φασκόμηλου στα αγροτεμάχια που υποδεικνύει το πειραματικό σχέδιο (Εικ. 18) Πριν την πραγματοποίηση της σποράς έγινε ο διαχωρισμός των σπόρων κάθε ποικιλίας σε δώδεκα (12) σακουλάκια των 40 γραμμαρίων (g) για το μπιζέλι και τον βίκο και των 50 γραμμαρίων (g) για το κουκί (Εικ. 19) Μετά την διέλευση μερικών ημερών πραγματοποιήθηκε η σπορά στις 18 Ιανουαρίου του 2021 με το χέρι (Εικ. 20).



Εικόνα 18. Ενσωμάτωση αρωματικών φυτών: ρίγανης και φασκόμηλου (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 19. Προετοιμασία και ζύγισμα σπόρων (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 20. Σπορά (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

## 2.5 Φυτικό Υλικό

Για την διεξαγωγή του πειράματος σπάρθηκαν μία καθαρή σειρά και μία εμπορική ποικιλία για το κάθε είδος ψυχανθών. Για το κουκί η καθαρή σειρά ήταν η ΚΚ14 και η εμπορική ποικιλία η Πολυκάρπη, για το μπιζέλι η καθαρή σειρά ήταν η ΜΡ11 και η εμπορική ποικιλία η Arvica, ενώ για τον βίκο η καθαρή σειρά ήταν η ΒΚ45 και η εμπορική ποικιλία η Εύηνος.

## 2.6 Περιποιήσεις μετά τη Σπορά

Κατά την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών πραγματοποιήθηκε βοτάνισμα στα αγροτεμάχια που αποτελούσαν τον μάρτυρα 1 (weed free). Το πρώτο βοτάνισμα πραγματοποιήθηκε στις 5 Μαρτίου (18 ημέρες από την σπορά) και ύστερα όταν ήταν απαραίτητο. Κατά την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών παρατηρήθηκε έντονη προσβολή του εντόμου της μαύρης αφίδας, κυρίως στην καλλιέργεια κουκιού και βίκου (Εικ. 21). Η αντιμετώπιση έγινε με την εφαρμογή της συνιστώμενης δόσης του σκευάσματος decis. Όσον αφορά την άρδευση, εφαρμόστηκε δύο φορές όταν η θερμοκρασία ήταν πολύ υψηλή.





Εικόνα 21. Προσβολή κουκιού από μαύρη αφίδα (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

## 2.7 Συγκομιδή

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά για το κάθε φυτικό είδος, μετά την πλήρη ωρίμανση της εκάστης καλλιέργειας, όπου τα φυτά είχαν αποξηρανθεί και οι λοβοί είχαν αποκτήσει σκούρο χρώμα. Η αφαίρεση των φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου έγινε με ψαλίδα κλαδέματος, τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες μαύρες πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας όπου ακολούθησαν οι εργαστηριακές μετρήσεις.

## 2.8 Μετρήσεις και Μελετόμενα Χαρακτηριστικά

### 2.8.1 Προσδιορισμός της πυκνότητας φυτών

Στις 2 Φεβρουαρίου παρατηρήθηκε η έκπτυξη των πρώτων φυταρίων. Στις 11 Φεβρουαρίου, που είχαν εμφανιστεί φυτά σε όλα τα αγροτεμάχια, πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της πυκνότητας τους. Από τις τρεις γραμμές του εκάστου αγροτεμαχίου επιλέχθηκε η μεσαία ή η πιο αντιπροσωπευτική και έγινε καταμέτρηση των φυτών πάνω σε αυτή. Σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο προσδιορίστηκε η πυκνότητα για  $0,75 \text{ m}^2$  ( $0,25\text{m} \times 3\text{m}$  ανά γραμμή). Ύστερα υπολογίστηκε η πυκνότητα ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{m}^2$ ) με την μέθοδο των τριών: Πυκνότητα ανά  $\text{m}^2 = \text{Αριθμός φυτών}/0,75 \text{ m}^2$ .

### 2.8.2 Προσδιορισμός του ύψους και των σταδίων ανάπτυξης

Το ύψος και τα στάδια ανάπτυξης των φυτών προσδιορίστηκαν ανά δεκαπέντε



περίπου ημέρες για τις ημερομηνίες : 12 Μαρτίου (53 ημέρες από τη σπορά), 26 Μαρτίου (69 ημέρες από τη σπορά), 9 Απριλίου (83 ημέρες από τη σπορά) και 23 Απριλίου (97 ημέρες από τη σπορά) Για τον προσδιορισμό του ύψους επιλέχθηκαν τα πέντε (5) πιο αντιπροσωπευτικά φυτά κάθε αγροτεμαχίου και μετρήθηκαν από την βάση του φυτού με μέτρο σε εκατοστά (cm). Για τα στάδια ανάπτυξης επιλέχθηκαν πέντε (5) αντιπροσωπευτικά φυτά και σύμφωνα με οδηγό σταδίων ανάπτυξης του κάθε είδους έγινε ο προσδιορισμός τους.

### 2.8.3 Προσδιορισμός του δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI)

Όλοι σχεδόν οι δείκτες βλάστησης δορυφορικών δεδομένων χρησιμοποιούν αυτόν τον τύπο διαφοράς για την ποσοτικοποίηση της πυκνότητας της ανάπτυξης των φυτών στη γη: εγγύς υπέρυθρη ακτινοβολία μείον ορατή ακτινοβολία δια εγγύς υπέρυθρη ακτινοβολία συν ορατή ακτινοβολία. Το αποτέλεσμα αυτού του τύπου ονομάζεται δείκτης βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI). Με μαθηματικούς όρους, ο τύπος διατυπώνεται ως εξής:

$$NDVI = (\text{εγγύς υπέρυθρο} - \text{κόκκινο εγγύς}) / (\text{εγγύς υπέρυθρο} + \text{κόκκινο})$$

Επομένως ο δείκτης NDVI υπολογίζεται από το ορατό και το εγγύς υπέρυθρο φως που ανακλάται από τη βλάστηση. Οι υπολογισμοί του δείκτη NDVI οδηγούν πάντα σε μια τιμή μεταξύ -1 και +1. Ωστόσο, η απουσία πράσινων φύλλων παρέχει μια τιμή κοντά στο μηδέν. Η τιμή μηδέν συνεπάγεται απουσία βλάστησης, ενώ μια τιμή κοντά στο +1 (0,8 - 0,9) υποδεικνύει την υψηλότερη δυνατή πυκνότητα πράσινων φύλλων. Υψηλές τιμές σχετίζονται με βλάστηση με μεγάλη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, ενώ χαμηλές με μικρή δραστηριότητα ή χαμηλό NIR (π.χ. νερό).

Ο υπολογισμός του NDVI στην συγκεκριμένη καλλιέργεια έγινε για τις ημερομηνίες: 19 Μαρτίου (60 ημέρες από τη σπορά), 2 Απριλίου (74 ημέρες από τη σπορά), 16 Απριλίου (88 ημέρες από τη σπορά) και 13 Μαΐου (115 ημέρες από τη σπορά), με την βοήθεια της φορητής συσκευής GreenSeeker®, η οποία λειτουργεί με οπτικούς αισθητήρες ώστε να διαβάζει την ευρωστία των φυτών (Εικ. 22) Πιέζοντας την σκανδάλη, ο αισθητήρας ανάβει και εκπέμπει στιγμιαία ακτίνες ερυθρού και υπέρυθρου φωτός και στην συνέχεια μετράει την ποσότητα φωτός που ανακλάται πίσω στον αισθητήρα για τα δύο διαφορετικά είδη ακτίνας. Ο αισθητήρας συνεχίζει να σκανάρει τη στοχευόμενη περιοχή όσο η σκανδάλη είναι πατημένη. Η διαδικασία αυτή ακολουθήθηκε για 5 διαφορετικές περιοχές του κάθε αγροτεμαχίου.



Εικόνα 22. Συσκευή GreenSeeker®

#### 2.8.4 Προσδιορισμός του σχετικού περιεχομένου σε νερό (Relative Water Content-RWC)

Η εκτίμηση της υδατικής κατάστασης των φυτικών κυττάρων αποτελεί ένδειξη της φυσιολογικής λειτουργίας του φυτού, καθώς η περιεκτικότητα του φυτού σε νερό καθορίζει και την ικανότητα του να αυξάνεται και να αναπτύσσεται. Η έλλειψη του φυτικού ιστού σε νερό αποτελεί μια ένδειξη επιβίωσης του φυτού κάτω από συνθήκες στρες δηλαδή υψηλών θερμοκρασιών και ξηρασίας.

Για να προσδιορίσουμε αυτή την περιεκτικότητα του φυτού σε νερό, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε:

1. το **νωπό βάρος** του ιστού, το οποίο προκύπτει από το απευθείας ζύγισμα του φυτικού ιστού
2. το **βάρος σπαργής** του ιστού, το οποίο προκύπτει όταν επέλθει ο πλήρης κορεσμός του σε νερό
3. το **ξηρό βάρος** του ιστού, το οποίο προκύπτει από την απομάκρυνση του νερού.

**Ο δείκτης Σχετικό Περιεχόμενο σε Νερό (Relative Water Content/ RWC)** εκφράζει την υδατική κατάσταση ενός ιστού αξιοποιώντας τα παραπάνω βάρη και υπολογίζεται με βάση τον τύπο:

$$RWC = \frac{\text{Νωπό Βάρος} - \text{Ξηρό Βάρος}}{\text{Κορεσμένο Βάρος} - \text{Ξηρό Βάρος}} \times 100 (\%)$$

Το Σχετικό Περιεχόμενο σε Νερό (Relative Water Content/ RWC) εκφράζεται ως ποσοστό επί τοις εκατό.

Επιλέγουμε η δειγματοληψία να πραγματοποιηθεί, +/- 2 ώρες από τον μεσημεριανό ήλιο, που είναι η πιο σταθερή στιγμή της ημέρας όσο αφορά την ηλιακή ακτινοβολία

και θερμοκρασία σε σχέση με την επίδρασή τους στην υδατική κατάσταση του φύλλου. Αποφεύγεται να πραγματοποιείται δειγματοληψία, όταν τα φύλλα φέρουν δροσιά, νερό άρδευσης ή νερό βροχής.

Ο υπολογισμός του RWC πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια ανάπτυξης των φυτών της καλλιέργειας:

1. βλαστικό στάδιο
2. ανθοφορία
3. στάδιο σχηματισμού λοβών (Mullan & Pietragalla, 2012)

Η πειραματική πορεία που ακολουθήθηκε είναι η εξής:

1. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο επιλέχθηκαν δύο αντιπροσωπευτικά φυτά.
2. Σε κάθε ένα από τα δύο φυτά, αφαιρέθηκε ένα σύνθετο ώριμο φύλλο μεταξύ της βάσης και της κορυφής, ώστε να έχουμε συνολικά δύο δείγματα
3. Τα φύλλα τοποθετήθηκαν σε χάρτινα σακουλάκια, όπου αναγραφόταν ο αριθμός του δείγματος
4. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν απευθείας στο εργαστήριο και με τη βοήθεια του ζυγού ακριβείας, υπολογίστηκε και καταγράφηκε το **νωπό βάρος** κάθε φύλλου
5. Στη συνέχεια, το κάθε φύλλο μεταφέρθηκε στο αντίστοιχο πλαστικό σακουλάκι, όπου είχε προστεθεί νερό βρύσης
6. Τα πλαστικά σακουλάκια παρέμειναν για 24 ώρες σε θάλαμο με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία (15 °C) σε συνθήκες σκότους, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι μεταβολικές διαδικασίες.
7. Μετά από 24 ώρες, απομακρύνθηκε η περίσσεια ποσότητα νερού από την επιφάνεια του φύλλου με την χρήση διηθητικού χαρτιού.
8. Ζυγίστηκε και καταγράφηκε το **βάρος σπαργής** με την χρήση του ζυγού ακριβείας
9. Τα φύλλα τοποθετήθηκαν στα αντίστοιχα χάρτινα σακουλάκια και παρέμειναν στον φούρνο στους 80 °C για 24 ώρες
10. Τέλος, αφαιρέθηκαν από τον φούρνο και ζυγίστηκαν στον ζυγό ακριβείας για την καταγραφή του **ξηρού τους βάρους** (Εικ. 23)



Εικόνα 23. Διαδικασία RWC (φωτογραφίες από προσωπικό αρχείο)

#### 2.8.5 Προσδιορισμός πυκνότητας, βάρους και είδους ζιζανίων

Ο προσδιορισμός των ζιζανίων έγινε τρεις φορές κατά την διάρκεια του πειράματος τις ημερομηνίες: 19 Μαρτίου (60 ημέρες από τη σπορά), 21 Απριλίου (93 ημέρες από τη σπορά) και 18 Μαΐου (120 ημέρες από τη σπορά). Χρησιμοποιήθηκε τετράγωνο πλαίσιο (quandra) διαστάσεων 25cm x 25cm σε συγκεκριμένο σημείο των αγροτεμαχίων: weedy, φασκόμηλο και ρίγανη και αφαιρέθηκαν όλα τα ζιζάνια που υπήρχαν μέσα στο πλαίσιο με ψαλίδα κλαδέματος (Εικ. 24).



Εικόνα 24. Δειγματοληψία Ζιζανίων με quandra (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες χάρτινες σακούλες για το κάθε αγροτεμάχιο και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργίας, όπου και έγινε η καταμέτρηση και η αναγνώριση του καθενός και ζυγίστηκε το νωπό τους βάρος σε ζυγαριά δύο δεκαδικών ψηφίων (Εικ. 25). Ύστερα τοποθετήθηκαν στον φούρνο στους 70°C για 48 ώρες και ζυγίστηκε το ξηρό τους βάρος με την ίδια ζυγαριά. Τέλος, έγινε ο υπολογισμός της πυκνότητας των ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο.



Εικόνα 25. Ζύγισμα και ταυτοποίηση ζιζανίων (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

## 2.9 Συστατικά Απόδοσης

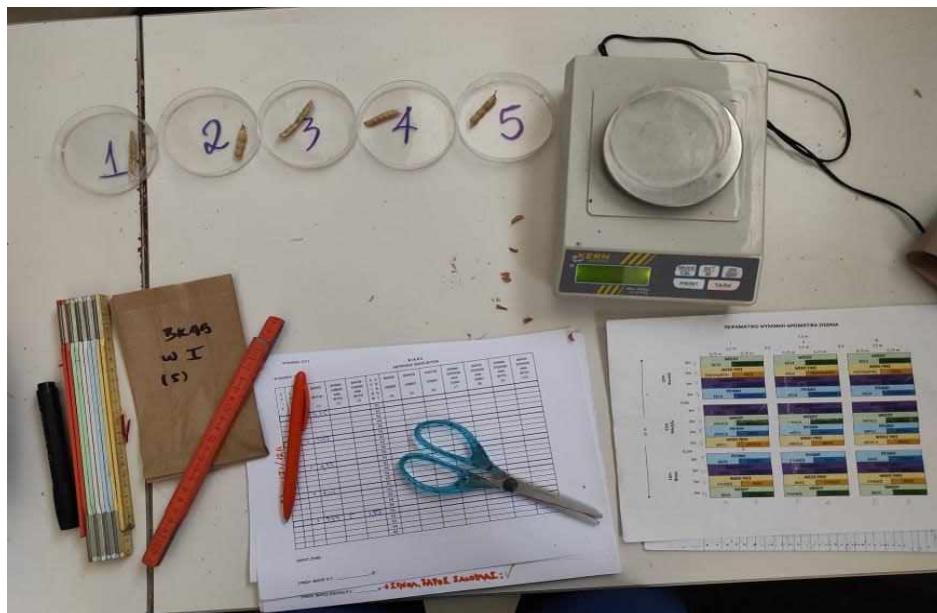
### 2.9.1 Προσδιορισμός της υπέργειας βιομάζας

Για τον προσδιορισμό της βιομάζας αφαιρέθηκαν τα φυτά κάθε αγροτεμαχίου σε μία γραμμή του ενός μέτρου με ψαλίδα κλαδέματος, τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες πλαστικές σακούλες και ζυγίστηκε το νωπό βάρος τους. Ύστερα τοποθετήθηκαν στον φούρνο στους 80°C για 48 ώρες και ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Τέλος, έγινε ο υπολογισμός του ξηρού βάρους ανά τετραγωνικό μέτρο ( $m^2$ ).

### 2.9.2 Προσδιορισμός αριθμού και βάρους λοβών/φυτό

Μετά την συγκομιδή επιλέχθηκαν τα πέντε (5) πιο αντιπροσωπευτικά φυτά του κάθε αγροτεμαχίου και ζυγίστηκε το βάρος του καθενός με ζυγό δύο δεκαδικών ψηφίων. Ύστερα έγινε η καταμέτρηση των λοβών ανά φυτό και ζυγίστηκε το βάρος τον ίδιο ζυγό(Εικ.26).





Εικόνα 26. Μετρήσεις λοβών (φωτογραφία από προσωπικό αρχείο)

### 2.9.3 Προσδιορισμός αριθμού και βάρους: σπόρων/λοβό και σπόρων/φυτό

Από το σύνολο των λοβών των πέντε φυτών επιλέχθηκαν οι πέντε πιο αντιπροσωπευτικοί λοβοί του κάθε φυτού και ζυγίστηκε ξεχωριστά το βάρος τους, μετρήθηκε το πλάτος και το μήκος τους σε εκατοστά (cm) με χάρακα, μετρήθηκε ο αριθμός σπόρων του κάθε λοβού και ζυγίστηκε το βάρος τους. Τέλος, αφαιρέθηκαν όλοι οι σπόροι των πέντε αντιπροσωπευτικών φυτών και προσδιορίστηκε ο αριθμός και το βάρος τους, μαζί με αυτό των πέντε λοβών.

### 2.9.4 Προσδιορισμός βάρους χιλίων σπόρων

Για τον υπολογισμό του βάρους χιλίων σπόρων μετρήθηκαν 100, 50 ή 25 σπόροι της κάθε ποικιλίας για τις τρεις επαναλήψεις τέσσερις φορές, ανάλογα τον αριθμό σπόρων που είχαμε διαθέσιμο κάθε φορά. Οι τετράδες ζυγίστηκαν με ζυγό δύο δεκαδικών ψηφίων και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους. Το ποσό πολλαπλασιάστηκε με 10, 20 και 40 αντίστοιχα ανάλογα την περίπτωση.

### 2.9.5 Υπολογισμός των τελικών αποδόσεων σε σπόρο (kg/ha)

Ο ακριβής υπολογισμός των αποδόσεων του κάθε αγροτεμαχίου σε  $g/m^2$  έγινε με τον πολλαπλασιασμό των παραγόντων που συλλέξαμε κατά την διάρκεια του πειράματος όπου ήταν: η πυκνότητα φυτών/ $m^2$ , ο αριθμός λοβών/φυτό, ο αριθμός σπόρων/λοβό και το βάρος του ενός σπόρου. Τέλος έγινε η αναγωγή σε  $kg/ha$  πολλαπλασιάζοντας με 10.



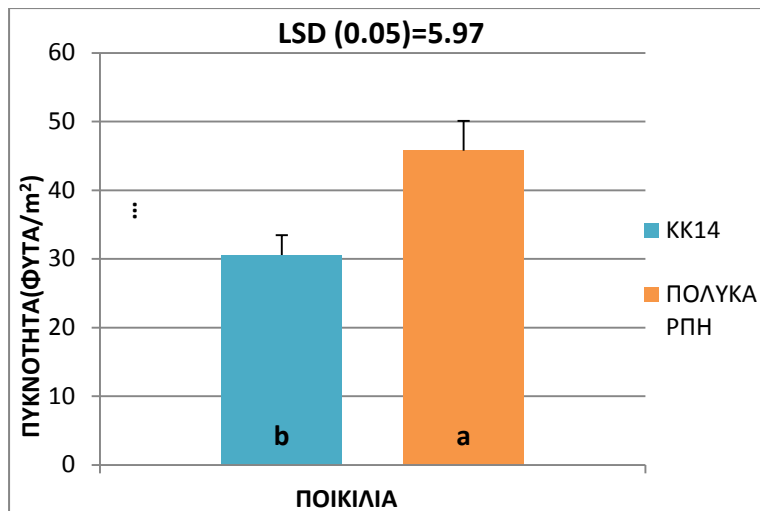
## 2.10 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Statgraphics και για κάθε μέτρηση έγινε ANOVA test. Οι διαφορές μεταξύ των μέσων συγκρίθηκαν χρησιμοποιώντας την μέθοδο της Ελάχιστα Σημαντικής Διαφοράς (LSD), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

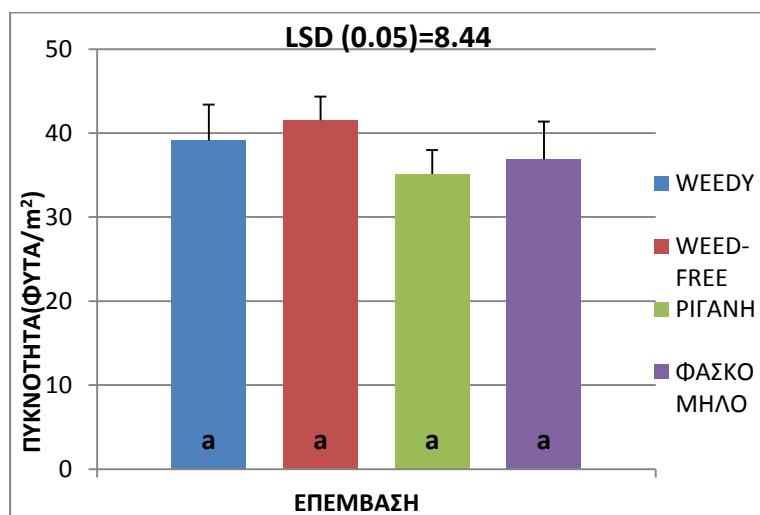
### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Πυκνότητα (αριθμός φυτών/m<sup>2</sup>)

##### 3.1.1 Κουκί



Γράφημα 3. Πυκνότητα φυτών/m<sup>2</sup> ανά ποικιλία κουκιού



Γράφημα 4. Πυκνότητα φυτών/m<sup>2</sup> ανά επέμβαση

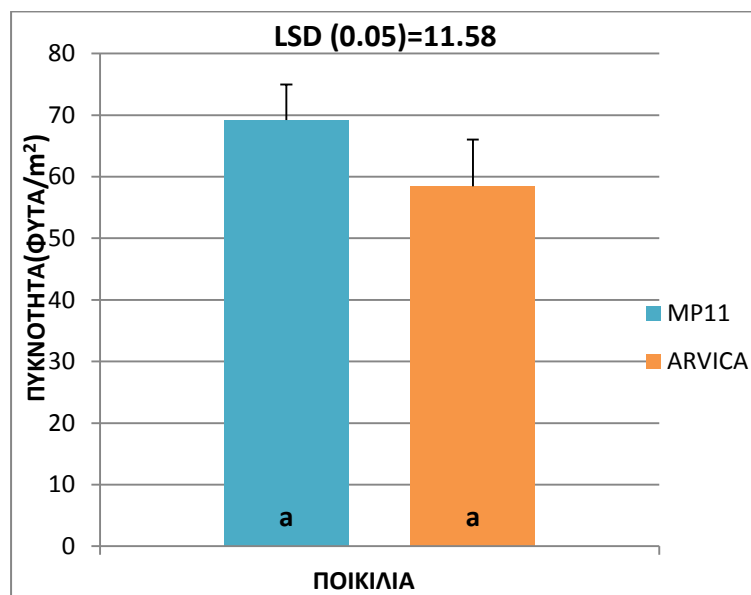
Μεταξύ των ποικιλιών ΚΚ14 και Πολυκάρπη η πρώτη είχε σημαντικά μικρότερη πυκνότητα φυτών ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με την δεύτερη (Γράφημα 3). Μεταξύ των επεμβάσεων την μεγαλύτερη πυκνότητα σημείωσε ο μάρτυρας 2-weed free, ενώ την μικρότερη η επέμβαση με την ρίγανη (Γράφημα 4). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 1) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών, ενώ ο παράγοντας επέμβαση και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 1. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα φυτών/m<sup>2</sup> στην καλλιέργεια κουκιού.

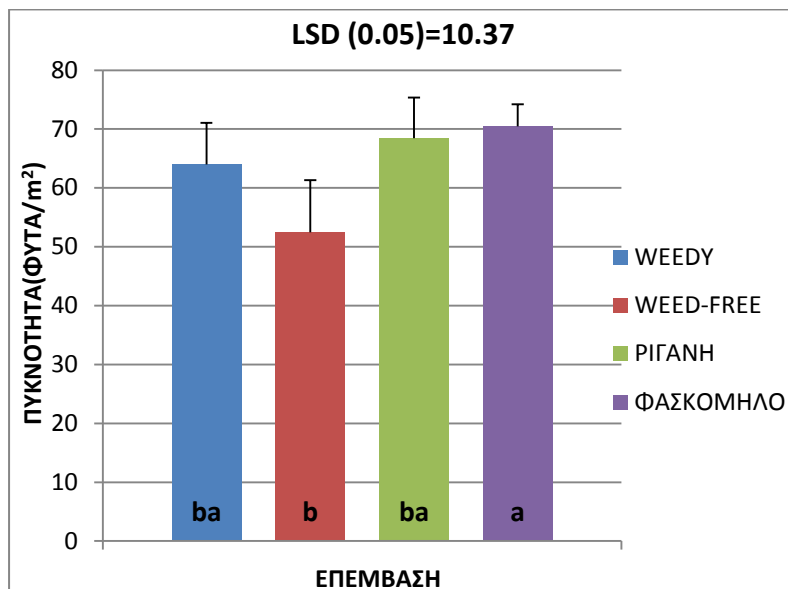
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	1390,96	1	1390,96	29,9	***
ΕΠΕΜΒΑΣΗ (Ε)	139,785	3	46,595	1	NS
(Ε)χ(Π)	84,6979	3	28,2326	0,61	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	651,288	14	46,5206		
ΣΥΝΟΛΟ	2432,39	23			

ΒΕ= Βαθμοί Ελευθερίας, ΑΤ= Άθροισμα Τετραγώνων, ΜΤ= Μέσα Τετράγωνα, \* = στατιστικά σημαντικές διαφορές με P-value < 0,05, \*\* = στατιστικά σημαντικές διαφορές με P-value < 0,01, \*\*\* = στατιστικά σημαντικές διαφορές με P-value < 0,001, NS= μη στατιστικά σημαντικές διαφορές με P-value >= 0,05 (ισχύει για όλους του πίνακες ανάλυσης παραλλακτικότητας)

### 3.1.2 Μπιζέλι



Γράφημα 5. Πυκνότητα φυτών/m<sup>2</sup> ανά ποικιλία μπιζελιού



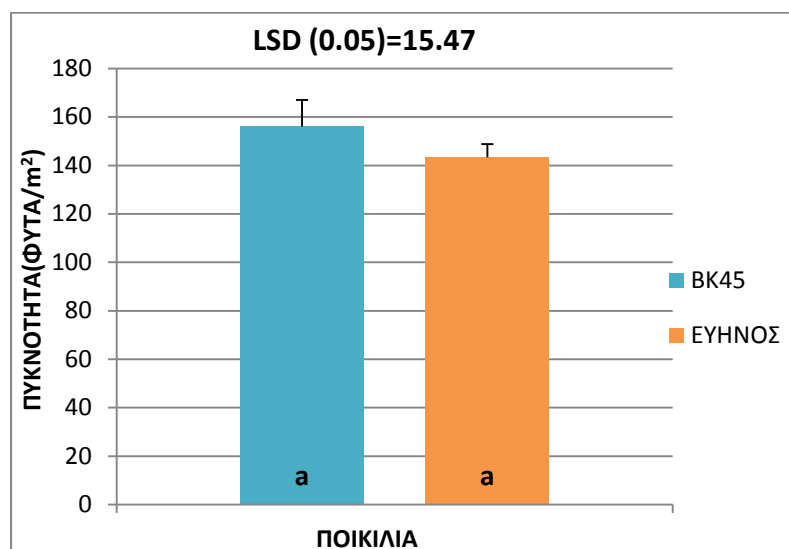
Γράφημα 6. Πυκνότητα φυτών/μ<sup>2</sup> ανά επέμβαση

Η ποικιλία MP11 σημείωσε μεγαλύτερη πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με την Arnica (Γράφημα 5). Μεταξύ των επεμβάσεων την μεγαλύτερη σημείωσε το φασκόμηλο και την μικρότερη ο μάρτυρας 2-weed free (Γράφημα 6). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 2) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ ο παράγοντας ποικιλία και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

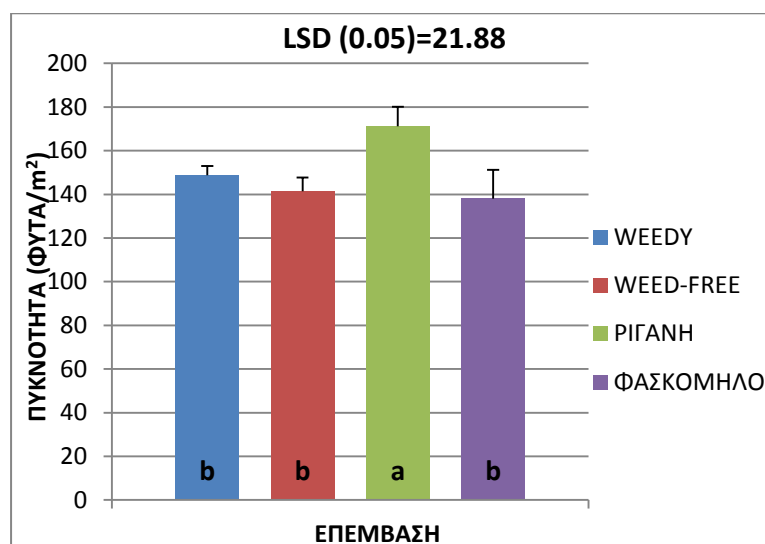
Πίνακας 2. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα φυτών/μ<sup>2</sup> στην καλλιέργεια μιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	696,927	1	696,927	3,98	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1167,64	3	389,212	2,22	*
(Ε)χ(Π)	404,011	3	134,67	0,77	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2449,3	14	174,95		
ΣΥΝΟΛΟ	4718,32	23			

### 3.1.3 Βίκος



Γράφημα 7. Πυκνότητα φυτών/μ<sup>2</sup> ανά ποικιλία βίκου



Γράφημα 8. Πυκνότητα φυτών/μ<sup>2</sup> ανά επέμβαση

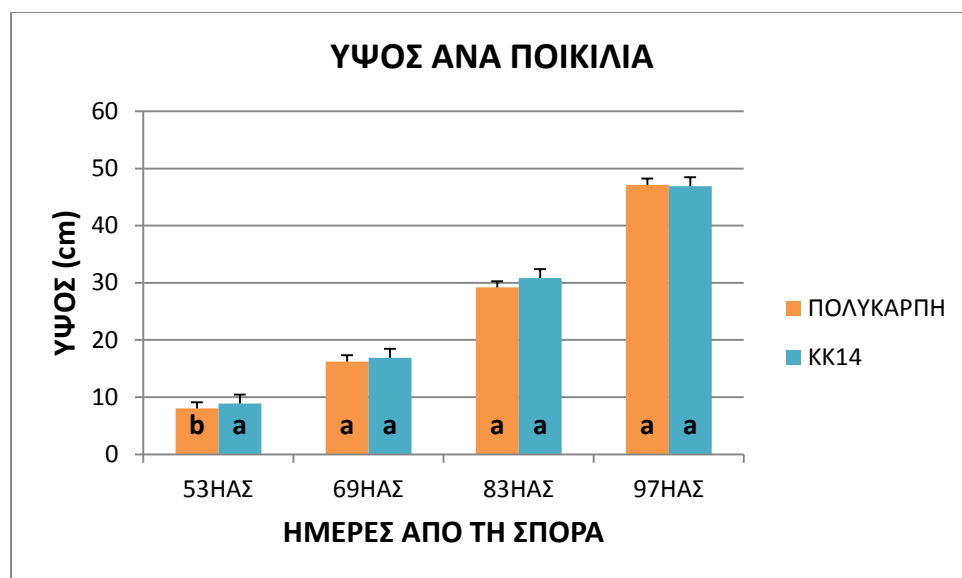
Η ποικιλία BK45 σημείωσε μεγαλύτερη πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γραφημα 7). Η ρίγανη σημείωσε την μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών/μ<sup>2</sup>, ενώ το φασκόμηλο την μικρότερη με μικρή διαφορά από τον μάρτυρα 2-weed free (Γράφημα 8). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 3) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ ο παράγοντας ποικιλία και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 3. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα φυτών/m<sup>2</sup> στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	962,54	1	962,54	3,08	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	3998,36	3	1332,79	4,27	*
(Ε)χ(Π)	2704,11	3	901,371	2,89	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	4372,39	14	312,314		
ΣΥΝΟΛΟ	13368	23			

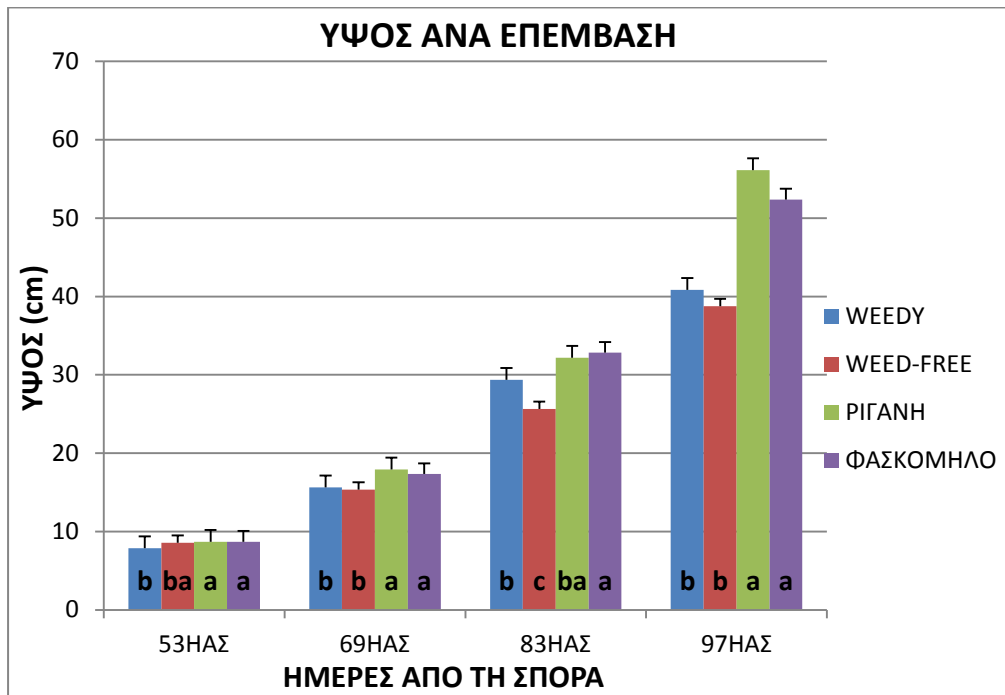
## 3.2 Ύψος (cm)

### 3.2.1 Κουκί



Γράφημα 9. Ύψος φυτών (cm) στις 53, 69, 83 και 97 ημέρες από την σπορά ανά ποικιλία κουκιού

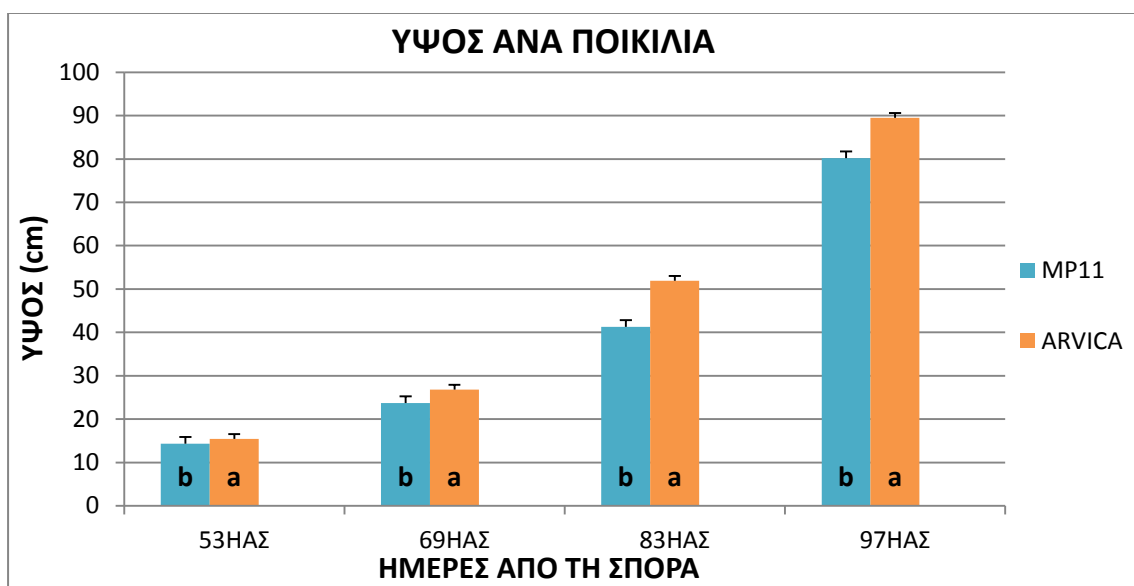
Το ύψος της ποικιλίας Πολυκάρπη ήταν σημαντικά μικρότερο στις 53 ημέρες από τη σπορά σε σχέση με την ΚΚ14 και μικρότερο στις 69 και 83 ημέρες από τη σπορά. Στις 97 ημέρες από την σπορά το ύψος της ΚΚ14 ήταν ελαφρώς μεγαλύτερο (Γράφημα 9).



Γράφημα 10. Ύψος φυτών (cm) στις 53, 69, 83 και 97 ημέρες από την σπορά ανά επέμβαση

Στις 53 ημέρες από την σπορά μικρότερο ύψος φυτών σημείωσε ο μάρτυρας 1-weedy και μεγαλύτερο η ρίγανη και το φασκόμηλο με μικρή διαφορά μεταξύ τους. Στις 69 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος φυτών σημειώθηκε στην επέμβαση με την ρίγανη και μικρότερο στον μάρτυρα 2-weed free. Στις 83 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος σημείωσε η επέμβαση με το φασκόμηλο και μικρότερο ο μάρτυρας 2. Τέλος, στις 97 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά στην επέμβαση με την ρίγανη και μικρότερο πάλι στον μάρτυρα 2 (Γράφημα 10).

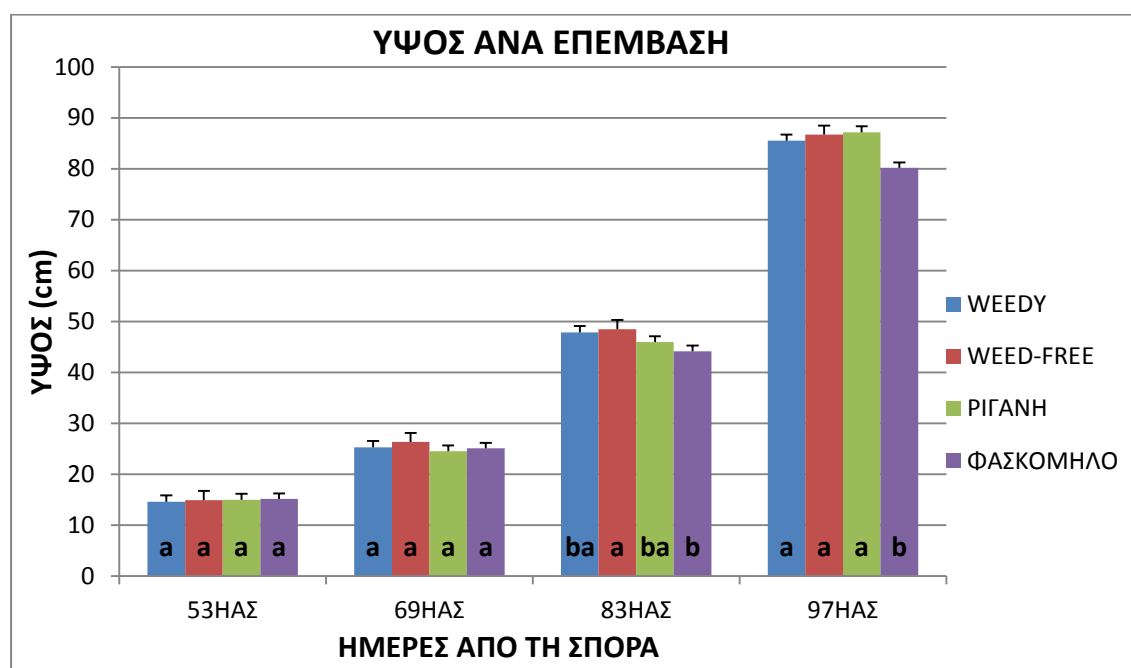
### 3.2.2 Μπιζέλι



Γράφημα 11. Ύψος φυτών (cm) στις 53, 69, 83 και 97 ημέρες από την σπορά ανά ποικιλία μπιζελιού



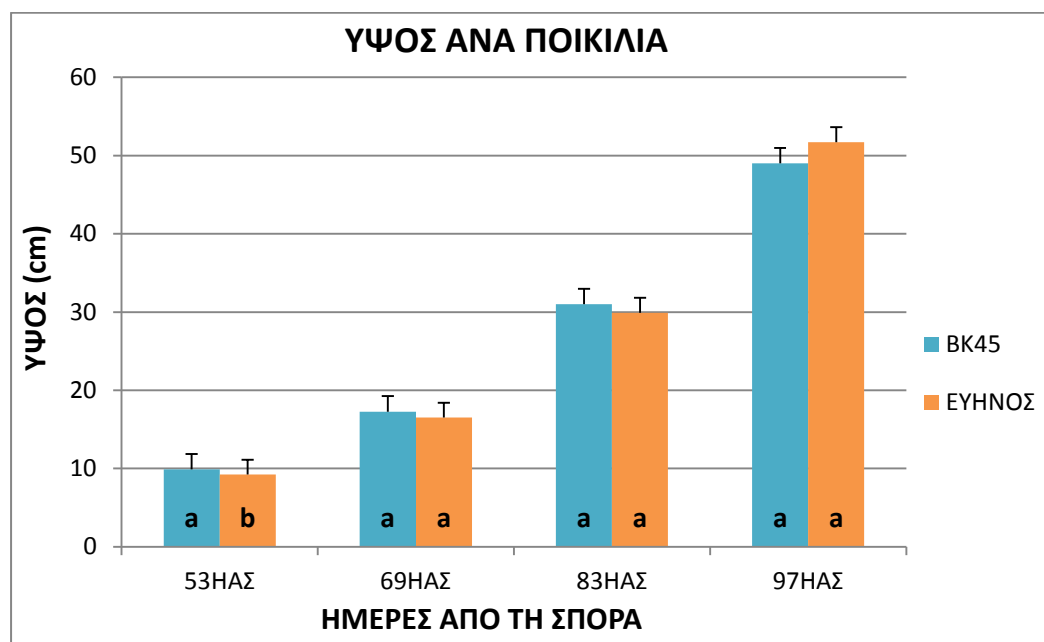
Το ύψος φυτών της ποικιλίας Arnica ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό της MP11 και για τις τέσσερις μετρήσεις ύψους (Γράφημα 11).



Γράφημα 12. Ύψος φυτών (cm) στις 53, 69, 83 και 97 ημέρες από την σπορά ανά επέμβαση

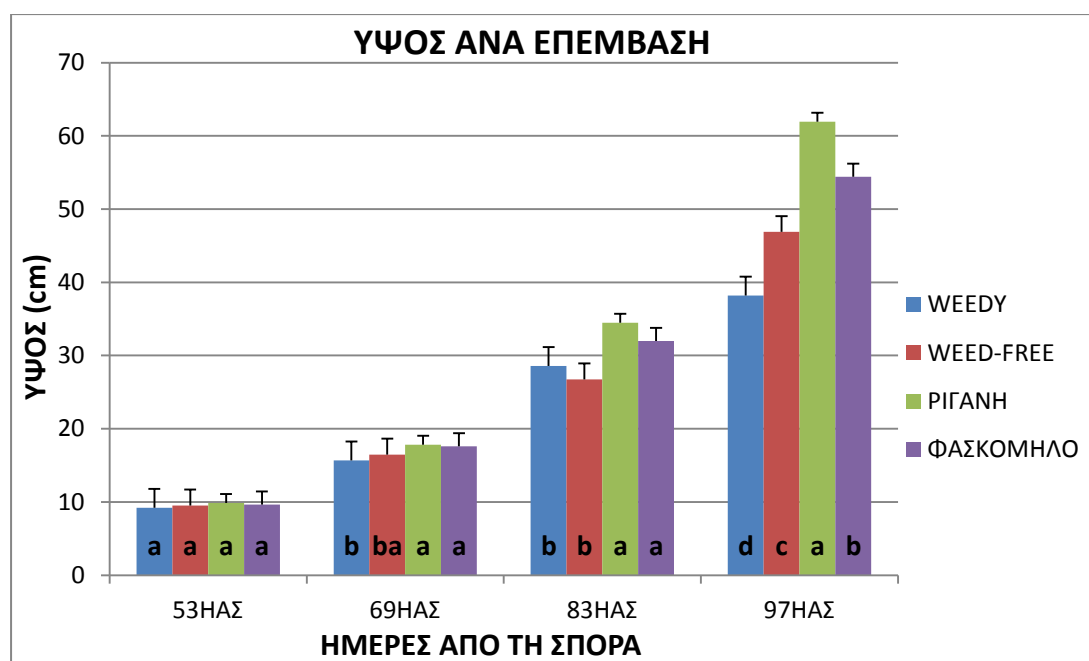
Στις 53 ημέρες από την σπορά μικρότερο ύψος φυτών σημείωσε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ το μεγαλύτερο οι υπόλοιπες επεμβάσεις με μικρές διαφορές μεταξύ τους. Στις 69 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος φυτών σημειώθηκε στον μάρτυρα 2-weed free και μικρότερο στην ρίγανη. Στις 83 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος εξακολούθησε να έχει ο μάρτυρας 2 και μικρότερο το φασκόμηλο. Τέλος, στις 97 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά στην επέμβαση με την ρίγανη και μικρότερο σε αυτή με το φασκόμηλο (Γράφημα 12).

### 3.2.3 Βίκος



Γράφημα 13. Ύψος φυτών (cm) στις 53, 69, 83 και 97 ημέρες από την σπορά ανά ποικιλία βίκου

Στις τρεις πρώτες μετρήσεις των φυτών βίκου η ποικιλία BK45 σημείωσε το μεγαλύτερο ύψος, ενώ στην τελευταία η ποικιλία Εύηνος (Γραφημα 13).



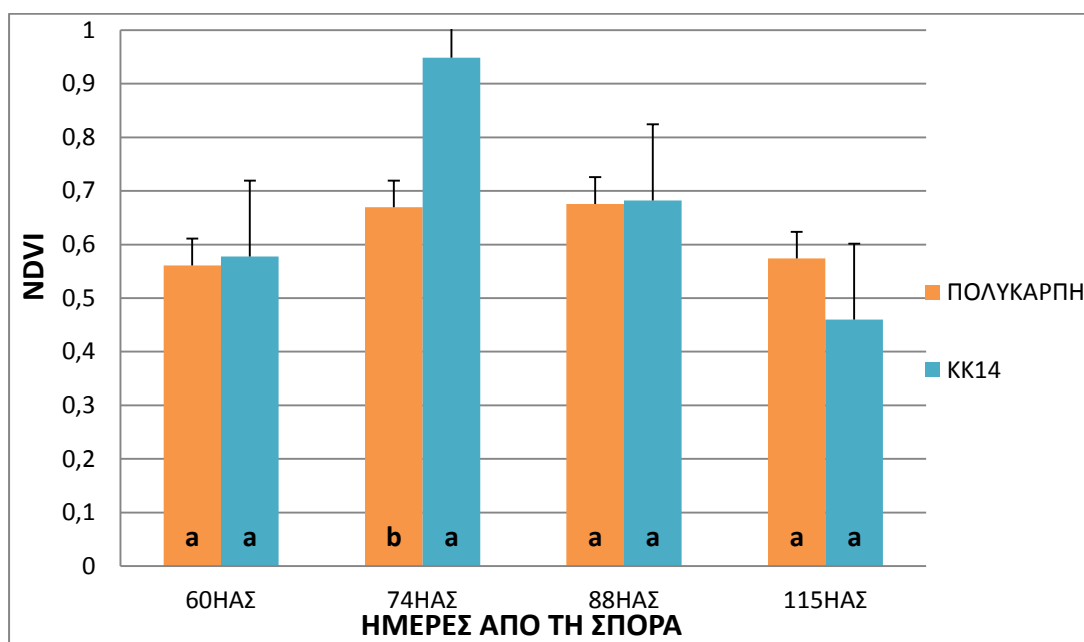
Γράφημα 14. Ύψος φυτών (cm) στις 53, 69, 83 και 97 ημέρες από την σπορά ανά επέμβαση

Στις 53 ημέρες από την σπορά μικρότερο ύψος φυτών σημείωσε ο μάρτυρας 1-weedy και μεγαλύτερο η ρίγανη. Στις 69 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος φυτών σημειώθηκε στην επέμβαση με την ρίγανη και το φασκόμηλο και μικρότερο στον

μάρτυρας 1-weedy. Στις 83 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος σημείωσε η επέμβαση με την ρίγανη και μικρότερο ο μάρτυρας 2-weed free. Τέλος, στις 97 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά στην επέμβαση με την ρίγανη και μικρότερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 14).

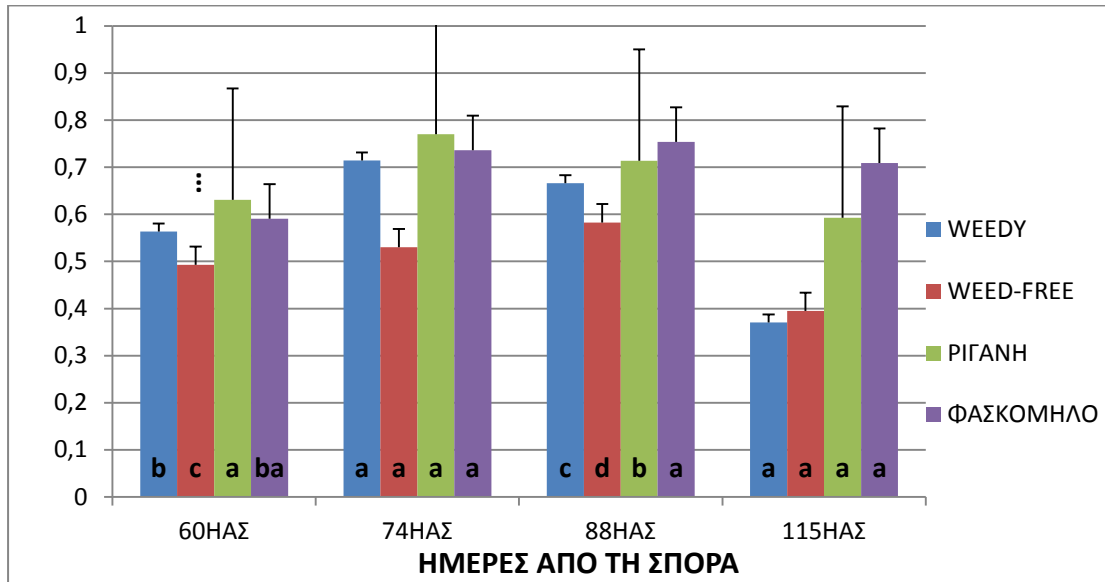
### 3.3 Δείκτης βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI)

#### 3.3.1 Κουκί



Γράφημα 15. Τιμές NDVI στις 60, 74, 88 και 115 ημέρες από τη σπορά ανά ποικιλία κουκιού

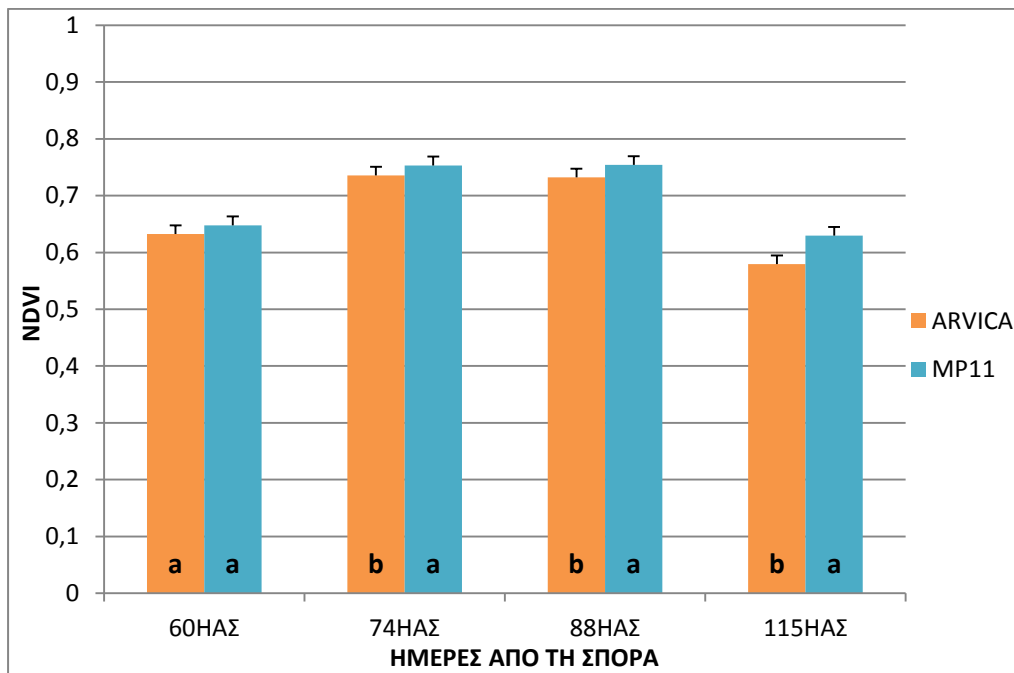
Στην πρώτη (60 ημέρες από τη σπορά) και την τρίτη μέτρηση (88 ημέρες από τη σπορά) η ποικιλία Πολυκάρπη σημείωσε μικρότερη τιμή του δείκτη NDVI από την ποικιλία ΚΚ14, στην δεύτερη μέτρηση (74 ημέρες από τη σπορά) η ποικιλία Πολυκάρπη σημείωσε σημαντικά μικρότερη τιμή NDVI σε σχέση με την ποικιλία ΚΚ14, ενώ στην τέταρτη (115 ημέρες από τη σπορά) η ποικιλία ΚΚ14 είχε μικρότερη τιμή NDVI σε σχέση με την Πολυκάρπη (Γράφημα 15).



Γράφημα 16. Τιμές NDVI στις 60, 74, 88 και 115 ημέρες από τη σπορά ανά επέμβαση

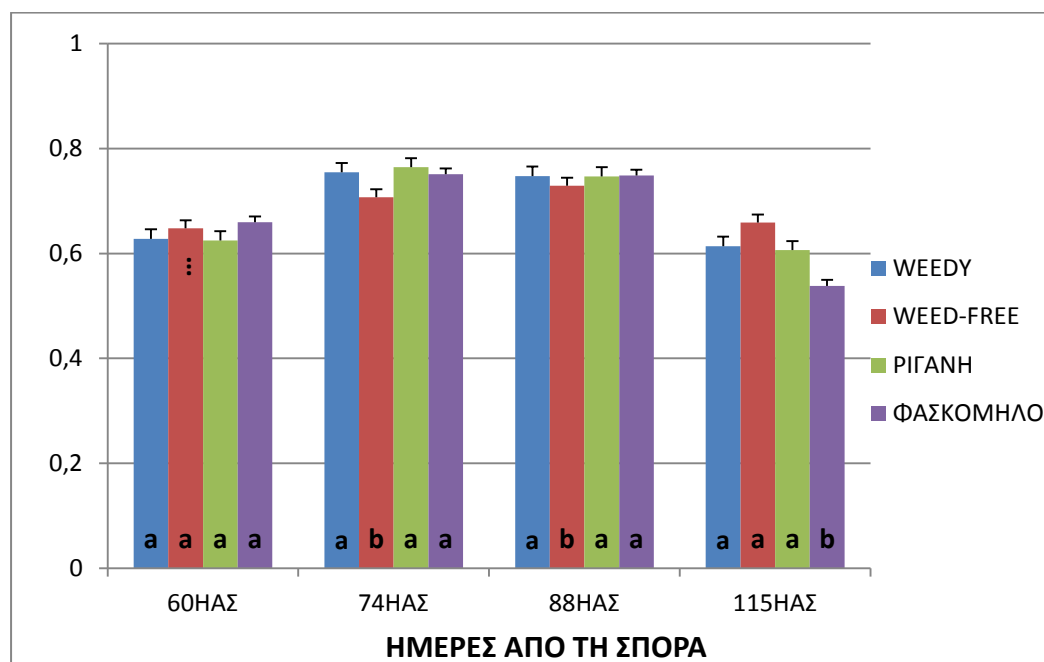
Στην πρώτη (60 ημέρες από τη σπορά) και στην δεύτερη μέτρηση (74 ημέρες από τη σπορά) μεγαλύτερο δείκτη NDVI σημείωσε η επέμβαση με την ρίγανη και μικρότερο ο μάρτυρας 2-weed free. Στην Τρίτη μέτρηση (88 ημέρες από τη σπορά) μεγαλύτερο NDVI είχε η επέμβαση με το φασκόμηλο και χαμηλότερο ο μάρτυρας 2-weed free, ενώ στην τέταρτη μέτρηση (115 ημέρες από τη σπορά) υψηλότερες τιμές NDVI είχε η επέμβαση με το φασκόμηλο και χαμηλότερες ο μάρτυρας 1-weed (Γράφημα 16).

### 3.3.2 Μπιζέλι



Γράφημα 17. Τιμές NDVI στις 60, 74, 88 και 115 ημέρες από τη σπορά ανά ποικιλία μπιζελιού

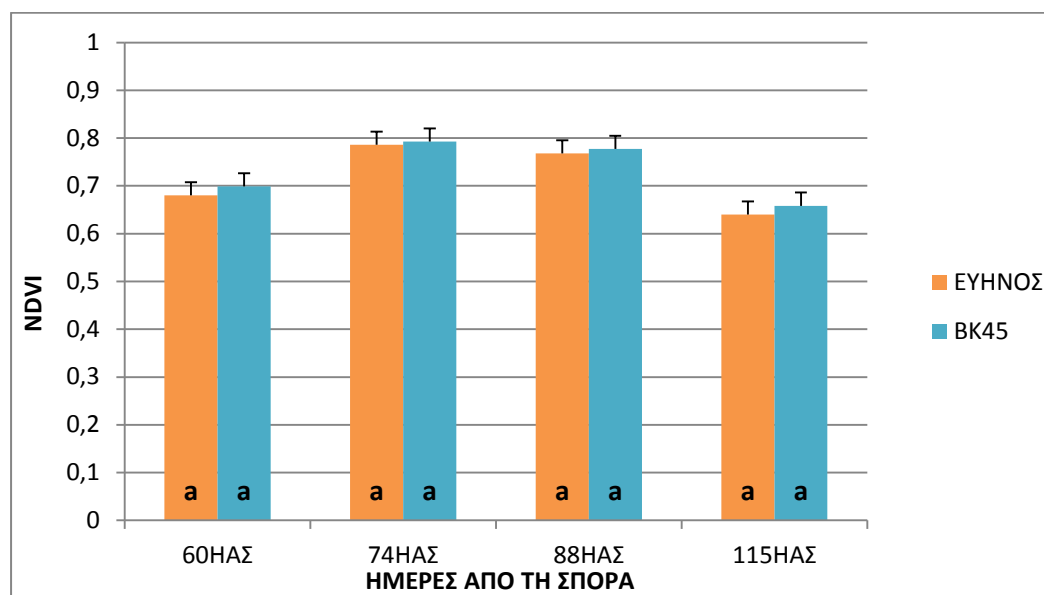
Για όλες τις μετρήσεις του δείκτη NDVI στην καλλιέργεια μπιζελιού η ποικιλία Arvica σημείωσε μικρότερες τιμές σε σύγκριση με την ποικιλία MP11 (Γράφημα 17).



Γράφημα 18. Τιμές NDVI στις 60, 74, 88 και 115 ημέρες από τη σπορά ανά επέμβαση

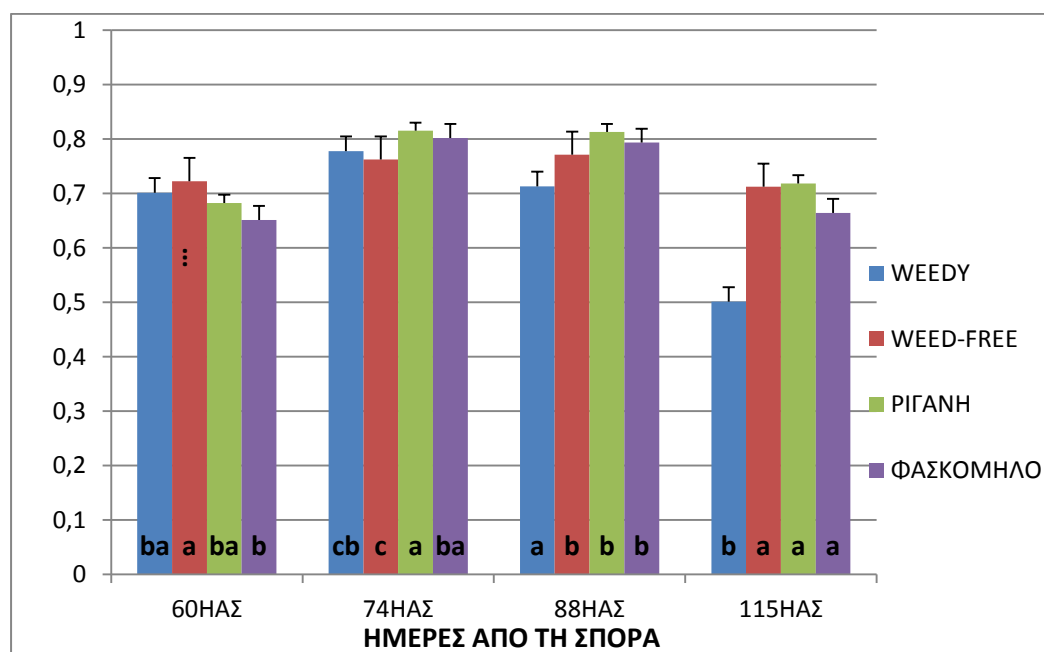
Στην πρώτη μέτρηση (60 ημέρες από τη σπορά) μεγαλύτερο δείκτη NDVI σημείωσε η επέμβαση με το φασκόμηλο και μικρότερο αυτή με την ρίγανη. Στην δεύτερη μέτρηση (74 ημέρες από τη σπορά) μεγαλύτερο NDVI είχε η επέμβαση με τη ρίγανη και μικρότερη ο μάρτυρας 2-weed free. Στην τρίτη μέτρηση (88 ημέρες από τη σπορά) χαμηλότερο NDVI είχε ο μάρτυρας 2-weed free, αντίθετα στην τέταρτη μέτρηση (115 ημέρες από τη σπορά) υψηλότερες τιμές NDVI σημείωσε ο μάρτυρας 2 και χαμηλότερες η επέμβαση φασκόμηλου (Γράφημα 18).

### 3.3.3 Βίκος



Γράφημα 19. Τιμές NDVI στις 60, 74, 88 και 115 ημέρες από τη σπορά ανά ποικιλία βίκου

Για όλες τις μετρήσεις του δείκτη NDVI στην καλλιέργεια βίκου η ποικιλία Εύηνος σημείωσε μικρότερες τιμές σε σύγκριση με την ποικιλία ΒΚ45 (Γράφημα 19).



Γράφημα 20. Τιμές NDVI στις 60, 74, 88 και 115 ημέρες από τη σπορά ανά επέμβαση

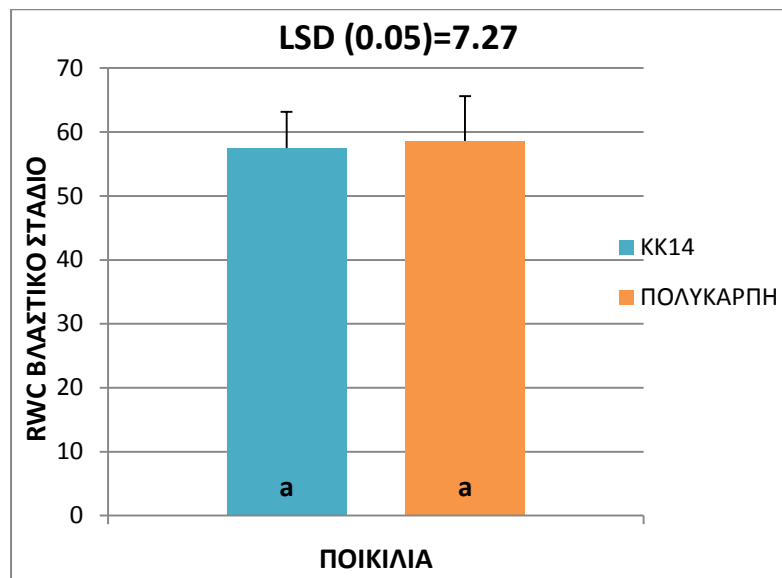
Στην πρώτη μέτρηση (60 ημέρες από τη σπορά) μεγαλύτερο δείκτη NDVI σημείωσε ο μάρτυρας 2-weed free και μικρότερο η επέμβαση με το φασκόμηλο. Στην δεύτερη μέτρηση (74 ημέρες από τη σπορά) μεγαλύτερο NDVI είχε η επέμβαση με τη ρίγανη και μικρότερη ο μάρτυρας 2-weed free. Στην τρίτη μέτρηση (88 ημέρες από τη σπορά) χαμηλότερο NDVI είχε ο μάρτυρας 1-weedy και μεγαλύτερο η επέμβαση ρίγανης.

Τέλος, στην τέταρτη μέτρηση (115 ημέρες από τη σπορά) υψηλότερες τιμές NDVI σημείωσε η επέμβαση ρίγανης και μικρότερες ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 20).

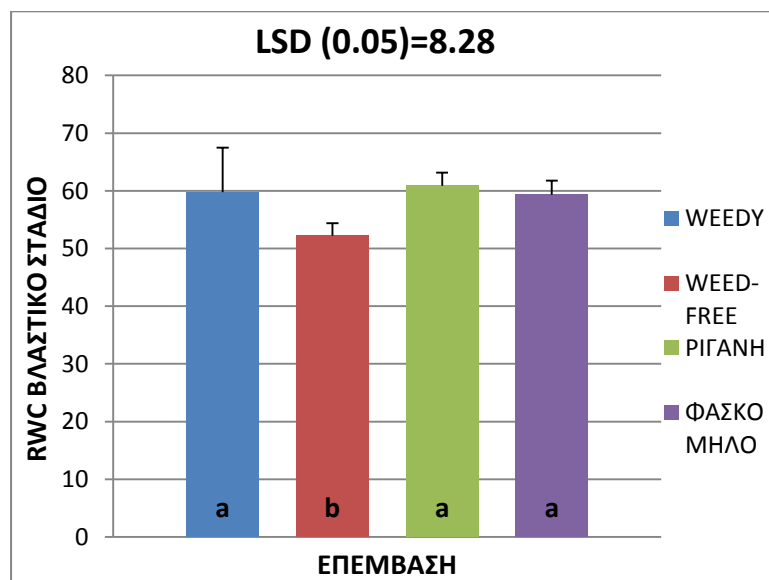
### 3.4 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC)

#### 3.4.1 Κουκί

##### 3.4.1.1 Βλαστικό Στάδιο



Γράφημα 21. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το βλαστικό στάδιο ανά ποικιλία κουκιού



Γράφημα 22. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το βλαστικό στάδιο ανά επέμβαση

Στην πρώτη μέτρηση κατά το βλαστικό στάδιο η ποικιλία ΚΚ14 σημείωσε μικρότερο ποσοστό RWC σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 21). Μεταξύ των ποικιλιών ο μάρτυρας 2-weed free σημείωσε το μικρότερο ποσοστό RWC, ενώ το

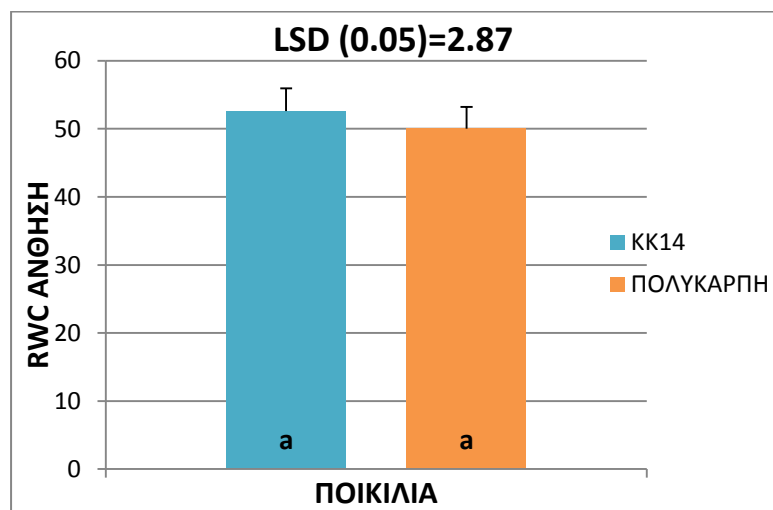


μεγαλύτερο η επέμβαση με την ρίγανη (Γράφημα 22). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 4) φάνηκε πως ο παράγοντας επέμβαση, ποικιλία και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

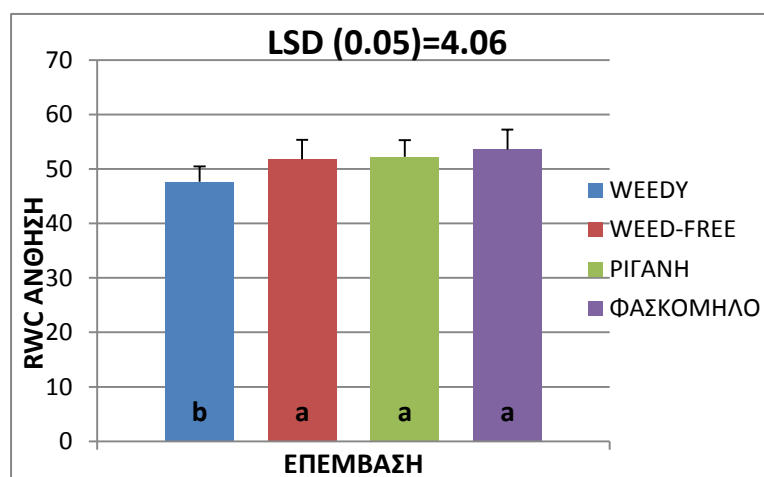
**Πίνακας 4. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια κουκιού κατά το βλαστικό στάδιο**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	7,16134	1	7,16134	0,1	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	280,381	3	93,4602	1,35	NS
(Ε)χ(Π)	254,042	3	84,6808	1,23	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	965,752	14	68,9823		
ΣΥΝΟΛΟ	1558,75	23			

### 3.4.1.2 Ανθοφορία



**Γράφημα 23. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά την άνθιση ανά ποικιλία κουκιού**



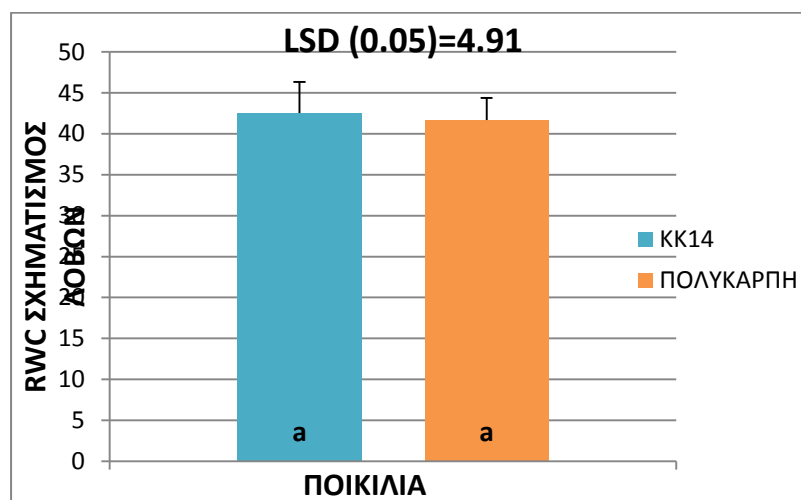
**Γράφημα 24. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά την άνθιση ανά επέμβαση**

Στην δεύτερη μέτρηση κατά το στάδιο της άνθησης, σε αντίθεση με το βλαστικό στάδιο, η ποικιλία ΚΚ14 είχε μεγαλύτερο ποσοστό RWC σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 23). Μεταξύ των επεμβάσεων μικρότερο ποσοστό σημείωσε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ μεγαλύτερο η επέμβαση με το φασκόμηλο με μικρές διαφορές από τις υπόλοιπες δύο επεμβάσεις (Γράφημα 24). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 5) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ ο παράγοντας ποικιλία και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

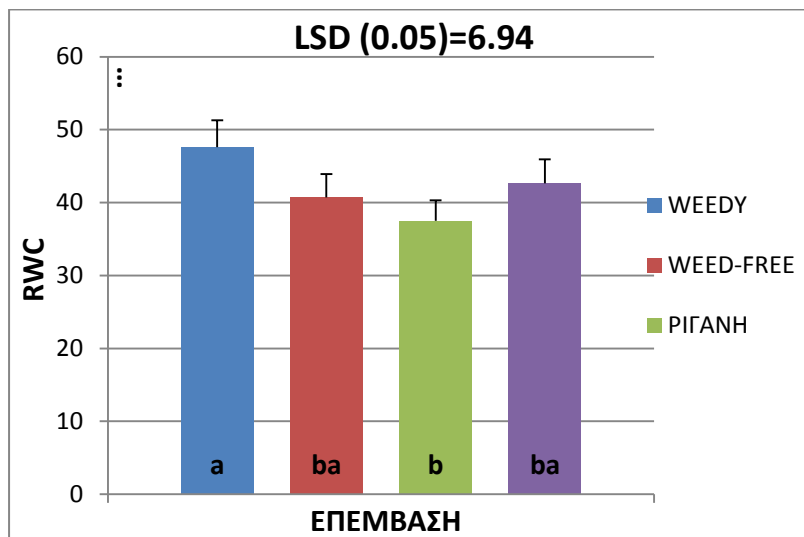
**Πίνακας 5. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια κουκιού κατά το στάδιο της άνθησης**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	40,6901	1	40,6901	3,77	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	118,665	3	39,555	3,67	*
(Ε)χ(Π)	12,0336	3	4,01122	0,37	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	151,004	14	10,786		
ΣΥΝΟΛΟ	374,993	23			

#### 3.4.1.3 Στάδιο Σχηματισμού Λοβών



**Γράφημα 25. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών ανά ποικιλία κουκιού**



Γράφημα 26. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών ανά επέμβαση

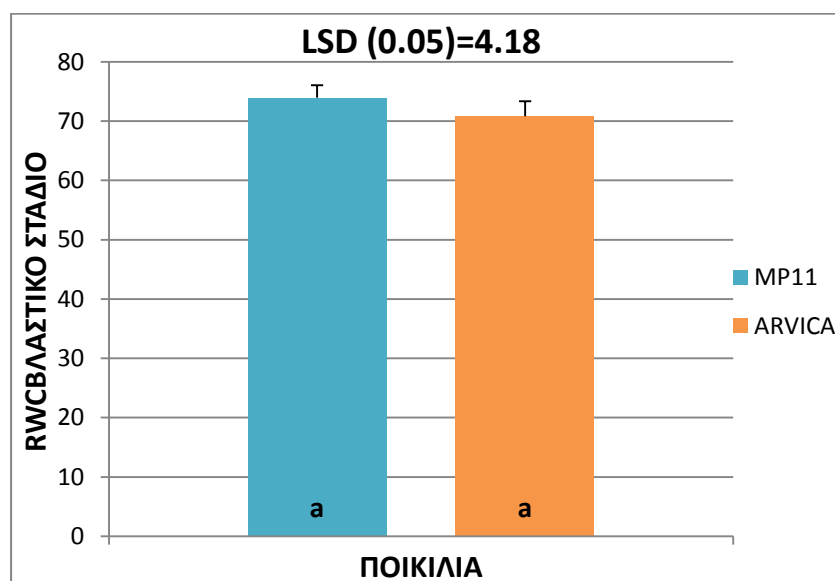
Στην τρίτη μέτρηση κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών το μεγαλύτερο ποσοστό RWC είχε η ποικιλία ΚΚ14 σε σχέση με την Πολυκάρπη (Γράφημα 25). Μεταξύ των επεμβάσεων χαμηλότερο ποσοστό είχε η επέμβαση με την ρίγανη, ενώ μεγαλύτερο ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 26). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 6) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ ο παράγοντας ποικιλία και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 6. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια κουκιού κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών

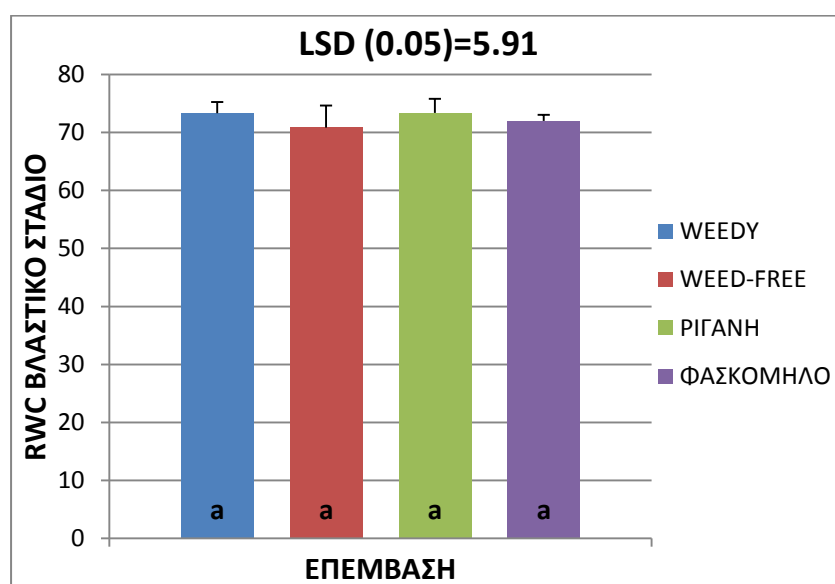
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	4,36907	1	4,36907	0,14	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	322,711	3	107,57	3,42	*
(Ε)χ(Π)	65,2143	3	21,7381	0,69	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	440,557	14	31,4683		
ΣΥΝΟΛΟ	971,661	23			

### 3.4.2 Μπιζέλι

#### 3.4.2.1 Βλαστικό Στάδιο



Γράφημα 27. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το βλαστικό στάδιο ανά ποικιλία μπιζελιού



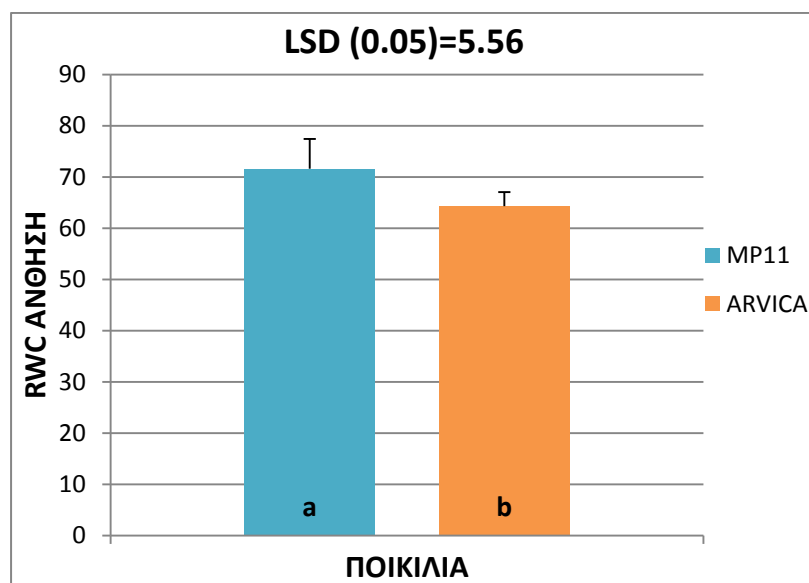
Γράφημα 28. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το βλαστικό στάδιο ανά επέμβαση

Στην πρώτη μέτρηση κατά το βλαστικό στάδιο το μεγαλύτερο ποσοστό RWC είχε η ποικιλία MP11 σε σχέση με την Arvica (Γράφημα 27). Μεταξύ των επεμβάσεων χαμηλότερο ποσοστό είχε ο μάρτυρας 2-weed free, ενώ μεγαλύτερο ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 28). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 7) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και μεταξύ των επεμβάσεων και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

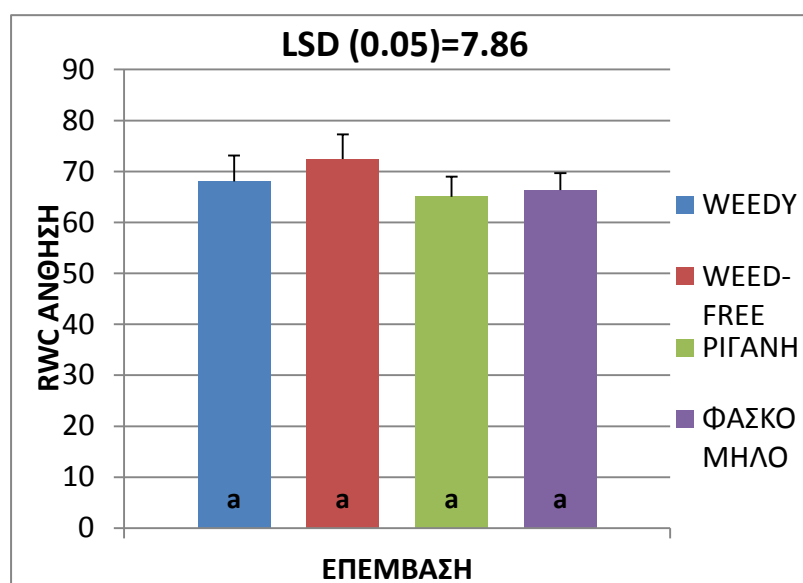
Πίνακας 7. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια μπιζελιού κατά το βλαστικό στάδιο

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	58,2817	1	58,2817	2,55	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	26,6047	3	8,86825	0,39	NS
(Ε)χ(Π)	210,993	3	70,3311	3,08	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	319,526	14	22,8233		
ΣΥΝΟΛΟ	630,618	23			

### 3.4.2.2 Ανθοφορία



Γράφημα 29. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά την άνθιση ανά ποικιλία μπιζελιού



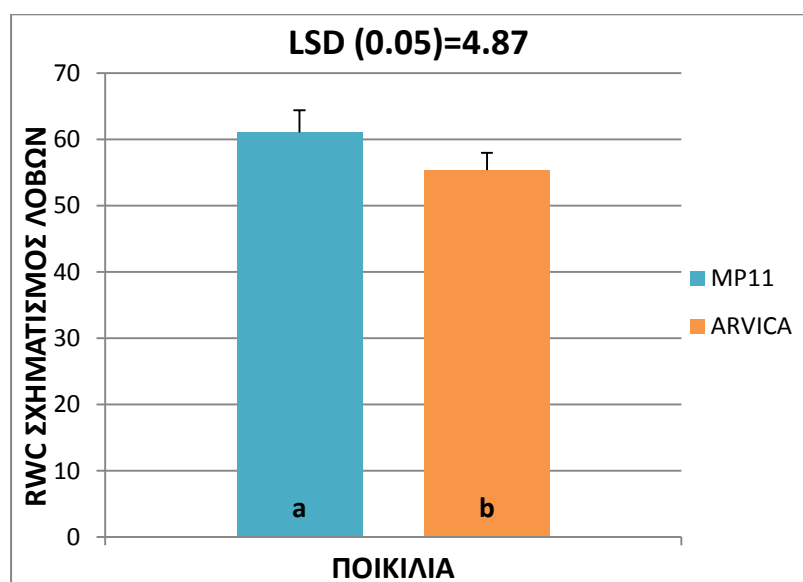
Γράφημα 30. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά την άνθιση ανά επέμβαση

Στην δεύτερη μέτρηση κατά το στάδιο της άνθησης το μεγαλύτερο ποσοστό RWC είχε η ποικιλία MP11 σε σχέση με την Arvica (Γράφημα 29). Μεταξύ των επεμβάσεων χαμηλότερο ποσοστό είχε η επέμβαση με την ρίγανη, ενώ μεγαλύτερο ο μάρτυρας 2-weed free (Γράφημα 30). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 8) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών αλλά όχι μεταξύ των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας επηρέασε τα αποτελέσματα σε στατιστικά σημαντικό αριθμό.

**Πίνακας 8. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια μπιζελιού κατά το στάδιο της άνθησης**

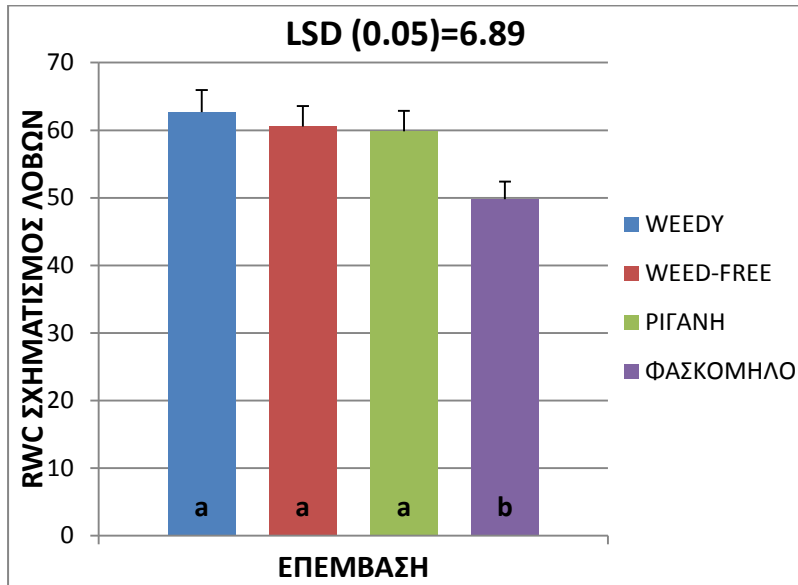
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	321,055	1	321,055	7,96	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	187,509	3	62,503	1,55	NS
(Ε)χ(Π)	454,992	3	151,664	3,76	*
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	564,759	14	40,3399		
ΣΥΝΟΛΟ	2101,85	23			

#### 3.4.2.3 Στάδιο Σχηματισμού Λοβών



**Γράφημα 31. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών ανά ποικιλία μπιζελιού**





Γράφημα 32. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών ανά επέμβαση

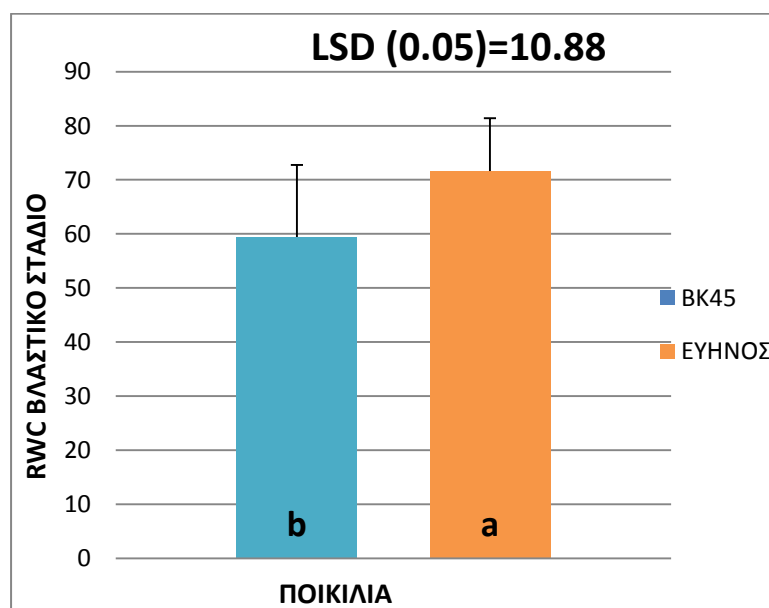
Στην τρίτη μέτρηση κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών το μεγαλύτερο ποσοστό RWC είχε η ποικιλία MP11 σε σχέση με την Arvica (Γράφημα 31). Μεταξύ των επεμβάσεων χαμηλότερο ποσοστό είχε η επέμβαση φασκόμηλο, ενώ μεγαλύτερο ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 32). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 9) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των ποικιλιών όσο και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση ποικιλίας-επέμβασης δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 9. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια μπιζελιού κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών

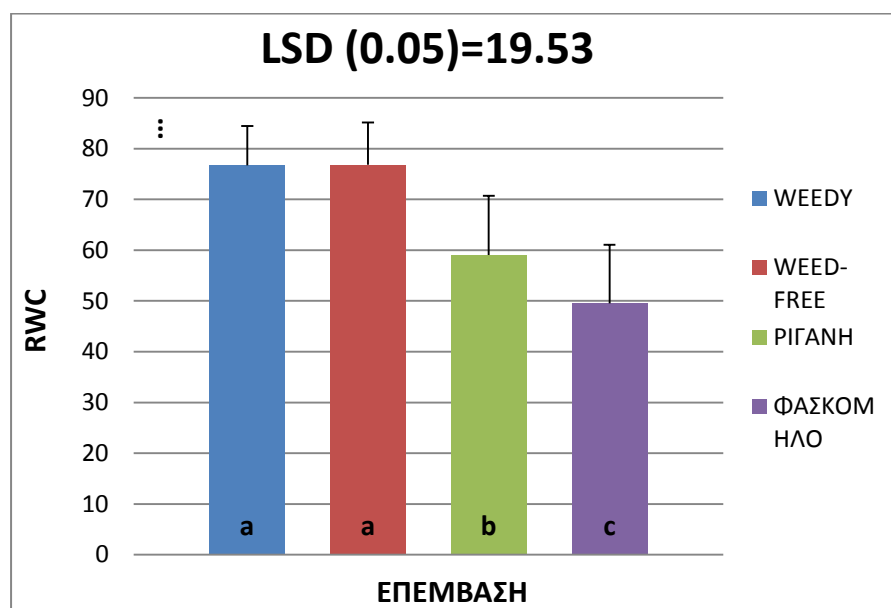
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	196,94	1	196,94	6,35	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	595,568	3	198,523	6,4	**
(Ε)χ(Π)	249,421	3	83,1402	2,68	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	433,988	14	30,9992		
ΣΥΝΟΛΟ	1553,14	23			

### 3.4.3 Βίκος

#### 3.4.3.1 Βλαστικό Στάδιο



Γράφημα 33. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το βλαστικό στάδιο ανά ποικιλία βίκου



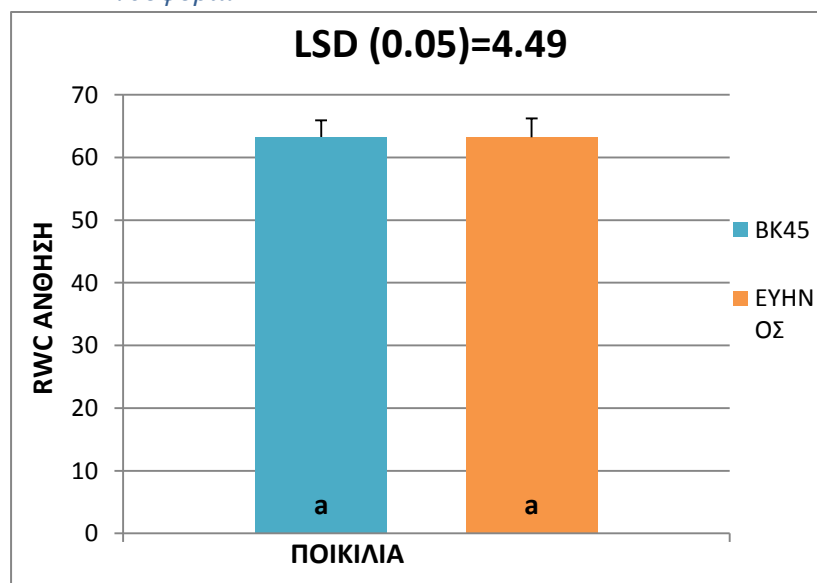
Γράφημα 34. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το βλαστικό στάδιο ανά επέμβαση

Στην πρώτη μέτρηση κατά το βλαστικό στάδιο το μεγαλύτερο ποσοστό RWC είχε η ποικιλία Εύηνος σε σχέση με την BK45 (Γράφημα 33). Μεταξύ των επεμβάσεων χαμηλότερο ποσοστό είχε η επέμβαση φασκόμηλο, ενώ μεγαλύτερο ο μάρτυρας 1-weedy με πολύ μικρή διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα 2-weed free (Γράφημα 34). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 10) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των ποικιλιών όσο και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση ποικιλίας-επέμβασης δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

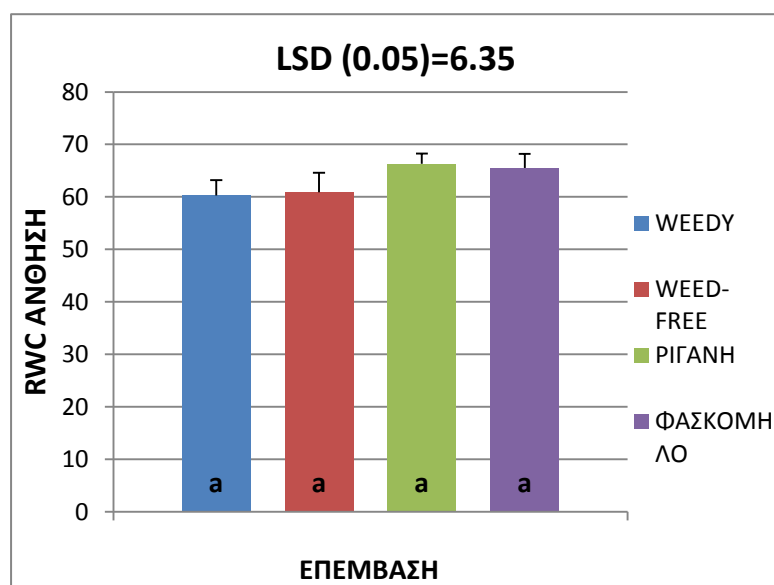
Πίνακας 10. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια βίκου κατά το βλαστικό στάδιο

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	893,65	1	893,65	1,57	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
(Ε)	3302,68	3	1100,89	1,93	*
(Ε)χ(Π)	373,758	3	124,586	0,22	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	7966,61	14	569,043		
ΣΥΝΟΛΟ	12988,6	23			

### 3.4.3.2 Ανθοφορία



Γράφημα 35. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά την άνθιση ανά ποικιλία βίκου



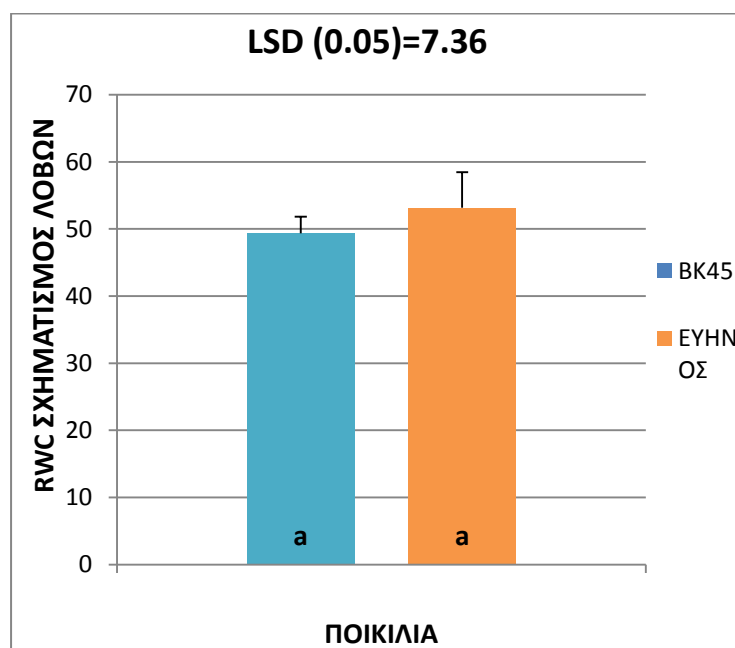
Γράφημα 36. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά την άνθιση ανά επέμβαση

Στην δεύτερη μέτρηση κατά το στάδιο της άνθησης το μεγαλύτερο ποσοστό RWC είχε η ποικιλία BK45 με μικρή διαφορά σε σχέση με την Εύηνος (Γράφημα 35). Μεταξύ των επεμβάσεων χαμηλότερο ποσοστό είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ μεγαλύτερο η επέμβαση με την ρίγανη (Γράφημα 36). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 11) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και μεταξύ των επεμβάσεων. Επίσης, η αλληλεπίδραση ποικιλίας-επέμβασης δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

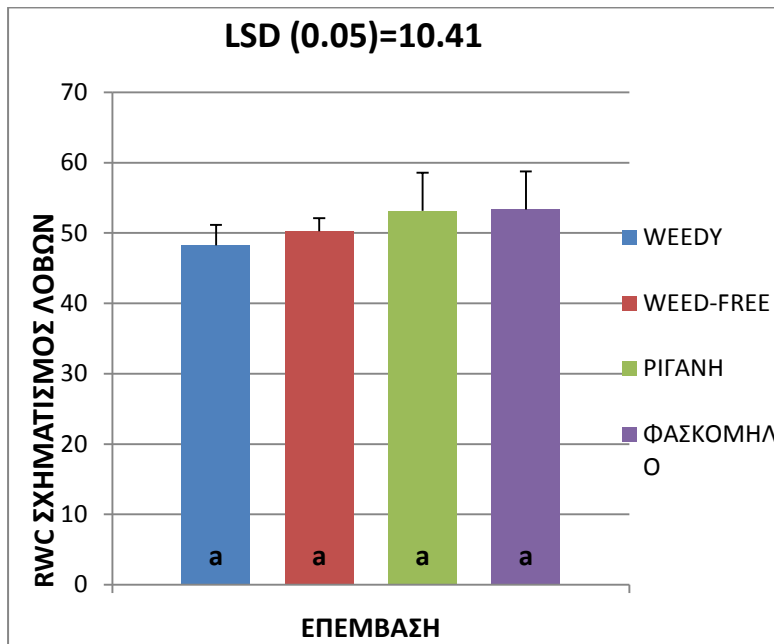
**Πίνακας 11. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια βίκου κατά το στάδιο της άνθησης**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	0,015504	1	0,015504	0	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	173,209	3	57,7362	2,19	NS
(Ε)χ(Π)	67,1648	3	22,3883	0,85	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	368,276	14	26,3054		
ΣΥΝΟΛΟ	658,299	23			

#### 3.4.3.3 Στάδιο Σχηματισμού Λοβών



**Γράφημα 37. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών ανά ποικιλία βίκου**



Γράφημα 38. Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών ανά επέμβαση

Στην τρίτη μέτρηση κατά το στάδιο σχηματισμού των λοβών το μεγαλύτερο ποσοστό RWC είχε η ποικιλία Εύηνος σε σχέση με την BK45 (Γράφημα 37). Μεταξύ των επεμβάσεων χαμηλότερο ποσοστό είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ μεγαλύτερο η επέμβαση με την ρίγανη και το φασκόμηλο (Γράφημα 38). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 12) προέκυψε ότι ο παράγοντας ποικιλία και επέμβαση και η αλληλεπίδραση ποικιλίας-επέμβασης δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 12. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) στην καλλιέργεια βίκου κατά το στάδιο σχηματισμού λοβών

ΠΠ	BE	AT	MT	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	88,7042	1	88,7042	1,25	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	107,315	3	35,7718	0,51	NS
(Ε)χ(Π)	87,7902	3	29,2634	0,41	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	990,714	14	70,7653		
ΣΥΝΟΛΟ	1282,1	23			

### 3.5 Πυκνότητα (αριθμός ζιζανίων/m<sup>2</sup>), ξηρό βάρος (g) και είδος ζιζανίων

Τα ζιζάνια που ταυτοποιήθηκαν στις τρεις καλλιέργειες ψυχανθών ήταν τα εξής: Άγριο σινάπι (*Sinapis alba*), Καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*), Αγριομαργαρίτα (*Anthemis chia*), Καλέντουλα (*Calendula arvensis*), Στελλάρια (*Stelaria media*),

Σισίμπριο (*Sisymbrium irio*), Καφέλα (*Capsela bursa-pastoris*), Αγριοβρώμη (*Avena sterilis*), Δωδεκάνθη (*Lamium amplexicaule*), Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*), Μολόχα (*Malva sylvestris*), Παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), Τσουκνίδα (*Urtica dioica*), Χαμομήλι (*Matricaria* spp.), Ζωχός (*Sonchus oleraceus*) και Γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*).

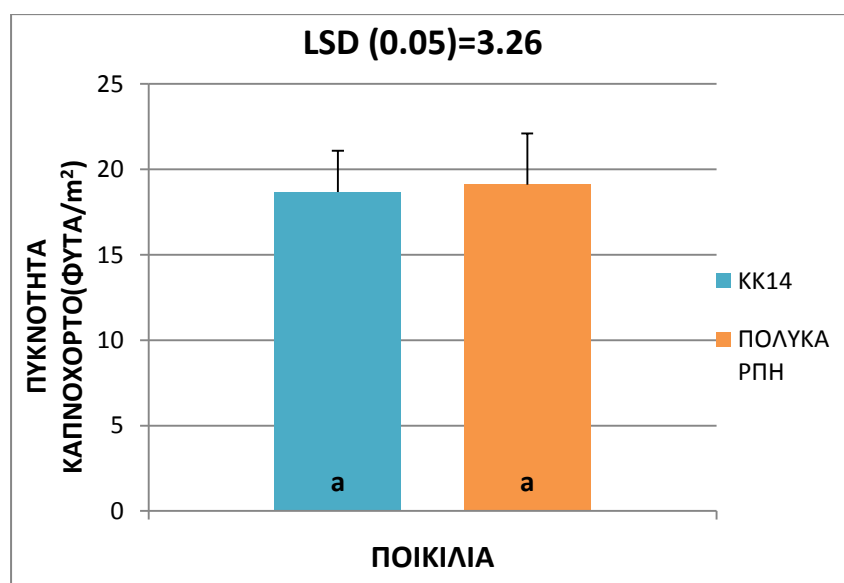
Σε κάθε μέτρηση για την κάθε καλλιέργεια πραγματοποιήθηκαν γραφήματα πυκνότητας και ξηρού βάρους ανά μονάδα επιφάνειας για τα ζιζάνια με τον μεγαλύτερο αριθμό στον αγρό, ενώ για τα υπόλοιπα ζιζάνια που περισυλλέχθηκαν συνυπολογίστηκε η πυκνότητα και το ξηρό τους βάρος ανά μονάδα επιφάνειας.

### 3.5.1 Κουκί

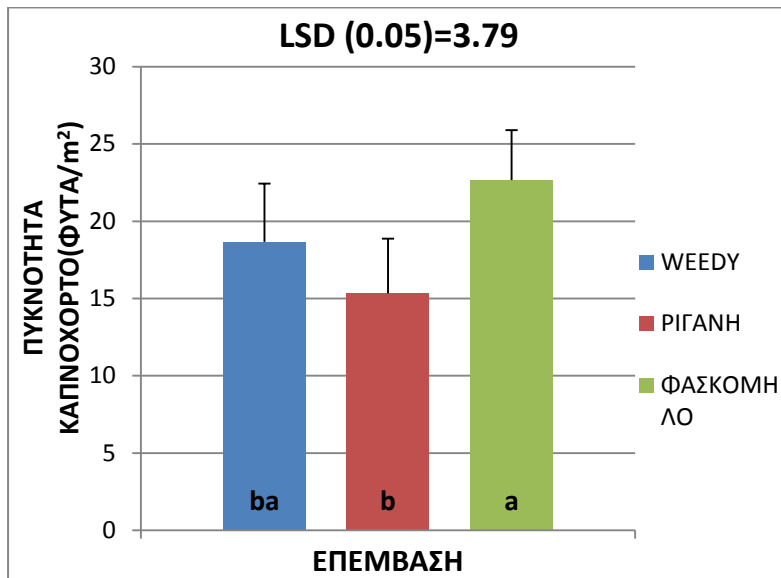
#### 3.5.1.1 Πρώτη μέτρηση (19 Μαρτίου-60 ημέρες από τη σπορά)

Κατά την πρώτη μέτρηση τα ζιζάνια με την μεγαλύτερη πυκνότητα στην καλλιέργεια κουκιού ήταν το καπνόχορτο (*F. Officinalis*) και η στελλάρια (*S. media*).

#### 1. Καπνόχορτο (*F. officinalis*):



Γράφημα 39. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ²) ανά ποικιλία κουκιού στις 60 ΗΑΣ



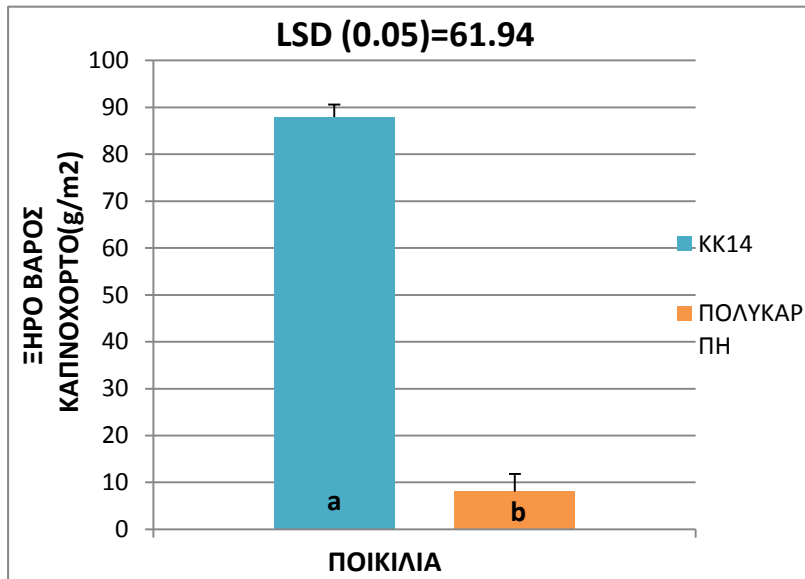
Γράφημα 40. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. Officinalis* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 με μικρή διαφορά σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 39). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη και την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 40). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 13) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ ο παράγοντας ποικιλία και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

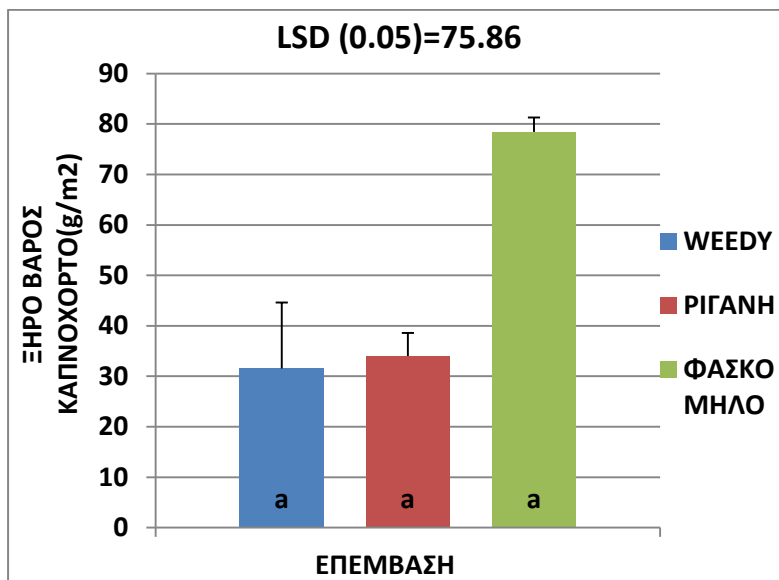
Πίνακας 13. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	0,888889	1	0,888889	0,01	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	161,778	2	80,8889	0,7	*
(Ε)χ(Π)	641,778	2	320,889	2,79	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1150,22	10	115,022		
ΣΥΝΟΛΟ	2937,78	17			





Γράφημα 41. Ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $g/m^2$ ) ανά ποικιλία κουκιού στις 60 ΗΑΣ



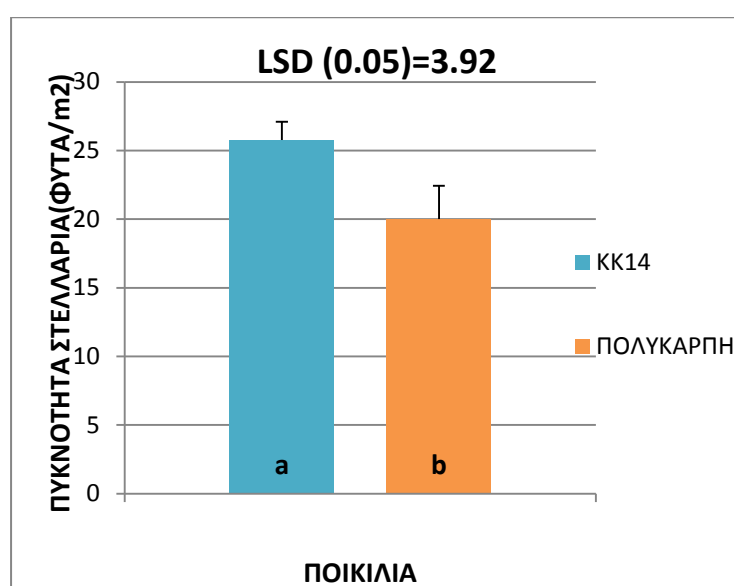
Γράφημα 42. Ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $g/m^2$ ) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. Officinalis* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας Πολυκάρπη με μεγάλη διαφορά σε σχέση με την ποικιλία ΚΚ14 (Γράφημα 41). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στην επέμβαση με το φασκόμηλο (Γράφημα 42). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 14) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, ενώ ο παράγοντας επέμβαση και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

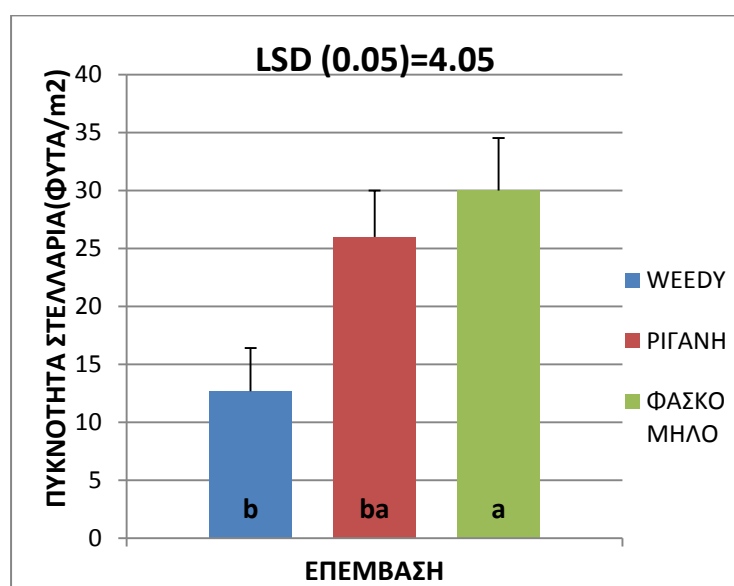
Πίνακας 14. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	28755,2	1	28755,2	8,27	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	8338,52	2	4169,26	1,2	NS
(Ε)χ(Π)	9685,63	2	4842,82	1,39	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	34775,1	10	3477,51		
ΣΥΝΟΛΟ	82366,8	17			

## 2. Στελλάρια (*S. media*)



Γράφημα 43. Πυκνότητα στελλάρια (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 60 ΗΑΣ

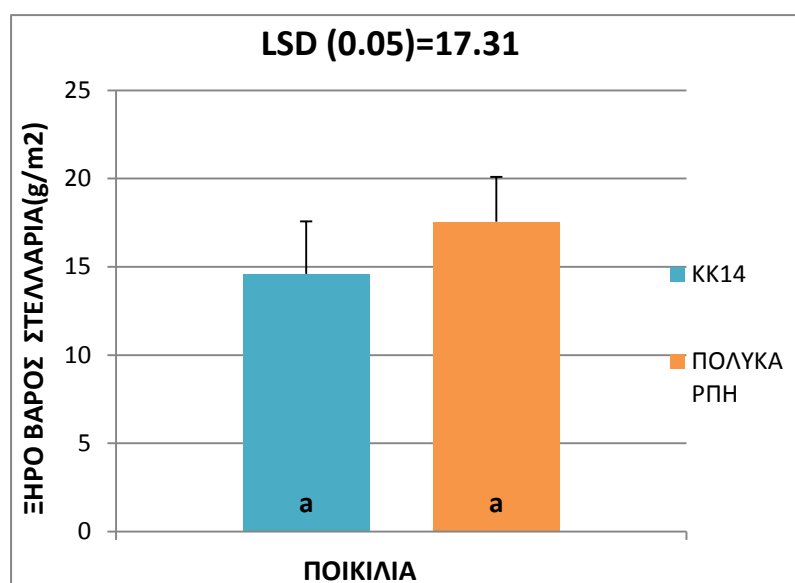


Γράφημα 44. Πυκνότητα στελλάρια (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

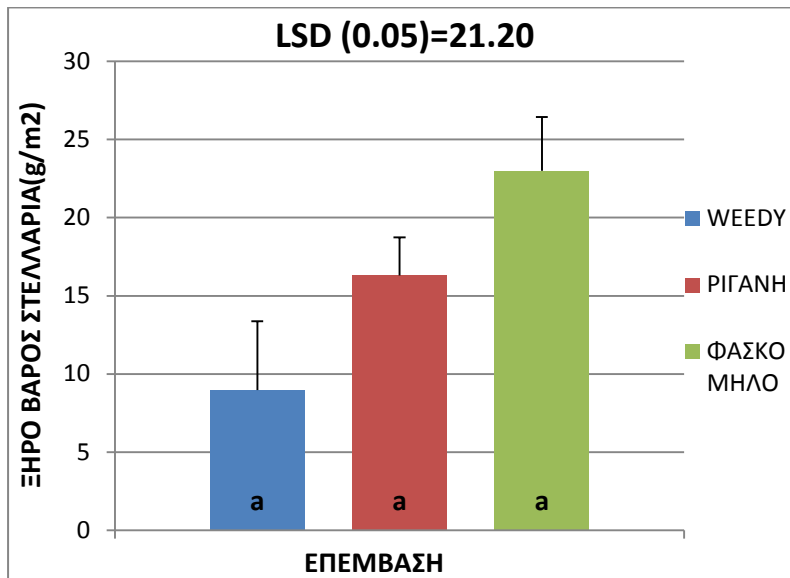
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *S. Media* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας Πολυκάρπη σε σχέση με την ποικιλία ΚΚ14 (Γράφημα 43). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 44). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 15) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και των ποικιλιών, ενώ η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 15. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα στελλάριας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	150,222	1	150,222	0,85	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	988,444	2	494,222	2,81	*
(Ε)χ(Π)	647,111	2	323,556	1,84	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1758,22	10	175,822		
ΣΥΝΟΛΟ	4857,78	17			



Γράφημα 45. Ξηρό βάρος στελλάρια (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 60 ΗΑΣ



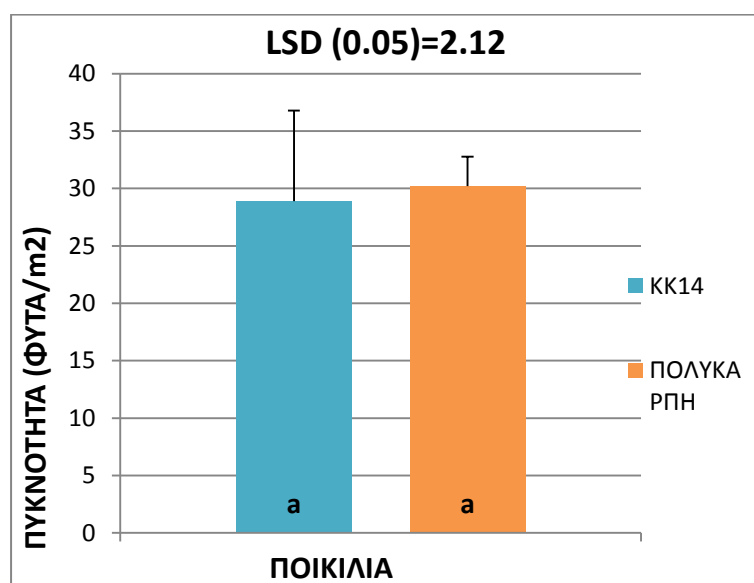
Γράφημα 46. Ξηρό βάρος στελλάρια ( $\text{g/m}^2$ ) ανά επέμβαση κουκιού στις 60 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *S. Media* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 45). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στην επέμβαση με το φασκόμηλο (Γράφημα 46). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 16) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

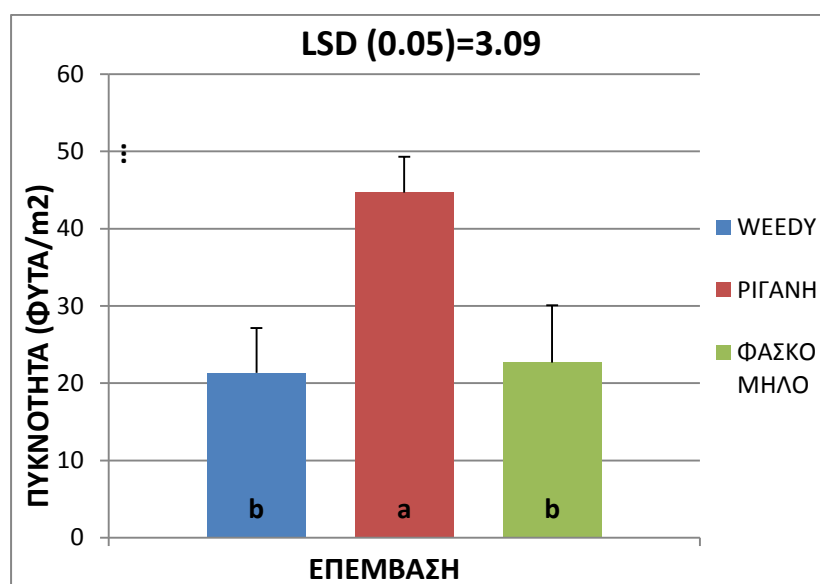
Πίνακας 16. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος στελλάριας ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ					
(Π)	39,3089	1	39,3089	0,14	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
(Ε)	590,652	2	295,326	1,09	NS
(Ε)x(Π)	256,09	2	128,045	0,47	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2717,79	10	271,779		
ΣΥΝΟΛΟ	4015,66	17			

3) Συνολικά υπόλοιπα ζιζάνια : άγριο σινάπι, αγριομαργαρίτα, καλέντουλα, σισύμβριο, καψέλα, αγριοβρώμη, περικοκλάδα, παπαρούνα, ζωχός



Γράφημα 47. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 60 ΗΑΣ

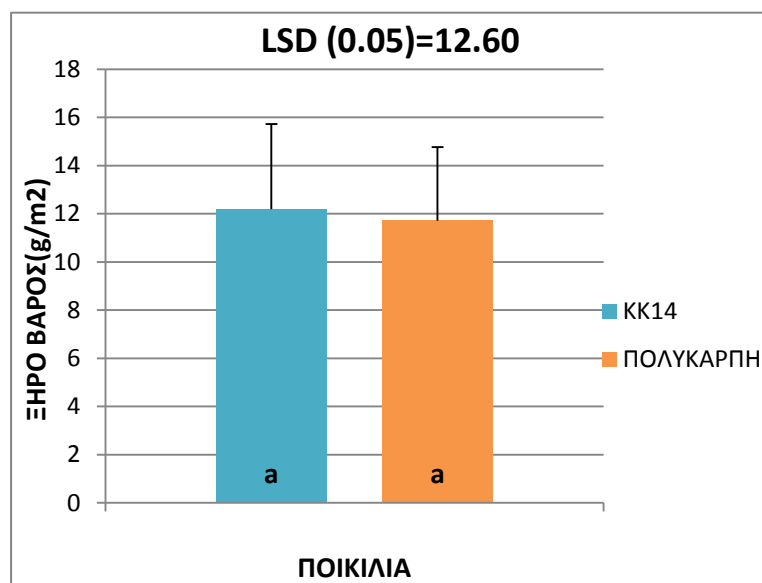


Γράφημα 48. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

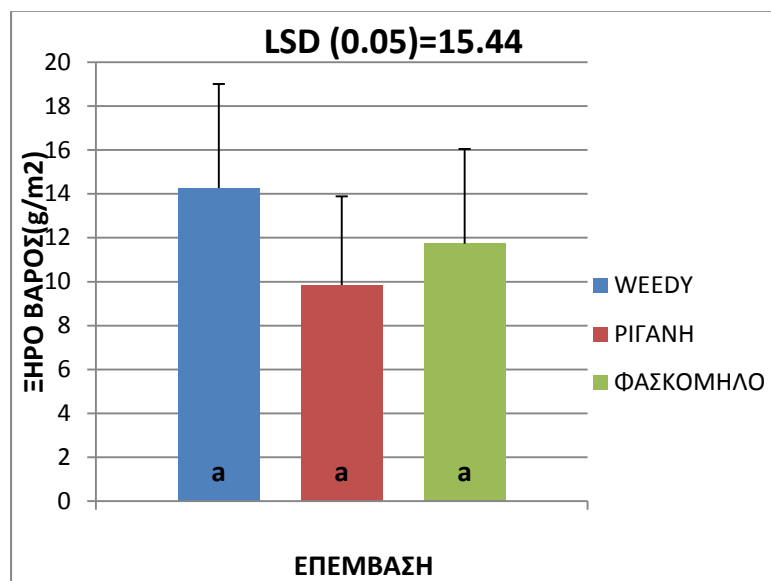
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 47). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 48). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 17) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά όχι των ποικιλιών, ενώ η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 17. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	8	1	8	0,02	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	2060,44	2	1030,22	2,32	*
(Ε)χ(Π)	16	2	8	0,02	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	4435,56	10	443,556		
+ΣΥΝΟΛΟ	7652,44	17			



Γράφημα 49. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 60 ΗΑΣ



Γράφημα 50. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

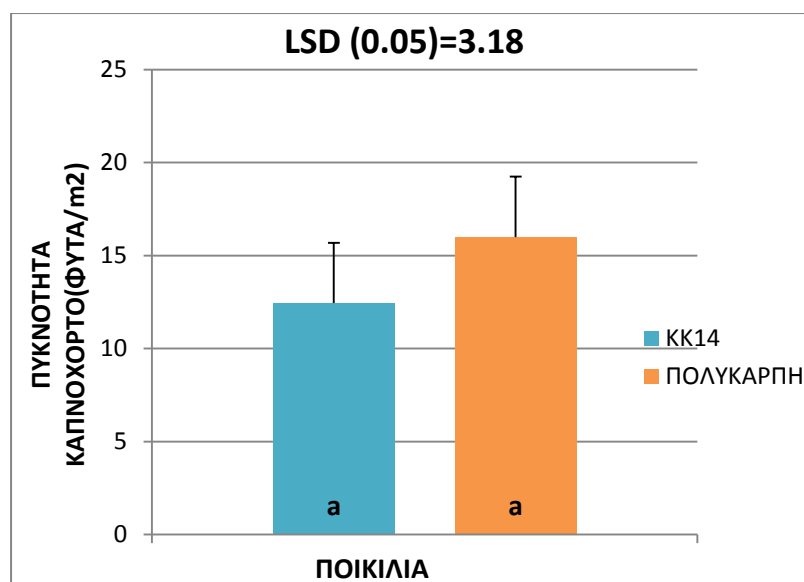
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας Πολυκάρπη σε σχέση με την ποικιλία ΚΚ14 (Γράφημα 49). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 50). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 18) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 18. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	0,98	1	0,98	0,01	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	59,0274	2	29,5137	0,2	NS
(Ε)×(Π)	416,855	2	208,427	1,45	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1440,86	10	144,086		
ΣΥΝΟΛΟ	2359,05	17			

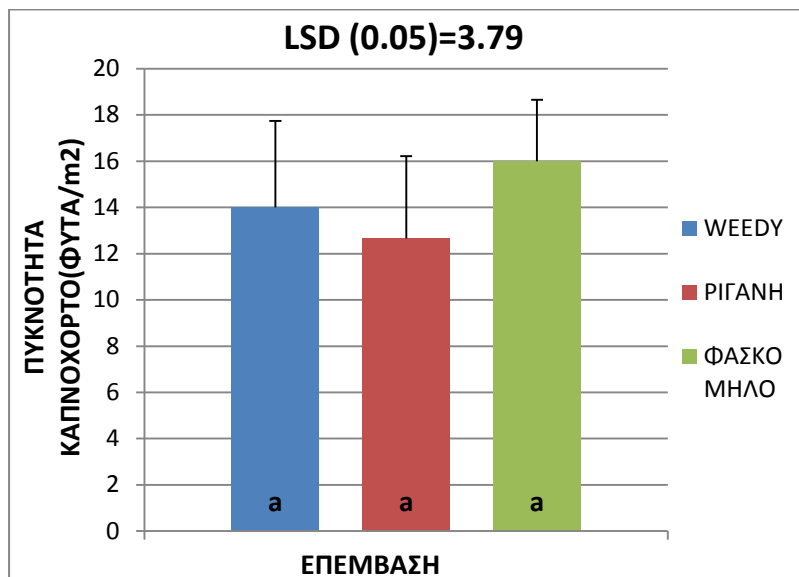
### 3.5.1.2 Δεύτερη μέτρηση (21 Απριλίου-93 ημέρες από τη σπορά)

#### 1. Καπνόχορτο (*F. officinalis*)



**Γράφημα 51. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ**



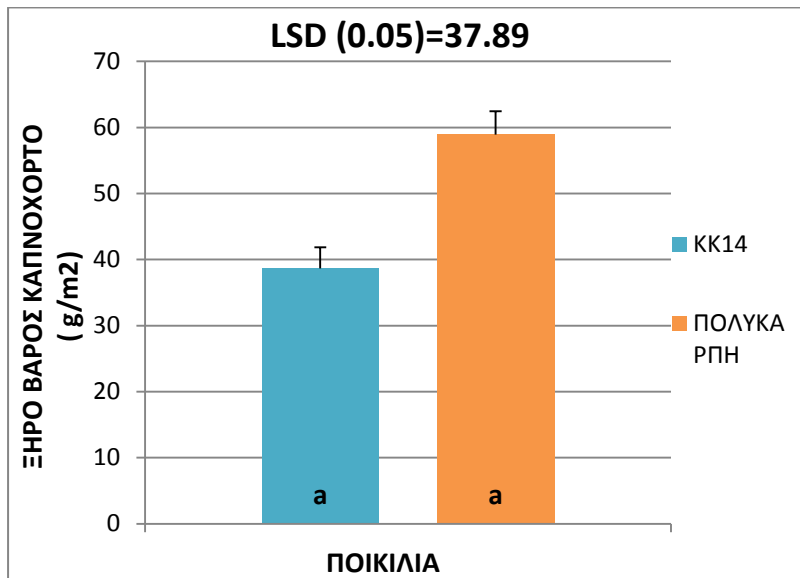


Γράφημα 52. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

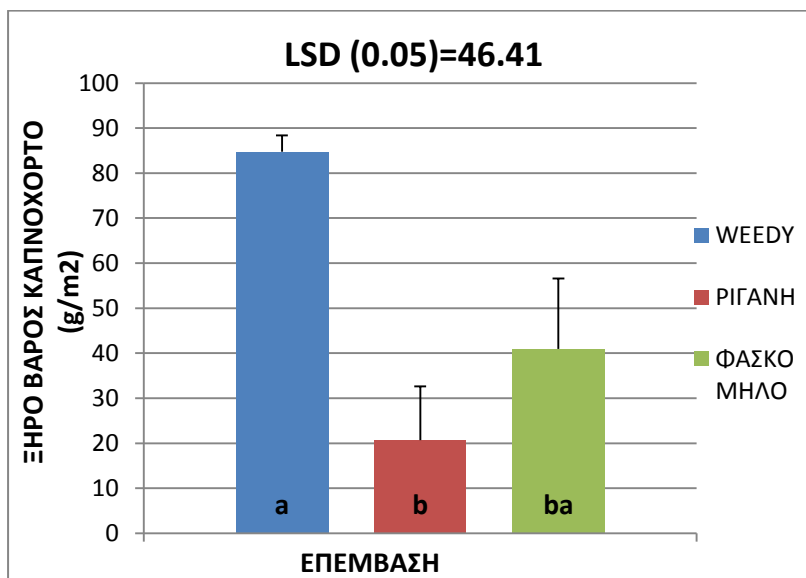
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. Officinalis* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 51). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη και την μεγαλύτερη το φασκόμεηλο (Γράφημα 52). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 19) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 19. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	56,8889	1	56,8889	1,22	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	33,7778	2	16,8889	0,36	NS
(Ε)χ(Π)	55,1111	2	27,5556	0,59	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	467,556	10	46,7556		
ΣΥΝΟΛΟ	1191,11	17			



Γράφημα 53. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ



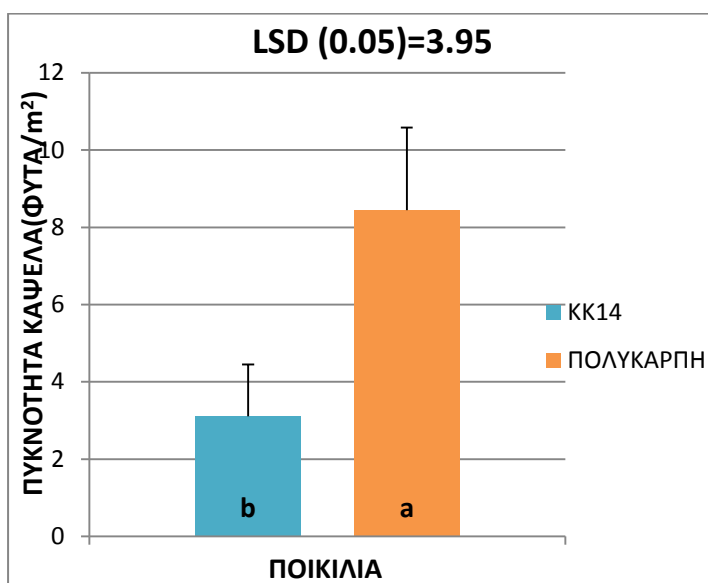
Γράφημα 54. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. Officinalis* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 53). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση με την ρίγανη και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 54). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 20) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ ο παράγοντας ποικιλία και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα.

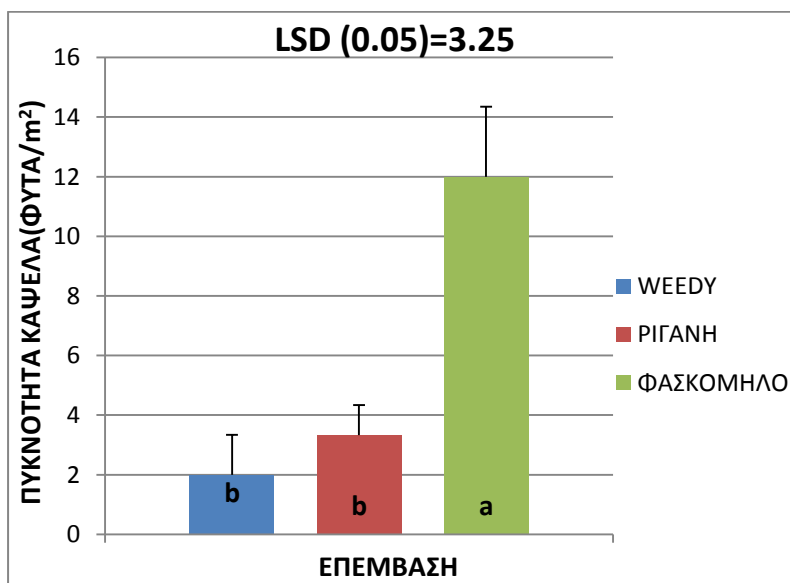
Πίνακας 20. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	1847,51	1	1847,51	1,42	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	12863,2	2	6431,6	4,94	*
(Ε)χ(Π)	6909,54	2	3454,77	2,65	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	13015,6	10	1301,56		
ΣΥΝΟΛΟ	50236,7	17			

## 2. Καψέλα (*Capsela bursa-pastoris*)



Γράφημα 55. Πυκνότητα καψέλας (φυτά/μ²) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ

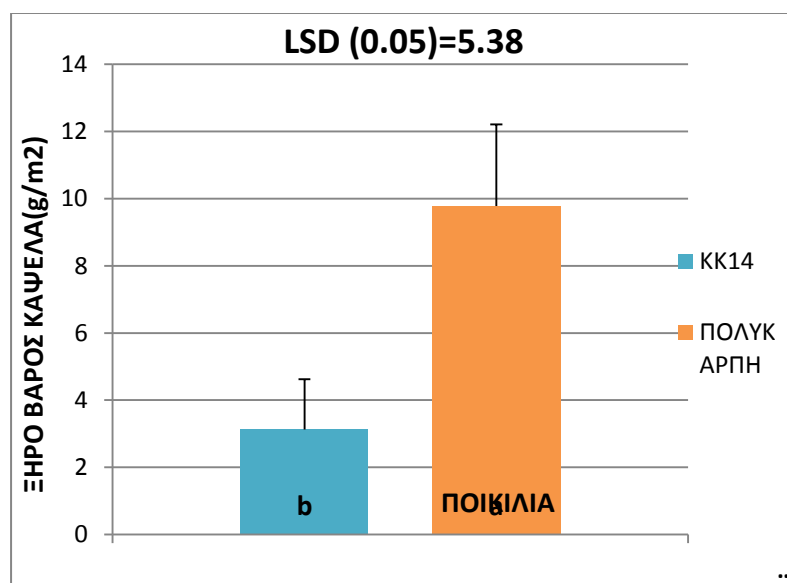


Γράφημα 56. Πυκνότητα καψέλας (φυτά/μ²) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

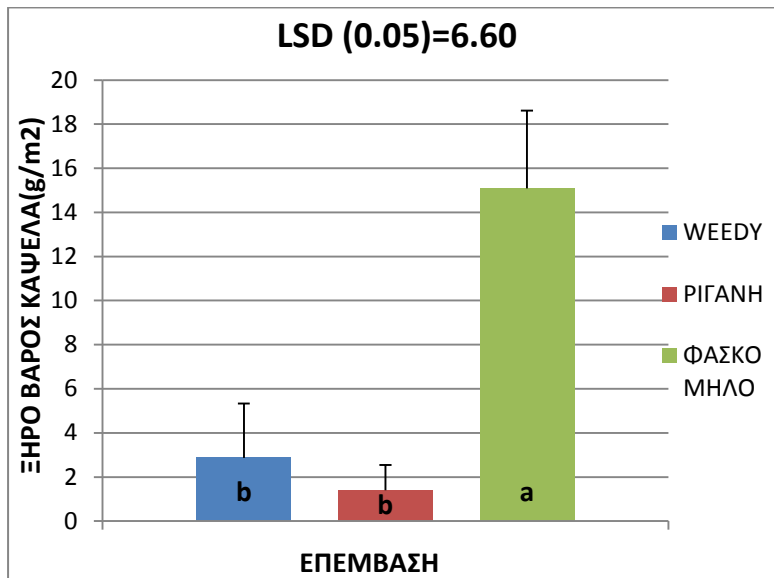
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *C. Bursa-pastoris* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 55). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 56). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 21) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 21. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα καψέλας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	128	1	128	4,02	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	353,778	2	176,889	5,56	*
(Ε)χ(Π)	165,333	2	82,6667	2,6	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	318,222	10	31,8222		
ΣΥΝΟΛΟ	1031,11	17			



**Γράφημα 57. Ξηρό βάρος καψέλας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ**



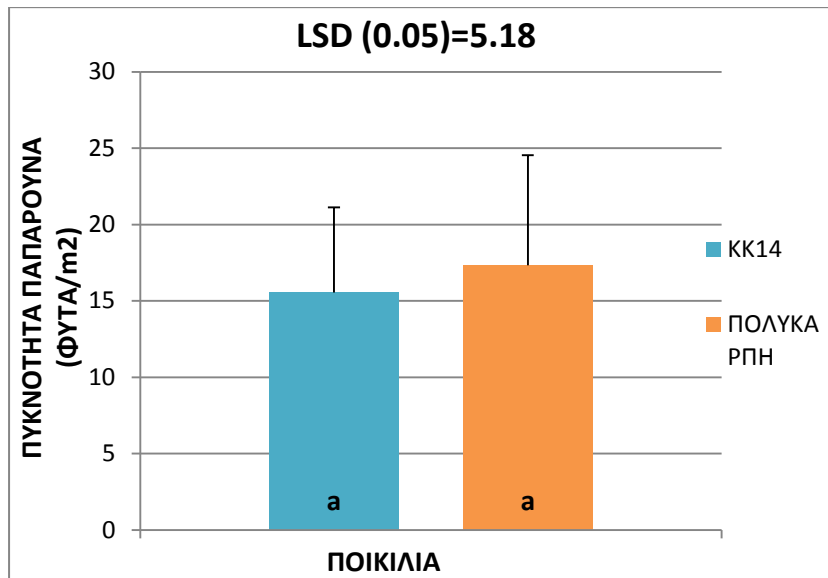
Γράφημα 58. Ξηρό βάρος καψέλας ( $g/m^2$ ) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *C. Bursa-pastoris* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 57). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση με την ρίγανη και το μεγαλύτερο σε αυτή με το φασκόμηλο (Γράφημα 58). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 22) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Επίσης, η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

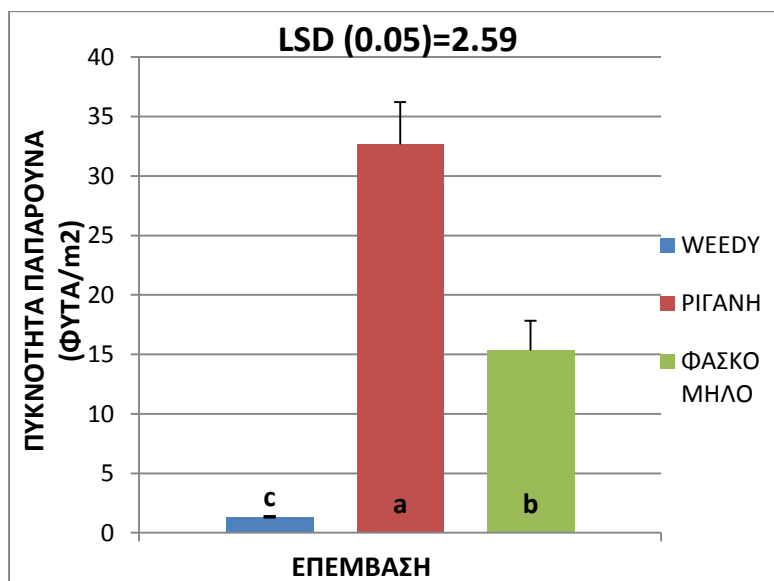
Πίνακας 22. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος καψέλας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	199,201	1	199,201	7,57	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	677,609	2	338,804	12,87	**
(Ε)χ(Π)	347,402	2	173,701	6,6	*
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	263,304	10	26,3304		
ΣΥΝΟΛΟ	1514,37	17			

### 3) Παπαρούνα (*Paraver rhoeas*)



Γράφημα 59. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ

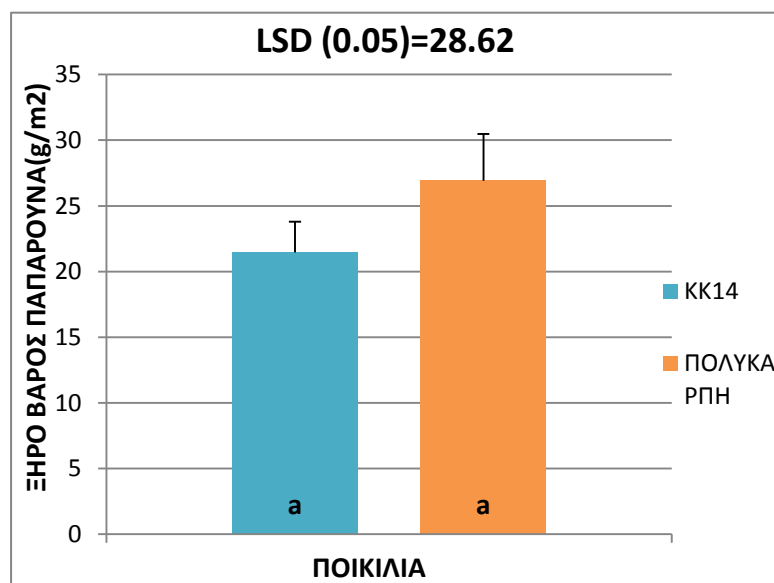


Γράφημα 60. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

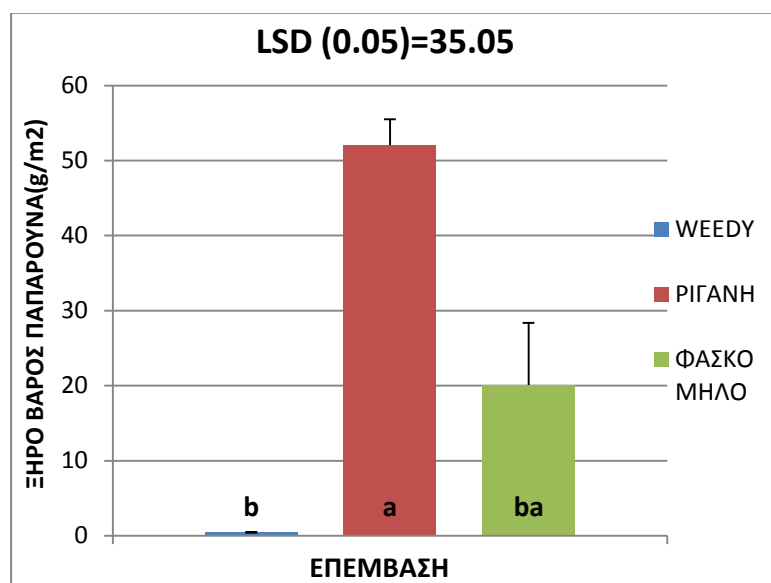
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 59). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 60). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 23) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 23. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	14,2222	1	14,2222	0,07	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	2956,44	2	1478,22	7,08	*
(Ε)χ(Π)	268,444	2	134,222	0,64	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2088,89	10	208,889		
ΣΥΝΟΛΟ	6236,44	17			



Γράφημα 61. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ



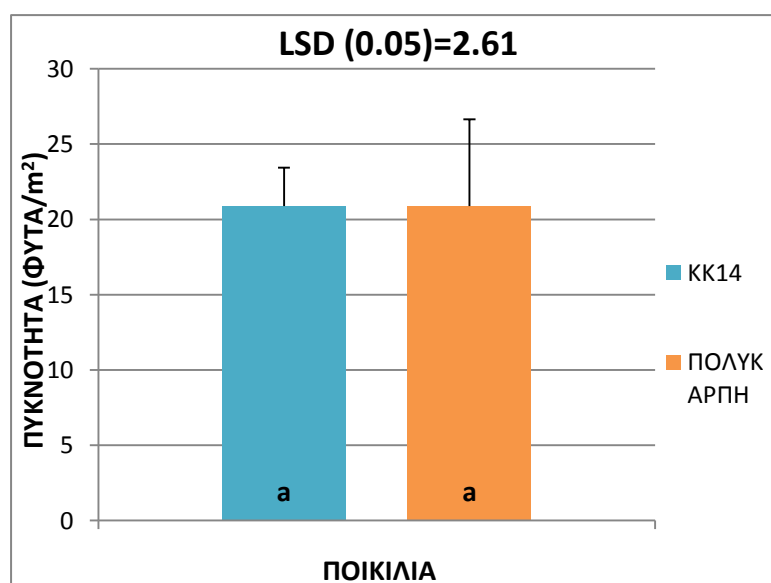
Γράφημα 62. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *C. bursa-pastoris* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 61). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση με την ρίγανη και το μεγαλύτερο σε αυτή με το φασκόμηλο (Γράφημα 62). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 24) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Επίσης, η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 24. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού**

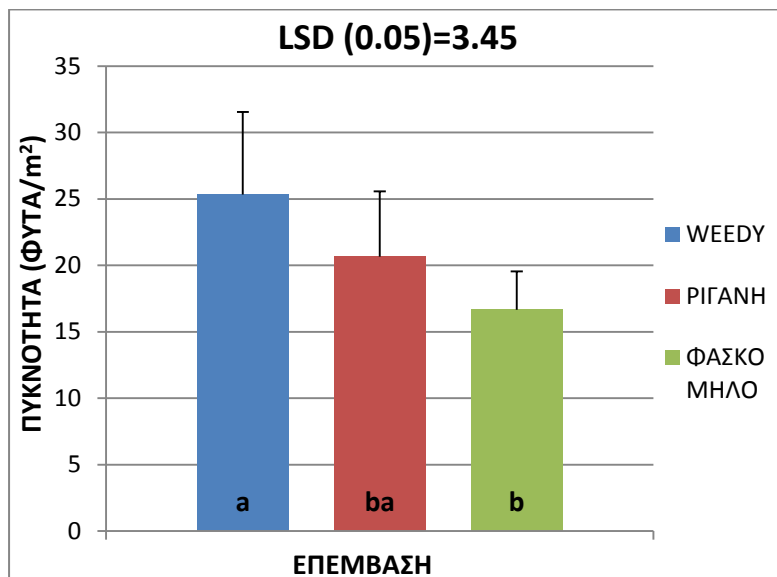
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	134,043	1	134,043	0,18	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	8143,26	2	4071,63	5,48	*
(Ε)χ(Π)	576,248	2	288,124	0,39	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	7425,16	10	742,516		
ΣΥΝΟΛΟ	18919,2	17			

**4) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζάνια: καλέντουλα, σισύμβριο, περικοκλάδα, χαμομήλι, ζωχός, φάλαρη, άγριο σινάπι, αγριομαργαρίτα, αγριοβρώμη και τσουκνίδα**



**Γράφημα 63. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ²) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ**



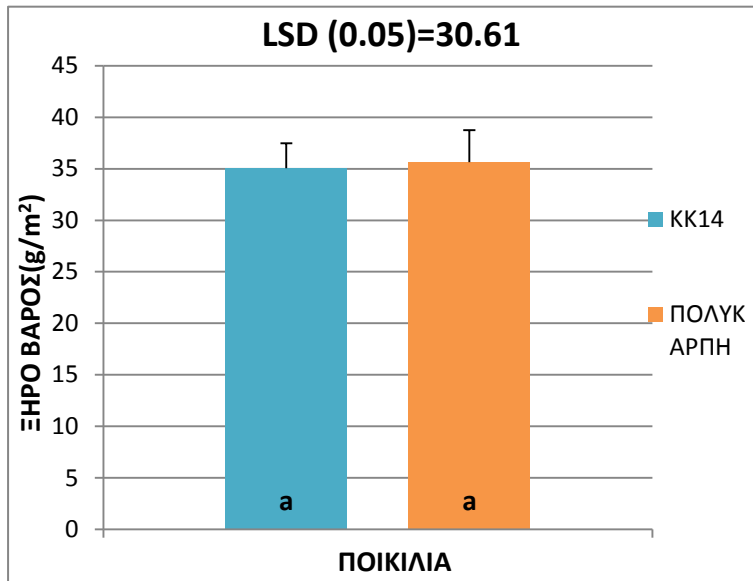


Γράφημα 64. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

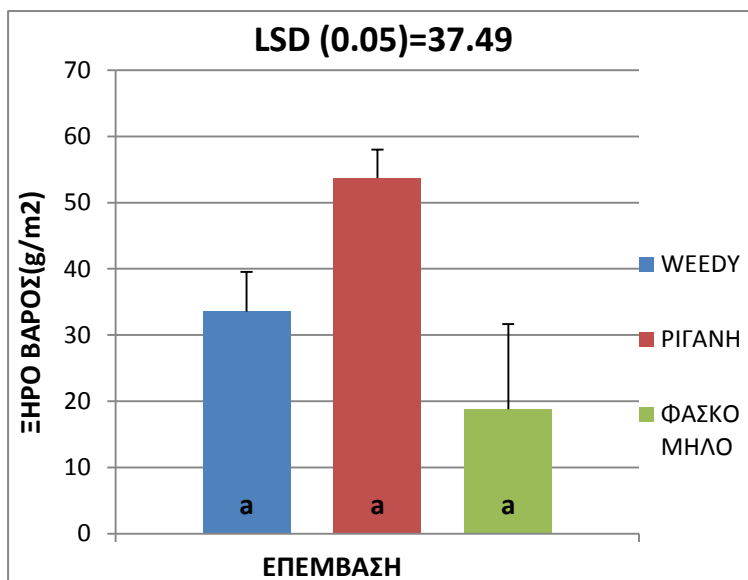
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν ίση στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 63). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε το φασκόμηλο και την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 64). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 25) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 25. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0	1	0	0	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	225,778	2	112,889	0,78	NS
(Ε)χ(Π)	229,333	2	114,667	0,79	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1443,56	10	144,356		
ΣΥΝΟΛΟ	2545,78	17			



Γράφημα 65. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 93 ΗΑΣ



Γράφημα 66. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

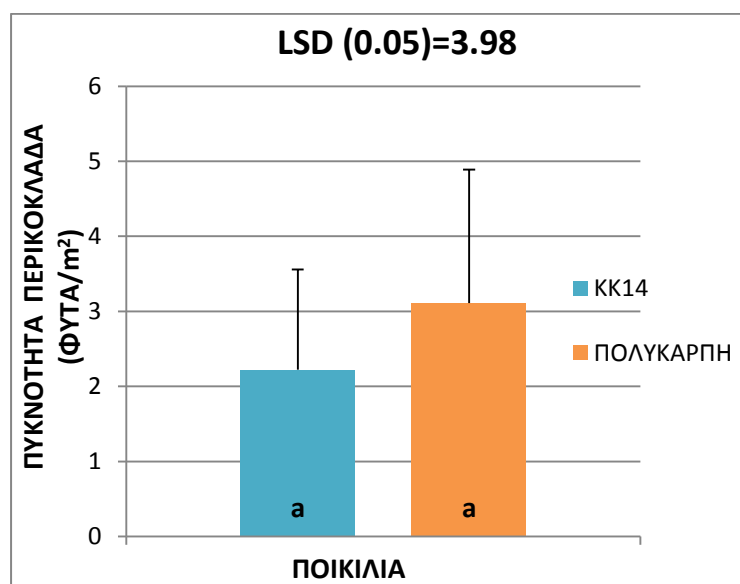
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 με μικρή διαφορά σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 65). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στην ρίγανη (Γράφημα 66). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 26) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 26. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

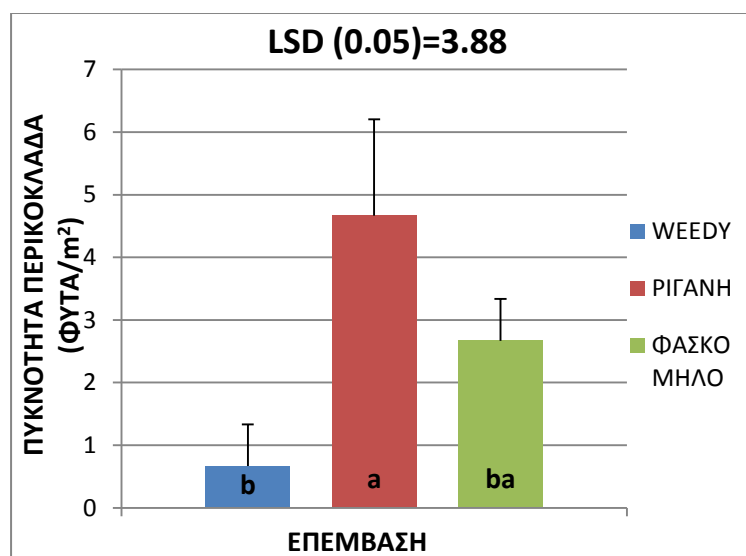
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	1,59609	1	1,59609	0	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	3686,05	2	1843,03	2,17	NS
(Ε)χ(Π)	317,042	2	158,521	0,19	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	8493,24	10	849,324		
ΣΥΝΟΛΟ	16255,1	17			

### 3.5.1.3 Τρίτη μέτρηση (18 Μαΐου-120 ημέρες από τη σπορά)

#### 1) Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*)



Γράφημα 67. Πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 120 ΗΑΣ

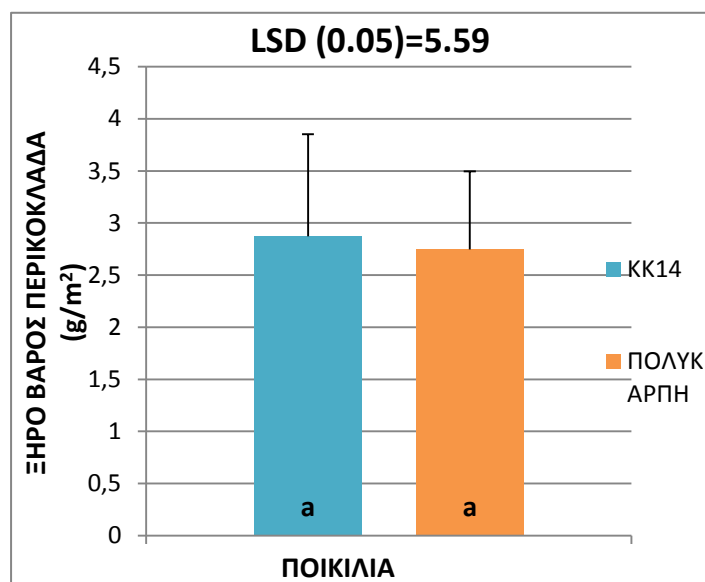


Γράφημα 68. Πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

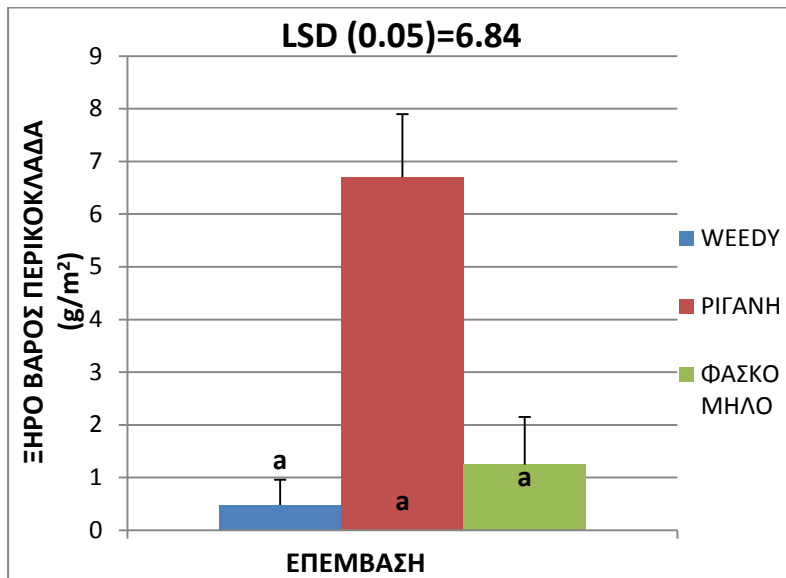
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *C. arvensis* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 67). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 68). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 27) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 27. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	3,55556	1	3,55556	0,25	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	48	2	24	1,67	*
(Ε)χ(Π)	12,4444	2	6,22222	0,43	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	144	10	14,4		
ΣΥΝΟΛΟ	224	17			



**Γράφημα 69. Ξηρό βάρος περικοκλάδας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 120 ΗΑΣ**



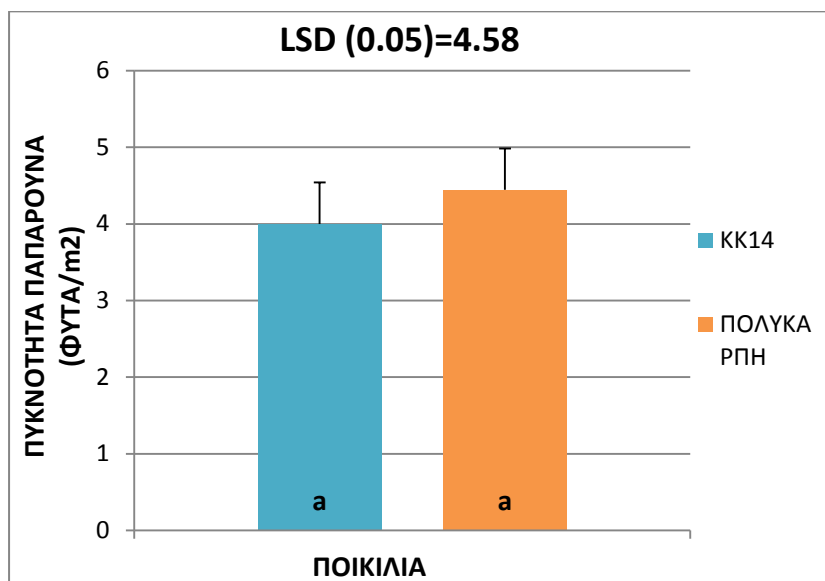
Γράφημα 70. Ξηρό βάρος περικοκλάδας ( $\text{g/m}^2$ ) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *C. Arvensis* ήταν μεγαλύτερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 69). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο σε αυτή με την ρίγανη (Γράφημα 70). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 28) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Επίσης, η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

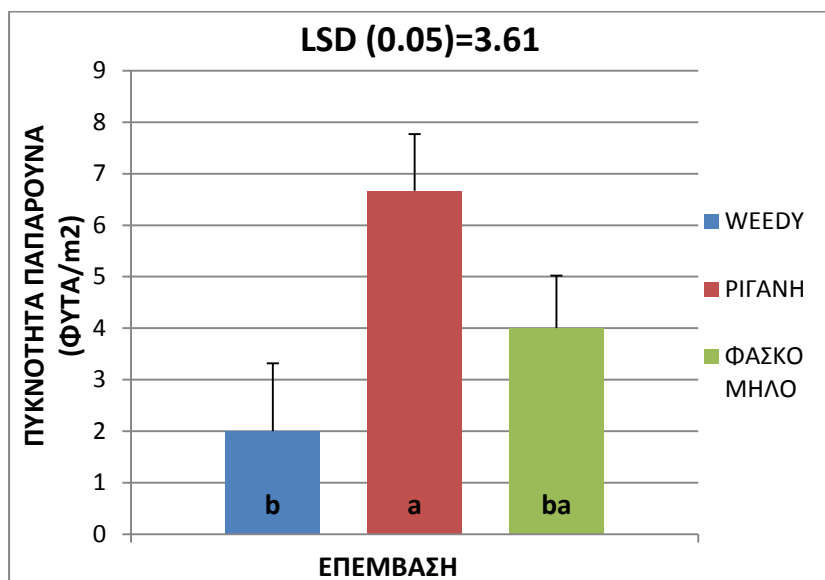
Πίνακας 28. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος περικοκλάδας ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,069689	1	0,069689	0	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	138,03	2	69,015	2,44	NS
(Ε)χ(Π)	7,06258	2	3,53129	0,12	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	283,384	10	28,3384		
ΣΥΝΟΛΟ	467,826	17			

## 2) Παπαρούνα (*Paraver rhoeas*)



Γράφημα 71. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 120 ΗΑΣ

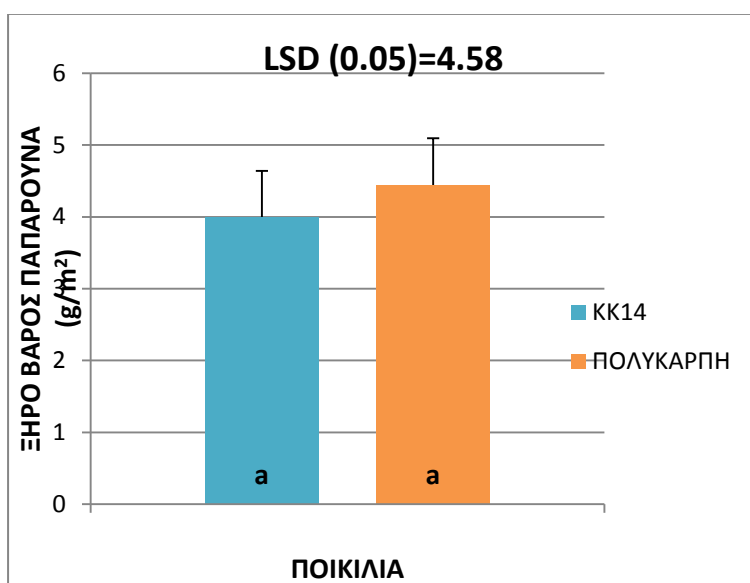


Γράφημα 72. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 120 ΗΑΣ

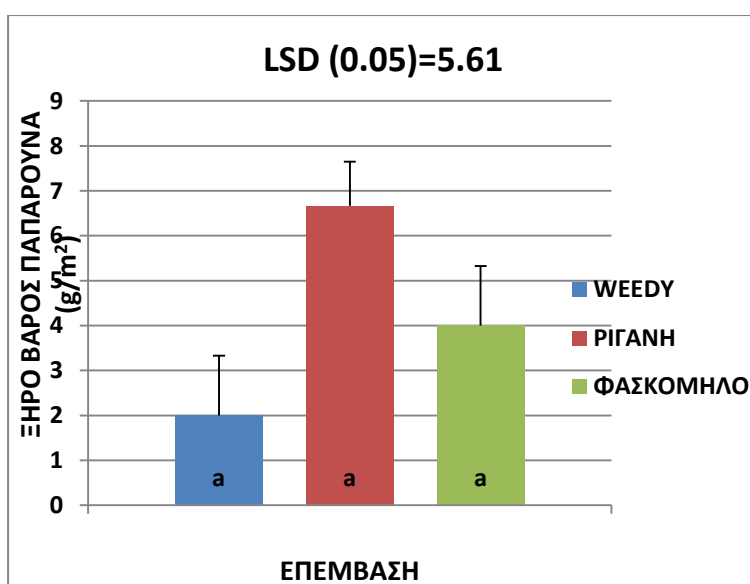
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 71). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 72). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 29) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 29. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	0,888889	1	0,888889	0,05	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	65,7778	2	32,8889	1,73	*
(Ε)χ(Π)	12,4444	2	6,22222	0,33	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	190,222	10	19,0222		
ΣΥΝΟΛΟ	303,111	17			



Γράφημα 73. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 120 ΗΑΣ



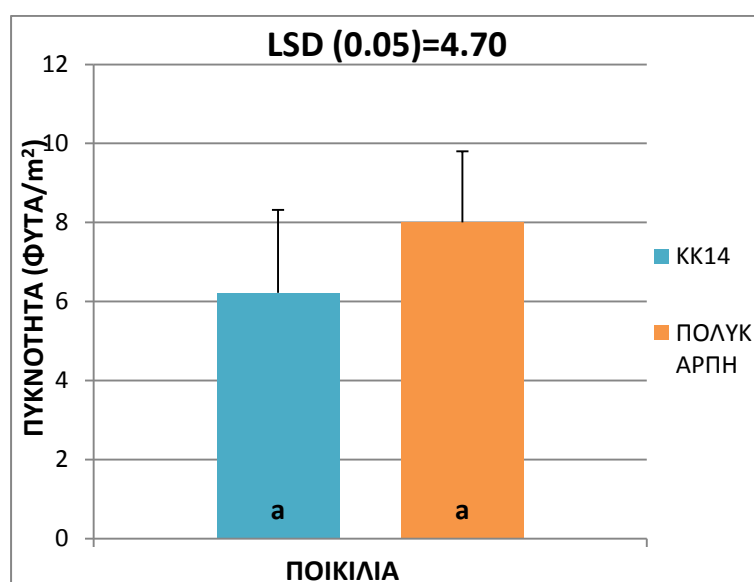
Γράφημα 74. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 73). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στην επέμβαση με τη ρίγανη (Γράφημα 74). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 30) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Επίσης, η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 30. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού**

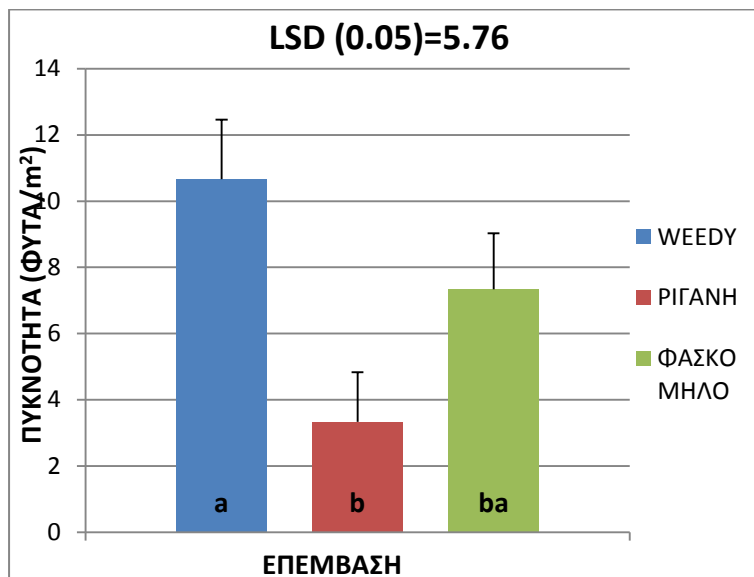
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	0,888889	1	0,888889	0,05	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	65,7778	2	32,8889	1,73	NS
(Ε)χ(Π)	12,4444	2	6,22222	0,33	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	190,222	10	19,0222		
ΣΥΝΟΛΟ	303,111	17			

### 3) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζάνια: σισύμβριο, γερμανός, ζωχός, καλέντουλα, φάλαρη και χαμομήλι



**Γράφημα 75. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 120 ΗΑΣ**



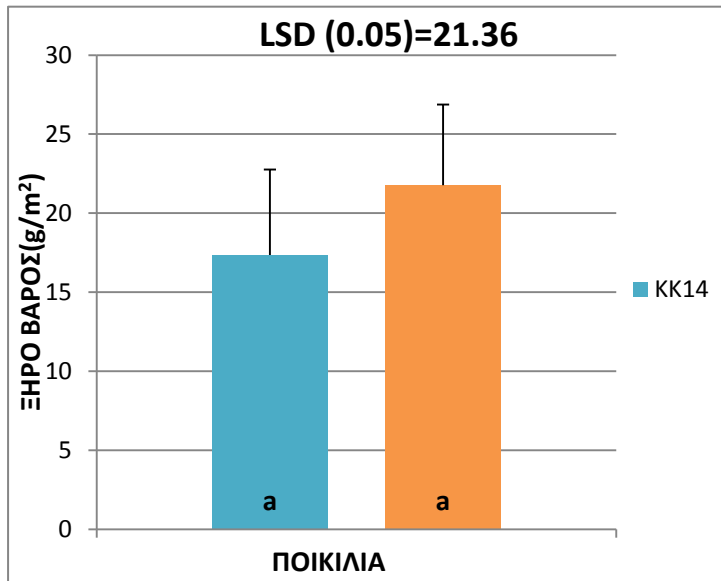


Γράφημα 76. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

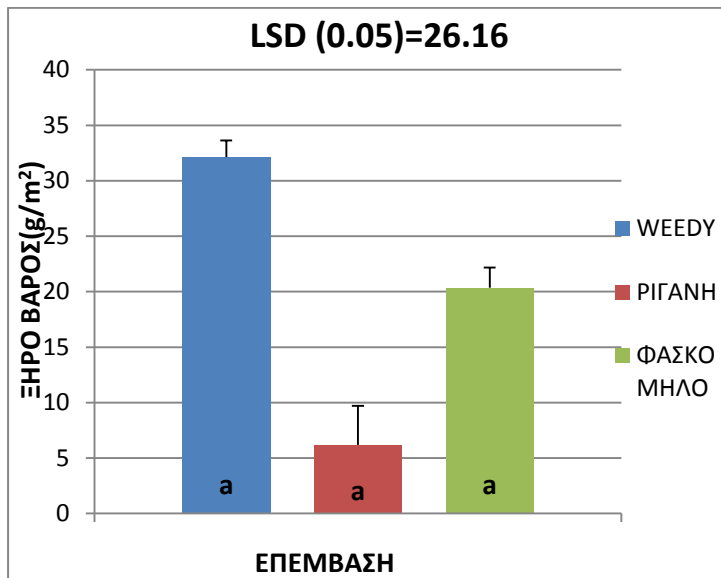
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 75). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη και την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 76). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 31) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 31. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	14,2222	1	14,2222	0,71	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	161,778	2	80,8889	4,03	*
(Ε)χ(Π)	76,4444	2	38,2222	1,9	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	200,889	10	20,0889		
ΣΥΝΟΛΟ	721,778	17			



Γράφημα 77. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού στις 120 ΗΑΣ



Γράφημα 78. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΚΚ14 με μικρή διαφορά σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 77). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση ρίγανη και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 78). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 32) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

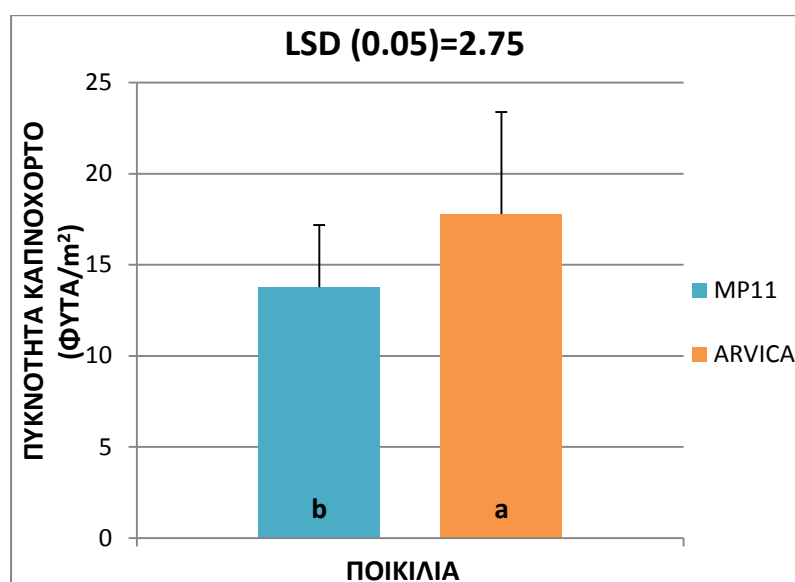
Πίνακας 32. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	88,0022	1	88,0022	0,21	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ (Ε)	2025,45	2	1012,72	2,45	NS
(Ε)χ(Π)	3535,86	2	1767,93	4,27	*
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	4137,08	10	413,708		
ΣΥΝΟΛΟ	12484,1	17			

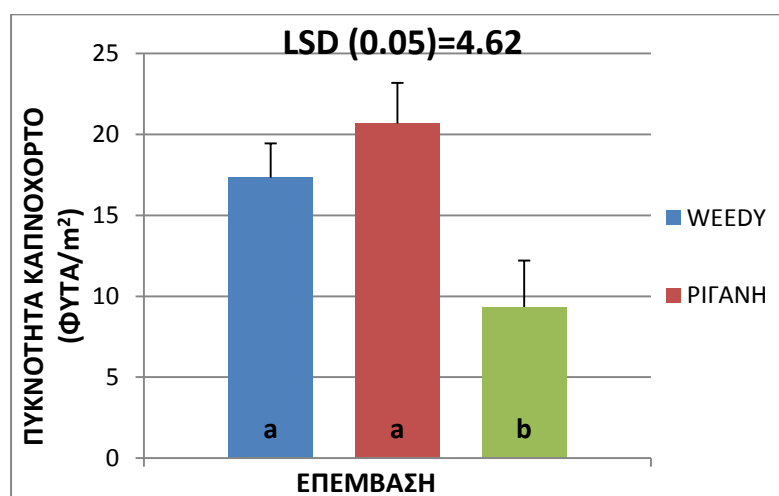
### 3.5.2 Μπιζέλι

#### 3.5.2.1 Πρώτη μέτρηση (19 Μαρτίου-60 ΗΑΣ)

##### 1) Καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*)



Γράφημα 79. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ

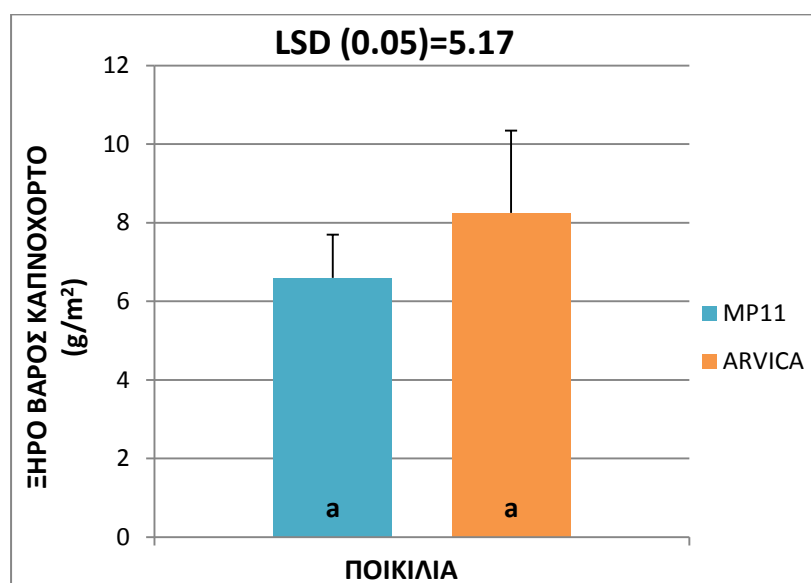


Γράφημα 80. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

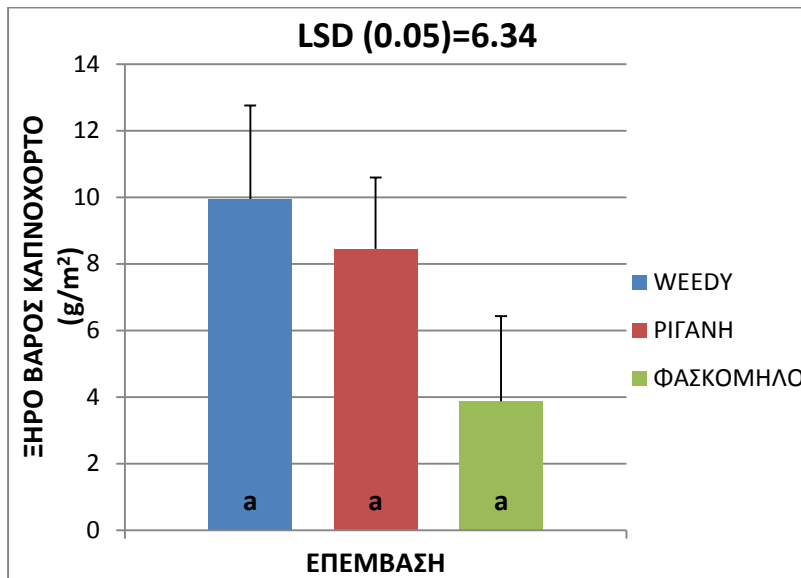
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. Officinalis* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 79). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε το φασκόμηλο και την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 80). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 33) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 33. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	72	1	72	0,49	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	407,111	2	203,556	1,38	*
(Ε)χ(Π)	688	2	344	2,33	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1475,56	10	147,556		
ΣΥΝΟΛΟ	6575,11	17			



**Γράφημα 81. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ**



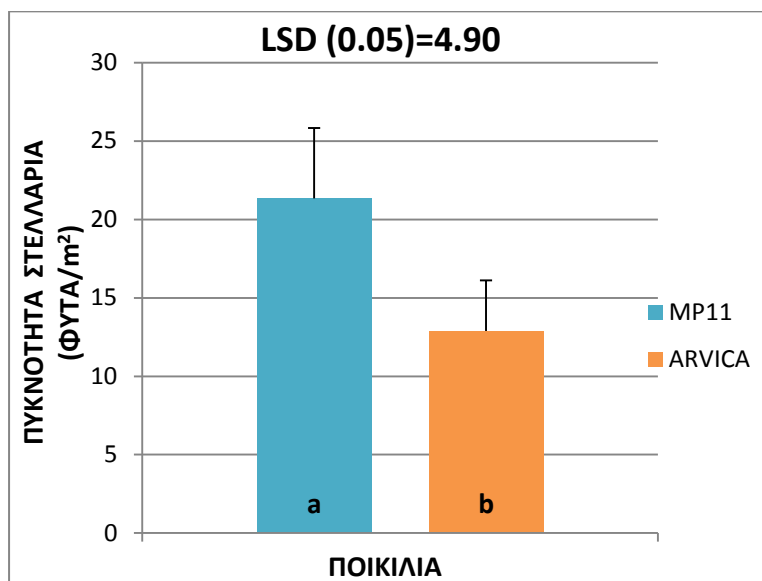
Γράφημα 82. Ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $g/m^2$ ) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του *F. officinalis* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 81). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 82). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 34) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

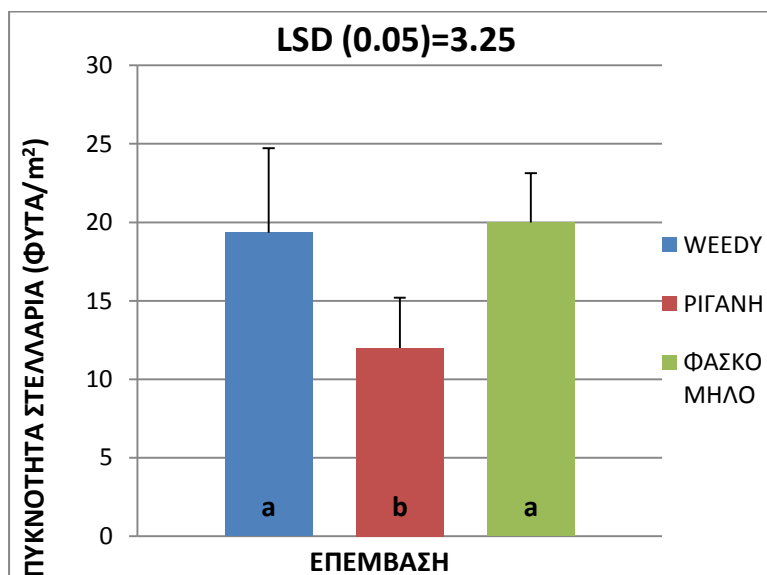
Πίνακας 34. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	12,2348	1	12,2348	0,5	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ (Ε)	120,304	2	60,1518	2,48	NS
(Ε)χ(Π)	174,414	2	87,2068	3,59	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	242,961	10	24,2961		
ΣΥΝΟΛΟ	1194,48	17			

## 2) Στελλάρια (*Stelaria media*)



Γράφημα 83. Πυκνότητα στελλάριας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ

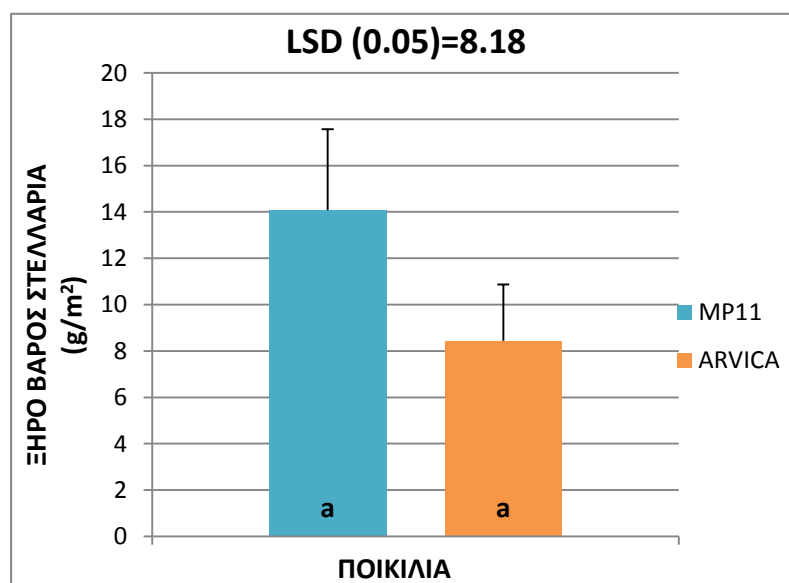


Γράφημα 84. Πυκνότητα στελλάριας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

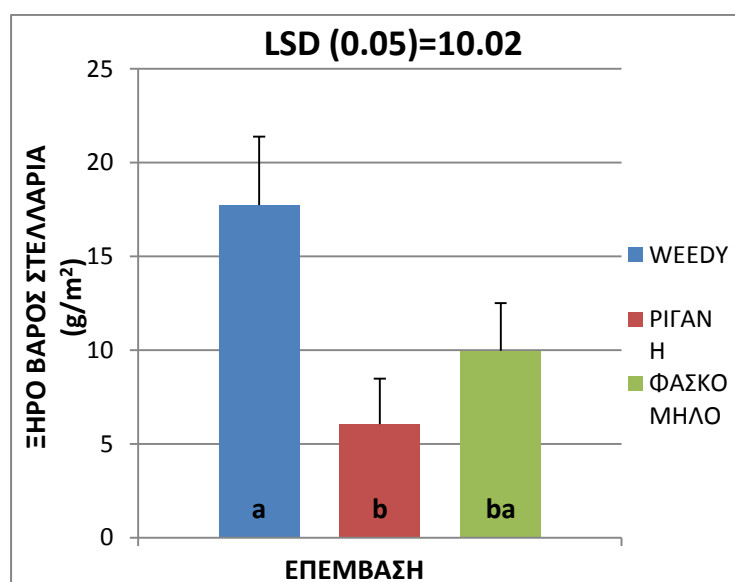
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανιού *S. Media* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arnica (Γράφημα 83). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη και την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 84). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 35) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 35. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα στελλάριας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	320,889	1	320,889	1,59	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	236,444	2	118,222	0,59	*
(Ε)χ(Π)	492,444	2	246,222	1,22	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2014,22	10	201,422		
ΣΥΝΟΛΟ	5017,78	17			



Γράφημα 85. Ξηρό βάρος στελλάριας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ



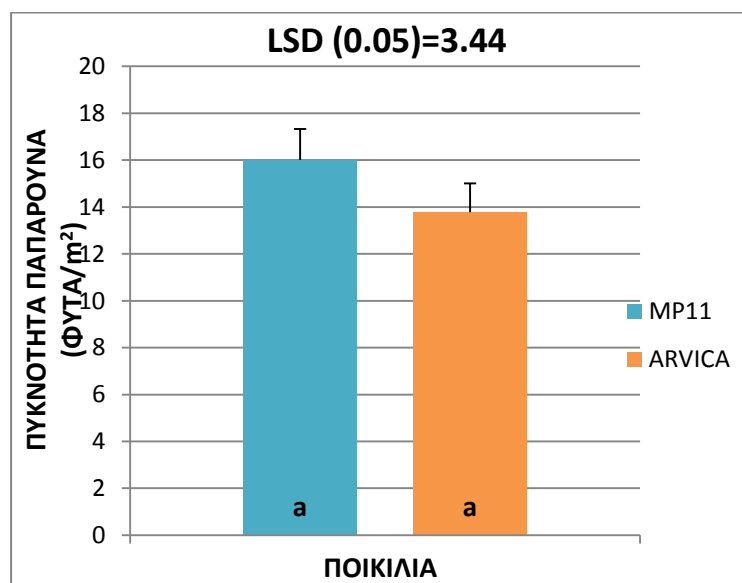
Γράφημα 86. Ξηρό βάρος στελλάριας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του *S. media* ήταν μεγαλύτερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 85). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση ρίγανη και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 86). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 36) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 36. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος στελλάριας (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού**

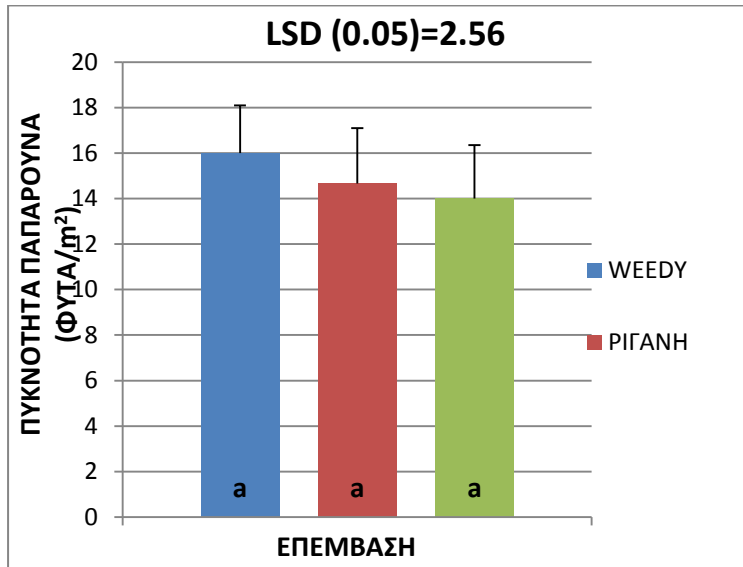
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	142,692	1	142,692	2,35	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	423,182	2	211,591	3,48	NS
(Ε)χ(Π)	253,349	2	126,674	2,08	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	607,881	10	60,7881		
ΣΥΝΟΛΟ	2188,26	17			

### 3) Παπαρούνα (*Paraver rhoeas*)



**Γράφημα 87. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ**



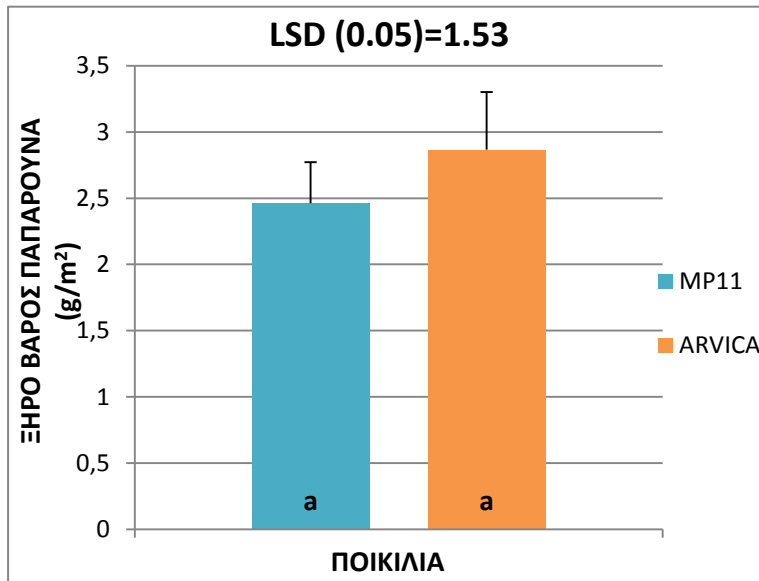


Γράφημα 88. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

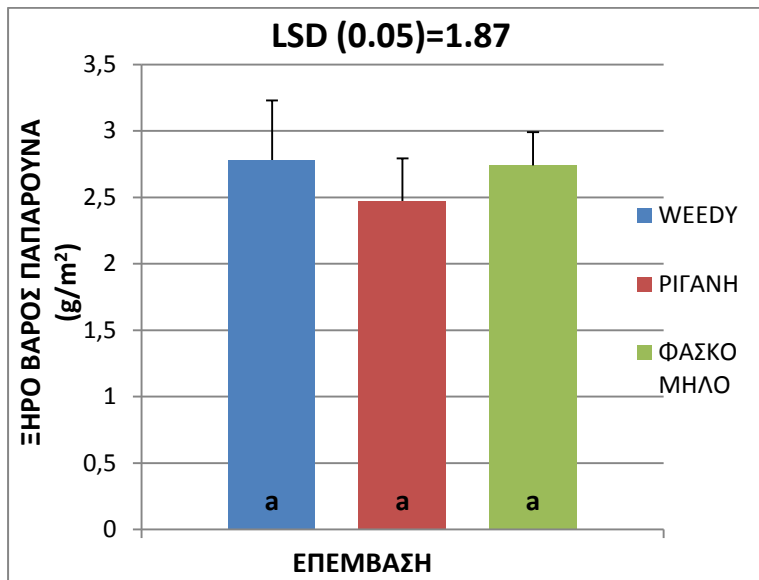
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 87). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε το φασκόμηλο και την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 88). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 37) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 37. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	22,2222	1	22,2222	0,27	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	12,4444	2	6,22222	0,08	NS
(Ε)χ(Π)	76,4444	2	38,2222	0,47	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	808,889	10	80,8889		
ΣΥΝΟΛΟ	1753,78	17			



Γράφημα 89. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ



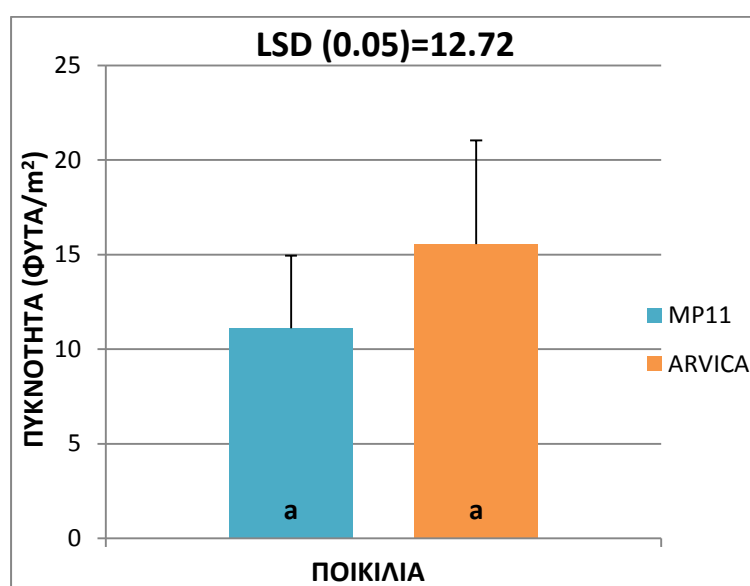
Γράφημα 90. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του *P. rhoeas* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 89). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση ρίγανη και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 90). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 38) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

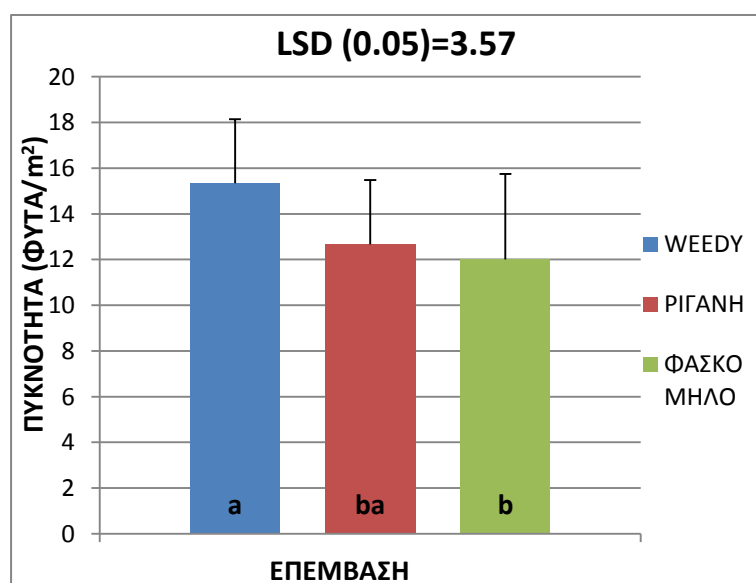
Πίνακας 38. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	0,736089	1	0,736089	0,35	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	0,333511	2	0,166756	0,08	NS
(Ε)χ(Π)	8,46151	2	4,23076	1,99	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	21,2916	10	2,12916		
ΣΥΝΟΛΟ	74,3428	17			

4) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζάνια: καλέντουλα, σισύμβριο, καφέλα, αγριοβρώμη, δωδεκάνθη, άγριο καρότο, περικοκλάδα και ζωχός



Γράφημα 91. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ

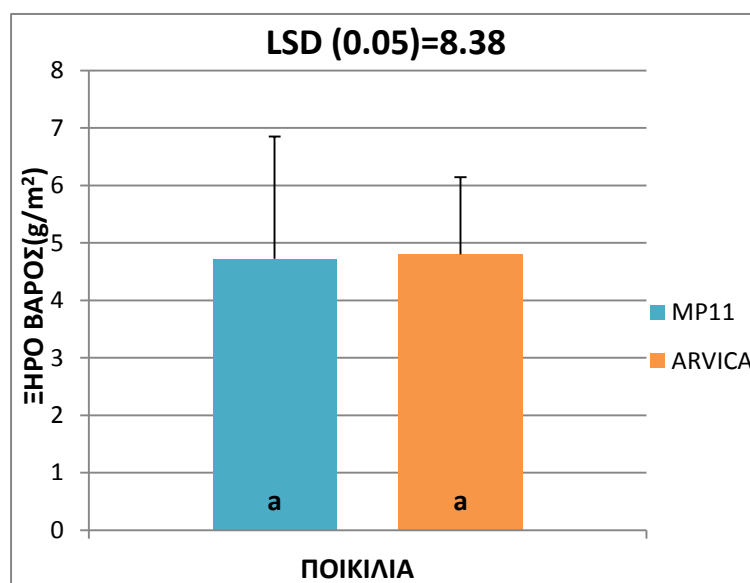


Γράφημα 92. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

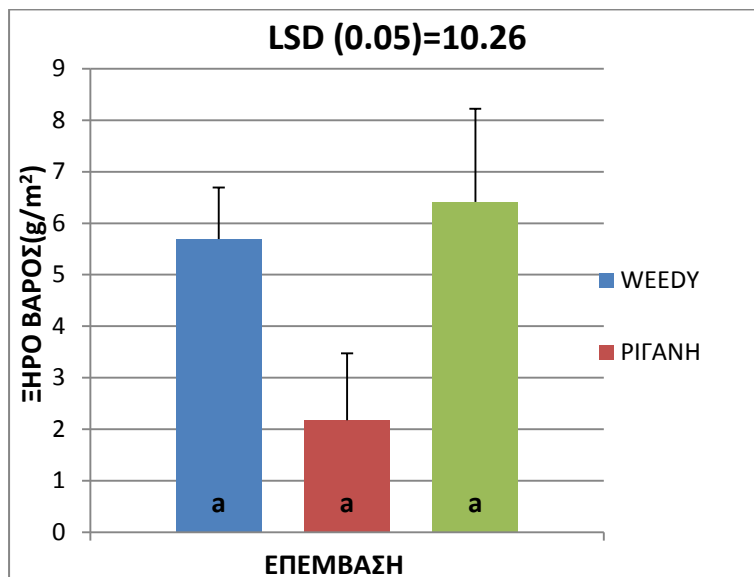
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 91). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε το φασκόμηλο και την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 92). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 39) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 39. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	88,8889	1	88,8889	0,61	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	37,3333	2	18,6667	0,13	NS
(Ε)χ(Π)	215,111	2	107,556	0,73	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1466,67	10	146,667		
ΣΥΝΟΛΟ	1920	17			



**Γράφημα 93. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 60 ΗΑΣ**



Γράφημα 94. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

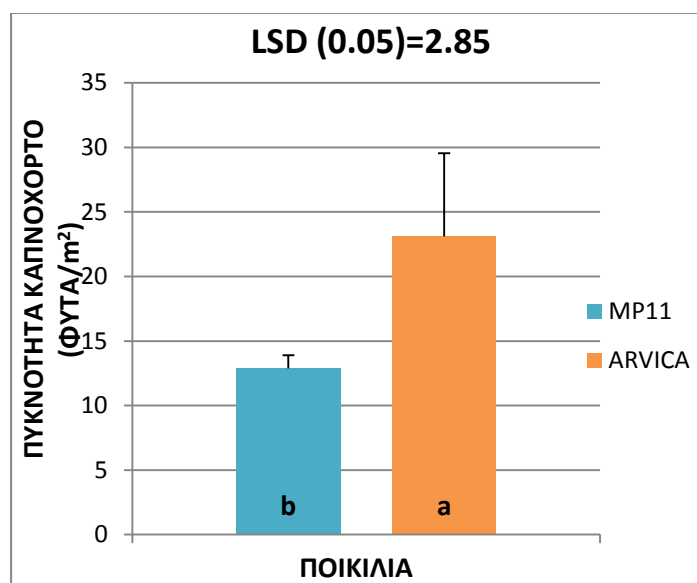
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν σχεδόν ίσο στις καλλιέργειες της ποικιλίας MP11 και της ποικιλία Arvica (Γράφημα 93). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση ρίγανη και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 94). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 40) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 40. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

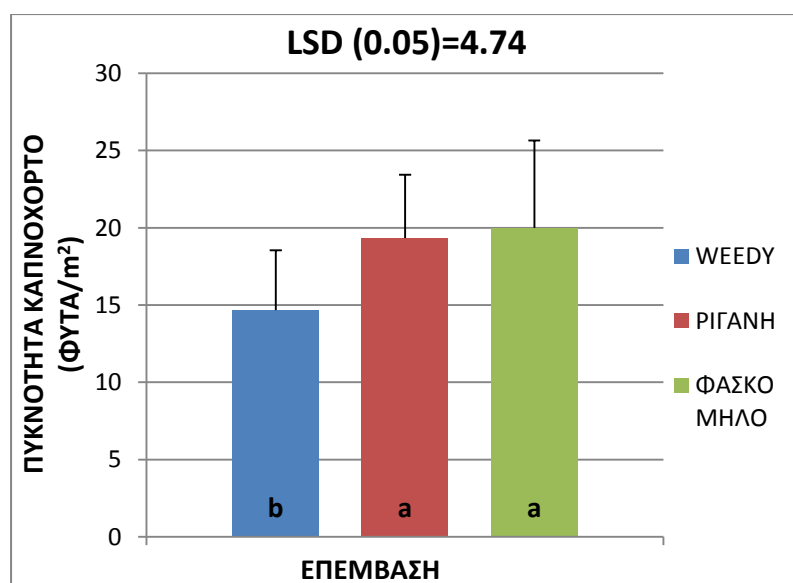
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	0,0288	1	0,0288	0	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	61,7728	2	30,8864	0,48	NS
(Ε)χ(Π)	96,8021	2	48,4011	0,76	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	637,212	10	63,7212		
ΣΥΝΟΛΟ	809,066	17			

### 3.5.2.2 Δεύτερη μέτρηση (21 Απριλίου-93 ΗΑΣ)

#### 1) Καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*)



Γράφημα 95. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ²) ανά ποικιλία μιζελιού στις 93 ΗΑΣ

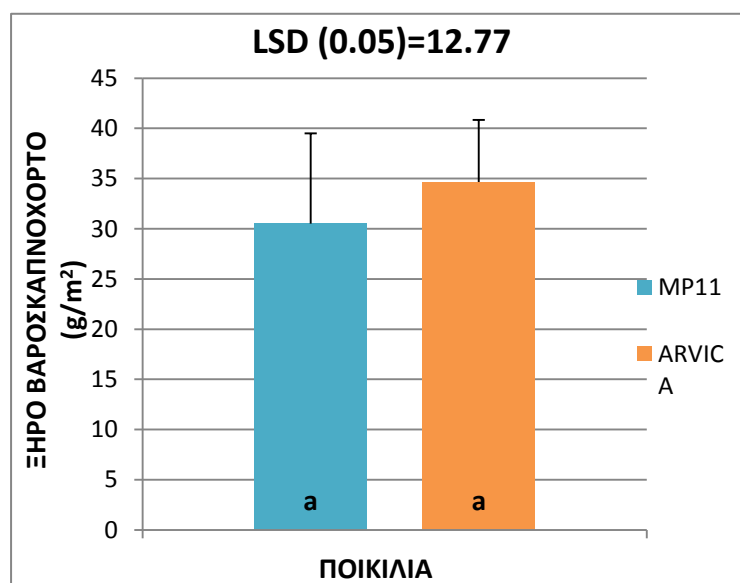


Γράφημα 96. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ²) ανά επέμβαση στις 93

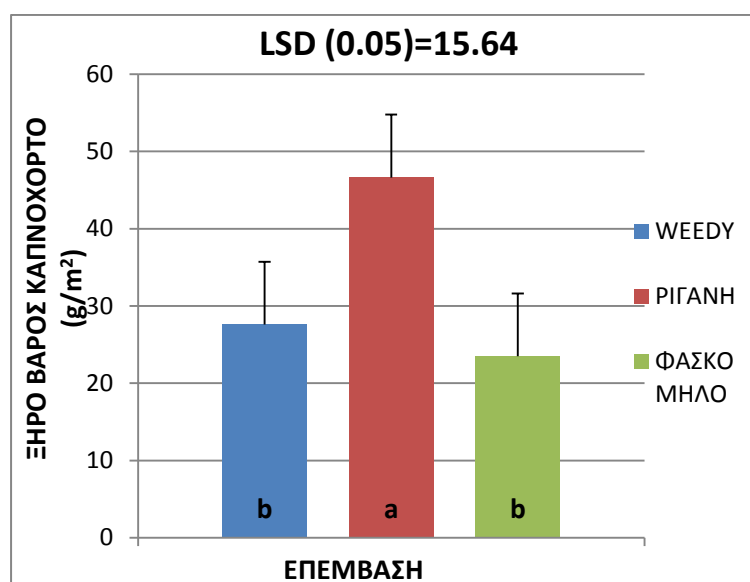
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. officinalis* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 95). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 96). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 41) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 41. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	470,222	1	470,222	3,14	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	101,333	2	50,6667	0,34	*
(Ε)χ(Π)	428,444	2	214,222	1,43	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1498,67	10	149,867		
ΣΥΝΟΛΟ	4296	17			



Γράφημα 97. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 93 ΗΑΣ



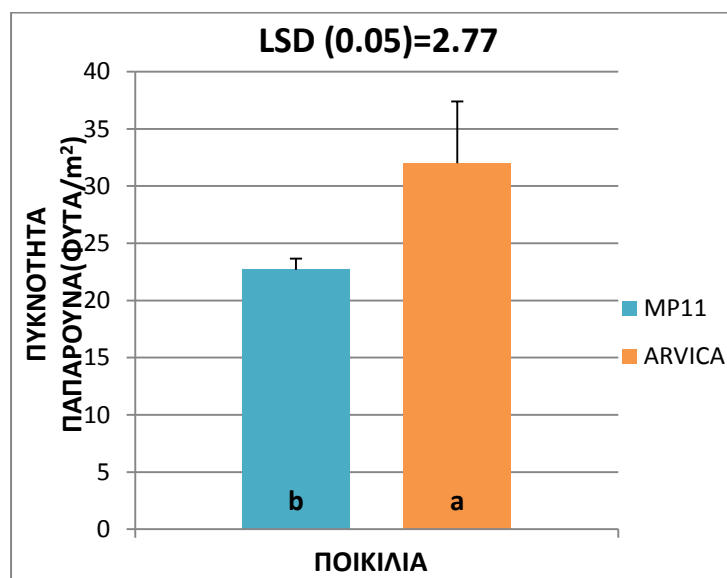
Γράφημα 98. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. officinalis* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 97). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στην ρίγανη (Γράφημα 98). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 42) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 42. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού**

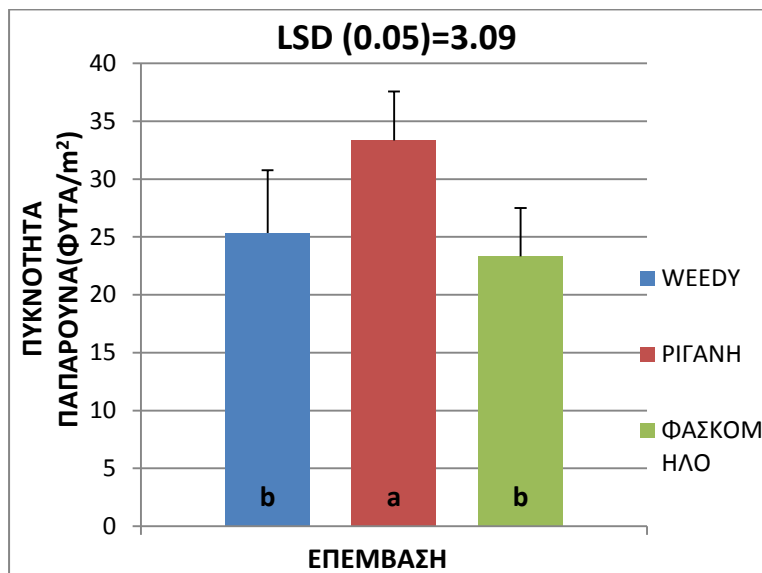
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	77,0454	1	77,0454	0,52	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1826,14	2	913,07	6,17	*
(Ε)χ(Π)	1234,28	2	617,138	4,17	*
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1479,09	10	147,909		
ΣΥΝΟΛΟ	8860,45	17			

## 2) Παπαρούνα (*Paraver rhoeas*)



**Γράφημα 99. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 93 ΗΑΣ**



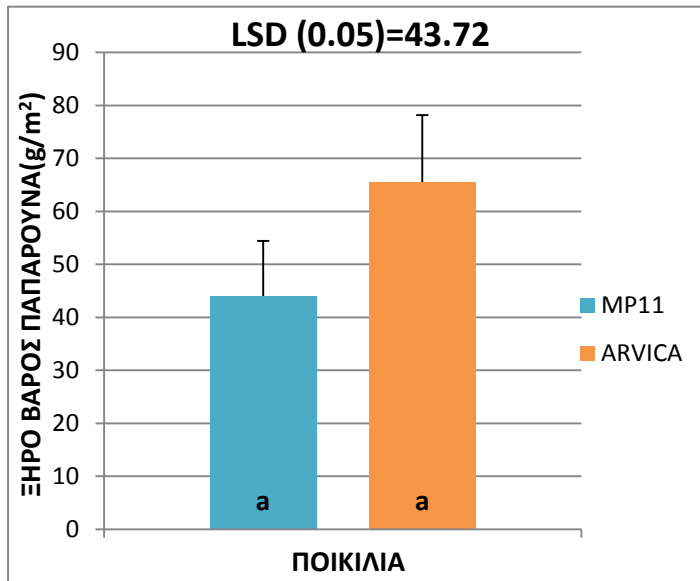


Γράφημα 100. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

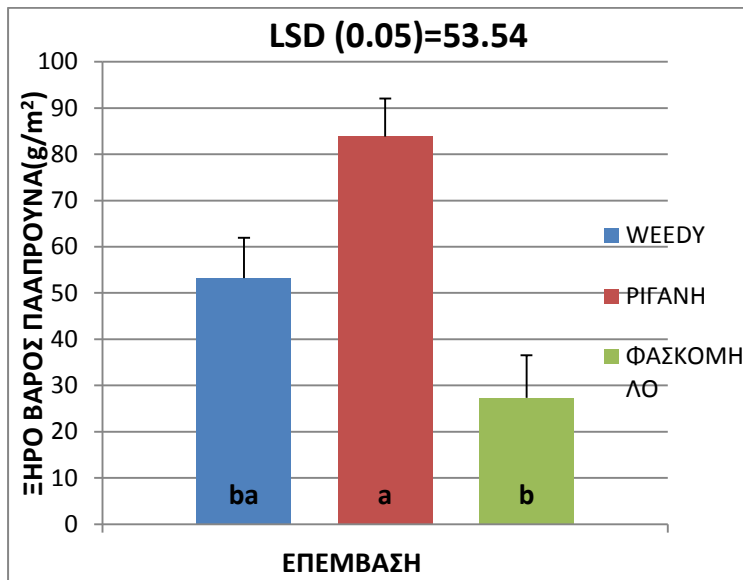
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arnica (Γράφημα 99). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε το φασκόμηλο και την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 100). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 43) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 43. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	392	1	392	1,98	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	336	2	168	0,85	*
(Ε)χ(Π)	144	2	72	0,36	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1978,67	10	197,867		
ΣΥΝΟΛΟ	3400	17			



Γράφημα 101. Ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) ανά ποικιλία μιζελιού στις 93 ΗΑΣ



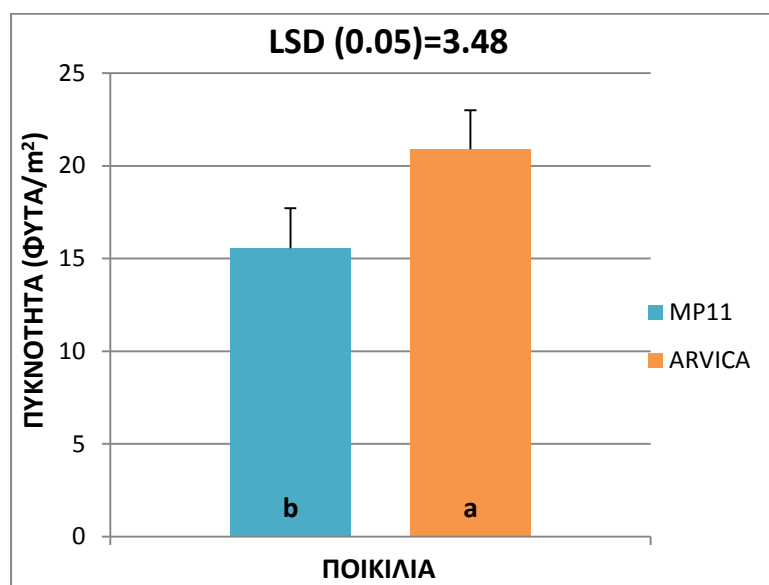
Γράφημα 102. Ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 101). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στην ρίγανη (Γράφημα 102). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 44) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

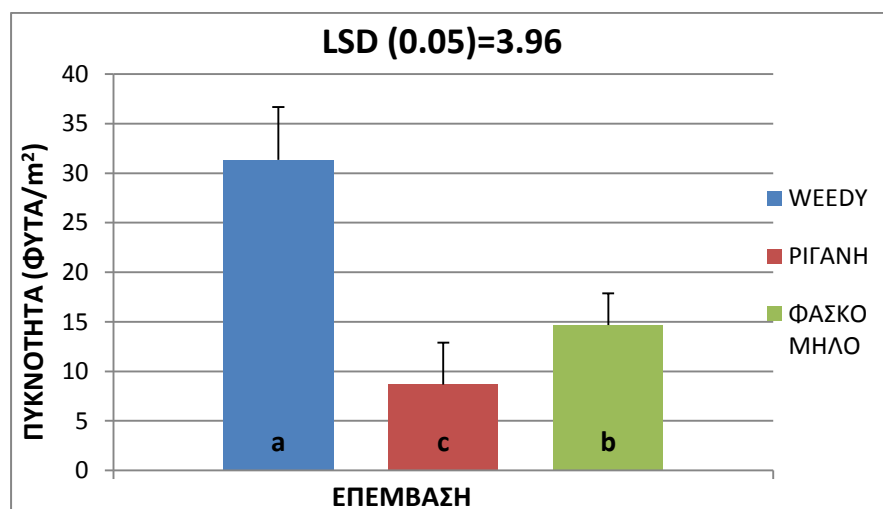
Πίνακας 44. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	2075,4	1	2075,4	1,2	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	9603,61	2	4801,81	2,77	*
(Ε)χ(Π)	776,046	2	388,023	0,22	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	17325,8	10	1732,58		
ΣΥΝΟΛΟ	39824,8	17			

3) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζάνια: άγριο σινάπι, αγριομαργαρίτα, καλέντουλα, σισύμβριο, καυέλα, δωδεκάνθη, περικοκλάδα, χαμομήλι, ζωχός, φάλαρη



Γράφημα 103. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 93 ΗΑΣ

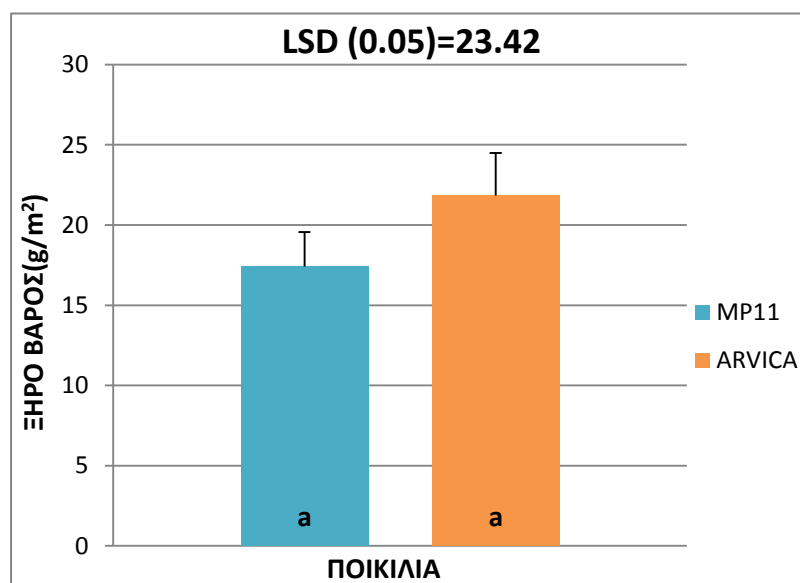


Γράφημα 104. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

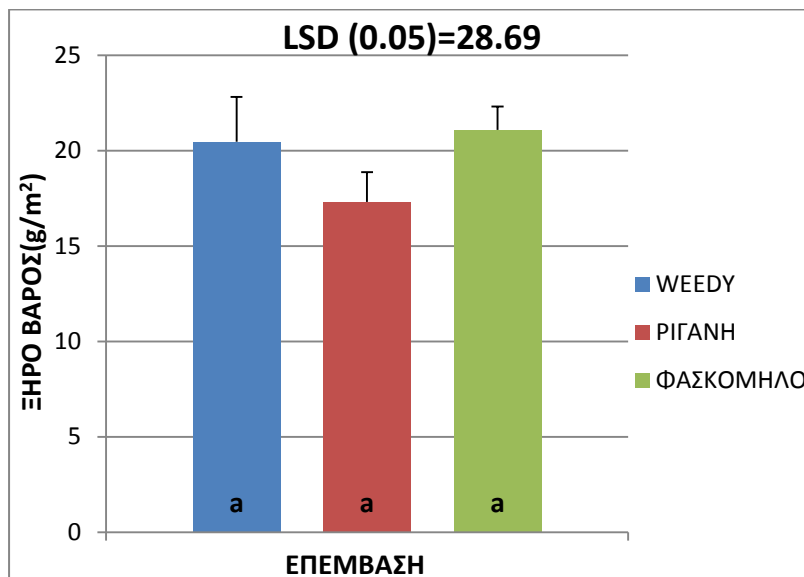
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 103). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη και την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 104). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 45) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 45. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	128	1	128	0,59	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1655,11	2	827,556	3,81	**
(Ε)χ(Π)	144	2	72	0,33	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2174,22	10	217,422		
ΣΥΝΟΛΟ	5095,11	17			



Γράφημα 105. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 93 ΗΑΣ



Γράφημα 106. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

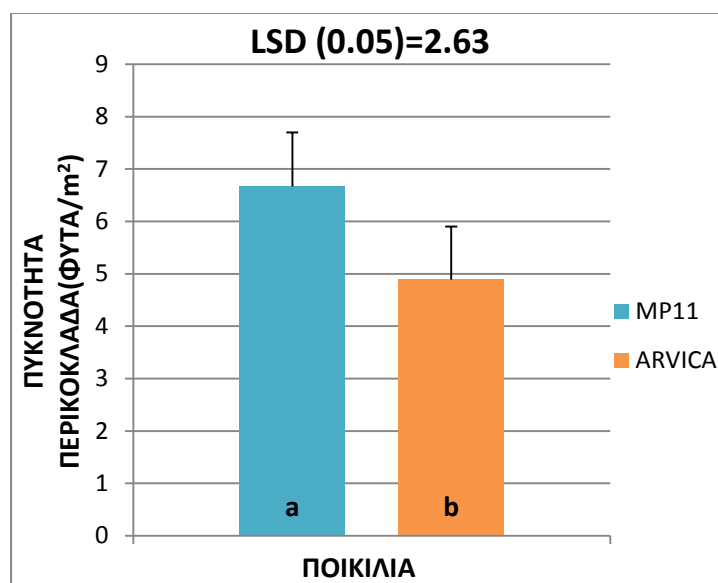
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 105). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση ρίγανη και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 106). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 46) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 46. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μιζελιού

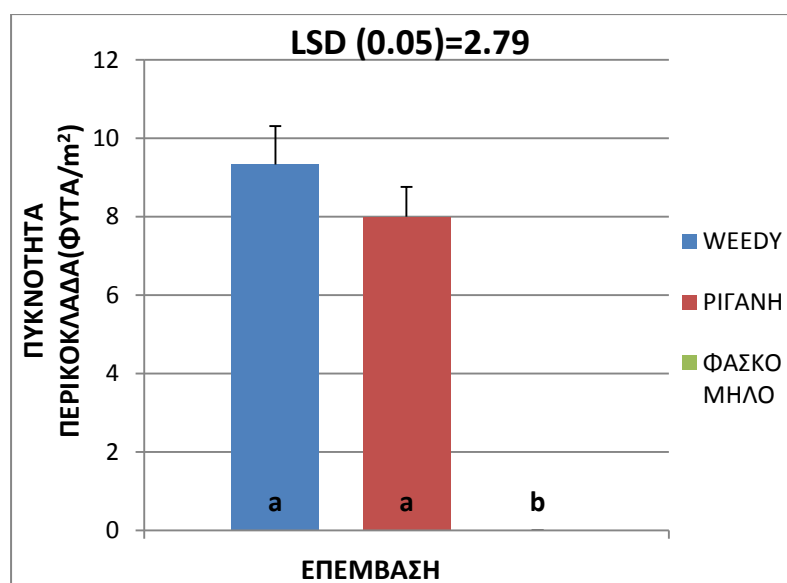
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	88,3564	1	88,3564	0,18	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	49,0828	2	24,5414	0,05	NS
(Ε)χ(Π)	626,208	2	313,104	0,63	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	4975,05	10	497,505		
ΣΥΝΟΛΟ	7359,36	17			

### 3.5.2.3 Τρίτη μέτρηση (18 Μαΐου-120 ΗΑΣ)

#### 1) Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*)



Γράφημα 107. Πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/μ²) ανά ποικιλία μιζελιού στις 120 ΗΑΣ

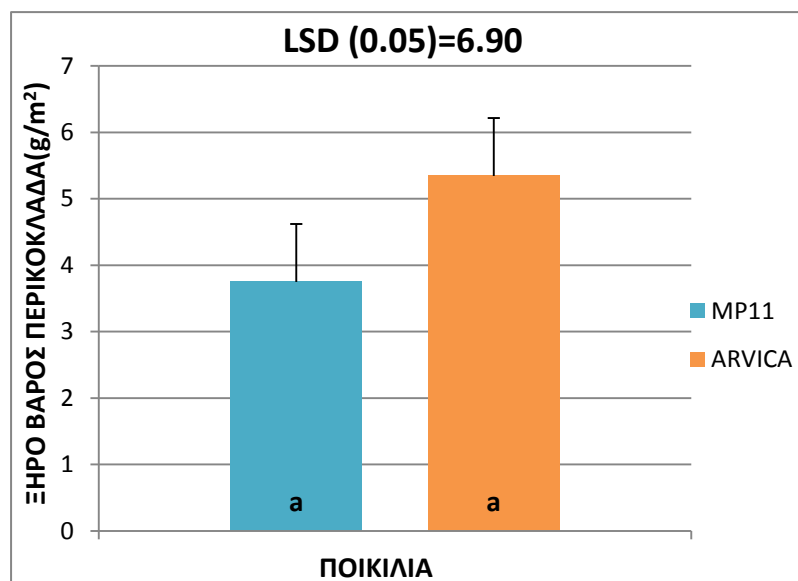


Γράφημα 108. Πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/μ²) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

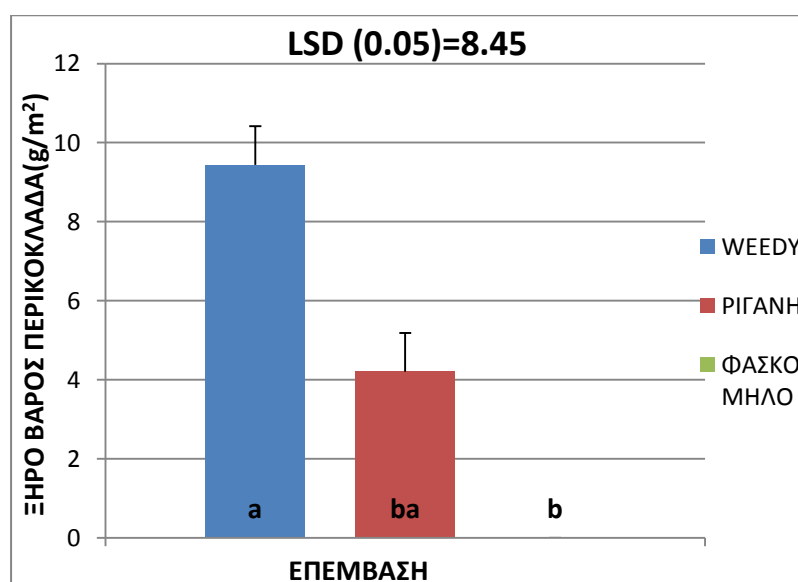
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *C. arvensis* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 107). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε το φασκόμηλο και την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 108). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 47) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 47. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	14,2222	1	14,2222	0,17	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	305,778	2	152,889	1,82	**
(Ε)χ(Π)	7,11111	2	3,55556	0,04	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	840,889	10	84,0889		
ΣΥΝΟΛΟ	1255,11	17			



Γράφημα 109. Ξηρό βάρος περικοκλάδας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μιζελιού στις 120 ΗΑΣ



Γράφημα 110. Ξηρό βάρος περικοκλάδας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

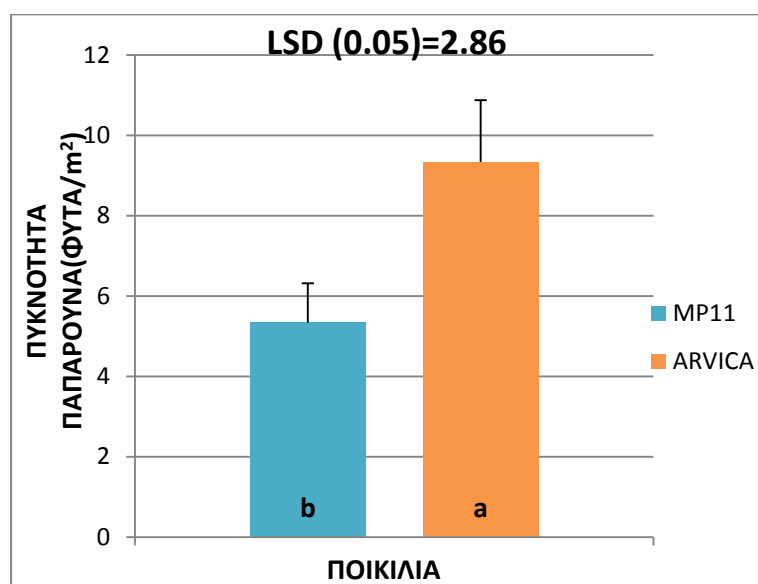
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανιού *C. arvensis* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica

(Γράφημα 109). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 110). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 48) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 48. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος περικοκλάδας ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια μπιζελιού

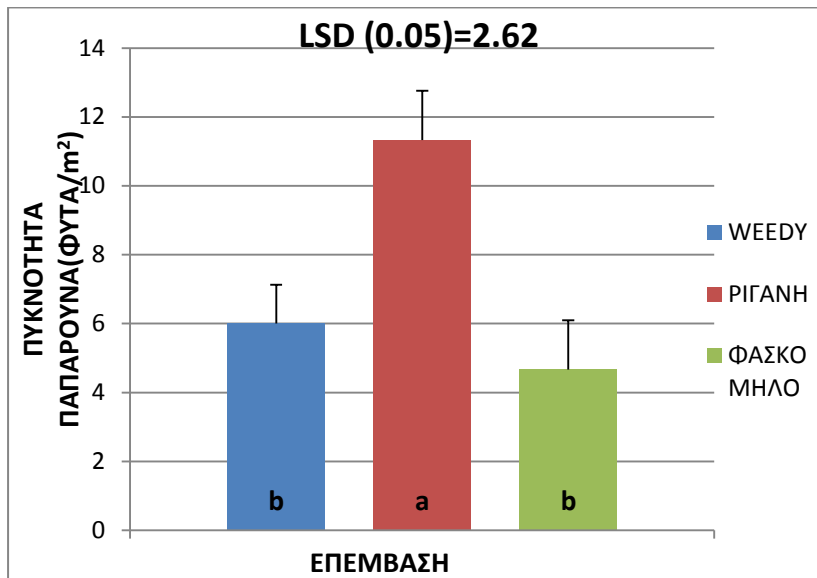
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	11,3924	1	11,3924	0,26	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	268,422	2	134,211	3,11	*
(Ε)χ(Π)	10,9234	2	5,46169	0,13	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	431,543	10	43,1543		
ΣΥΝΟΛΟ	732,797	17			

## 2) Παπαρούνα (*Paraner rhoeas*)



Γράφημα 111. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/ $\text{m}^2$ ) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 120 ΗΑΣ



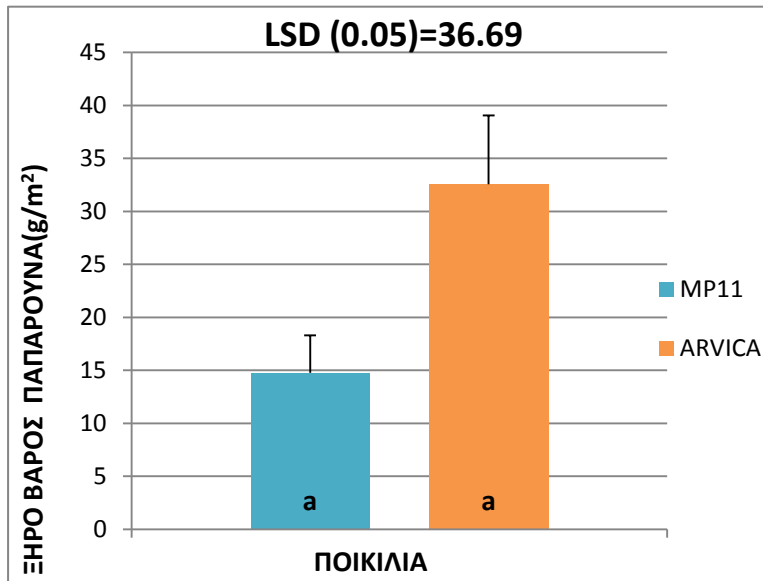


Γράφημα 112. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

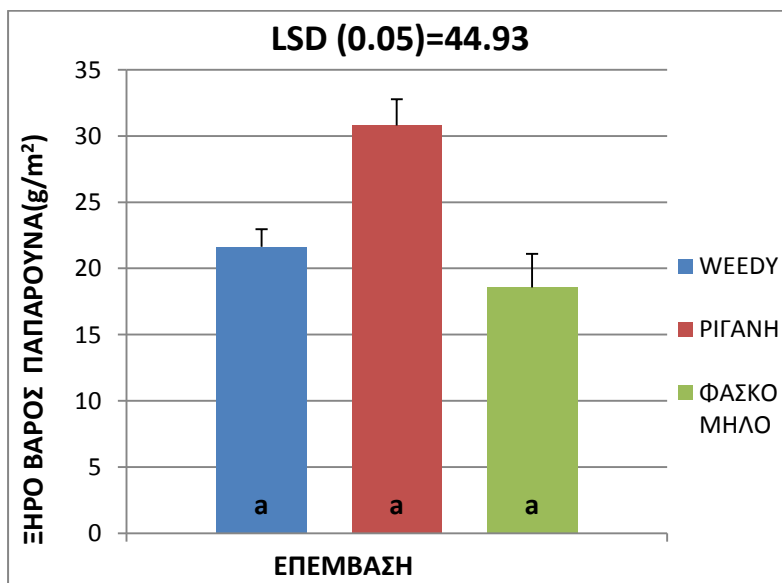
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 111). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε το φασκόμηλο και την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 112). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 49) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 49. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	72	1	72	1,29	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	149,333	2	74,6667	1,33	*
(Ε)χ(Π)	149,333	2	74,6667	1,33	*
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	560	10	56		
ΣΥΝΟΛΟ	1096	17			



Γράφημα 113. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 120 ΗΑΣ



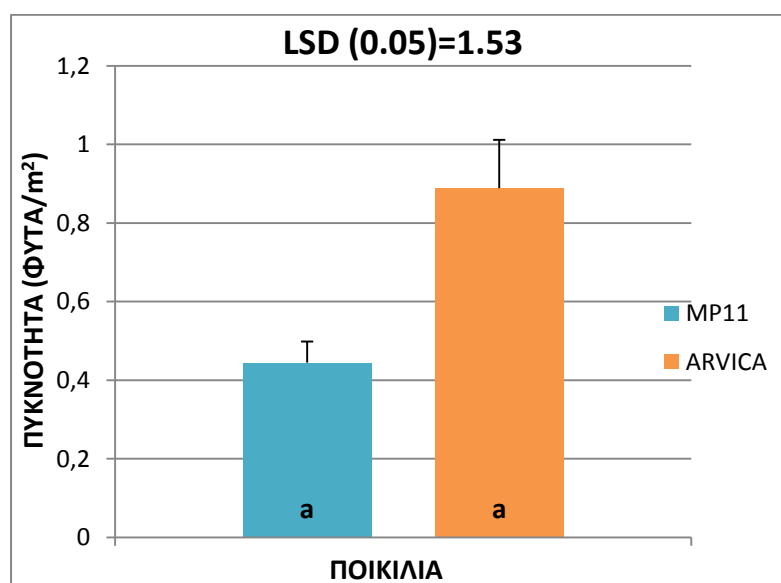
Γράφημα 114. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 113). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην επέμβαση φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στην ρίγανη (Γράφημα 114). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 50) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

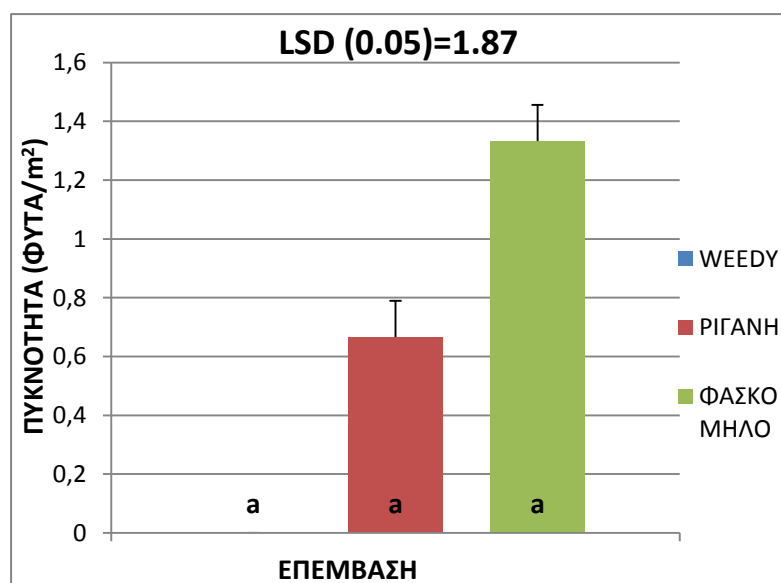
Πίνακας 50. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	1425,07	1	1425,07	1,17	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	485,358	2	242,679	0,2	NS
(Ε)χ(Π)	1540,12	2	770,059	0,63	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	12203,8	10	1220,38		
ΣΥΝΟΛΟ	16545,8	17			

### 3) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζάνια: αγριομαργαρίτα, αγριοβρώμη και ζωχός



Γράφημα 115. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 120 ΗΑΣ

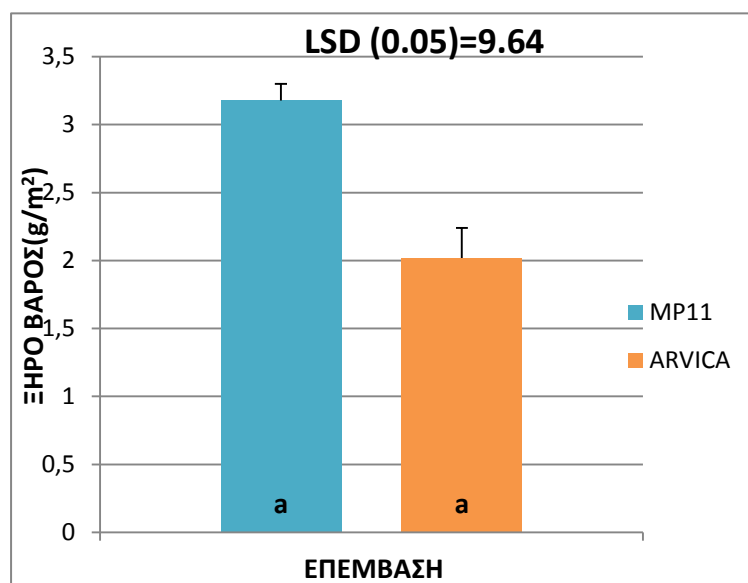


Γράφημα 116. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

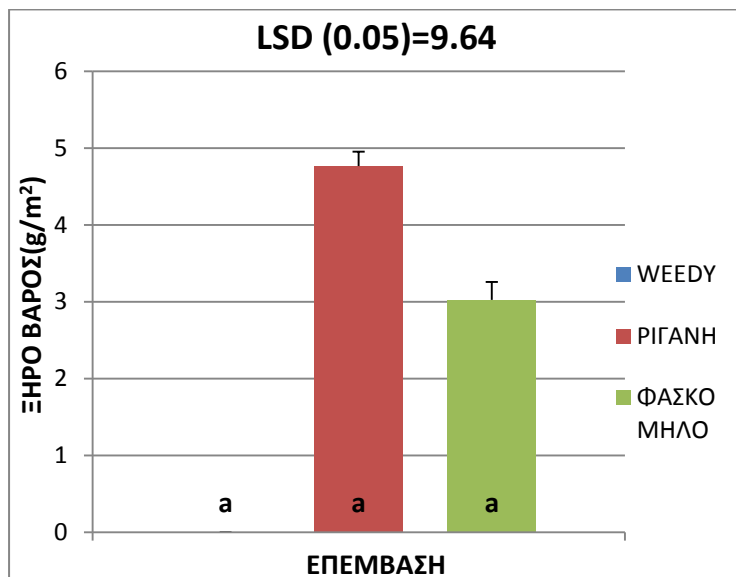
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 115). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy και την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 116). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 51) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 51. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,888889	1	0,888889	0,42	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	5,33333	2	2,66667	1,25	NS
(Ε)χ(Π)	12,4444	2	6,22222	2,92	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	21,3333	10	2,13333		
ΣΥΝΟΛΟ	40	17			



**Γράφημα 117. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού στις 120 ΗΑΣ**



Γράφημα 118. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μεγαλύτερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας MP11 σε σχέση με την ποικιλία Argica (Γράφημα 117). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στην επέμβαση ρίγανη (Γράφημα 118). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 52) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

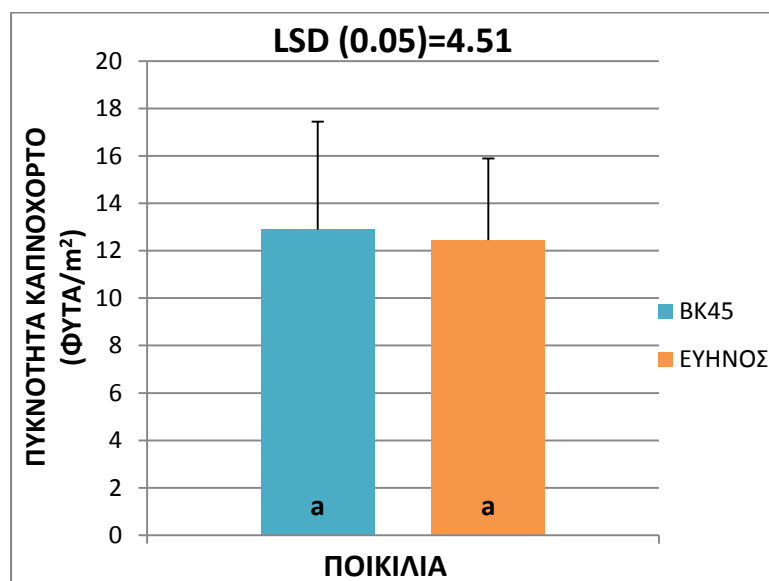
Πίνακας 52. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	6,0552	1	6,0552	0,11	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	69,8188	2	34,9094	0,62	NS
(Ε)χ(Π)	185,236	2	92,6179	1,65	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	561,99	10	56,199		
ΣΥΝΟΛΟ	866,248	17			

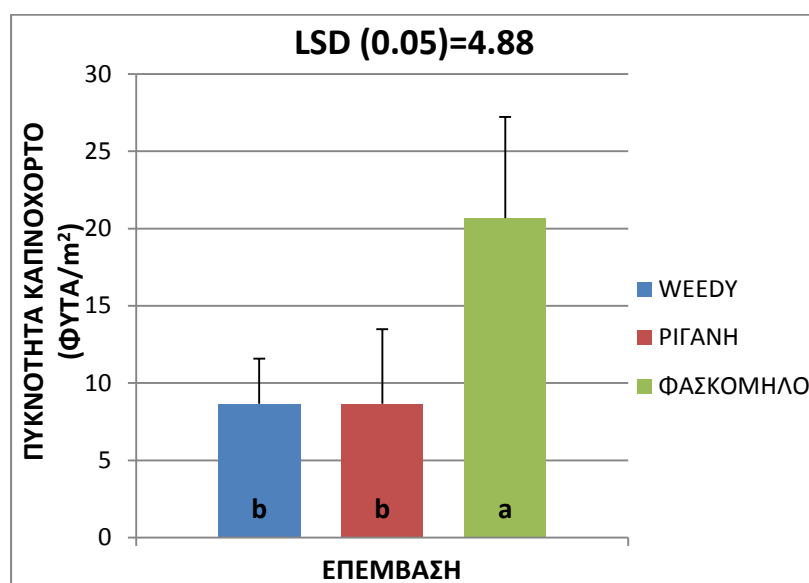
### 3.5.3 Βίκος

#### 3.5.3.1 Πρώτη μέτρηση (19 Μαρτίου-60 ΗΑΣ)

##### 1) Καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*)



Γράφημα 119. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ

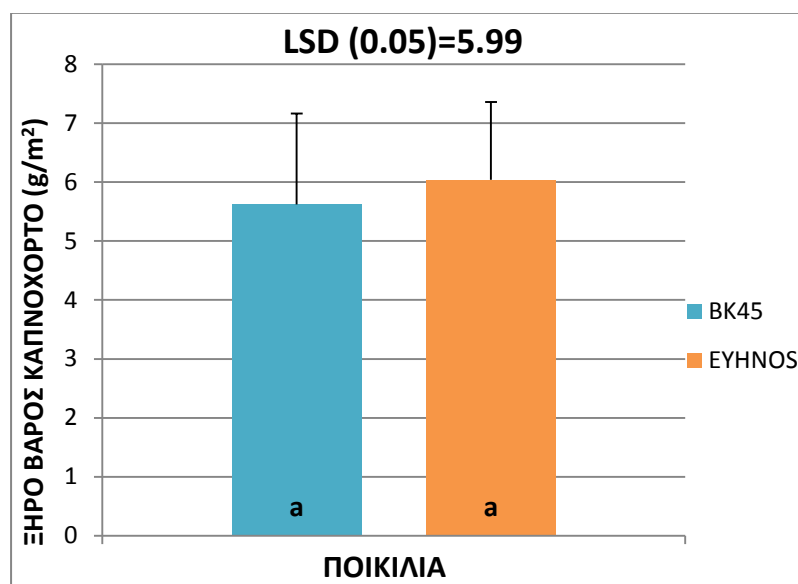


Γράφημα 120. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

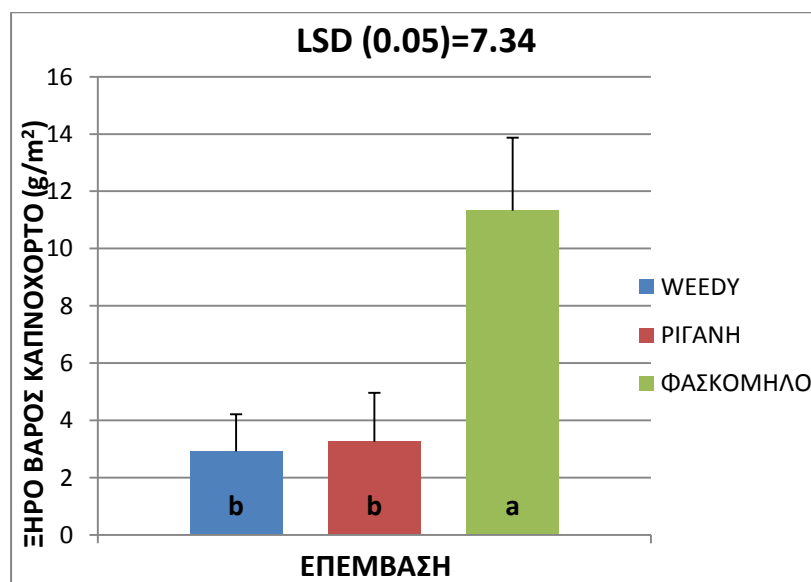
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. officinalis* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 119). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη και ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 120). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 53) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 53. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,888889	1	0,888889	0,01	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	576	2	288	2,87	*
(Ε)χ(Π)	348,444	2	174,222	1,74	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1002,67	10	100,267		
ΣΥΝΟΛΟ	2696	17			



Γράφημα 121. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ



Γράφημα 122. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

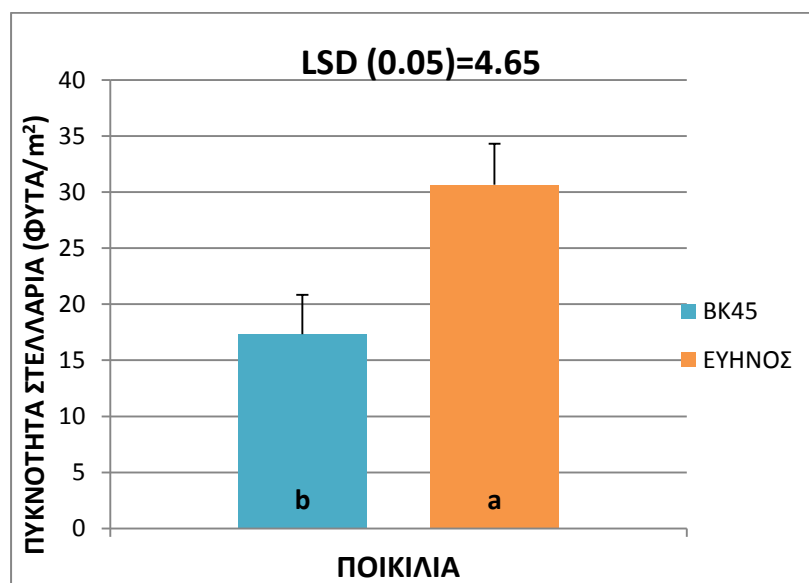
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. officinalis* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 121). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον

μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 122). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 54) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 54. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

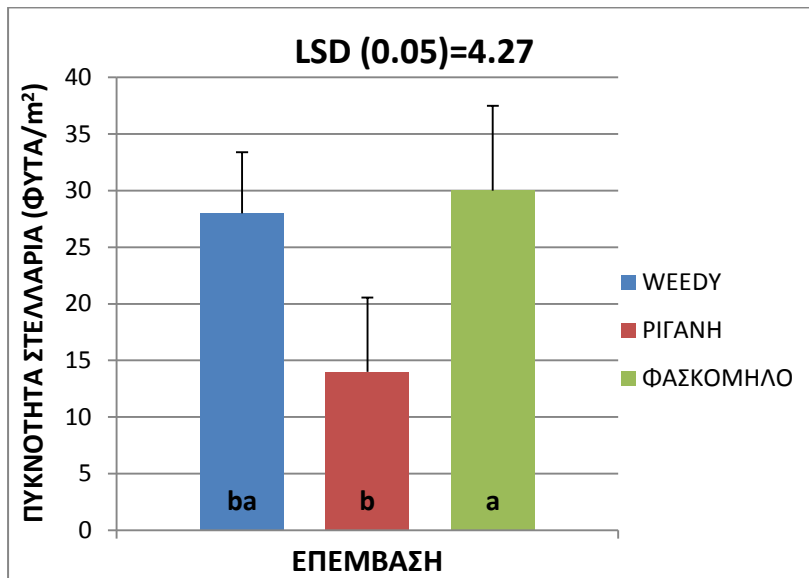
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,785422	1	0,785422	0,02	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	272,13	2	136,065	4,18	*
(Ε)χ(Π)	145,633	2	72,8166	2,23	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	325,804	10	32,5804		
ΣΥΝΟΛΟ	859,759	17			

## 2) Στελλάρια (*Stelaria media*)



Γράφημα 123. Πυκνότητα στελλάριας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ



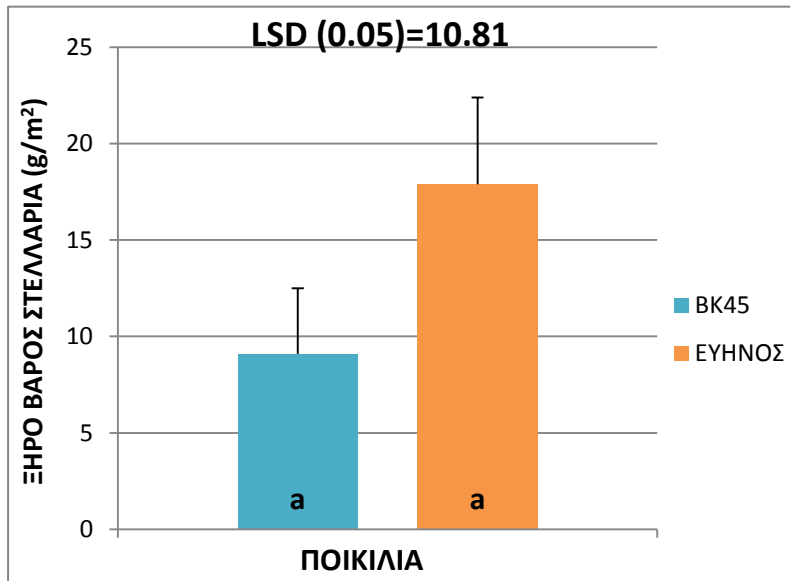


Γράφημα 124. Πυκνότητα στελλάριας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

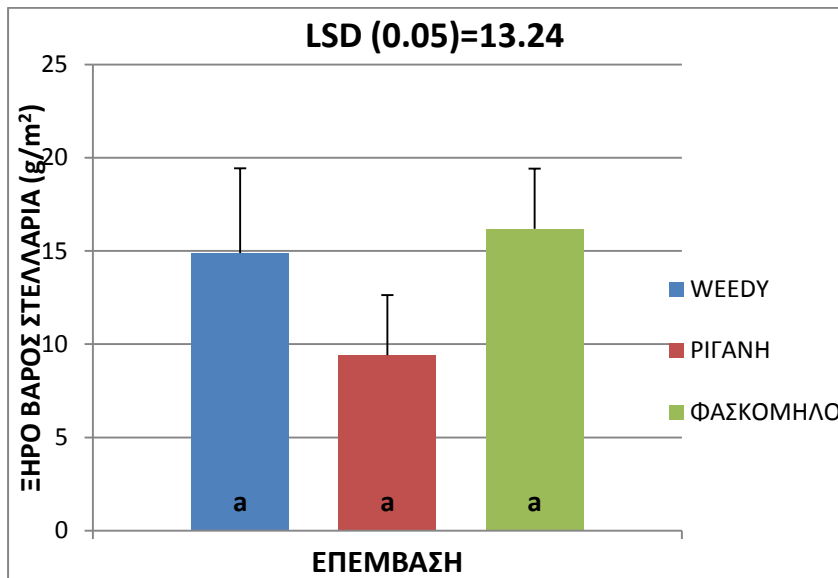
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *S. media* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 123). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη, ενώ την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 124). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 55) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 55. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα στελλάριας (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	800	1	800	6,49	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	912	2	456	3,7	*
(Ε)χ(Π)	304	2	152	1,23	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1232	10	123,2		
ΣΥΝΟΛΟ	6336	17			



Γράφημα 125. Ξηρό βάρος στελλάριας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ



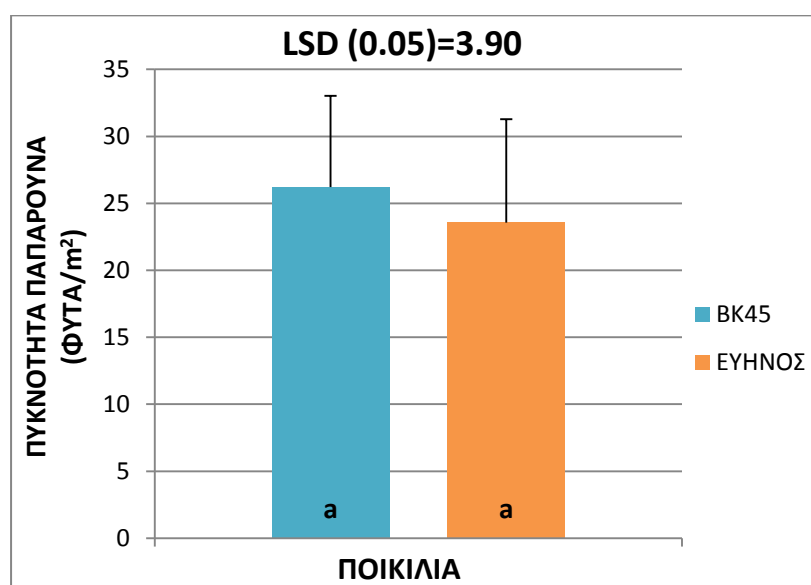
Γράφημα 126. Ξηρό βάρος στελλάριας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *S. media* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 124). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην ρίγανη και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 125). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 56) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

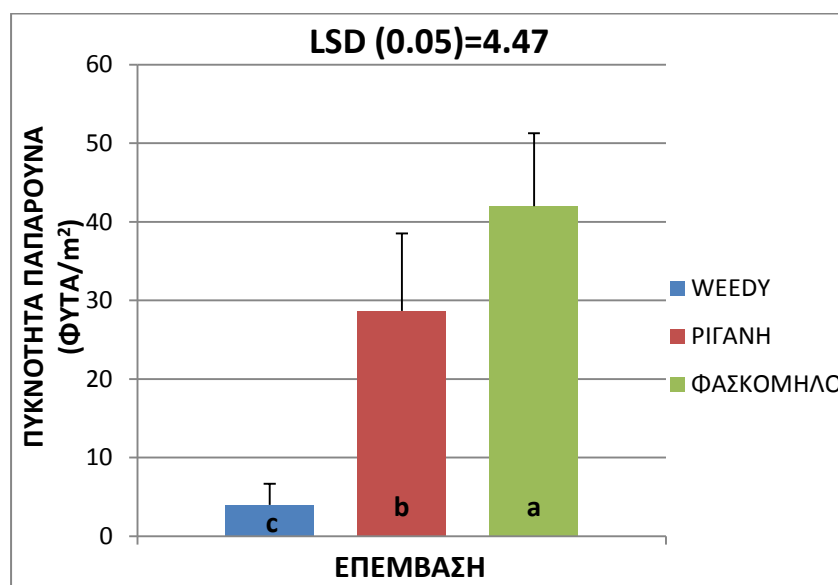
Πίνακας 56. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος στελλάριας (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	348,128	1	348,128	3,29	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	155,266	2	77,6332	0,73	NS
(Ε)χ(Π)	50,5282	2	25,2641	0,24	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1059,34	10	105,934		
ΣΥΝΟΛΟ	3036,58	17			

### 3) Παπαρούνα (*Paraver rhoeas*)



Γράφημα 127. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ

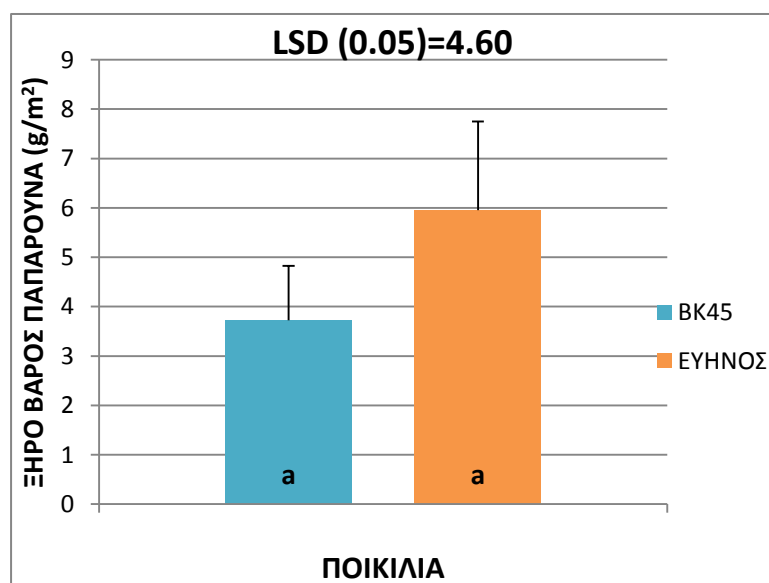


Γράφημα 128. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

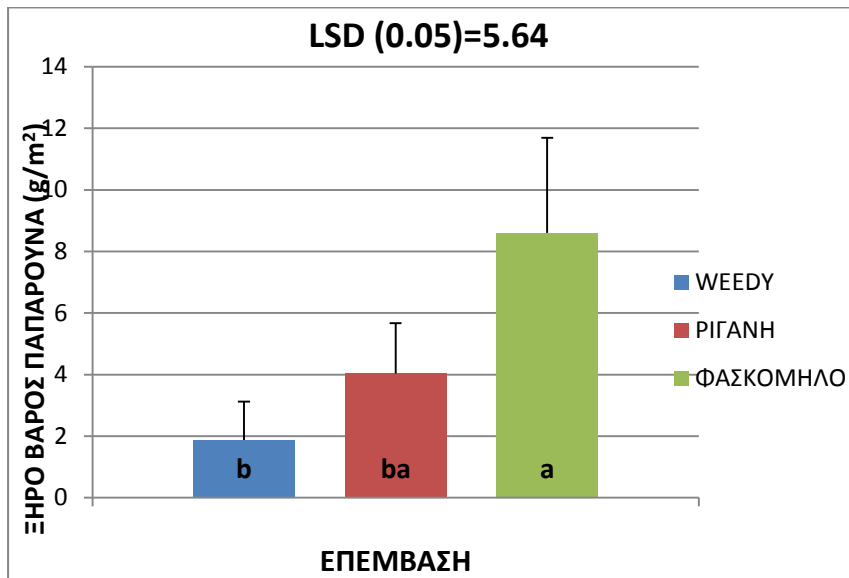
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 127). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 128). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 57) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 57. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	32	1	32	0,14	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	4460,44	2	2230,22	9,73	**
(Ε)χ(Π)	112	2	56	0,24	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2291,56	10	229,156		
ΣΥΝΟΛΟ	6897,78	17			



**Γράφημα 129. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ**



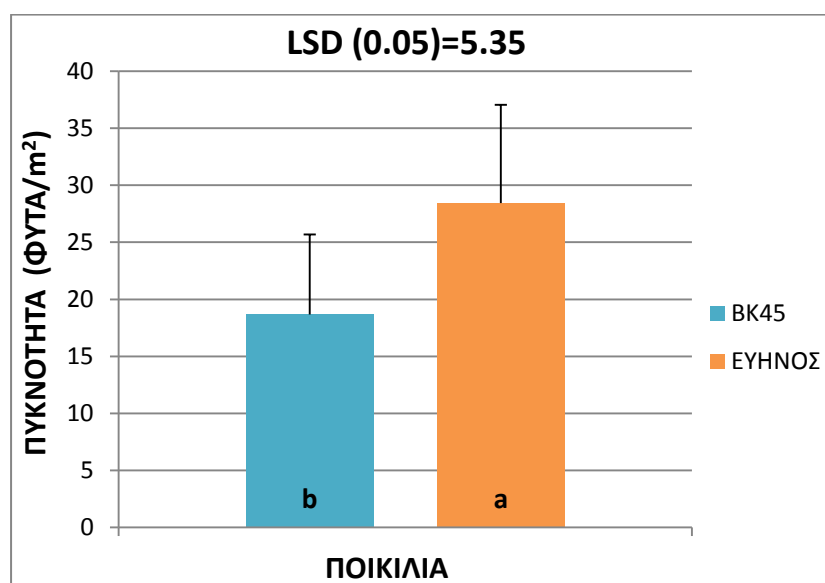
Γράφημα 130. Ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 129). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 130). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 58) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

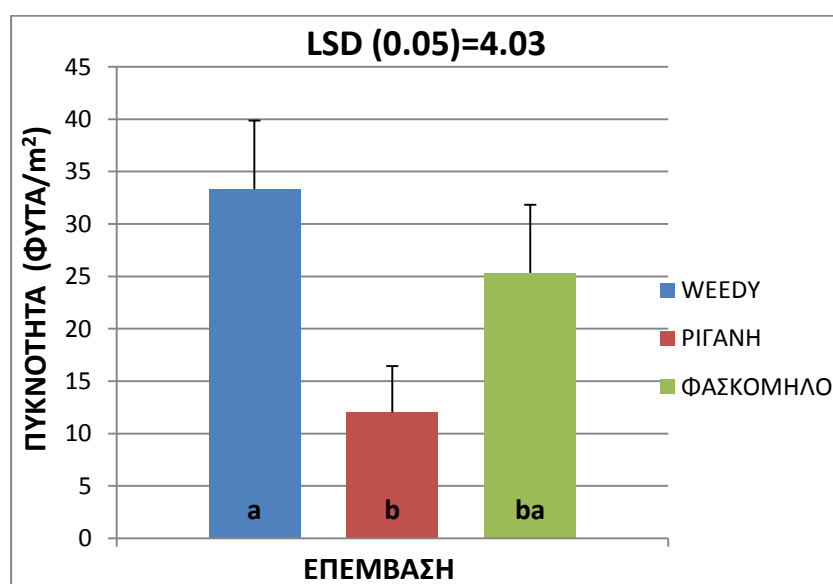
Πίνακας 58. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	22,3112	1	22,3112	1,16	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	141,838	2	70,9188	3,69	*
(Ε)χ(Π)	16,6037	2	8,30187	0,43	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	192,388	10	19,2388		
ΣΥΝΟΛΟ	394,808	17			

4) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζάνια: αγριομαργαρίτα, σισύμβριο, καφέλα, αγριοβρώμη, δωδεκάνθη, άγριο καρότο, περικοκλάδα και ζωχός



Γράφημα 131. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ

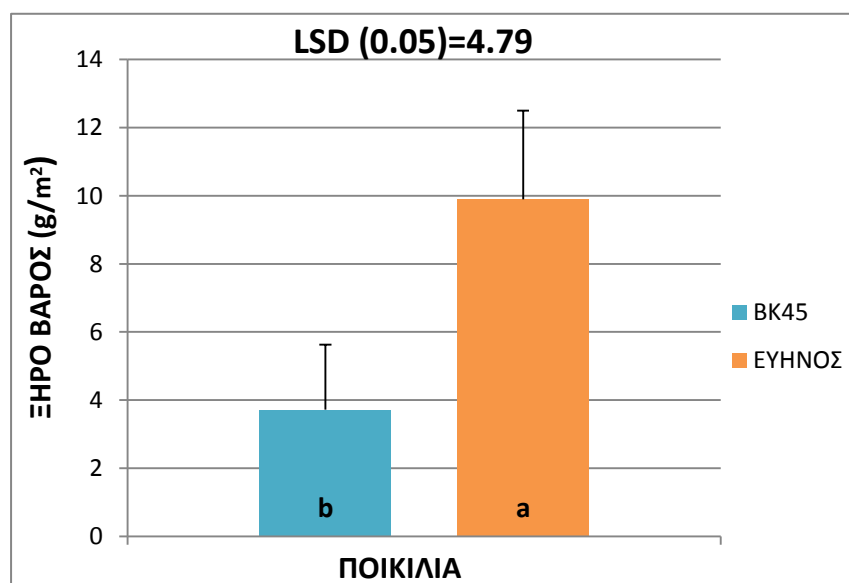


Γράφημα 132. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

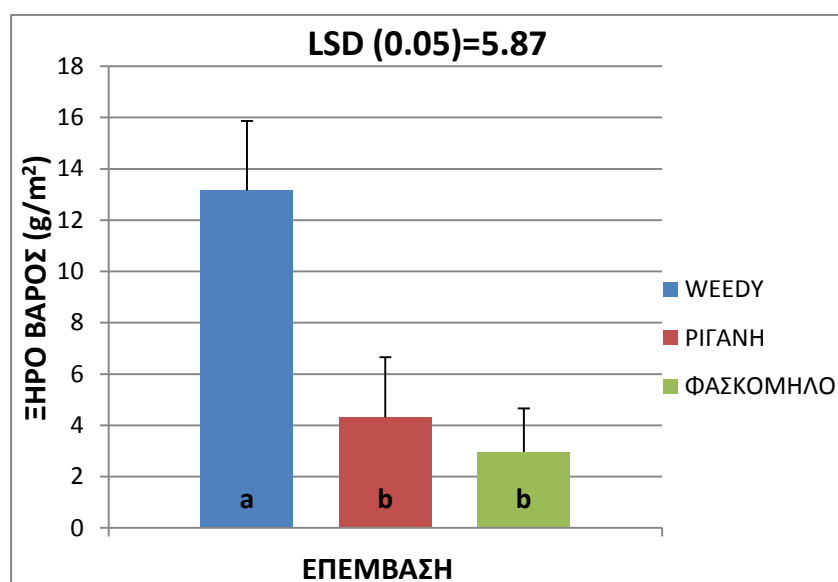
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 131). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη, ενώ την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 132). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 59) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 59. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	430,222	1	430,222	1,77	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1393,78	2	696,889	2,87	*
(Ε)χ(Π)	476,444	2	238,222	0,98	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2424,89	10	242,489		
ΣΥΝΟΛΟ	6204,44	17			



Γράφημα 133. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 60 ΗΑΣ



Γράφημα 134. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 60 ΗΑΣ

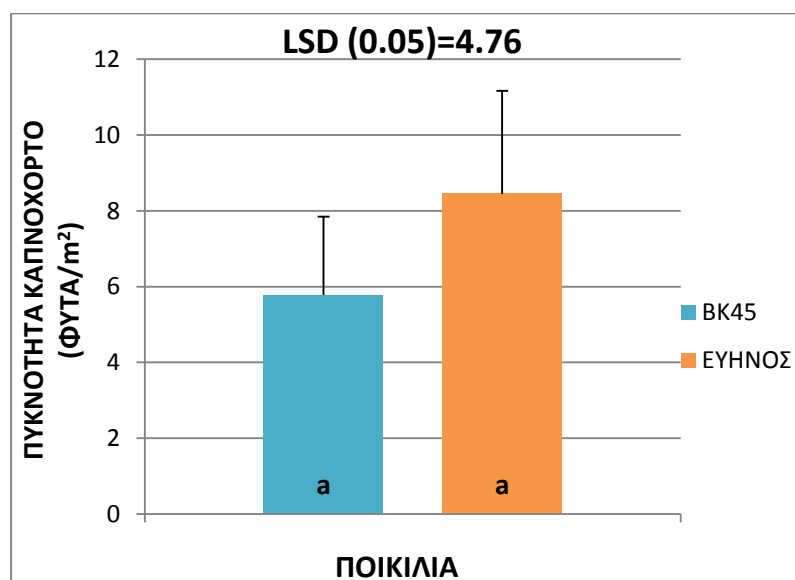
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 133). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στο φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 134). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 60) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 60. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	171,495	1	171,495	8,21	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	367,962	2	183,981	8,81	**
(Ε)χ(Π)	74,8048	2	37,4024	1,79	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	208,834	10	20,8834		
ΣΥΝΟΛΟ	832,43	17			

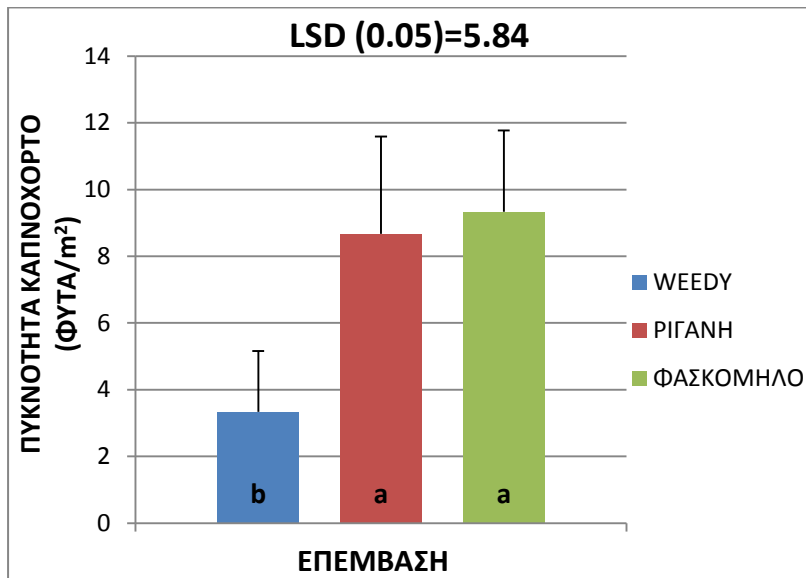
### 3.5.3.2 Δεύτερη μέτρηση (21 Απριλίου-93 ΗΑΣ)

#### 1) Καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*)



Γράφημα 135. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ



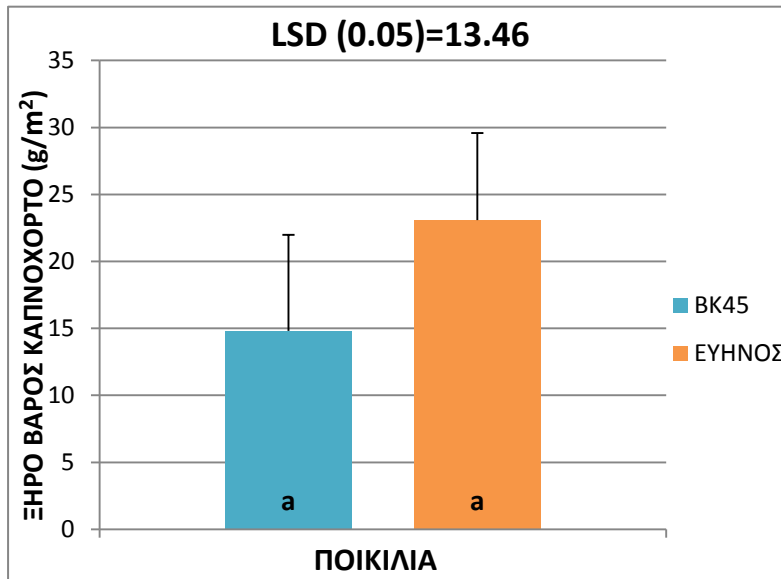


Γράφημα 136. Πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

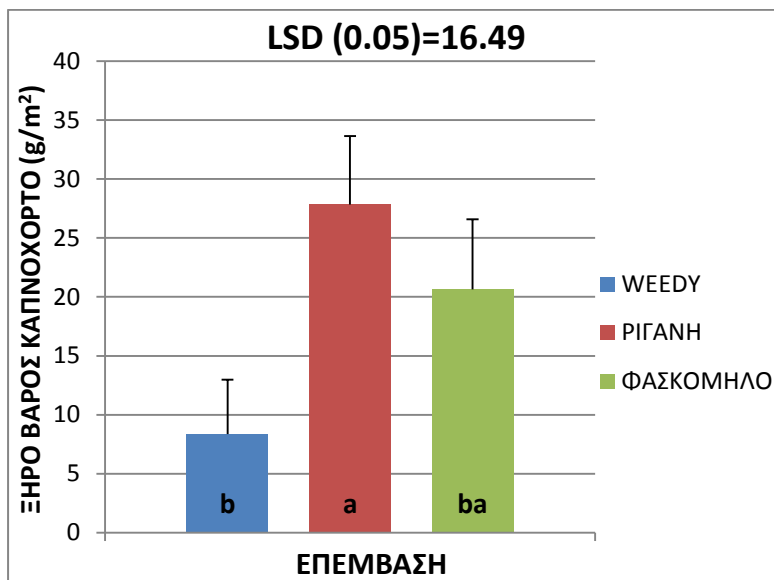
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *F. officinalis* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 135). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 136). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 61) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 61. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα καπνόχορτου (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	32	1	32	1,55	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	129,778	2	64,8889	3,15	*
(Ε)χ(Π)	37,3333	2	18,6667	0,91	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	206,222	10	20,6222		
ΣΥΝΟΛΟ	433,778	17			



Γράφημα 137. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ



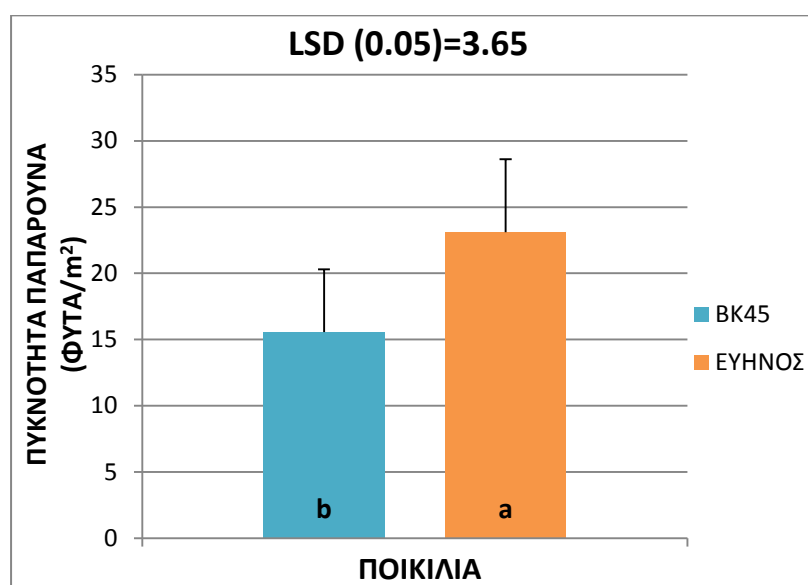
Γράφημα 138. Ξηρό βάρος καπνόχορτου (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 137). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στην ρίγανη (Γράφημα 138). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 62) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

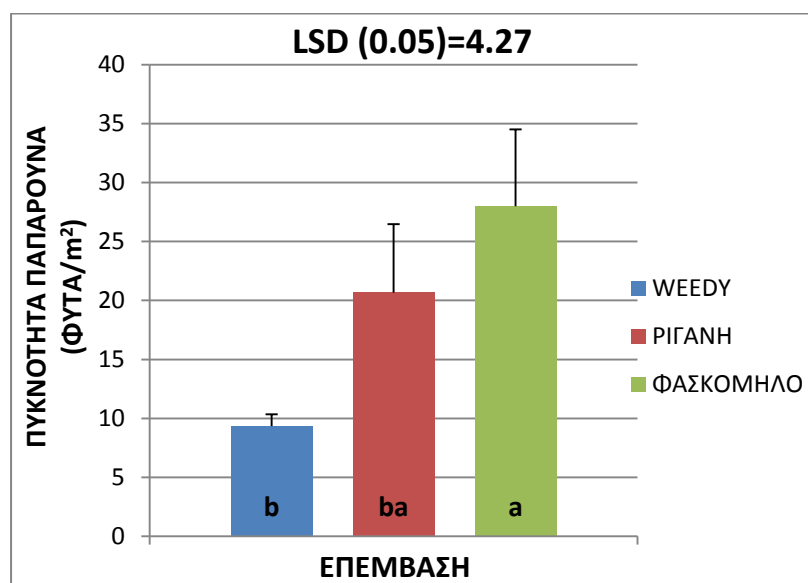
Πίνακας 62. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος καπνόχορτου ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	306,859	1	306,859	1,87	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1164,22	2	582,109	3,54	*
(Ε)χ(Π)	700,02	2	350,01	2,13	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1643,56	10	164,356		
ΣΥΝΟΛΟ	4949,84	17			

## 2) Παπαρούνα (*Paraver rhoeas*)



Γράφημα 139. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ

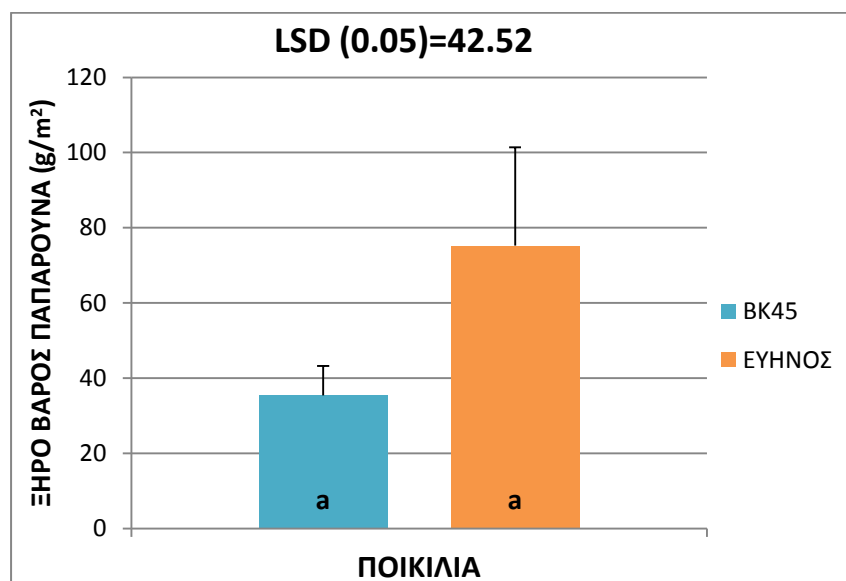


Γράφημα 140. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

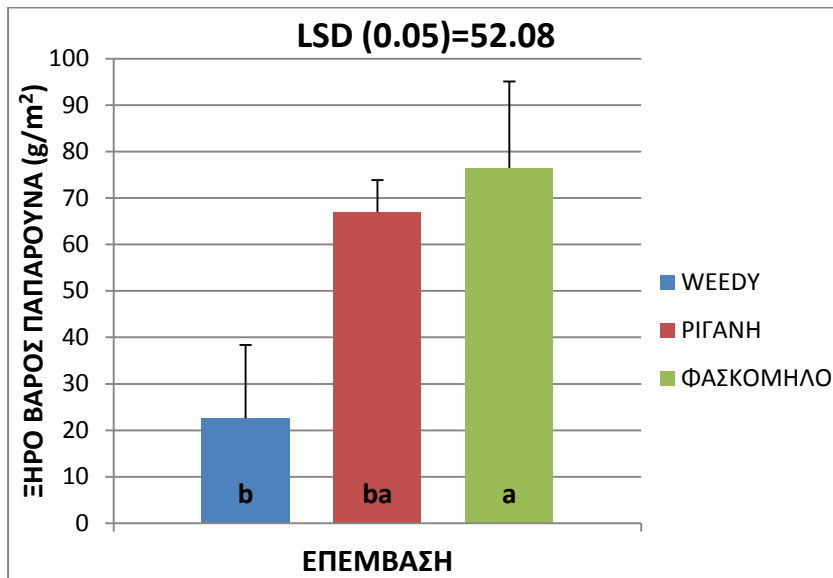
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 139). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 140). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 63) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 63. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	256,889	1	256,889	2,09	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1061,33	2	530,667	4,31	*
(Ε)χ(Π)	33,7778	2	16,8889	0,14	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1232	10	123,2		
ΣΥΝΟΛΟ	2600	17			



**Γράφημα 141. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ**



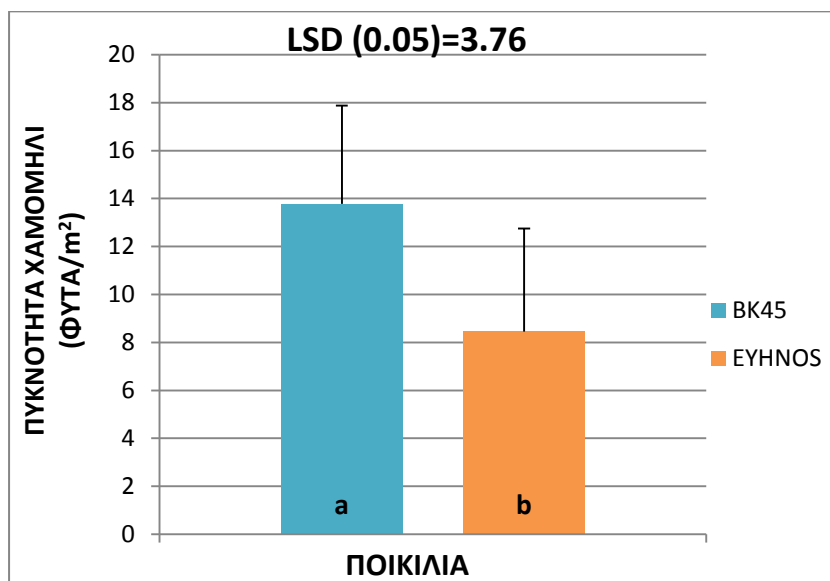
Γράφημα 142. Ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 141). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στην ρίγανη (Γράφημα 142). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 64) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

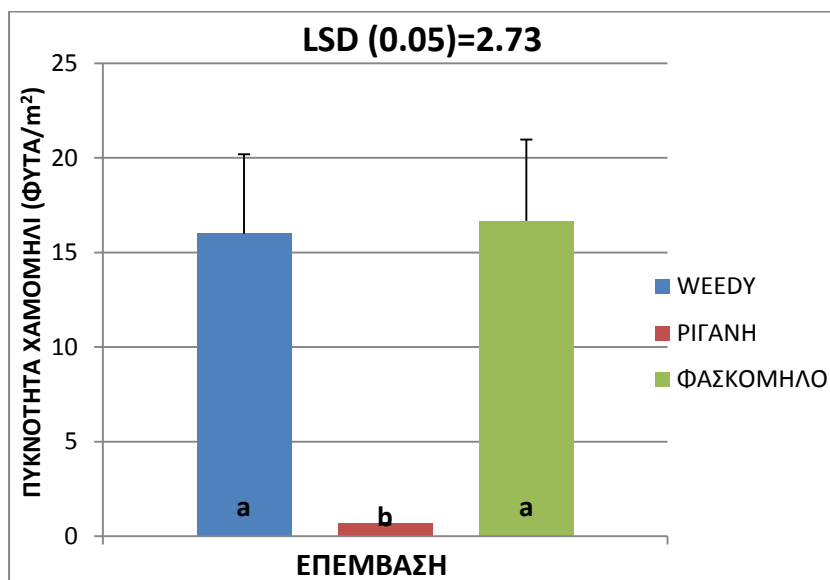
Πίνακας 64. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	7134,55	1	7134,55	4,35	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	9918,85	2	4959,42	3,03	NS
(Ε)χ(Π)	463,169	2	231,585	0,14	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	16390,5	10	1639,05		
ΣΥΝΟΛΟ	35961,6	17			

### 3) Χαμομήλι (*Matricaria spp.*)



Γράφημα 143. Πυκνότητα χαμομηλιού (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ

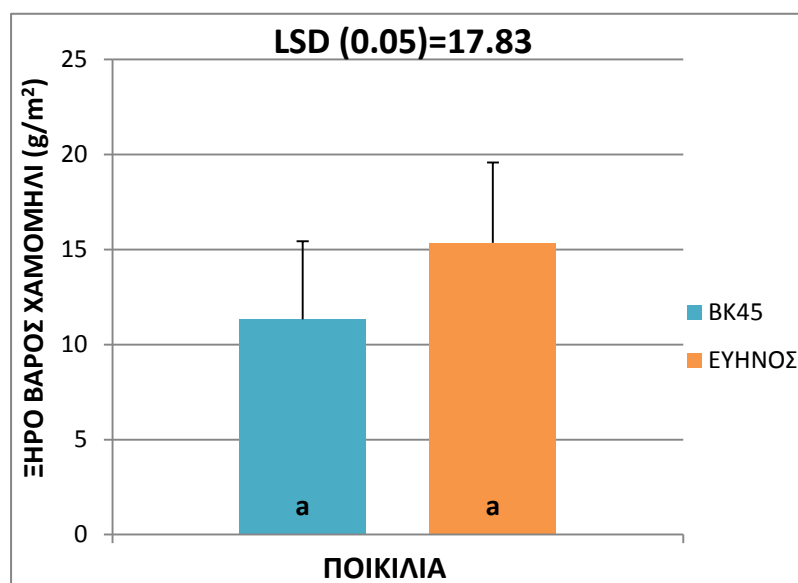


Γράφημα 144. Πυκνότητα χαμομηλιού (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ

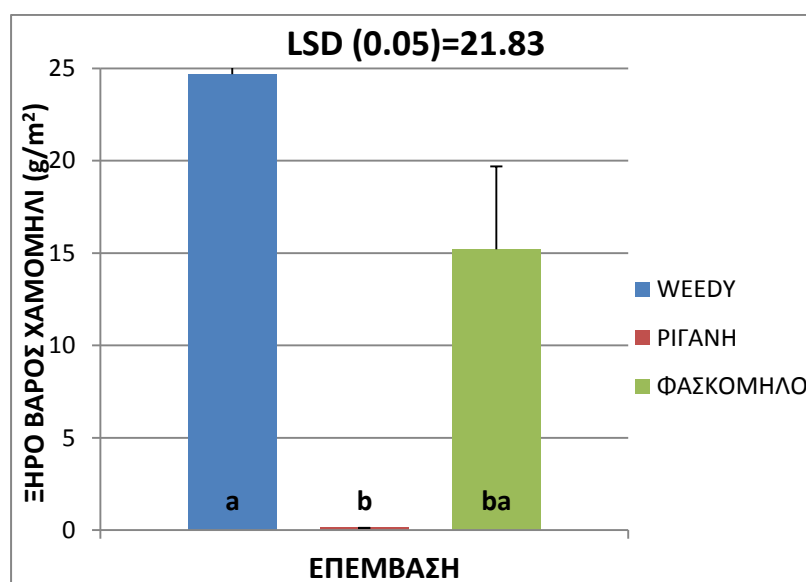
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *Matricaria spp.* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 143). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη, ενώ την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 144). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 65) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 65. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα χαμομηλιού (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	128	1	128	1,84	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	983,111	2	491,556	7,05	**
(Ε)χ(Π)	101,333	2	50,6667	0,73	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	696,889	10	69,6889		
ΣΥΝΟΛΟ	2897,78	17			



Γράφημα 145. Ξηρό βάρος χαμομηλιού (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ



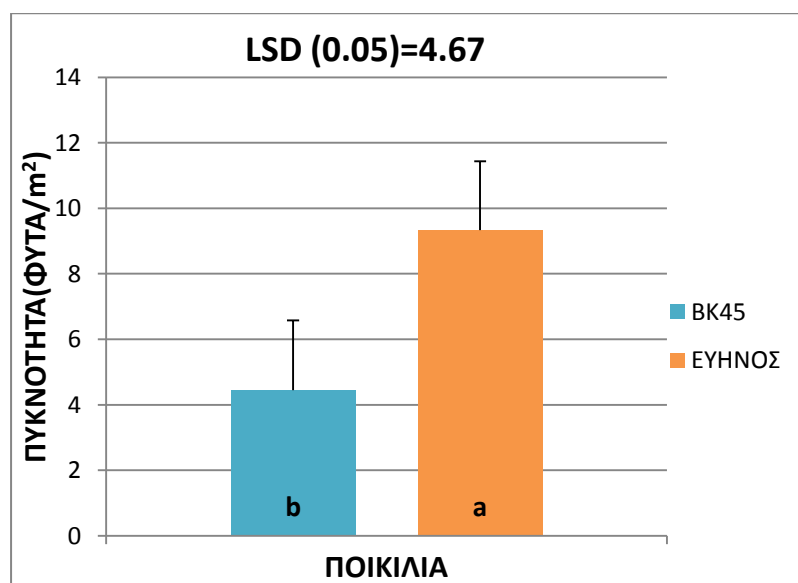
Γράφημα 146. Ξηρό βάρος χαμομηλιού (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *Matricaria spp.* ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 145). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην ρίγανη και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 146). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 66) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 66. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος χαμομηλιού (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου**

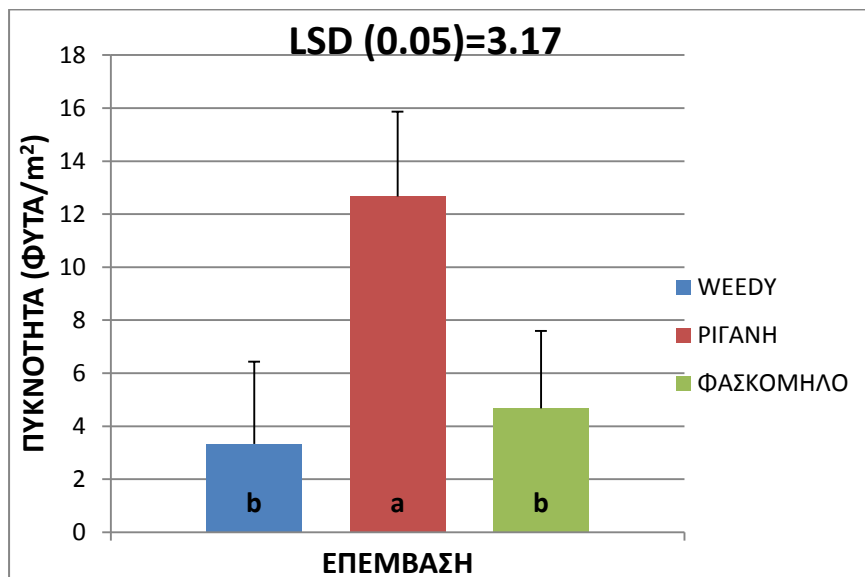
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ					
(Π)	72,6414	1	72,6414	0,25	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
(Ε)	1842,76	2	921,378	3,2	*
(Ε)χ(Π)	2288,69	2	1144,34	3,97	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2881,94	10	288,194		
ΣΥΝΟΛΟ	7323,69	17			

**4) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζάνια: στελλάρια, σισύμβριο, καφέλα, αγριοβρώμη, δωδεκάνθη, ζωχός και φάλαρη**



**Γράφημα 147. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ**



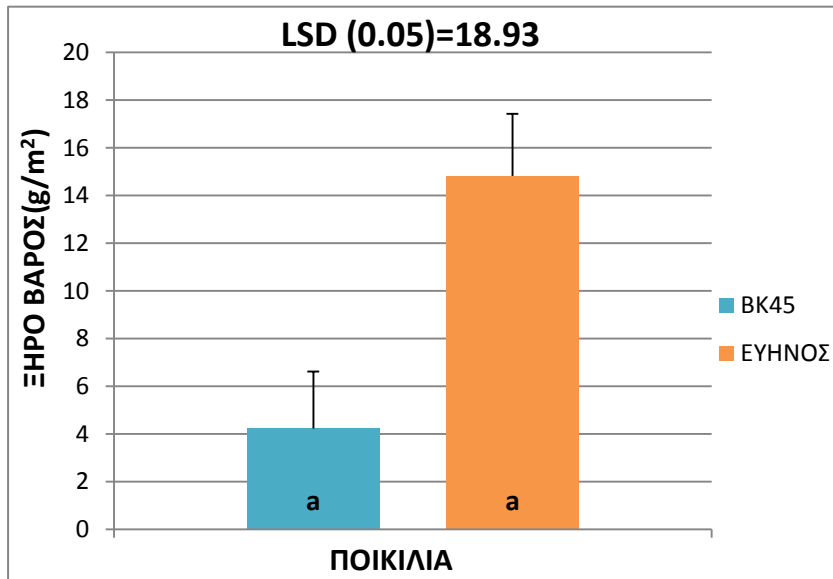


Γράφημα 148. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

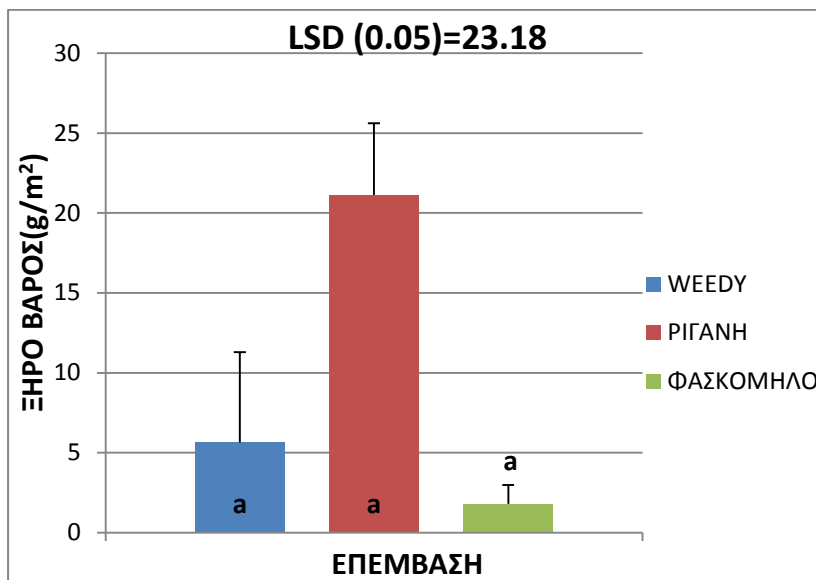
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 147). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 148). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 67) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 67. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ					
(Π)	107,556	1	107,556	2,67	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
(Ε)	305,778	2	152,889	3,79	*
(Ε)χ(Π)	220,444	2	110,222	2,73	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	403,556	10	40,3556		
ΣΥΝΟΛΟ	1145,78	17			



Γράφημα 149. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 93 ΗΑΣ



Γράφημα 150. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 93 ΗΑΣ

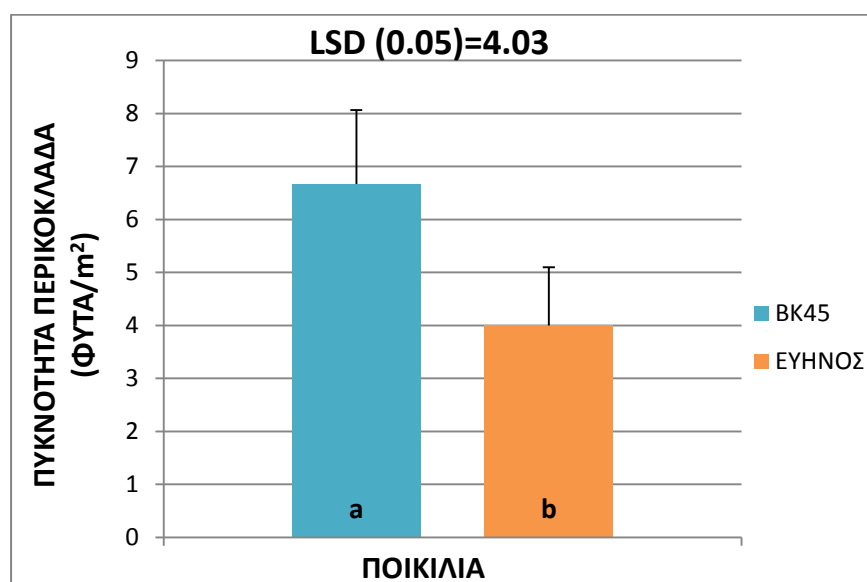
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 149). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στο φασκόμηλο και το μεγαλύτερο στην ρίγανη (Γράφημα 150). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 68) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 68. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

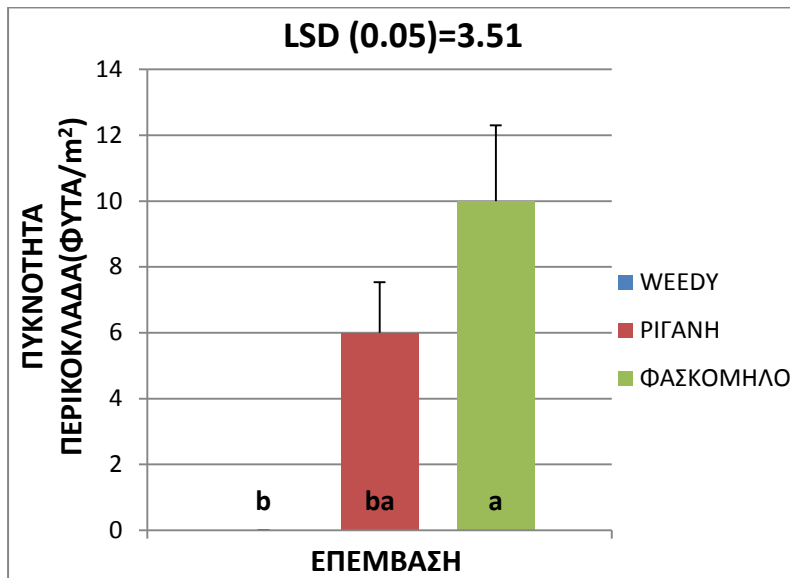
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	505,62	1	505,62	1,56	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1254,66	2	627,33	1,93	NS
(Ε)χ(Π)	1743,65	2	871,826	2,68	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	3248,89	10	324,889		
ΣΥΝΟΛΟ	7191,06	17			

### 3.5.3.3 Τρίτη μέτρηση (18 Μαΐου-120 ΗΑΣ)

#### 1) Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*)



Γράφημα 151. Πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/ $\text{m}^2$ ) ανά ποικιλία βίκου στις 120 ΗΑΣ

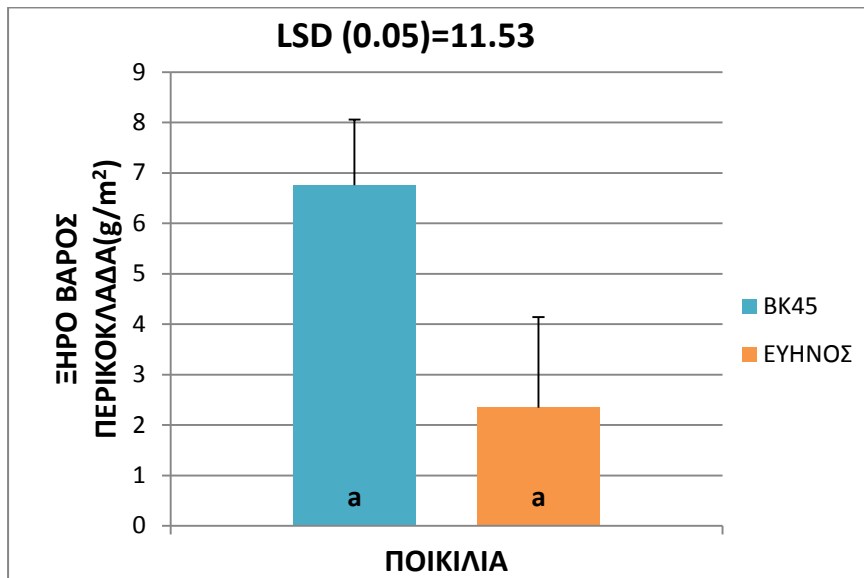


Γράφημα 152. Πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

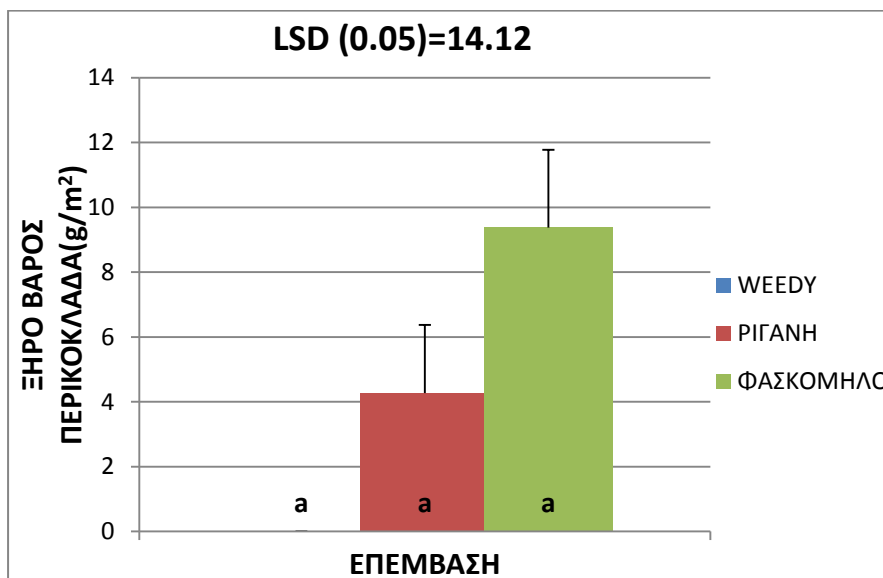
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *C. arvensis* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 151). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη το φασκόμηλο (Γράφημα 152). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 69) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 69. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα περικοκλάδας (φυτά/μ<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ					
(Π)	32	1	32	0,29	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ					
(Ε)	304	2	152	1,38	*
(Ε)χ(Π)	16	2	8	0,07	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1104	10	110,4		
ΣΥΝΟΛΟ	1664	17			



Γράφημα 153. Ξηρό βάρος περικοκλάδας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 120 ΗΑΣ



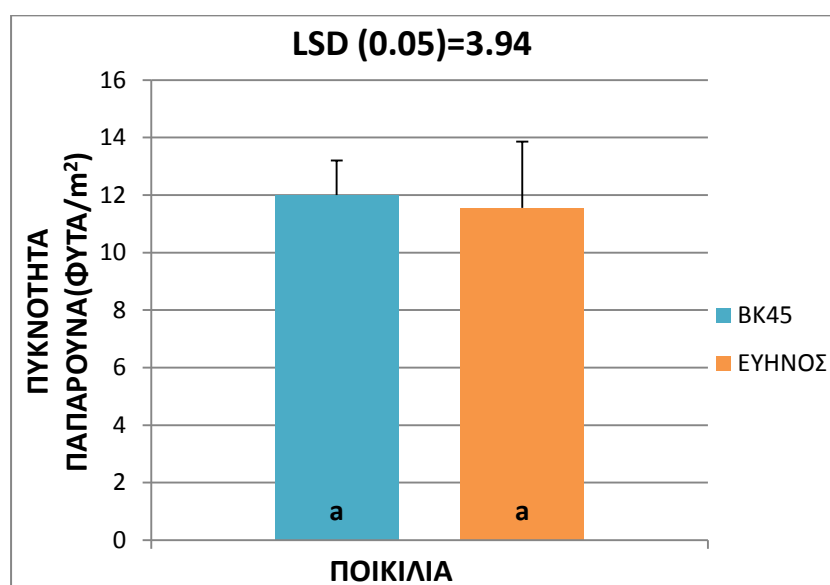
Γράφημα 154. Ξηρό βάρος περικοκλάδας (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του *C. arvensis* ήταν μεγαλύτερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 153). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 154). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 70) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

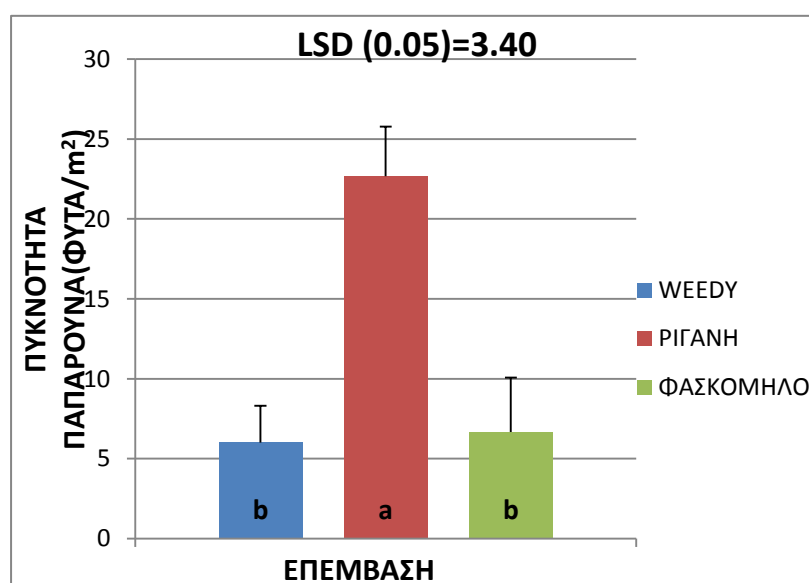
Πίνακας 70. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος περικοκλάδας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	87,6488	1	87,6488	0,73	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	264,262	2	132,131	1,1	NS
(Ε)χ(Π)	83,1376	2	41,5688	0,34	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1205,79	10	120,579		
ΣΥΝΟΛΟ	1891,78	17			

## 2) Παπαρούνα (*Paraver rhoeas*)



Γράφημα 155. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 120 ΗΑΣ

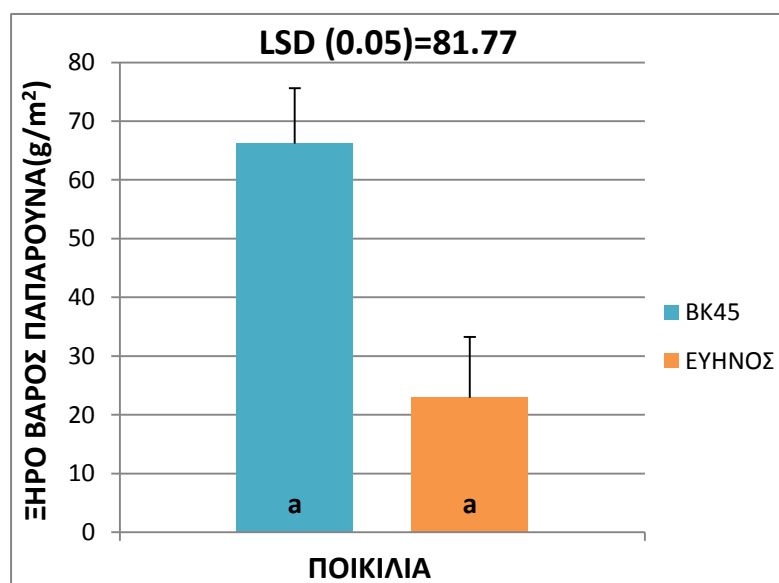


Γράφημα 156. Πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

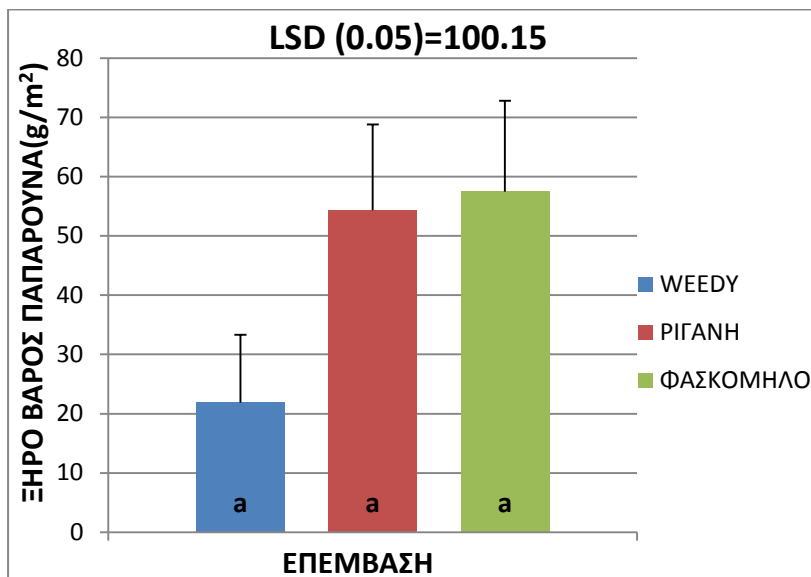
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 155). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 156). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 71) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 71. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα παπαρούνας (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,888889	1	0,888889	0,01	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1068,44	2	534,222	4,92	*
(Ε)χ(Π)	300,444	2	150,222	1,38	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1086,22	10	108,622		
ΣΥΝΟΛΟ	2703,11	17			



**Γράφημα 157. Ξηρό βάρος παπαρούνας (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 120 ΗΑΣ**



Γράφημα 158. Ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

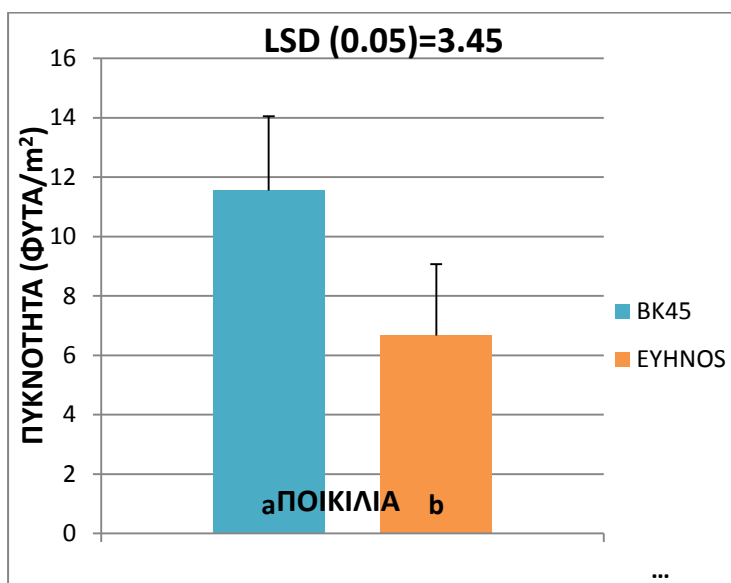
Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας του ζιζανίου *P. rhoeas* ήταν μεγαλύτερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 157). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα 1-weedy και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 158). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 72) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 72. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος παπαρούνας ( $g/m^2$ ) στην καλλιέργεια βίκου

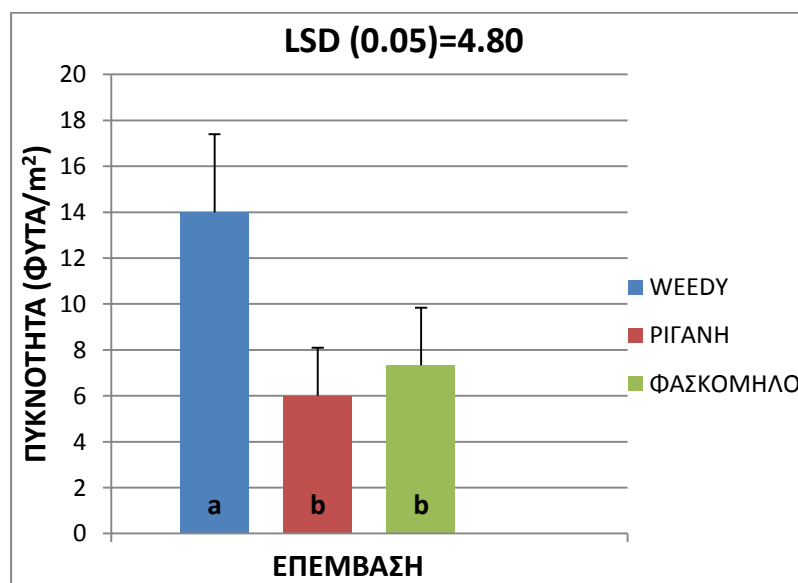
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	8446,53	1	8446,53	1,39	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	4665,62	2	2332,81	0,38	NS
(Ε)χ(Π)	8828,41	2	4414,2	0,73	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	60620,3	10	6062,03		
ΣΥΝΟΛΟ	86182,9	17			



3) Συνολικά Υπόλοιπα Ζιζανία: αγριομαργαρίτα, σισύμβριο, περικοκλάδα, χαμομήλι, ζωχός, λουβουδιά και γερμανός



Γράφημα 159. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 120 ΗΑΣ

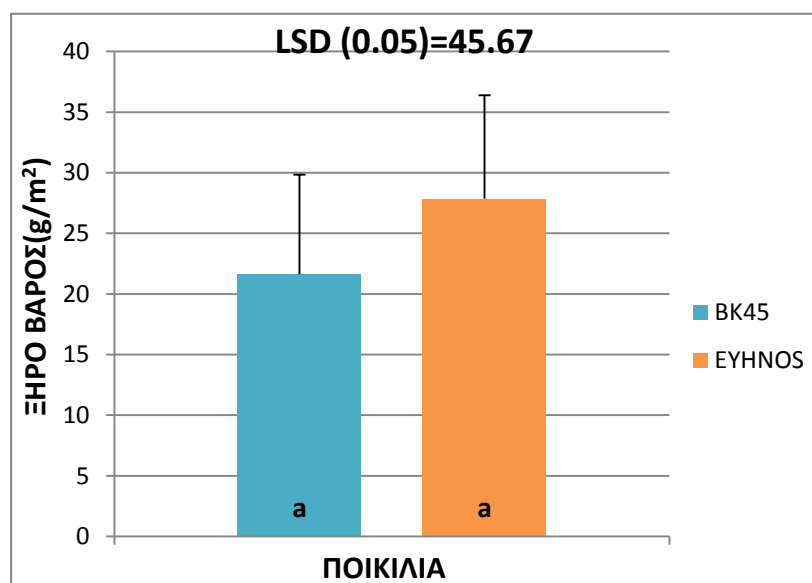


Γράφημα 160. Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

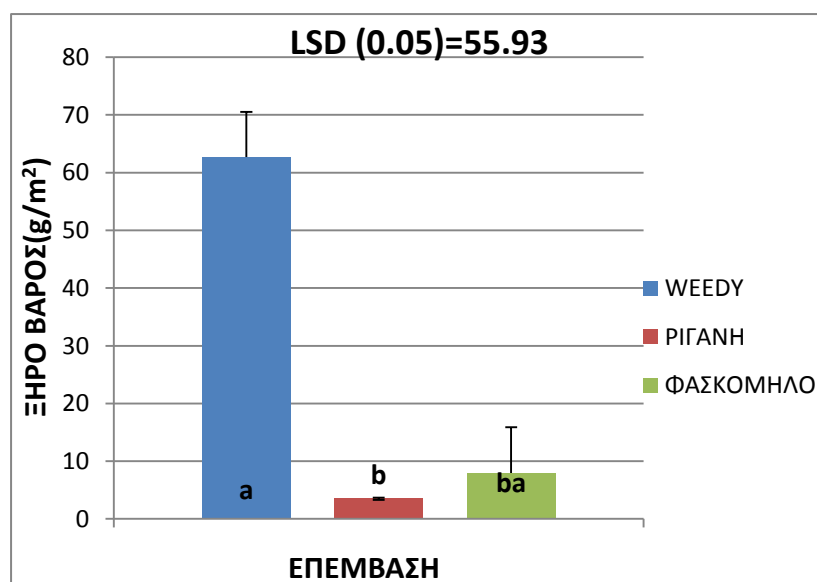
Η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μεγαλύτερη στην καλλιέργεια της ποικιλίας BK45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 159). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη πυκνότητα είχε η ρίγανη, ενώ την μεγαλύτερη ο μάρτυρας 1-weedy (Γράφημα 160). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 73) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 73. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	107,556	1	107,556	1,09	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	220,444	2	110,222	1,11	*
(Ε)χ(Π)	49,7778	2	24,8889	0,25	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	990,222	10	99,0222		
ΣΥΝΟΛΟ	1721,78	17			



Γράφημα 161. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία βίκου στις 120 ΗΑΣ



Γράφημα 162. Ξηρό βάρος υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση στις 120 ΗΑΣ

Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μικρότερο στην καλλιέργεια της ποικιλίας ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 161). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος παρουσιάστηκε στην ρίγανη και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 162). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 74) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

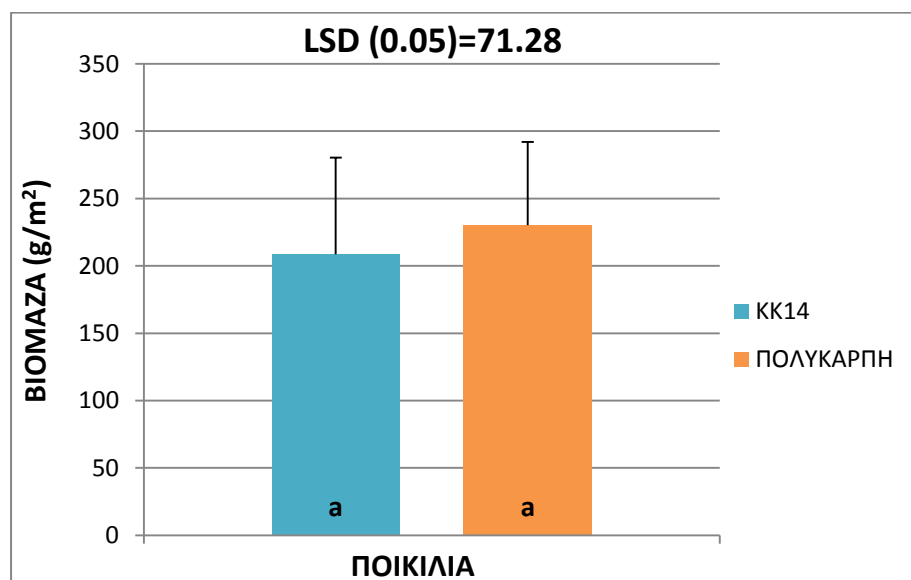
**Πίνακας 74. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	174,97	1	174,97	0,09	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	13048,4	2	6524,22	3,45	*
(Ε)χ(Π)	2086,91	2	1043,46	0,55	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	18907,1	10	1890,71		
ΣΥΝΟΛΟ	36010,7	17			

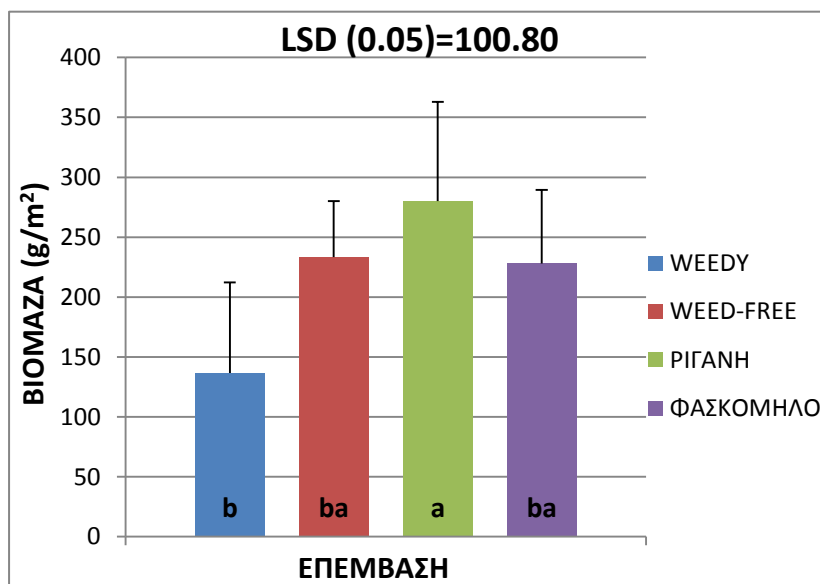
### 3.6 Συστατικά Απόδοσης

#### 3.6.1 Υπέργεια βιομάζα (g/m<sup>2</sup>)

##### 3.6.1.1 Κουκί



**Γράφημα 163. Υπέργεια βιομάζα (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία κουκιού**



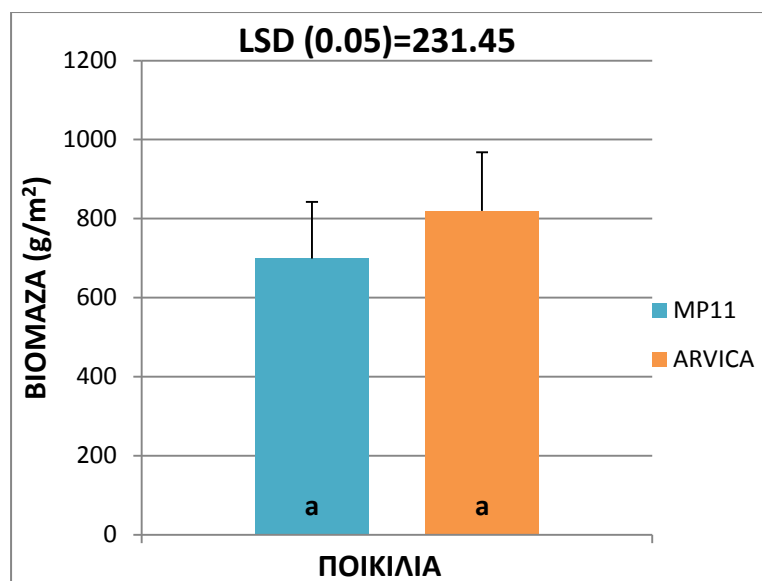
Γράφημα 164. Υπέργεια βιομάζα (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση

Η υπέργεια βιομάζα ανά μονάδα επιφάνειας στην καλλιέργεια του κουκιού ήταν μικρότερη στην ποικιλία ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 163). Μεταξύ των επεμβάσεων την μικρότερη βιομάζα είχε ο μάρτυρας 1-weedy, ενώ την μεγαλύτερη η ρίγανη (Γράφημα 164). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 75) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα

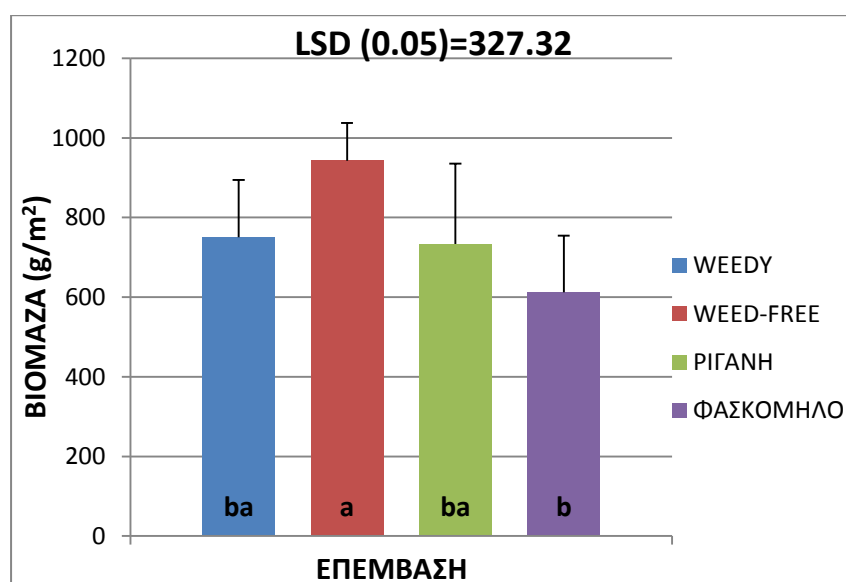
Πίνακας 75. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την υπέργεια βιομάζα (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	2816,67	1	2816,67	0,43	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	64711,3	3	21570,4	3,25	NS
(Ε)χ(Π)	38487,3	3	12829,1	1,94	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	92782,7	14	6627,33		
ΣΥΝΟΛΟ	203370	23			

### 3.6.1.2 Μπιζέλι



Γράφημα 165. Υπέργεια βιομάζα (g/m<sup>2</sup>) ανά ποικιλία μπιζελιού



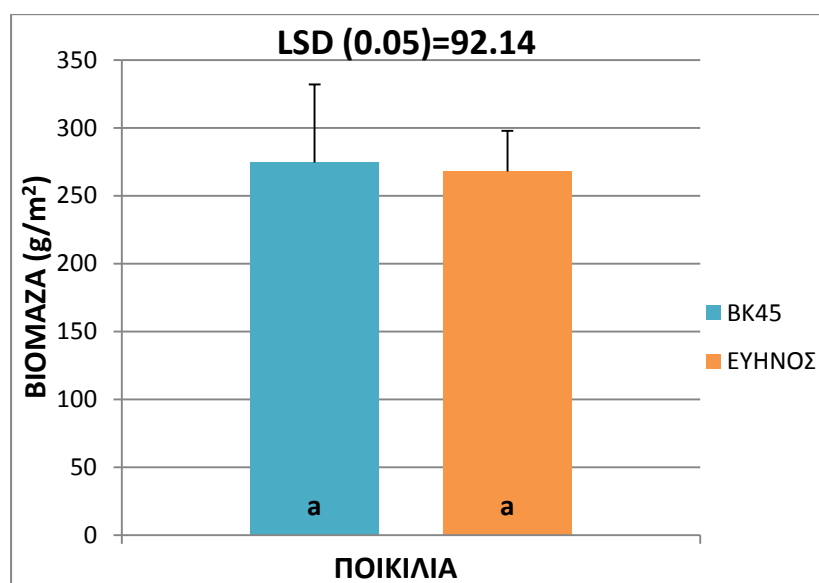
Γράφημα 166. Υπέργεια βιομάζα (g/m<sup>2</sup>) ανά επέμβαση

Η υπέργεια βιομάζα ανά μονάδα επιφάνειας της καλλιέργειας μπιζελιού ήταν μικρότερη στην ποικιλία MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 165). Μεταξύ των επεμβάσεων η μικρότερη βιομάζα σημειώθηκε στο φασκόμηλο και η μεγαλύτερη στον μάρτυρα 2-weed free (Γράφημα 166). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 76) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

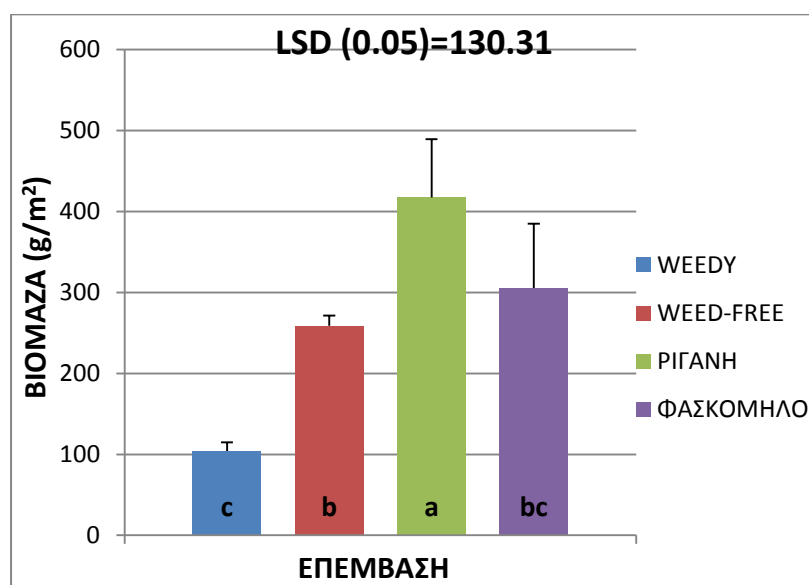
Πίνακας 76. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την υπέργεια βιομάζα ( $\text{g/m}^2$ ) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	87362,7	1	87362,7	1,25	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	336413	3	112138	1,6	NS
(Ε)χ(Π)	77533,3	3	25844,4	0,37	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	978203	14	69871,6		
ΣΥΝΟΛΟ	1,68E+06	23			

### 3.6.1.3 Βίκος



Γράφημα 167. Υπέργεια βιομάζα ( $\text{g/m}^2$ ) ανά ποικιλία βίκου



Γράφημα 168. Υπέργεια βιομάζα ( $\text{g/m}^2$ ) ανά επέμβαση

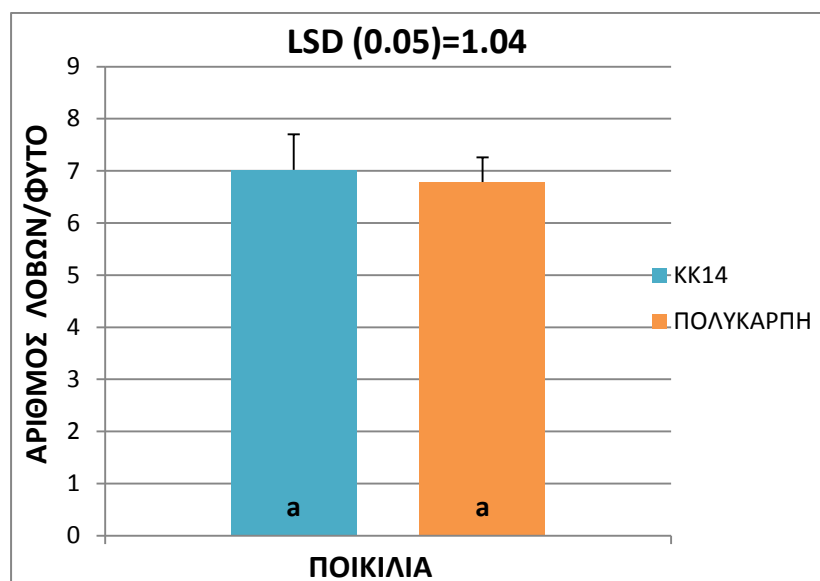
Η υπέργεια βιομάζα ανά μονάδα επιφάνειας στην καλλιέργεια βίκου ήταν μεγαλύτερη στην ποικιλία ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 167). Μεταξύ των επεμβάσεων μικρότερη βιομάζα σημειώθηκε στον μάρτυρα 1-weedy και μεγαλύτερη στην ρίγανη (Γράφημα 168). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 77) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 77. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την υπέργεια βιομάζα (g/m<sup>2</sup>) στην καλλιέργεια βίκου**

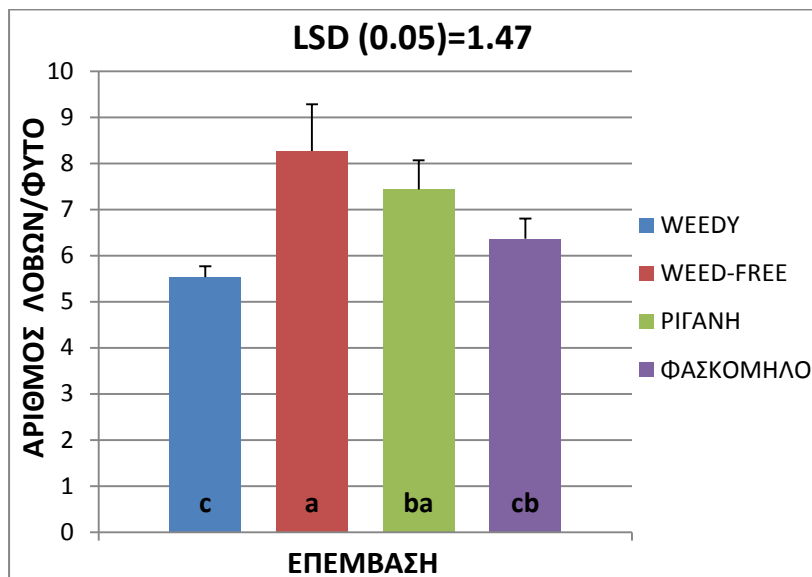
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	266,667	1	266,667	0,02	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	303797	3	101266	7,28	**
(Ε)χ(Π)	77533,3	3	2544,4	0,37	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	236576	17	13916,2		
ΣΥΝΟΛΟ	556917	26			

### 3.6.2 Αριθμός λοβών/φυτό

#### 3.6.2.1 Κουκί



**Γράφημα 169. Αριθμός λοβών/φυτό ανά ποικιλία κουκιού**



Γράφημα 170. Αριθμός λοβών/φυτό ανά επέμβαση

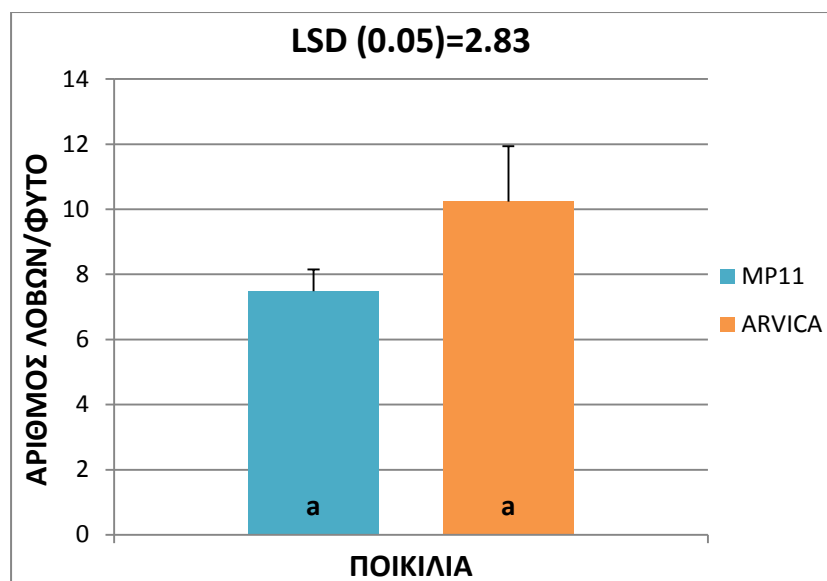
Ο αριθμός λοβών ανά φυτό στην καλλιέργεια του κουκιού ήταν μεγαλύτερος στην ποικιλία ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 169). Μεταξύ των επεμβάσεων μικρότερος ήταν στον μάρτυρα 1-weedy, ενώ ο μεγαλύτερος σημειώθηκε στον μάρτυρα 2-weed free (Γράφημα 170). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 78) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα

Πίνακας 78. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τον αριθμό λοβών ανά φυτό στην καλλιέργεια κουκιού

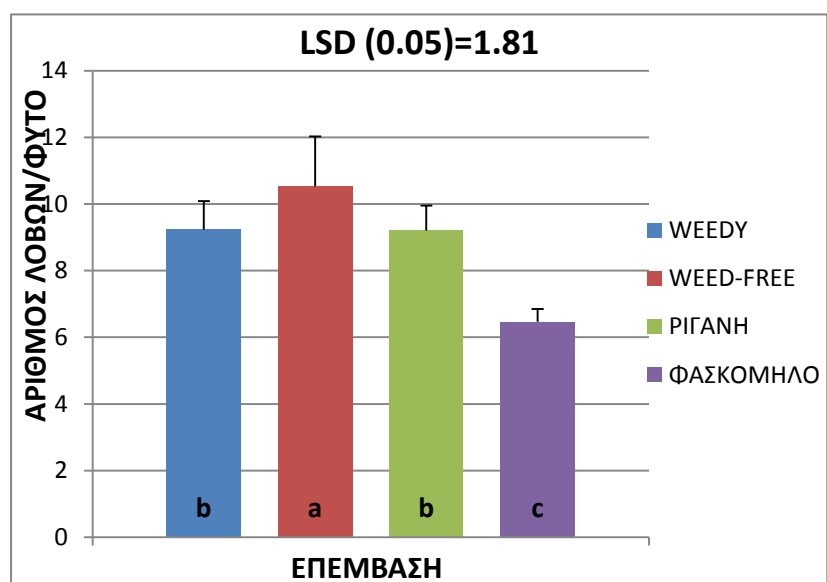
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,326667	1	0,326667	0,23	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	25,8267	3	8,60889	6,09	**
(Ε)χ(Π)	3,26	3	1,08667	0,77	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	19,7967	14	1,41405		
ΣΥΝΟΛΟ	51,44	23			



### 3.6.2.2 Μπιζέλι



Γράφημα 171. Αριθμός λοβών/φυτό ανά ποικιλία μπιζελιού



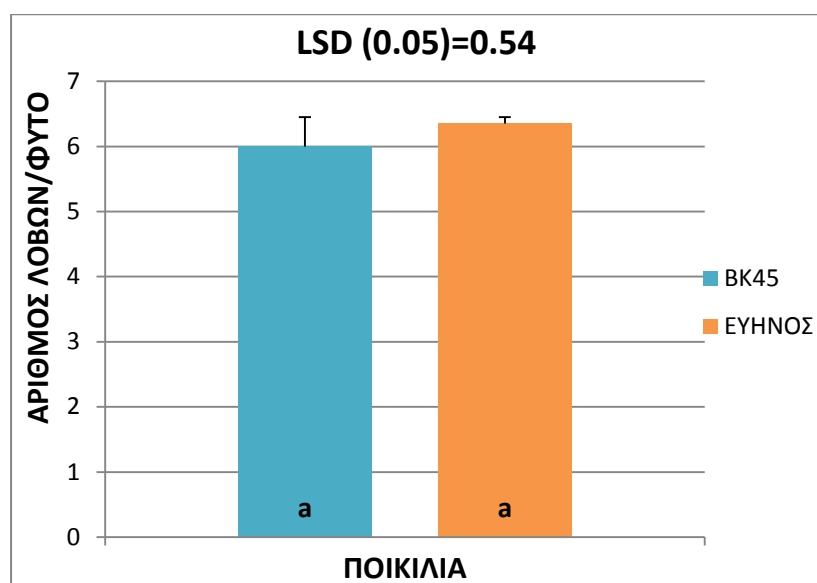
Γράφημα 172. Αριθμός λοβών/φυτό ανά επέμβαση

Ο αριθμός λοβών ανά φυτό της καλλιέργειας μπιζελιού ήταν μικρότερος στην ποικιλία MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 171). Μεταξύ των επεμβάσεων ο μικρότερος σημειώθηκε στο φασκόμηλο και ο μεγαλύτερος στον μάρτυρα 2-weed free (Γράφημα 172). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 79) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

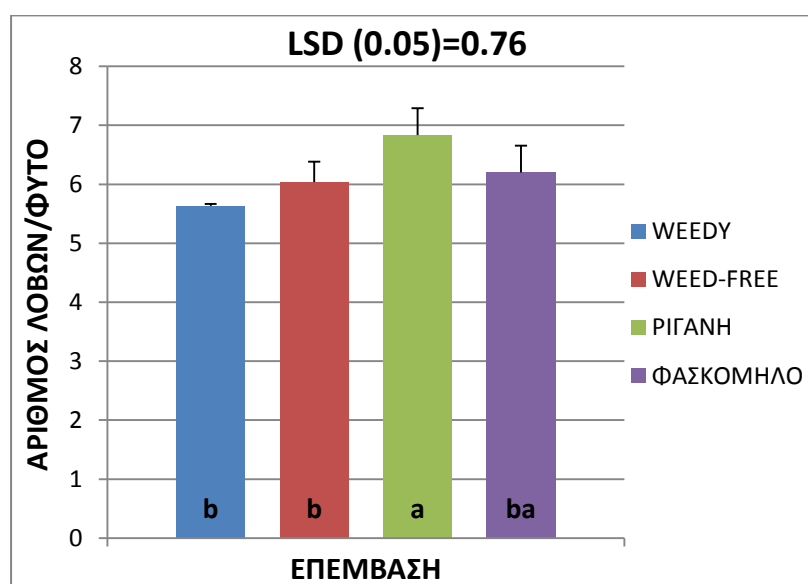
Πίνακας 79. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τον αριθμό λοβών ανά φυτό στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ(Π)	45,375	1	45,375	4,33	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	52,6983	3	17,5661	1,68	NS
(Ε)χ(Π)	15,725	3	5,24167	0,5	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	146,757	14	10,4826		
ΣΥΝΟΛΟ	288,358	23			

### 3.6.2.3 Βίκος



Γράφημα 173. Αριθμός λοβών/φυτό ανά ποικιλία βίκου



Γράφημα 174. Αριθμός λοβών/φυτό ανά επέμβαση

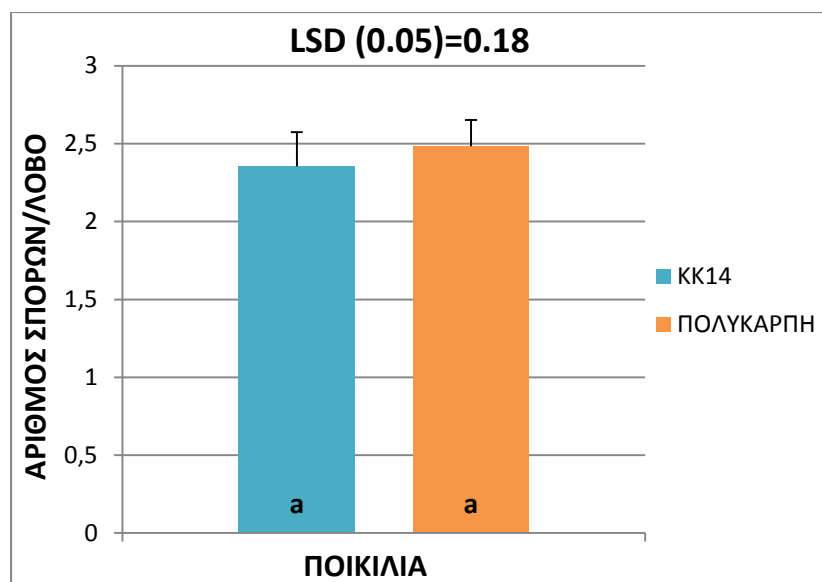
Ο αριθμός λοβών ανά φυτό στην καλλιέργεια βίκου ήταν μικρότερος στην ποικιλία ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 173). Μεταξύ των επεμβάσεων ο μικρότερος αριθμός σημειώθηκε στον μάρτυρα 1-weedy και ο μεγαλύτερος στην ρίγανη (Γράφημα 174). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 80) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 80. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τον αριθμό λοβών ανά φυτό στην καλλιέργεια

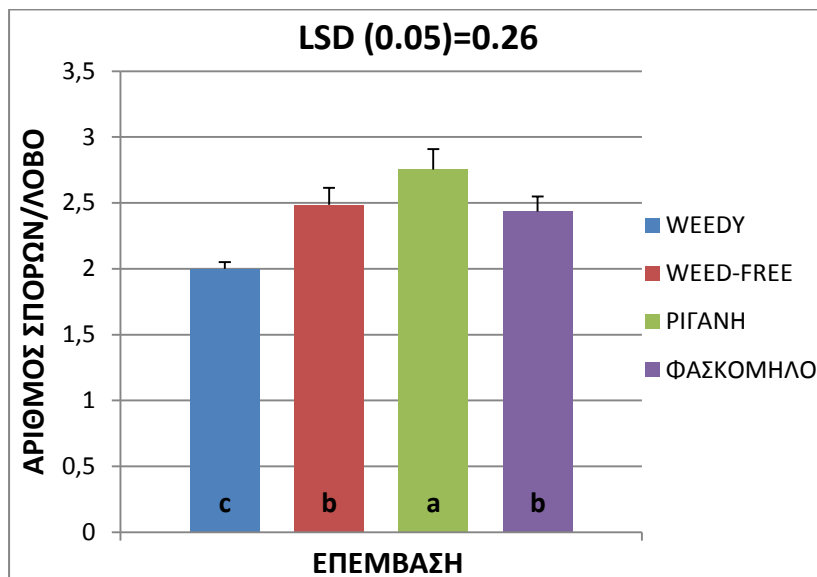
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,735	1	0,735	1,91	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	4,485	3	1,495	3,88	*
(Ε)χ(Π)	1,73833	3	0,579444	1,5	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	5,39667	14	0,385476		
ΣΥΝΟΛΟ	14,825	23			

### 3.6.3 Αριθμός σπόρων/φυτό

#### 3.6.3.1 Κουκί



Γράφημα 175. Αριθμός σπόρων/λοβό ανά ποικιλία κουκιού



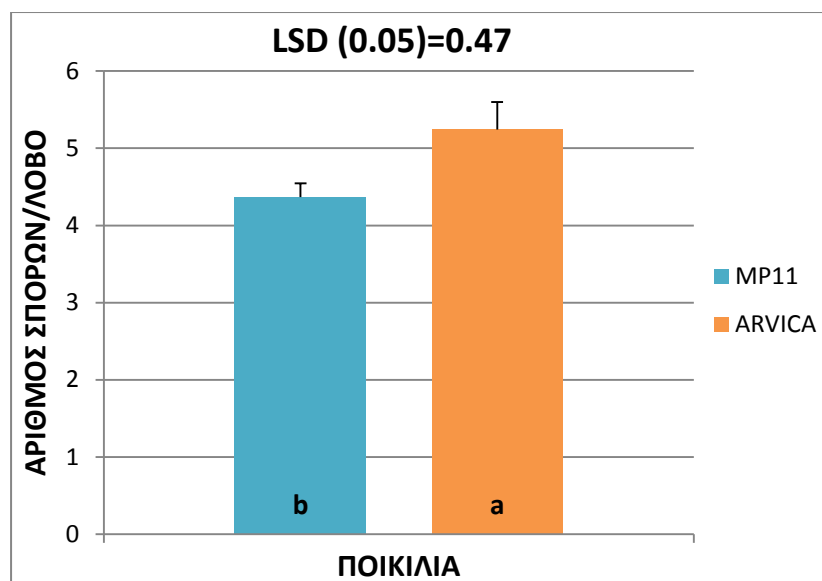
Γράφημα 176. Αριθμός σπόρων/λοβό ανά επέμβαση

Ο αριθμός σπόρων ανά λοβό στην καλλιέργεια του κουκιού ήταν μικρότερος στην ποικιλία ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 175). Μεταξύ των επεμβάσεων μικρότερος ήταν στον μάρτυρα 1-weedy, ενώ ο μεγαλύτερος σημειώθηκε στην ρίγανη (Γράφημα 176). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 81) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

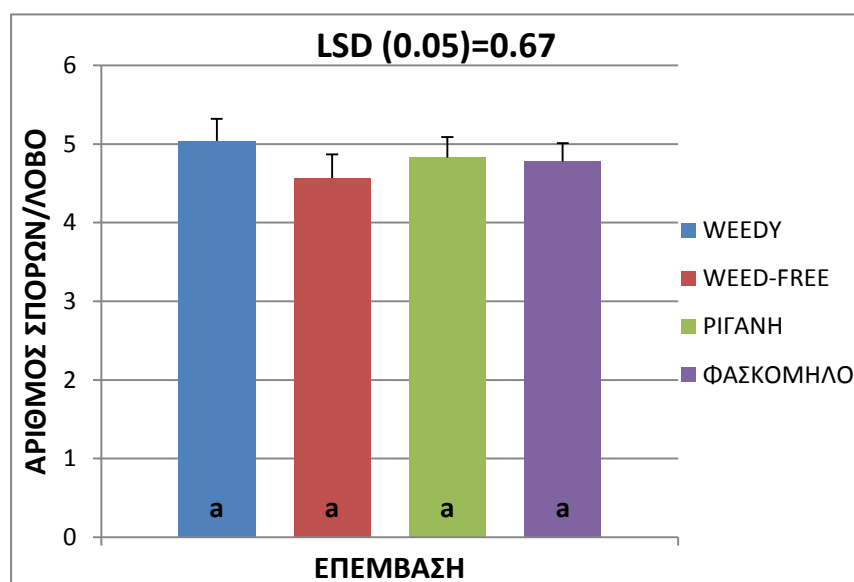
Πίνακας 81. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τον αριθμό σπόρων ανά φυτό στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	0,1014	1	0,1014	2,23	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	1,75273	3	0,584244	12,86	***
(Ε)χ(Π)	0,0114	3	0,0038	0,08	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	0,636267	14	0,045448		
ΣΥΝΟΛΟ	2,62393	23			

### 3.6.3.2 Μπιζέλι



Γράφημα 177. Αριθμός σπόρων/λοβό ανά ποικιλία μπιζελιού



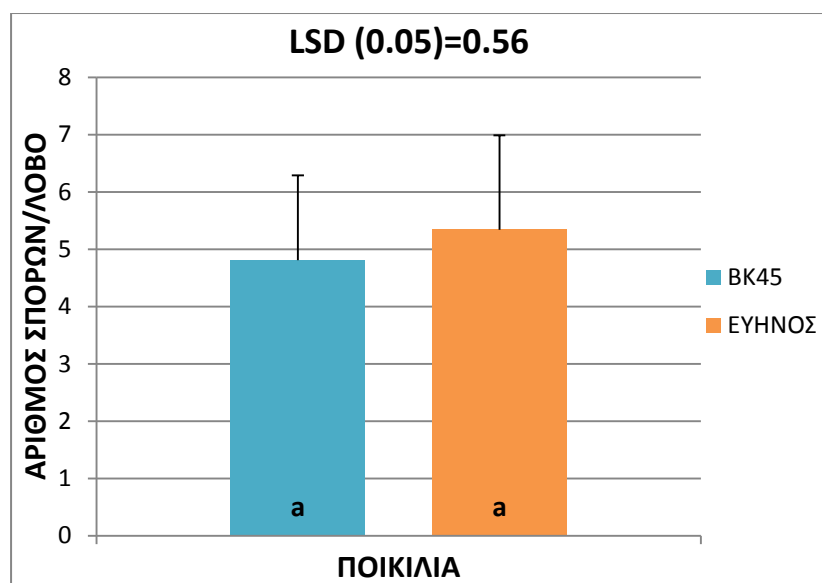
Γράφημα 178. Αριθμός σπόρων/λοβό ανά επέμβαση

Ο αριθμός σπόρων ανά λοβό της καλλιέργειας μπιζελιού ήταν μικρότερος στην ποικιλία MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 177). Μεταξύ των επεμβάσεων ο μικρότερος σημειώθηκε στον μάρτυρα 2-weed free, ενώ ο μεγαλύτερος στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 178). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 82) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, αλλά όχι μεταξύ των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

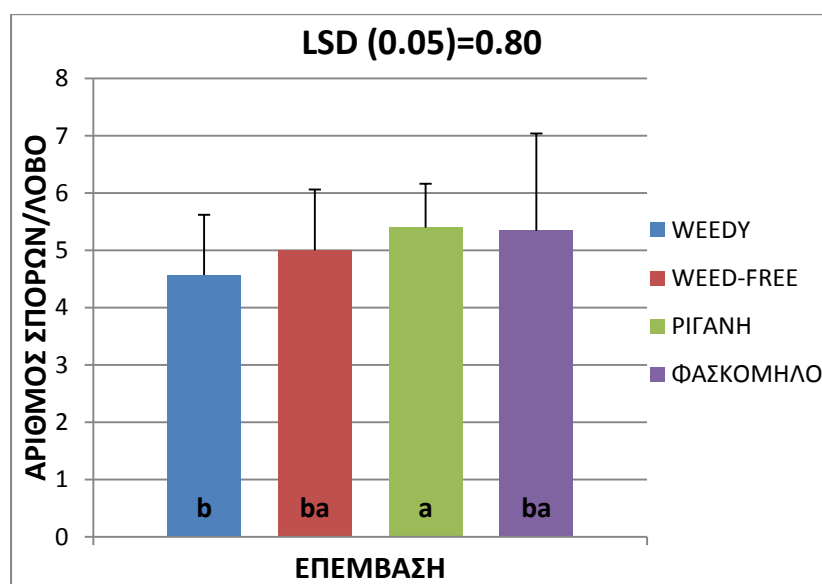
Πίνακας 82. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τον αριθμό σπόρων ανά φυτό στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	4,56754	1	4,56754	15,54	**
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	0,683413	3	0,227804	0,78	NS
(Ε)χ(Π)	0,348213	3	0,116071	0,39	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	4,11462	14	0,293902		
ΣΥΝΟΛΟ	9,81896	23			

### 3.6.3.3 Βίκος



Γράφημα 179. Αριθμός σπόρων/λοβό ανά ποικιλία βίκου



Γράφημα 180. Αριθμός σπόρων/λοβό ανά επέμβαση

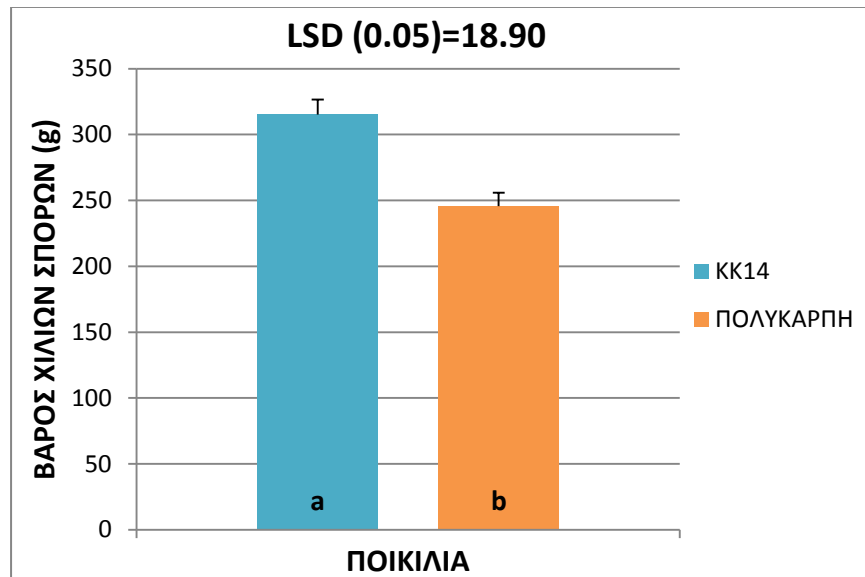
Ο αριθμός σπόρων ανά λοβό στην καλλιέργεια βίκου ήταν μικρότερος στην ποικιλία ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 179). Μεταξύ των επεμβάσεων ο μικρότερος αριθμός σημειώθηκε στον μάρτυρα 1-weedy και ο μεγαλύτερος στην ρίγανη (Γράφημα 180). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 83) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 83. Ανάλυση παραλλακτικότητας για τον αριθμό σπόρων ανά φυτό στην καλλιέργεια βίκου**

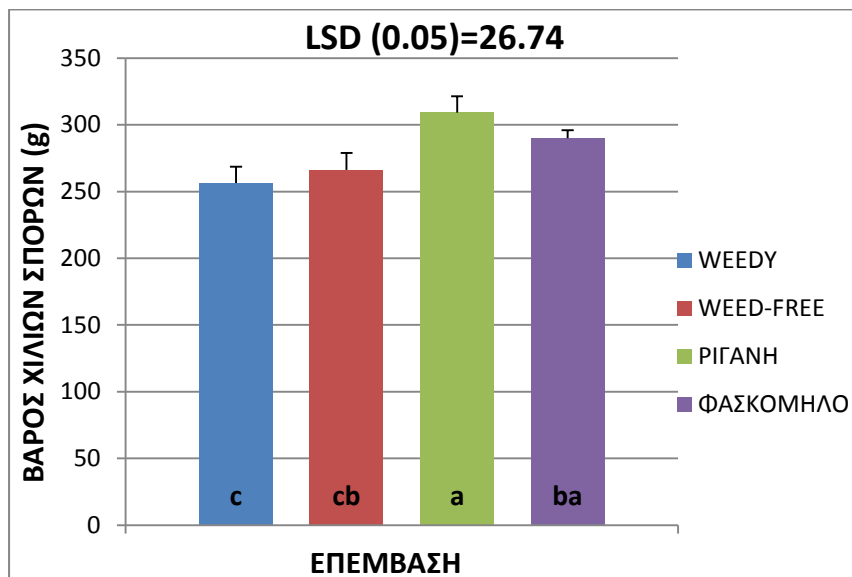
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	1,6854	1	1,6854	4,01	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	2,61353	3	0,871178	2,08	NS
(Ε)χ(Π)	0,883933	3	0,294644	0,7	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	5,87693	14	0,419781		
ΣΥΝΟΛΟ	11,281	23			

### 3.6.4 Βάρος χιλίων σπόρων (g)

#### 3.6.4.1 Κουκί



**Γράφημα 181. Βάρος χιλίων σπόρων (g) ανά ποικιλία κουκιού**



Γράφημα 182. Βάρος χιλίων σπόρων (g) ανά επέμβαση

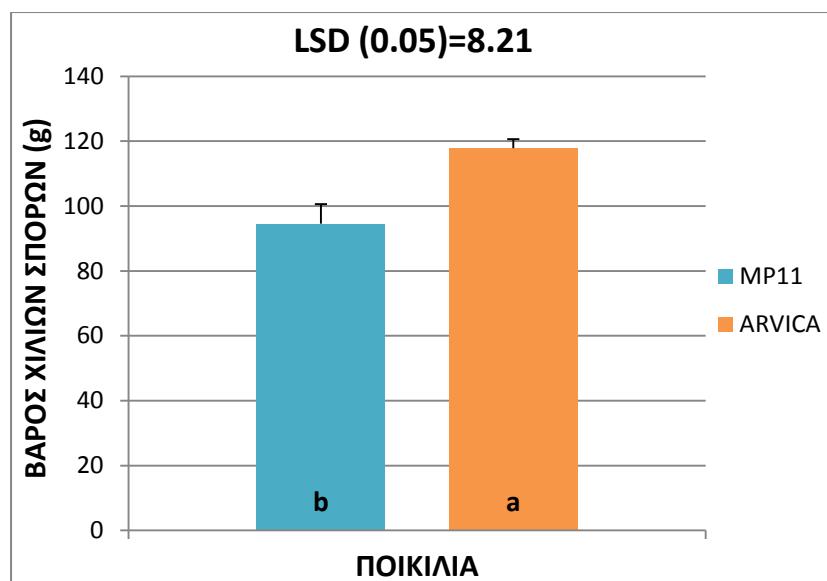
Το βάρος χιλίων σπόρων στην καλλιέργεια του κουκιού ήταν μεγαλύτερο στην ποικιλία ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 181). Μεταξύ των επεμβάσεων μικρότερο ήταν στον μάρτυρα 1-weedy, ενώ το μεγαλύτερο σημειώθηκε στην ρίγανη (Γράφημα 182). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 84) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 84. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το βάρος χιλίων σπόρων (g) στην καλλιέργεια κουκιού

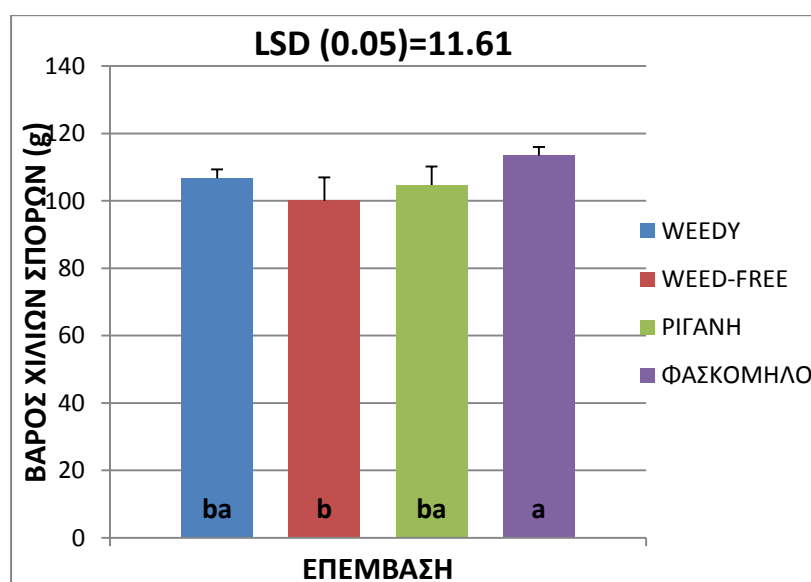
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	28889,5	1	28889,5	61,95	***
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	10201,2	3	3400,41	7,29	**
(Ε)χ(Π)	551,079	3	183,693	0,39	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	6528,96	14	466,354		
ΣΥΝΟΛΟ	47056,2	23			



### 3.6.4.2 Μπιζέλι



Γράφημα 183. Βάρος χιλίων σπόρων (g) ανά ποικιλία μπιζελιού



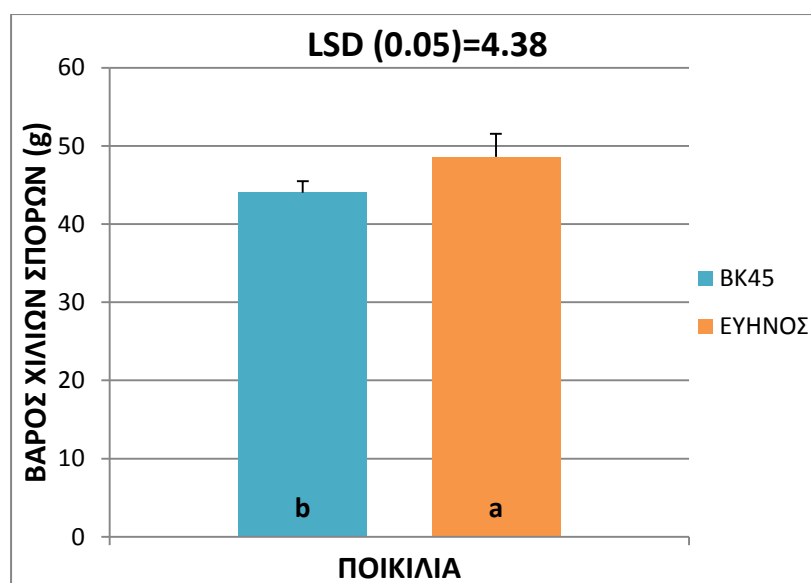
Γράφημα 184. Βάρος χιλίων σπόρων (g) ανά επέμβαση

Το βάρος χιλίων σπόρων της καλλιέργειας μπιζελιού ήταν μικρότερο στην ποικιλία MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 183). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος σημειώθηκε στον μάρτυρα 2-weed free και το μεγαλύτερο στο φασκόμηλο (Γράφημα 184). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 85) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, αλλά όχι μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ και η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

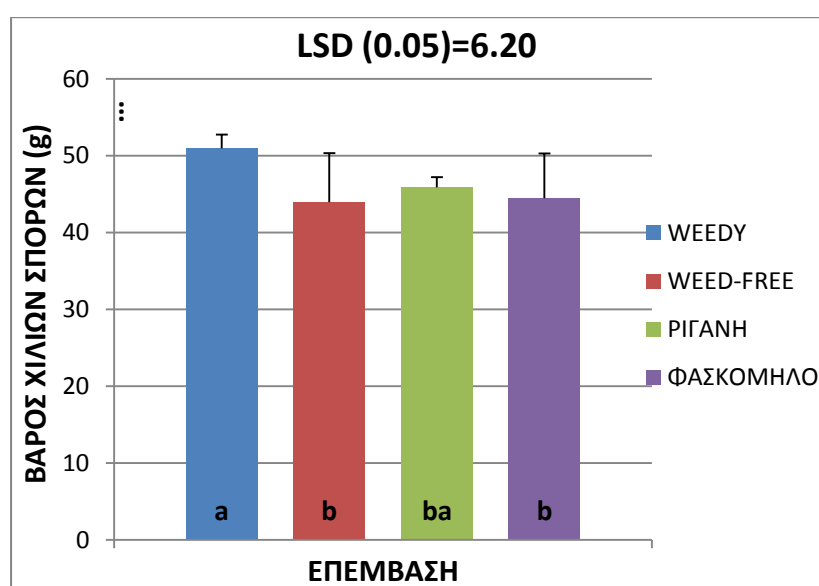
Πίνακας 85. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το βάρος χιλίων σπόρων (g) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	3257,34	1	3257,34	37,05	***
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	558,495	3	186,165	2,12	NS
(Ε)χ(Π)	90,5756	3	30,1919	0,34	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	1230,99	14	87,9276		
ΣΥΝΟΛΟ	5236,37	23			

### 3.6.4.3 Βίκος



Γράφημα 185. Βάρος χιλίων σπόρων (g) ανά ποικιλία βίκου



Γράφημα 186. Βάρος χιλίων σπόρων (g) ανά επέμβαση

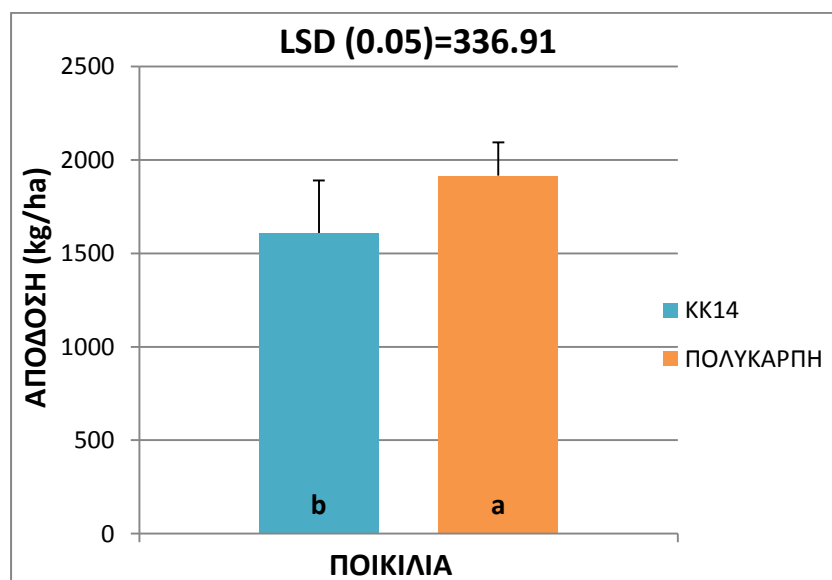
Το βάρος χιλίων σπόρων στην καλλιέργεια βίκου ήταν μικρότερο στην ποικιλία ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 185). Μεταξύ των επεμβάσεων το μικρότερο βάρος σημειώθηκε στον μάρτυρα 2-weed free και το μεγαλύτερο στον μάρτυρα 1-weedy (Γράφημα 186). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 86) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, αλλά όχι μεταξύ των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 86. Ανάλυση παραλλακτικότητας για το βάρος χιλίων σπόρων (g) στην καλλιέργεια βίκου**

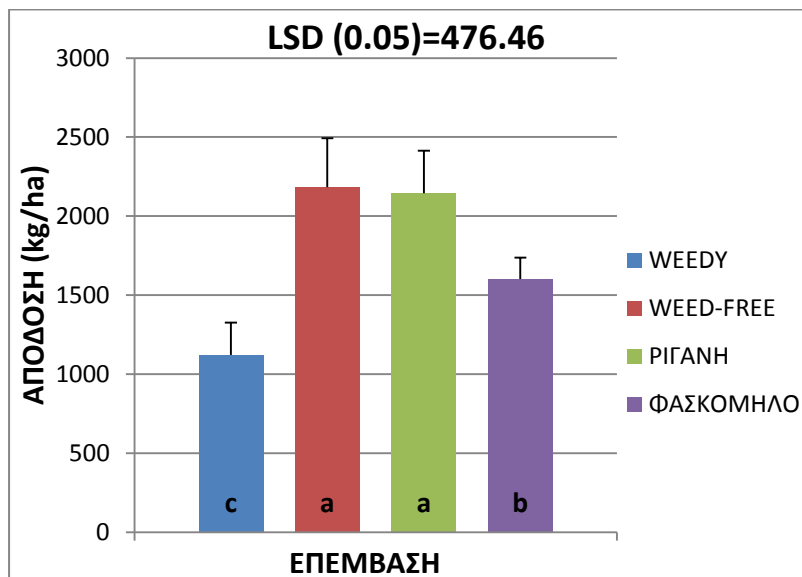
ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	127,075	1	127,075	5,06	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	183,683	3	61,2276	2,44	NS
(Ε)χ(Π)	209,028	3	69,6761	2,78	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	351,475	14	25,1054		
ΣΥΝΟΛΟ	922,972	23			

### 3.6.5 Τελική απόδοση σε σπόρο (kg/ha)

#### 3.6.5.1 Κουκί



**Γράφημα 187. Απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ανά ποικιλία κουκιού**



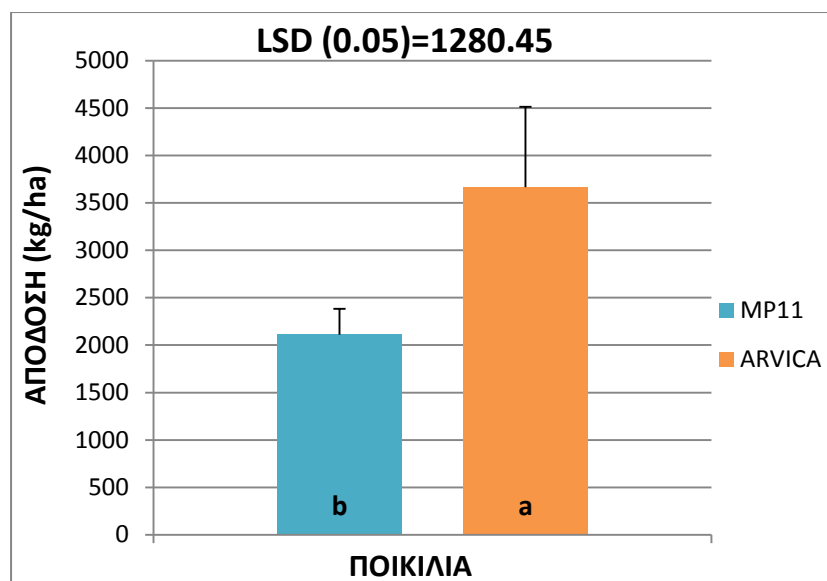
Γράφημα 188. Απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ανά επέμβαση

Η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας κουκιού ήταν μικρότερη στην ποικιλία ΚΚ14 σε σχέση με την ποικιλία Πολυκάρπη (Γράφημα 187). Μεταξύ των επεμβάσεων μικρότερη ήταν στον μάρτυρα 1-weedy, ενώ η μεγαλύτερη σημειώθηκε στον μάρτυρα 2-weed free (Γράφημα 188). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 87) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

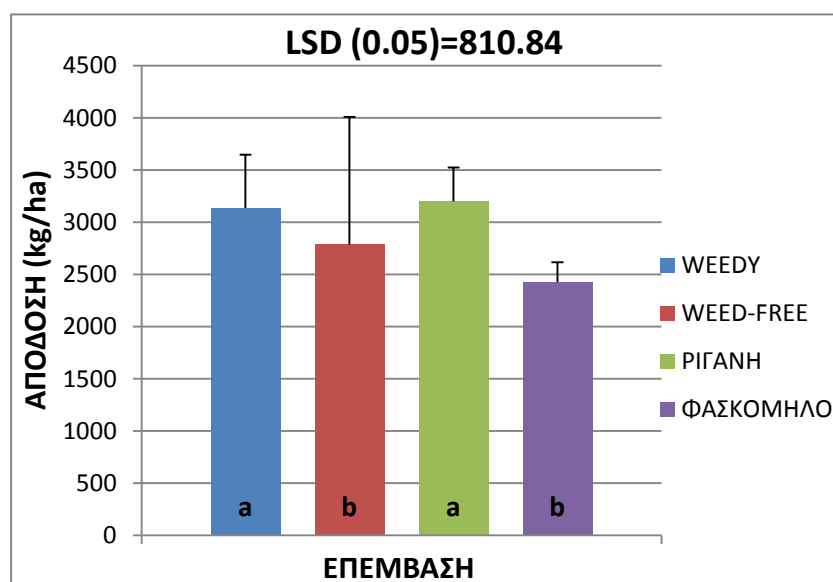
Πίνακας 87. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση σε σπόρο (kg/ha) στην καλλιέργεια κουκιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	565350	1	565350	3,82	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	4,56E+06	3	1,52E+06	10,27	***
(Ε)χ(Π)	271428	3	90476	0,61	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2,07E+06	14	148054		
ΣΥΝΟΛΟ	8,79E+06	23			

### 3.6.5.2 Μπιζέλι



Γράφημα 189. Απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ανά ποικιλία μπιζελιού



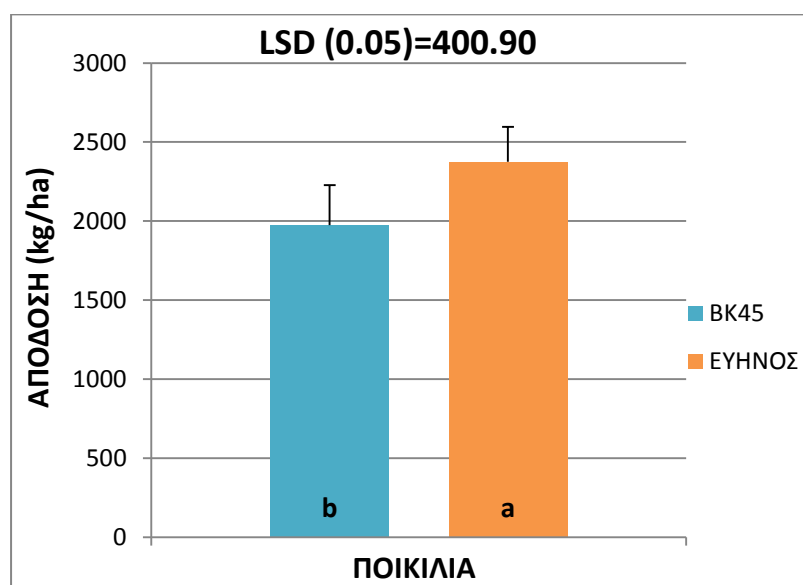
Γράφημα 190. Απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ανά επέμβαση

Η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας μπιζελιού ήταν μικρότερη στην ποικιλία MP11 σε σχέση με την ποικιλία Arvica (Γράφημα 189). Μεταξύ των επεμβάσεων η χαμηλότερη σημειώθηκε στο φασκόμηλο και η υψηλότερη στην ρίγανη (Γράφημα 190). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 88) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, αλλά όχι μεταξύ των επεμβάσεων. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

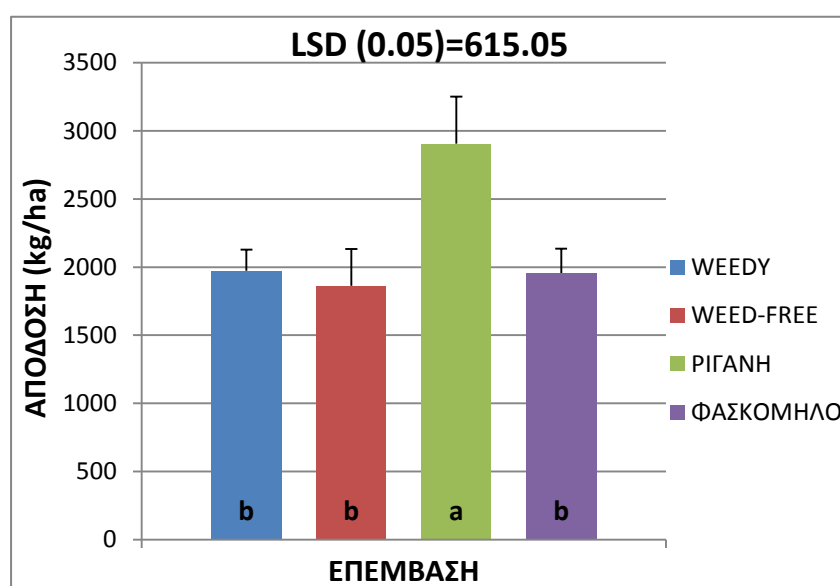
Πίνακας 88. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση σε σπόρο (kg/ha) στην καλλιέργεια μπιζελιού

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	1,45E+07	1	1,45E+07	6,77	*
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	2,29E+06	3	761938	0,36	NS
(Ε)χ(Π)	1,84E+06	3	613592	0,29	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	2,99E+07	14	2,14E+06		
ΣΥΝΟΛΟ	5,20E+07	23			

### 3.6.5.3 Βίκος



Γράφημα 191. Απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ανά ποικιλία βίκου



Γράφημα 192. Απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ανά επέμβαση

Η απόδοση σε σπόρο στην καλλιέργεια βίκου ήταν μικρότερη στην ποικιλία ΒΚ45 σε σχέση με την ποικιλία Εύηνος (Γράφημα 191). Μεταξύ των επεμβάσεων η μικρότερη απόδοση σημειώθηκε στον μάρτυρα 2-weed free και η μεγαλύτερη στην ρίγανη (Γράφημα 192). Από τα δεδομένα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (Πίνακας 89) προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά όχι μεταξύ των ποικιλιών. Η αλληλεπίδραση επέμβασης-ποικιλίας φάνηκε πως δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

**Πίνακας 89. Ανάλυση παραλλακτικότητας για την απόδοση σε σπόρο (kg/ha) στην καλλιέργεια βίκου**

ΠΠ	ΒΕ	ΑΤ	ΜΤ	F-Ratio	P-Value
ΠΟΙΚΙΛΙΑ (Π)	958009	1	958009	3,88	NS
ΕΠΕΜΒΑΣΗ(Ε)	4,32E+06	3	1,44E+06	5,83	**
(Ε)χ(Π)	1,26E+06	3	419633	1,7	NS
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	3,45E+06	14	246703		
ΣΥΝΟΛΟ	1,01E+07	23			

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η αλληλοπαθητική επίδραση των νοπών φυτικών υπολειμμάτων αρωματικών φυτών, φασκόμηλο και ρίγανη, στην ζιζανιοχλωρίδα και στα αναπτυξιακά και αποδοτικά χαρακτηριστικά των ψυχανθών κουκί, μπιζέλι και βίκος. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η αλληλοπάθεια είναι η μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτών, ίδιου ή διαφορετικού είδους, που λαμβάνει χώρα όταν ένα φυτό απελευθερώνει χημικές αλληλοπαθητικές ουσίες στο περιβάλλον, που διεγείρουν ή αναστέλλουν την ανάπτυξη άλλων φυτών (Rice, 1984). Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την μελέτη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών για τον έλεγχο των ζιζανίων άλλα και για την πιθανή αλληλεπίδρασή τους με τα καλλιεργούμενα φυτά. Η περισσότερη διαθέσιμη βιβλιογραφία περιλαμβάνει την διερεύνηση της αλληλοπάθειας των εκχυλισμάτων και των αιθέριων ελαίων από αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, ενώ ο αριθμός των ερευνών για την επίδραση της ενσωμάτωσης υπολειμμάτων τους είναι αρκετά περιορισμένος.

Το φασκόμηλο έχει μελετηθεί για τις αλληλοπαθητικές του ικανότητες. Έρευνα που είχε ως αντικείμενο την διερεύνηση της αλληλοπάθειας μάραθου, απήγανου και φασκόμηλου έναντι του ζιζανίου *Lepidium draba* απέδειξε πως ορισμένα εκχυλίσματα από τη νοπή βιομάζα ανέστειλαν την ανάπτυξη του ζιζανίου σε αναλύσεις τρυβλίου Petri, σε γλάστρες αλλά και με ενσωμάτωση νοπών υπολειμμάτων στο έδαφος. Φάνηκε πως τα νοπά υπολείμματα των φυτών και η ενσωμάτωση τους στο έδαφος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την καταστολή της βλάστησης των ζιζανίων και την μείωση του νοπού τους βάρους (Ravlic et al., 2016). Επίσης, μεγάλος αριθμός ερευνών έχουν αποδείξει την ύπαρξη αιθέριων ελαίων φασκόμηλου με αλληλοπαθητική δράση έναντι ζιζανίων και επιβλαβών μικροοργανισμών (Alexa et al., 2018; Altindal & Altindal, 2013; Arminante et al., 2006; Azirak & Karaman, 2008; ben Khedher et al., 2017; Bouajaj et al., 2013; Hassiotis, 2018; Isik et al., 2016; Mirmostafae et al., 2020b).

Όσον αφορά την ρίγανη, ο αριθμός ερευνών για την αλληλοπαθητική δράση των αιθέριων ελαίων της είναι επίσης μεγάλος (Altindal & Altindal, 2013; Arminante et al., 2006; Atak et al., 2016; Azirak & Karaman, 2008; Erba 2015, n.d.; Frabboni et al., 2019; Mirmostafae et al., 2020b). Ωστόσο, έρευνες για την αλληλοπαθητική δράση μετά από ενσωμάτωση της στο έδαφος είναι περιορισμένες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η έρευνα των Dhima κ.ά. (2009) με αντικείμενο την ενσωμάτωση τριών πολυετών αρωματικών φυτών ως χλωρή λίπανση, συμπεριλαμβανομένης και της



ρίγανης και την εξακρίβωση της αλληλοπαθητικής επίδρασης στην βλάστηση και την ανάπτυξη της μουχρίτσας [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.], της κοινής γλιστρίδας (*Portulaca oleracea* L.), του τριβολιού (*Tribulus terrestris* L.), της λουβουδιάς (*Chenopodium album* L.) και του καλαμποκιού (*Zea mays* L.). Στο χωράφι, η βλάστηση μουχρίτσας, γλιστρίδας και τριβολιού μειώθηκε κατά 11–50%, 12–59% και 26–79% αντίστοιχα στα αγροτεμάχια με τα ενσωματωμένα αρωματικά φυτά, σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα, η βλάστηση καλαμποκιού δεν επηρεάστηκε από καμία χλωρή λίπανση. Κατά τη συγκομιδή, η απόδοση σε σπόρο αραβοσίτου στα αγροτεμάχια με την ενσωμάτωση ήταν κατά 10–43% μεγαλύτερη σε σχέση με τον μάρτυρα. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χλωρή λίπανση με αρωματικά φυτά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση της μουχρίτσας και ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια αραβοσίτου και κατά συνέπεια να ελαχιστοποιηθεί η χρήση ζιζανιοκτόνων.

Άλλο πείραμα διάρκειας 2 ετών, που διεξήχθη επίσης στη Βόρεια Ελλάδα, εστίασε στις επιπτώσεις ενσωματωμένης χλωρής λίπανσης από τέσσερις βιότυπους ρίγανης (*Origanum vulgare*), στην βιομάζα, στην βλάστηση και την ανάπτυξη μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli*), σετάριας (*Setaria verticillata*), κοινής γλιστρίδας (*Portulaca oleracea*), βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*) και καλαμποκιού (*Zea mays*). Στο πείραμα αγρού, η εμφάνιση της κοινής γλιστρίδας, της μουχρίτσας και της σετάριας μειώθηκε κατά 0–55%, 38–52% και 43–86%, στα αγροτεμάχια με την ενσωματωμένη ρίγανη σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Κατά τη συγκομιδή, η απόδοση σε κάψες βαμβακιού και σπόρους καλαμποκιού ήταν κατά 24–88% και 5–16% αντίστοιχα μεγαλύτερες σε σχέση με τον μάρτυρα. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ενσωμάτωση βιότυπων ρίγανης, με υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά, στο έδαφος ως «πράσινη κοπριά», θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των μελετώμενων ζιζανίων σε καλλιέργεια καλαμποκιού και βαμβακιού (Vasilakoglou et al., 2011).

Στο παρόν πείραμα τα μελετούμενα χαρακτηριστικά συγκρίθηκαν βάσει της ποικιλίας κάθε είδους ψυχανθών (εμπορική ή καθαρή σειρά) και βάσει των διαφορετικών επεμβάσεων στην κάθε καλλιέργεια (weedy, weed-free, ρίγανη και φασκόμηλο).

Η ζιζανιοχλωρίδα φαίνεται πως επηρεάστηκε από την ενσωμάτωση υπολειμμάτων ρίγανης και φασκόμηλου σε όλες τις καλλιέργειες ψυχανθών. Κατά το πειραματικό μέρος μετρήθηκε τόσο η πυκνότητα (φυτά/m<sup>2</sup>) όσο και το ξηρό βάρος (g/m<sup>2</sup>) των ζιζανίων για την κάθε επέμβαση και για τον μάρτυρα weedy της κάθε επανάληψης στις

60, 93 και 120 ημέρες από την σπορά των ψυχανθών. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων εστίασε στα ζιζάνια με την μεγαλύτερη πυκνότητα στις διαφορετικές επεμβάσεις και όχι στις ποικιλίες, καθώς κατά κύριο λόγο δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Συγκεκριμένα, για την καλλιέργεια κουκιού στις 60 ημέρες από την σπορά, το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*) είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση με το φασκόμηλο, ενώ την μικρότερη πυκνότητα στην επέμβαση με την ρίγανη. Ομοίως, η μεγαλύτερη πυκνότητα και το ξηρό βάρος στελλάριας (*Stelaria media*) εμφανίστηκαν στην επέμβαση με το φασκόμηλο. Η συνολική πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μεγαλύτερη για την επέμβαση ρίγανης, ενώ το ξηρό τους βάρος ήταν μεγαλύτερο στον μάρτυρα. Στις 93 ημέρες από την σπορά, το καπνόχορτο είχε και πάλι την μεγαλύτερη πυκνότητα στο φασκόμηλο, ενώ το ξηρό του βάρος ήταν μεγαλύτερο στον μάρτυρα και μικρότερο στην επέμβαση με την ρίγανη. Η καψέλα (*Capsela bursa-pastoris*) είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση φασκόμηλου και το μικρότερο ξηρό βάρος στην επέμβαση ρίγανης. Η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*) είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση με την ρίγανη, ενώ το αντίθετο στον μάρτυρα weedy. Η πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων συνολικά ήταν μεγαλύτερη στον μάρτυρα και μικρότερη στην επέμβαση φασκόμηλου, ενώ το ξηρό τους βάρος ήταν μεγαλύτερο στην επέμβαση ρίγανης και μικρότερο σε αυτή με το φασκόμηλο. Στις 120 ημέρες από την σπορά, η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση με την ρίγανη και την μικρότερη στον μάρτυρα weedy. Για την παπαρούνα τα αποτελέσματα ήταν ίδια με την μέτρηση στις 93 ημέρες από την σπορά, ενώ τα αποτελέσματα για τα υπόλοιπα ζιζάνια ήταν αντίθετα από την παπαρούνα, δηλαδή μικρότερη πυκνότητα και ξηρό βάρος για την επέμβαση ρίγανης και το αντίθετο για τον μάρτυρα. Συνολικά, φαίνεται πως στην καλλιέργεια κουκιού η επέμβαση με το φασκόμηλο διέγειρε την ανάπτυξη του καπνόχορτου, της στελλάριας και της καψέλας, ενώ η επέμβαση με την ρίγανη την ανάπτυξη της παπαρούνας και της περικοκλάδας. Αντίθετα, η ρίγανη φαίνεται πως ανέστειλε την ανάπτυξη καπνόχορτου και καψέλας, καθώς είχαμε μικρότερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στα αγροτεμάχια αυτά. Τα αποτελέσματα για την ρίγανη έρχονται σε αντίθεση με πείραμα για την εξακρίβωση της αλληλοπαθητικής δράσης αιθέριων ελαίων ρίγανης και δενδρολίβανου, όπου είχαν ισχυρή ανασταλτική επίδραση στην ανάπτυξη παπαρούνας και περικοκλάδας, ενώ μικρότερη στην ανάπτυξη καπνόχορτου (Frabboni et al., 2019).

Ωστόσο, να σημειωθεί ότι πρόκειται για ένα πείραμα με διαφορετική εφαρμογή των αρωματικών φυτών και με συνδυασμό αυτών.

Στην καλλιέργεια μπιζελιού στις 60 ημέρες από την σπορά το καπνόχορτο είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα στην επέμβαση με την ρίγανη και την μικρότερη στην επέμβαση με το φασκόμηλο. Το ίδιο ίσχυε για το ξηρό βάρος στο φασκόμηλο, ενώ το μεγαλύτερο βάρος παρουσιάστηκε στον μάρτυρα. Η στελλάρια είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση ρίγανης σε αντίθεση με τον μάρτυρα. Η παπαρούνα είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στα αγροτεμάχια weedy. Η μεγαλύτερη πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων συνολικά εμφανίστηκε στον μάρτυρα ενώ η μικρότερη στην επέμβαση φασκόμηλου, ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στην επέμβαση φασκόμηλου και το μικρότερο σε αυτή της ρίγανης. Στις 93 ημέρες από την σπορά τα περισσότερα ζιζάνια εμφανίστηκαν στην ποικιλία Arvica. Το καπνόχορτο είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα στις επεμβάσεις ρίγανη και στο φασκόμηλο και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος μόνο στην ρίγανη. Η παπαρούνα είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση ρίγανη, όπως συνέβη και στην καλλιέργεια κουκιού, ενώ στην επέμβαση φασκόμηλου είχε το μικρότερο ξηρό βάρος. Συνολικά περισσότερα υπόλοιπα ζιζάνια εμφανίστηκαν στον μάρτυρα και λιγότερα στην επέμβαση ρίγανης. Τέλος, στις 120 ημέρες από την σπορά η περικοκλάδα είχε μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στον μάρτυρα, ενώ το αντίθετο στα αγροτεμάχια με το ενσωματωμένο φασκόμηλο. Η παπαρούνα, ομοίως με την μέτρηση στις 93 ημέρες από την σπορά και με τις μετρήσεις στην καλλιέργεια κουκιού, είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση ρίγανης και τα αντίθετα αποτελέσματα στην επέμβαση φασκόμηλου. Η συνολική πυκνότητα των υπόλοιπων ζιζανίων ήταν μεγαλύτερη στο φασκόμηλο και μικρότερη στον μάρτυρα, ενώ το ξηρό βάρος ήταν μεγαλύτερο στην επέμβαση ρίγανης. Συμπερασματικά, φαίνεται πως η ανάπτυξη της στελλάριας επηρεάστηκε αρνητικά από την ενσωμάτωση ρίγανης και η ανάπτυξη περικοκλάδας από την ενσωμάτωση φασκόμηλου λόγω των πολύ χαμηλών τιμών ξηρού βάρους και πυκνότητας στα αγροτεμάχια αυτά. Όπως και στην καλλιέργεια κουκιού, η ενσωμάτωση ρίγανης φαίνεται πως διεγείρει την ανάπτυξη της παπαρούνας. Σε αντίθεση με την καλλιέργεια κουκιού, η ρίγανη φαίνεται πως προήγαγε την ανάπτυξη καπνόχορτου.

Στην καλλιέργεια βίκου στις 60 ημέρες από την σπορά, η πυκνότητα και το ξηρό βάρος καπνόχορτου και στελλάριας ήταν μεγαλύτερα στα αγροτεμάχια με το ενσωματωμένο φασκόμηλο και μικρότερα στην ρίγανη, όπως συνέβη και στην

καλλιέργεια κουκιού. Η παπαρούνα είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος στην επέμβαση φασκόμηλου και το αντίθετο στον μάρτυρα weedy, όπως και στην μέτρηση στις 93 ημέρες από την σπορά. Αντίθετα, στις 120 ημέρες από την σπορά την μεγαλύτερη πυκνότητα είχε η επέμβαση ρίγανης, ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος και πάλι το φασκόμηλο με μικρή διαφορά από την ρίγανη. Η μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος των υπόλοιπων ζιζανίων, που εμφανίστηκαν στην καλλιέργεια του βίκου, ήταν στον μάρτυρα weedy στις 60 και 120 ημέρες από την σπορά, και μικρότερες τιμές στις επεμβάσεις. Αντίθετα, στις 93 ημέρες από την σπορά μεγαλύτερες τιμές είχε η επέμβαση ρίγανης και μικρότερο ξηρό βάρος η επέμβαση φασκόμηλου. Στις 93 ημέρες από την σπορά το καπνόχορτο, όπως και στην καλλιέργεια μιτζελιού, είχε την μεγαλύτερη πυκνότητα στα αγροτεμάχια με τα ενσωματωμένα αρωματικά φυτά και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στην επέμβαση με την ρίγανη. Στην καλλιέργεια βίκου εμφανίστηκε σε σημαντικό βαθμό το ζιζάνιο χαμομήλι (*Matricaria chamomilla*). Η μικρότερη πυκνότητα και ξηρό βάρος μετρήθηκαν στην επέμβαση της ρίγανης ενώ το μεγαλύτερο στον μάρτυρα. Τέλος, όσον αφορά την περικοκλάδα, η μεγαλύτερη πυκνότητα και ξηρό βάρος εμφανίστηκαν στην επέμβαση φασκόμηλου και οι μικρότερες τιμές στο μάρτυρα. Παρά το γεγονός ότι στην καλλιέργεια βίκου εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και μεταξύ των ποικιλιών, τα αποτελέσματα δείχνουν πως αυτές οι διαφορές ήταν τυχαίες, καθώς δεν παρατηρείται κάποιο συγκεκριμένο αποτέλεσμα για μία από τις δύο. Συμπερασματικά, το ενσωματωμένο φασκόμηλο φάνηκε πως διέγειρε την εμφάνιση καπνόχορτου, παπαρούνας, περικοκλάδας και στελλάριας. Η ρίγανη είχε ανασταλτικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη της στελλάριας και του χαμομηλιού, ενώ φάνηκε να επιδρά θετικά στην ανάπτυξη της παπαρούνας, σε αντίθεση με την έρευνα των Frabboni et al. (2019), όπου η ρίγανη ανέστειλε σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη παπαρούνας.

Μελετώντας τα παραπάνω αποτελέσματα πρέπει να λάβουμε υπόψη και τους υπόλοιπους παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη των ζιζανίων, ανεξάρτητα από τις επεμβάσεις, τις ποικιλίες και το είδος των ψυχανθών. Τα συμπεράσματα εστίασαν στις επεμβάσεις, ωστόσο τα αποτελέσματα επηρεάζονται και από παράγοντες όπως την επάρκεια νερού σε κάθε αγροτεμάχιο, την ανομοιομορφία του αγρού, τις καιρικές και κλιματολογικές συνθήκες, τις προηγούμενες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στον πειραματικό αγρό, την ήδη υπάρχουσα κατανομή των σπόρων ζιζανίων στα αγροτεμάχια, τα είδη ζιζανίων που εμφανίζονται στην συγκεκριμένη περιοχή κ.ά.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα μελετούμενα χαρακτηριστικά και συγκεκριμένα την

πυκνότητα φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο ( $m^2$ ), στην καλλιέργεια κουκιού στην εμπορική ποικιλία Πολυκάρπη ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με την καθαρή σειρά KK14, ενώ μεταξύ των επεμβάσεων δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα για το μπιζέλι και τον βίκο, οι ποικιλίες δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές στην πυκνότητα αλλά εμφάνισαν στις επεμβάσεις, όπου για το μπιζέλι ο μεγαλύτερος αριθμός φυτών/ $m^2$  ήταν στην επέμβαση με το φασκόμηλο και στον βίκο στην επέμβαση με την ρίγανη. Επομένως, φάνηκε πως η ενσωμάτωση φασκόμηλου και ρίγανης επίδρασε θετικά στην βλάστηση των αντίστοιχων ψυχανθών. Γενικά, έχει αποδειχθεί ότι η παρουσία αρωματικών φυτών στο έδαφος και τα αιθέρια έλαια που περιέχουν μπορούν να επηρεάσουν το ποσοστό της βλάστησης, άρα και την πυκνότητα άλλων φυτών (Ravlic et al., 2016). Συγκεκριμένα για την ρίγανη, όπως και στην περίπτωση του βίκου στην παρούσα έρευνα, έχει φανεί πως το αιθέριο έλαιο σε μικρές δόσεις έχει ανασταλτική επίδραση στην βλάστηση των σπόρων ζιζανίων χωρίς να είναι βλαπτική για το καλλιεργούμενο φυτό (Erba et al., 2015).

Το ύψος των φυτών (cm) μετρήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές ημερομηνίες μετά την βλάστηση των σπόρων και συγκεκριμένα στις 53, 69, 83 και 97 ημέρες από την σπορά. Μετά την στατιστική ανάλυση των δεδομένων φάνηκε πως κατά κύριο λόγο στην καλλιέργεια κουκιού υψηλότερα φυτά αναπτύχθηκαν στις επεμβάσεις με την ενσωμάτωση ρίγανης και φασκόμηλου, αποτέλεσμα σύμφωνο για το φασκόμηλο σε άλλη έρευνα (Dimitrakopoulou, 2016), ενώ μεταξύ των ποικιλιών δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στην καλλιέργεια μπιζελιού, αντίθετα, υψηλότερα φυτά ήταν κατά κύριο λόγο αυτά της καθαρής σειράς MP11 σε σχέση με την εμπορική ποικιλία Arvica. Μεταξύ των επεμβάσεων τα υψηλότερα φυτά εμφανίστηκαν στις επεμβάσεις ενσωμάτωσης και στον μάρτυρα weedy, ενώ φυτά μικρότερου ύψους στον μάρτυρα weed-free, γεγονός που ίσως να οφείλεται στην αντίσταση των φυτών στην ύπαρξη ζιζανίων στις πρώτες τρεις περιπτώσεις. Στην περίπτωση του βίκου, υψηλότερα φυτά είχαμε στην επέμβαση με το φασκόμηλο, ενώ μεταξύ των ποικιλιών δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (Relative Water Content-RWC) υπολογίστηκε για τα εξής τρία στάδια των ψυχανθών: βλαστικό στάδιο, στάδιο άνθισης και στάδιο σχηματισμού λοβών. Στην καλλιέργεια κουκιού κατά το βλαστικό στάδιο μικρότερο ποσοστό σχετικού περιεχομένου σε νερό είχε ο μάρτυρας weed free. Φυσιολογικά αναμενόταν υψηλότερο ποσοστό σε αυτά τα αγροτεμάχια, καθώς λόγω της έλλειψης ζιζανίων τα κύτταρα των φυτών θα ήταν σε καλύτερη υδατική κατάσταση σε σχέση με

τα υπόλοιπα αγροτεμάχια που είχαν ελεύθερη ανάπτυξη ζιζανίων. Ωστόσο αυτό δεν συνέβη, καθώς οι επαναλήψεις του μάρτυρα weed free ήταν στο άκρο του αγρού και τα φυτά δεν ποτίστηκαν επαρκώς, με αποτέλεσμα την μείωση του σχετικού περιεχομένου σε νερό. Στην καλλιέργεια του μπιζελιού κατά το βλαστικό στάδιο δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και των ποικιλιών, ενώ στην καλλιέργεια βίκου χαμηλότερο ποσοστό υπήρξε στα αγροτεμάχια με τα ενσωματωμένα αρωματικά φυτά. Αυτό εξηγείται λόγω της ανάπτυξης πολλών ζιζανίων σε αυτές τις επεμβάσεις κατά το βλαστικό στάδιο, όπως παρατηρήθηκε προηγουμένως.

Κατά την ανθοφορία, στην καλλιέργεια κουκιού το μικρότερο ποσοστό RWC είχε ο μάρτυρας weedy, λόγω της ανάπτυξης ζιζανίων και λόγω έλλειψης νερού σε αυτήν την θέση του αγρού. Στην καλλιέργεια μπιζελιού δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων αλλά μόνο μεταξύ των ποικιλιών, όπου η καθαρή σειρά MP11 είχε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με την εμπορική ποικιλία Arvica. Όπως παρατηρήθηκε προηγουμένως το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο, λόγω της ανάπτυξης των περισσότερων ζιζανίων στα αγροτεμάχια της ποικιλίας Arvica, που είχε σαν αποτέλεσμα την υδατική καταπόνηση των φυτών. Στην καλλιέργεια βίκου δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε μεταξύ των επεμβάσεων ούτε μεταξύ των ποικιλιών.

Κατά το στάδιο σχηματισμού των λοβών, στην καλλιέργεια κουκιού το μικρότερο ποσοστό RWC είχε η επέμβαση με την ρίγανη, γεγονός που εξηγείται από την ύπαρξη πολλών ζιζανίων κατά αυτό το στάδιο στην συγκεκριμένη επέμβαση. Στην καλλιέργεια μπιζελιού τα φυτά συνέχισαν να έχουν μικρότερο ποσοστό RWC στην ποικιλία Arvica και το μικρότερο επίσης στην επέμβαση φασκόμηλου. Τέλος, στην καλλιέργεια βίκου δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και των ποικιλιών.

Τα συστατικά απόδοσης των ψυχανθών που μελετήθηκαν φαίνεται πως επηρεάστηκαν τόσο από τις ποικιλίες, όσο και από τις επεμβάσεις. Αναφορικά με την υπέργεια βιομάζα ( $\text{g/m}^2$ ) η ποικιλία δεν επηρέασε την απόδοση της σε καμία από τις καλλιέργειες ψυχανθών, σε αντίθεση με τις επεμβάσεις. Στην καλλιέργεια κουκιού και βίκου μεγαλύτερη υπέργεια βιομάζα είχε η επέμβαση ρίγανης και την μικρότερη ο μάρτυρας weedy, ενώ στην καλλιέργεια μπιζελιού μεγαλύτερη απόδοση σε βιομάζα είχε ο μάρτυρας weed free και μικρότερη η επέμβαση με το φασκόμηλο. Ομοίως, για τον αριθμό λοβών ανά φυτό, η ποικιλία δεν επηρέασε τα αποτελέσματα, ενώ μεταξύ των

επεμβάσεων υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλα τα είδη ψυχανθών. Στην καλλιέργεια κουκιού και μπιζελιού μεγαλύτερο αριθμό λοβών ανά φυτό είχε ο μάρτυρας weed free, προφανώς λόγω έλλειψης ζιζανίων και αυξημένης ανάπτυξης των φυτών, ενώ μικρότερο ο μάρτυρας weedy και η επέμβαση φασκόμηλου αντίστοιχα. Στην καλλιέργεια βίκου μεγαλύτερο αριθμό είχε η επέμβαση ρίγανης και μικρότερο ο μάρτυρας weedy. Όσον αφορά τον αριθμό σπόρων ανά λοβό, η ποικιλία επηρέασε τα αποτελέσματα για όλα τα είδη ψυχανθών, όπου οι καθαρές σειρές KK14, MP11 και BK45 είχαν μικρότερο αριθμό σε σχέση με τις εμπορικές ποικιλίες Πολυκάρπη, Arvica και Εύηνος αντίστοιχα, αναμενόμενο αποτέλεσμα λόγω τις βελτίωσης που έχουν υποστεί οι εμπορικές ποικιλίες. Οι διαφορετικές επεμβάσεις επηρέασαν ομοίως τον αριθμό σπόρων ανά λοβό στην καλλιέργεια κουκιού και βίκου, όπου μεγαλύτερο αριθμό είχαν τα φυτά στην επέμβαση ρίγανης και μικρότερο στον μάρτυρα weedy.

Το βάρος χιλίων σπόρων (g) επηρεάστηκε από τον παράγοντα ποικιλία ως εξής: στην καλλιέργεια κουκιού και βίκου μεγαλύτερο βάρος είχαν οι καθαρές σειρές KK14 και BK45, ενώ στην καλλιέργεια μπιζελιού μεγαλύτερο βάρος είχε η εμπορική ποικιλία Arvica. Ο παράγοντας επέμβαση επηρέασε, επίσης, τα αποτελέσματα. Στην καλλιέργεια κουκιού μεγαλύτερο βάρος χιλίων σπόρων είχαν τα φυτά στα αγροτεμάχια με την ρίγανη και μικρότερο τα φυτά στον μάρτυρα weedy. Στην καλλιέργεια μπιζελιού μεγαλύτερο βάρος χιλίων σπόρων είχαν τα φυτά στα αγροτεμάχια με το φασκόμηλο και μικρότερο στον μάρτυρα weed free. Αντίθετα, στην καλλιέργεια βίκου μεγαλύτερο βάρος χιλίων σπόρων τα φυτά στο μάρτυρα weedy και μικρότερο τα φυτά στο μάρτυρα weed free. Τέλος, αναφορικά με την απόδοση σε σπόρο (kg/ha) ο παράγοντας ποικιλία καθόρισε τα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα στις εμπορικές ποικιλίες Πολυκάρπη, Arvica και Εύηνος η απόδοση σε σπόρο ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τις καθαρές σειρές KK14, MP11 και BK45, αποτέλεσμα αναμενόμενο λόγω των βελτιώσεων που έχουν υποστεί οι εμπορικές ποικιλίες για υψηλότερες αποδόσεις. Οι επεμβάσεις επηρέασαν επίσης τις αποδόσεις σε όλα τα είδη ψυχανθών. Η επέμβαση με την ενσωμάτωση υπολειμμάτων ρίγανης επίδρασε θετικά στις τελικές αποδόσεις σε σπόρο σε όλες τις καλλιέργειες, επιτυγχάνοντας τις υψηλότερες τιμές, αποτέλεσμα σύμφωνο με άλλες έρευνες (Dhima et al., 2009; Vasilakoglou et al., 2011). Για την καλλιέργεια κουκιού και βίκου ο μάρτυρας weedy είχε την μικρότερη απόδοση σε σπόρο, ενώ για την καλλιέργεια μπιζελιού η επέμβαση με το φασκόμηλο.

Συμπερασματικά, φαίνεται πως η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων αρωματικών φυτών στο έδαφος μπορεί να είναι τόσο διεγερτική όσο και ανασταλτική και ότι το

αλληλοπαθητικό δυναμικό εξαρτάται από το είδος των υπολειμμάτων και το είδος των φυτών που αλληλοεπιδρούν. Γεγονός που έχει αποδειχθεί από πλήθος ερευνών όπως είδαμε προηγουμένως. Τα αρωματικά φυτά έχουν την ικανότητα να παράγουν φυτοτοξικά αιθέρια έλαια και θα μπορούσαν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην καταστολή της ανάπτυξης ζιζανίων σε συστήματα βιώσιμης γεωργίας (Dhima et al., 2009). Για το λόγο αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα πάνω στην αλληλοπαθητική επίδραση των φυτικών υπολειμμάτων στα ζιζάνια και στην διερεύνηση των αλληλοπαθητικών ουσιών τους, για την δημιουργία βιοζιζανιοκτόνων φιλικότερων προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο είτε για την δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών με περισσότερες αλληλοπαθητικές ιδιότητες κατά των επιβλαβών ζιζανίων. Στόχος είναι η μείωση της χρήσης συνθετικών ζιζανιοκτόνων και η αξιοποίηση της αλληλοπάθειας στον περιορισμό και τον έλεγχο των ζιζανίων.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adamchak, R. (2008). *Organic Farming*. <https://www.britannica.com/topic/organic-farming>
- Akhondzadeh, S., Noroozian, M., Mohammadi, M., Ohadinia, S., Jamshidi, A. H., & Khani, M. (2003). Melissa officinalis extract in the treatment of patients with mild to moderate Alzheimer's disease: A double blind, randomised, placebo controlled trial. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 74(7), 863–866. <https://doi.org/10.1136/jnnp.74.7.863>
- Alsaadawi, I. ., Khaliq, A., Al-Temimi, A. ., & Matloob, A. (2011). Integration of sunflower (Helianthus annuus) residues with a pre-plant herbicide enhances weed suppression in broad bean (Vicia faba). *Planta Daninha*, 29(4), 849–859. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582011000400015>
- Alsaadawi, I. S., Khaliq, A., Lahmod, N. R., & Matloob, A. (2013). Weed management in broad bean (Vicia faba L.) through allelopathic sorghum bicolor (L.) moench residues and reduced rate of a pre-plant herbicide. *Allelopathy Journal*, 32(2), 203–212.
- Anagnou–Veroniki, M., Papaioannou–Souliotis, P., Karanastasi, E., & Giannopolitis, C. N. (2008). New records of plant pests and weeds in Greece, 1990-2007. *Hellenic Plant Protection Journal*, 1, 55–78.
- Andrew, I. K. S., Storkey, J., & Sparkes, D. L. (2015). A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Research*, 55(3), 239–248. <https://doi.org/10.1111/wre.12137>
- Bailey, K. L. (2014). The Bioherbicide Approach to Weed Control Using Plant Pathogens. In *Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective* (Issue 1977). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00014-2>
- Balciunas, J. K. (2000). Code of Best Practices for Classical Biological Control of Weeds. In Neal R. Spencer (Ed.), *Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds* (p. 435). Montana State University.
- Behradmanesh, S., Derees, F., & Rafieian-kopaei, M. (2013). *Effect of Salvia officinalis on diabetic patients*. 2(2), 51–54. <https://doi.org/10.12861/jrip.2013.18>
- Ben-Hammouda, M., Ghorbal, H., Kremer, R. J., & Oueslati, O. (2001). Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedlings growth of bread and durum wheats. *Agronomie*, 21(1), 65–71. <https://doi.org/10.1051/agro:2001109>
- Bertin, C., Yang, X., & Weston, L. A. (2003). The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil*, 256(1), 67–83. <https://doi.org/10.1023/A:1026290508166>
- Bhowmik, P. C., & Doll, J. D. (1984). Allelopathic Effects of Annual Weed Residues on Growth and Nutrient Uptake of Corn and Soybeans 1 . *Agronomy Journal*, 76(3), 383–388. <https://doi.org/10.2134/agronj1984.00021962007600030008x>
- Bond, W., & Grundy, A. C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems.

- Weed Research*, 41(5), 383–405. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2001.00246.x>
- Buhler, D. D. (2003). Weed Biology, Cropping Systems, and Weed Management. *Journal of Crop Production*, 8(1–2), 245–270. [https://doi.org/10.1300/J144v08n01\\_10](https://doi.org/10.1300/J144v08n01_10)
- Cheema, Z. A., Mushtaq, M. N., Farooq, M., Hussain, A., & Islam-ud-din. (2009). Purple nutsedge management with allelopathic sorghum. *Allelopathy Journal*, 23(2), 305–312.
- Concepts, F., & Objectives, L. (2018). Allelopathy. *Fundamentals of Weed Science: Fifth Edition*, 253–270. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811143-7.00009-3>
- Couladis, M., & Koutsaviti, A. (2017). Chemical composition of the essential oils of *Salvia officinalis*, *S. fruticosa*, *Melissa officinalis*, and their infusions. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 54(1), 36–41.
- Culliney, T. W. (2005). Benefits of classical biological control for managing invasive plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(2), 131–150. <https://doi.org/10.1080/07352680590961649>
- Damanakis, M. (1983). Weed species in wheat fields of Greece-1982, 1983 survey. *Agris*, 1, 85–90.
- De Albuquerque, M. B., Dos Santos, R. C., Lima, L. M., Melo Filho, P. D. A., Nogueira, R. J. M. C., Da Câmara, C. A. G., & Ramos, A. D. R. (2011). Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(2), 379–395. <https://doi.org/10.1051/agro/2010031>
- DeBach, P. (1964). *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Cambridge University Press.
- Economou, G., Bilalis, D., & Avgoulas, C. (2005). Weed flora distribution in Greek cotton fields and its possible influence by herbicides. *Phytoparasitica*, 33(4), 406–419. <https://doi.org/10.1007/BF02981309>
- El-Wakeel, M. A., El-Din Abd El-Ghany Ahmed, S., & El-Desoki, E. R. (2019). Allelopathic efficiency of *Eruca sativa* in controlling two weeds associated with *Pisum sativum* plants. *Journal of Plant Protection Research*, 59(2). <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129283>
- Farnsworth, N. R., & Soejarto, D. D. (1991). Global Importance of Medicinal Plants. *Conservation of Medicinal Plants*, 25–52. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511753312.005>
- Ferreira, M. I., & Reinhardt, C. F. (2010). Field assessment of crop residues for allelopathic effects on both crops and weeds. *Agronomy Journal*, 102(6), 1593–1600. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0269>
- Garcia, C. S. C., Menti, C., & Lambert, A. N. A. P. F. (2016). (*Lamiaceae*): antioxidant, and antitumor in mammalian cells. 88, 281–292.
- Ghorbani, A., & Esmailzadeh, M. (2017). Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(4), 433–440. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014>
- Giannoulis, K. D., Kamvoukou, C. A., Gougoulis, N., & Wogiatzi, E. (2020). Irrigation and nitrogen application affect Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) dry biomass, essential oil

- yield and composition. *Industrial Crops and Products*, 150(October 2019), 112392. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112392>
- Holm, L. (1969). Weed problems in developing countries. *Weed Science*, 17, 113–118.
- Inderjit, & Duke, S. O. (2003). Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, 217(4), 529–539. <https://doi.org/10.1007/s00425-003-1054-z>
- Inderjit, & Keating, K. I. (1999). Allelopathy: Principles, Procedures, Processes, and Promises for Biological Control. *Advances in Agronomy*, 67(C), 141–231. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60515-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60515-5)
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.03.004>
- Karamanos, A. . (2000). The cultivation of sage. In S. E. Kintzios (Ed.), *SAGE:The Genus Salvia* (p. 318).
- Karousou, R., Hanlidou, E., & Kokkini, S. (2000). The sage plants of Greece: distribution and infraspecific variation. In Spiridon E. Kintzios (Ed.), *SAGE:The Genus Salvia* (p. 318). Harwood Academic Publishers.
- Kayode, J., & Ayeni, J. M. (2009). Allelopathic Effects of some Crop Residues on the Germination and Growth of Cowpea ( *Vigna unguiculata* L . Walp .). *The Pacific Journal of Science and Technology*, 10(January), 345–349. <http://www.akamaiuniversity.us/PJST.htm>
- Keddy, P. A., & Cahill, J. (2018). Competition in Plant Communities. *Oxford Bibliographies*.
- Khalil, S. E.-S., & El-Noeman, A.-S. A. (2015). AMERICAN-EURASIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE Effect of bio-fertilizers on growth, yield, water relations, photosynthetic pigments and carbohydrates contents of *Origanum vulgare* L. plants grown under water stress conditions. *Journal of Sustainable Agriculture*, 9(4), 60–73. <http://www.aensiweb.com/AEJSA/http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Khaliq, A., Matloob, A., Sohail Irshad, M., Tanveer, A., Shahid, M., & Zamir, I. (2010). ORGANIC WEED MANAGEMENT IN MAIZE (*Zea mays* L.) THROUGH INTEGRATION OF ALLELOPATHIC CROP RESIDUES. *Pak. J. Weed Sci. Res*, 16(4), 409–420.
- Khan, I., Ali, Z., Ishfaq Khan, Muhammad Hussain, Z., Bibi, S., Waqas, M., Khan, R., Sohail, K., & Ali, M. (2014). ALLELOPATHIC EFFECTS OF SOME WEEDS ON CHICKPEA CROP. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 20(2), 207–2011.
- Kokkini, S., & Vokou, D. (1989). Carvacrol-rich plants in Greece. *Flavour and Fragrance Journal*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730040102>
- Kremer, R. J. (2005). The Role of Bioherbicides in Weed Management. *Biopesticides International*, 1, 127–141. <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50701000/cswq-0294-193032.pdf>
- Lawley, Y. E., Teasdale, J. R., & Weil, R. R. (2012). The mechanism for weed suppression by a forage radish cover crop. *Agronomy Journal*, 104(2), 205–214.

- <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0128>
- Li, Z. H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C. De, & Jiang, D. A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, *15*(12), 8933–8952. <https://doi.org/10.3390/molecules15128933>
- Li, Z. R., Amist, N., & Bai, L. Y. (2019). Allelopathy in sustainable weeds management. *Allelopathy Journal*, *48*(2), 109–138. <https://doi.org/10.26651/allelo.j/2019-48-2-1249>
- Marrelli, M., Statti, G. A., & Conforti, F. (2018). Origanum spp.: an update of their chemical and biological profiles. *Phytochemistry Reviews*, *17*(4), 873–888. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9566-0>
- Máthé, Á. (2015). Introduction Utilization / Significance of Medicinal and Aromatic Plants. In Ákos Máthé (Ed.), *Medicinal and Aromatic Plants of the World, Volume 1 Scientific, Production, Commercial and Utilization Aspects* (p. 468). Springer.
- McFadyen, R. E. C. (1998). Biological Control of Weeds. *Annual Review of Entomology*, *43*, 369–393. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.369>
- Miraj, S., & Kiani, S. (2016). A review study of therapeutic effects of *Salvia officinalis* L. *Der Pharmacia Lettre*, *8*(6), 299–303.
- Mullan, D., & Pietragalla, J. (2012). Chapter 5 . Leaf relative water content. *Canopy Temperature, Stomatal Conductance and Water Relation Traits*, 25–27.
- Naylor, E. L. R., & Lutman, P. J. (2002). What is a weed? In E. L. R. Naylor (Ed.), *Weed Management Handbook* (9th ed., pp. 1–15). Blackwell Science for the British Crop Protection Council.
- Perry, N. B., Anderson, R. E., Brennan, N. J., Douglas, M. H., Heaney, A. J., McGimpsey, J. A., & Smallfield, B. M. (1999). Essential oils from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): Variations among individuals, plant parts, seasons, and sites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *47*(5), 2048–2054. <https://doi.org/10.1021/jf981170m>
- Putnam, A. R., Defrank, J., & Barnes, J. P. (1983). Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, *9*(8), 1001–1010. <https://doi.org/10.1007/BF00982207>
- Quasem, J. R., & Foy, C. . (2001). Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects: a review. In *Allelopathy in Agroecosystems* (pp. 43–119). Haworth Press.
- Raal, A., Orav, A., & Arak, E. (2007). Composition of the essential oil of *Salvia officinalis* L. from various European countries. *Natural Product Research*, *21*(5), 406–411. <https://doi.org/10.1080/14786410500528478>
- Rice, E. L. (1984). *Allelopathy* (2nd ed.). Academic Press.
- Sharma, Y., Fagan, J., & Schaefer, J. (2019). Medicinal properties of Garden sage ( *Salvia officinalis* L .). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *8*(3), 3139–3148.
- Skoufogianni, E., Solomou, A. D., & Danalatos, N. G. (2019). Ecology, cultivation and utilization of the aromatic Greek oregano (*Origanum vulgare* L.): A review. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *47*(3). <https://doi.org/10.15835/nbha47111296>

- Solomou, A., Martinos, K., Skoufogianni, E., & Danalatos, N. (2016). Medicinal and Aromatic Plants Diversity in Greece and Their Future Prospects: A Review. *Agricultural Science*, 4, 9–20. <https://doi.org/10.12735/AS.V4I1P09>
- Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., & Gniazdowski, A. (2013). Allelochemicals as Bioherbicides — Present and Perspectives. *Herbicides - Current Research and Case Studies in Use*. <https://doi.org/10.5772/56185>
- Sotiropoulou, D., & Karamanos, A. . (2010). Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart)e. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 450–457. <https://doi.org/doi:10.1016/j.indcrop.2010.06.014>
- Sturm, D. J., Peteinatos, G., & Gerhards, R. (2018). Contribution of allelopathic effects to the overall weed suppression by different cover crops. *Weed Research*, 58(5), 331–337. <https://doi.org/10.1111/wre.12316>
- Sturm, Dominic Johannes, Kunz, C., & Gerhards, R. (2016). Inhibitory effects of cover crop mulch on germination and growth of *Stellaria media* (L.) Vill., *Chenopodium album* L. and *Matricaria chamomilla* L. *Crop Protection*, 90, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.032>
- Travlos, I., Tabaxi, I., Papadimitriou, D., Bilalis, D., & Chachalis, D. (2016). *Lolium rigidum* Gaud. biotypes from Greece with Resistance to Glyphosate and other Herbicides. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 73(1), 5–7. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:11772>
- Ulubelen, A. (2000). Terpenoids in the genus *Salvia*. In S. E. Kintzios (Ed.), *SAGE: The Genus Salvia* (p. 318). Harwood Academic Publishers.
- Uludag, A., Uremis, I., Arslan, M., & Gozcu, D. (2006). Allelopathy studies in weed science in Turkey - A review. *Journal of Plant Diseases and Protection, Supplement*, 20, 419–426.
- Vokou, D., Kokkini, S., & Bessiere, J. M. (1993). Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochemical Systematics and Ecology*, 21(2), 287–295. [https://doi.org/10.1016/0305-1978\(93\)90047-U](https://doi.org/10.1016/0305-1978(93)90047-U)
- Walker, J. B., & Sytsma, K. J. (2007). Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): Molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever. *Annals of Botany*, 100(2), 375–391. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl176>
- Walker, R. H., & Buchanan, G. A. (1982). Crop Manipulation in Integrated Weed Management Systems. *Weed Science*, 30(S1), 17–24. <https://doi.org/10.1017/s0043174500060276>
- Wapshere, A.J. ;Delfosse, E.S.; Cullen, J. . (1989). Recent developments in biological control of weeds. *Crop Prot.*, 8(4), 227–250.
- Weaver, M. A.; Lyn, M. E.; Boyette, C. D. ;Hoagland, R. E. (2007). Bioherbicides for Weed Control. In R. E. Upadhyaya, Mahesh K. ;Blackshaw (Ed.), *Non-chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology* (pp. 93–108). Columns Design Ltd.
- Weir, T. L., Park, S. W., & Vivanco, J. M. (2004). Biochemical and physiological mechanisms

- mediated by allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(4), 472–479. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2004.05.007>
- Winston, R. L., Randall, C. B., Blossey, B., Tipping, P. W., Lake, E. C., & Hough-goldstein, J. (2017). Field Guide for the Biological Control of Weeds in Eastern North America. *US Department of Agriculture, April*, 1–333. [https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/FHTET-2016-04\\_Biocontrol\\_Field\\_Guide.pdf](https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/FHTET-2016-04_Biocontrol_Field_Guide.pdf)
- Wogiatzi, E., Gougoulas, N., Papachatzis, A., Vagelas, I., & Chouliaras, N. (2009). Chemical composition and antimicrobial effects of greek origanum species essential oil. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 23(3), 1322–1324. <https://doi.org/10.1080/13102818.2009.10817662>
- Zimdahl, R. L. (2018). Fundamentals of Weed Science: Fifth Edition. In *Fundamentals of Weed Science: Fifth Edition*.
- Δόρδας, Χ. (2012). *Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Σύγχρονη Παιδεία*.
- Ελευθεροχωρινός, Η. Γ. (2008a). Βιολογία των ζιζανίων. In *Ζιζανιολογία* (3rd ed., pp. 17–65). ΑγροΤύπος.
- Ελευθεροχωρινός, Η. Γ. (2008b). Μέθοδοι αντιμετώπισης και σύστημα διαχείρισης ζιζανίων. In *Ζιζανιολογία* (3rd ed., pp. 71–93). ΑγροΤύπος.
- Κάλφας, Η. (2018). Χρήσεις αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. In *Αρωματικά Φυτά* (p. 87). Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.
- Μαλούπα, Ε., Γρηγοριάδου, Κ., Λάζαρη, Δ., & Κρίγκας, Ν. (2013). Καλλιέργεια, Μεταποίηση Και Διασφάλιση Ποιότητας Των Ελληνικών Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). [http://www.moa.gov.cy/moa/ari/ari.nsf/all/C810E0B75DCCE0F0C2257B6D003A569D/\\$file/open\\_access\\_gewee\\_kall\\_fitwn.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/ari/ari.nsf/all/C810E0B75DCCE0F0C2257B6D003A569D/$file/open_access_gewee_kall_fitwn.pdf?openelement)
- Μπούρμπος, Β. Α. (2008). *Η αλληλοπάθεια στην οικολογική φυτοπαθολογία*. Εκδόσεις Έμβρυο.
- Πασπάτης, Ε. Α. (1998). *Φυτορρυθμιστικές ουσίες. Ο ρόλος τους στα φυτά και οι εφαρμογές τους στις καλλιέργειες*. ΑγροΤύπος.