



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

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

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Μελέτη καλλιεργειών κάλυψης (Cover crops) και μιγμάτων τους, ως προς την ανάπτυξη και την ανταγωνιστική τους ικανότητα έναντι των ζιζανίων

**Ναταλία Β. Μπεχλιούλη**

Επιβλέπων Καθηγητής:

Τραυλός Ηλίας, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ**

**2023**

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

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Μελέτη καλλιεργειών κάλυψης (Cover crops) και μιγμάτων τους, ως προς την ανάπτυξη και την ανταγωνιστική τους ικανότητα έναντι των ζιζανίων

“Investigation of cover crops and their mixtures for their growth and competitive ability against weeds”

**Ναταλία Β. Μπεχλιούλη**

Εξεταστική Επιτροπή:

Τραυλός Ηλίας, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Οικονόμου Γαρυφαλλιά, Καθηγήτρια ΓΠΑ

Παπαστυλιανού Παναγιώτα Θηρεσία, Καθηγήτρια ΓΠΑ

## Μελέτη καλλιεργειών κάλυψης (Cover crops) και μιγμάτων τους, ως προς την ανάπτυξη και την ανταγωνιστική τους ικανότητα έναντι των ζιζανίων

ΠΜΣ Καινοτόμες εφαρμογές στην αειφορική γεωργία, στην βελτίωση φυτών & στην αγρομετεωρολογία  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργίας

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από τον Νοέμβριο 2022 έως τον Απρίλιο 2023, μελετήθηκαν καλλιέργειες κάλυψης και μίγματα αυτών, ως προς την ανάπτυξή τους και ανταγωνιστική τους ικανότητα έναντι των ζιζανίων. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε για όλες τις καλλιέργειες ήταν το τυχαιοποιημένο σχέδιο πλήρων ομάδων. Ο αγρός χωρίστηκε σε τρία ίσα αγροτεμάχια κάθε αγροτεμάχιο περιλάμβανε και τις 12 επεμβάσεις, συμπεριλαμβανομένου του μάρτυρα. Η σπορά των καλλιεργειών πραγματοποιήθηκε στις 29 Νοεμβρίου 2022 και η απεγκατάσταση του πειράματος στις 5 Απριλίου 2023. Ως καλλιέργειες κάλυψης χρησιμοποιήθηκαν τα εξής είδη βρώμη (*Avena sativa*), μπιζέλι (*Pisum sativum*) και σινάπι (*Brassica nigra*). Τα παραπάνω είδη σπάρθηκαν ως μονοκαλλιέργειες και ως μίγματα. Οι συνδυασμοί των μιγμάτων ήταν οι εξής βρώμη με μπιζέλι (*Avena sativa* – *Pisum sativum*), σινάπι με μπιζέλι (*Brassica nigra* – *Pisum sativum*) και βρώμη με μπιζέλι και σινάπι (*Avena sativa* – *Pisum sativum* – *Brassica nigra*). Τα ζιζάνια που ελέγχθηκαν ήταν τα εξής μολόχα (*Malva sylvestris*), δωδεκάνθη (*Lamium amplexicaule*), τσουκνίδα (*Urtica dioica*), στελλάρια (*Stellaria spp.*), καπνόχορτο (*Fummaria officinalis*), περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) και φάλαρη (*Phalaris spp.*). Για την επίτευξη καλύτερης διαχείρισης των εξεταζόμενων ζιζανίων πραγματοποιήθηκαν επίσης δύο κοπές των καλλιεργειών με χορτοκοπτικό μηχάνημα, στις 50 ΗΑΣ και στις 120 ΗΑΣ. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης αξιολογήθηκαν η βιομάζα τόσο των καλλιεργειών, όσο και των ζιζανίων, ο δείκτης NDVI αλλά και η πυκνότητα των ζιζανίων. Η μέτρηση της βιομάζας των καλλιεργειών αποτελεί βασικό παράγοντα σύγκρισης των χαρακτηριστικών των καλλιεργειών κάλυψης σε μίγματα και μονοκαλλιέργειες. Από τις μονοκαλλιέργειες, μεγαλύτερη και συνεχώς αυξανόμενη μέτρηση βιομάζας εμφάνισε η καλλιέργεια του σιναπιού, στην πορεία το μπιζέλι και τελευταία η καλλιέργεια της βρώμης. Παρόμοια διακύμανση της μέτρησης της βιομάζας παρατηρήθηκε στο μίγμα βρώμης – μπιζελιού με το μίγμα βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού που μετά την δεύτερη κοπή εμφάνισαν σχετική μικρή μείωση και μέχρι το τέλος του πειράματος παρέμειναν σταθερές. Παρόμοια διακύμανση είχε και η μέτρηση της βιομάζας των ζιζανίων. Μικρότερη τιμή σημειώθηκε στην καλλιέργεια του σιναπιού, έπειτα στου μπιζελιού και στην πορεία στο μίγμα τους. Το μίγμα βρώμης – μπιζελιού και βρώμης – μπιζελιού – σιναπιού παρουσίασαν παρόμοια αποτελέσματα στην μέτρηση βιομάζας των ζιζανίων, ενώ στην μονοκαλλιέργεια της βρώμης η βιομάζα των ζιζανίων ήταν συνεχώς αυξανόμενη κατά την διάρκεια του πειράματος. Τέλος, όσον αφορά την μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων στην μονοκαλλιέργεια

του σιναπιού παρατηρήθηκαν οι μικρότερες τιμές, ακολουθεί η καλλιέργεια του μπιζελιού, το μίγμα σιναπιού – μπιζελιού, το μίγμα βρώμης – μπιζελιού, το μίγμα βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού και τελευταία η καλλιέργεια της βρώμης. Ως εκ τούτου κατανοούμε πως στην πλειοψηφία τους οι μονοκαλλιέργειες λειτούργησαν πιο δυναμικά στην διαχείριση των ζιζανίων σε σχέση με τα μίγματα τους, η σύνθεση των ειδών του μίγματος των καλλιεργειών κάλυψης είναι πιο σημαντική από ότι ο αριθμός των ειδών που περιλαμβάνει και πως η εφαρμογή των κοπών προσφέρει σχετική βοήθεια όσον αφορά την διαχείριση των ζιζανίων αλλά δεν αποτελεί οριζόντιο μέσο διαχείρισής τους. Αν και τα ευρήματα αυτά είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά τις εναλλακτικές στρατηγικές διαχείρισης των ζιζανίων, έχοντας ως γνώμονα την βελτίωση των τρεχουσών πρακτικών που εφαρμόζονται και των εδαφικών συνθηκών, περαιτέρω έρευνα απαιτείται σχετικά με τη χρήση των καλλιεργειών κάλυψης.

**Επιστημονική περιοχή:** Γεωπονικές Επιστήμες

**Λέξεις κλειδιά:** καλλιέργειες κάλυψης, μονοκαλλιέργειες, μίγματα, διαχείριση ζιζανίων, ΗΑΣ Ημέρες Από την Σπορά

## **Investigation of cover crops and their mixtures for their growth and competitive ability against weeds**

*MSc Novel applications in agricultural sustainability, plant breeding, & agrometeorology  
Department of crop science  
Laboratory of Agronomy*

### **SUMMARY**

In the experiment, carried out in the experimental field of the Agriculture Laboratory of the Agricultural University of Athens, cover crops and their mixtures were studied in terms of their growth and their competitive ability against weeds. The experiment was initiated in November 2022 and lasted until April 2023. The experimental design applied for all cultures, was the randomized complete group, to the possibility of any systemic error to be eliminated. The field was divided into three equal plots, each plot containing all treatments, including the control. Sowing of the crops took place on 29 November, and de – installation of the experiment on 5 April 2023. The following species were used on cover crops: Oats (*Avena sativa*), pea (*Pisum sativum*) and mustard (*Brassica nigra*). The above species were sown as monocultures and as mixtures. The mixtures combinations were: oats with pea (*A. sativa* – *P. sativum*), mustard with pea (*B. nigra* – *P. sativum*) and oats with pea and mustard (*A. sativa* – *P. sativum* – *B. nigra*). The weeds that were controlled were the following: *Malva sylvestris*, *Lamium amplexicaule*, *Urtica dioica*, *Stellaria spp.*, *Fummaria officinalis*, *Phalaris spp.* *Convolvulus arvensis*. In order to achieve a better management of the examined weeds, the crops were mowed twice, at 50 DAS and at 120 DAS. In the context of the present study, the biomass of both crops and weeds, the NDVI index and the density of weeds were evaluated. The measurement of crop biomass is a key factor in comparing the characteristics of cover crops in mixtures and monocultures. Of the monocultures, the mustard crop showed a larger and continuously increasing biomass measurement. Followed by the pea crops and finally the oat crop. A similar variation of the biomass measurement was observed in the oat – pea mixtures with the oat – mustard – pea mixture, which after the second mowing, showed a relatively small decrease of biomass measurement and remained stable until the end of the experiment. The weeds biomass measurement had a similar variation, as well. However, a smaller weeds biomass measurement value was noted in the mustard crop, then in the pea and in the process in the mixture of these two. The oat – pea and oat – pea- mustard mixture showed similar results in the weeds biomass measurement, while in the oat monoculture the weeds biomass was continuously increasing during the experiment. Finally, regarding the measurement of the weeds density in the mustard monoculture, the lowest values were observed, followed by the pea cultivation, the mustard – pea mixture, the oat – pea mixture, the oat – pea -mustard mixture and lastly the oat cultivation. Therefore, we understand that, in the majority of them, the monocultures worked more dynamically in weeds management in relation to their mixtures. We have also come to understand that the combination of the species itself in

a cover crops mixture is more important than the number of the included species and that mowing offers indeed a relevant assistance in regards of weed management but at the same time it is not a horizontal means of their management. Although the above mentioned results are encouraging, regarding alternative weed management strategies aimed at improving current practices and soil conditions, further research is needed in regards of the use of cover crops.

**Scientific area:** Agricultural sciences

**Key words:** Cover crops, monocultures, mixtures, weed management, DAS Days After Sowing

## Ευχαριστίες

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία στην Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία του τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής.

Ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή μου Κ. Ηλία Τραυλό για την αμέριστη βοήθεια και την καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια του πειράματος και την συγγραφή αυτής της μελέτης. Οι γνώσεις μου διευρυνθήκαν και η αγάπη μου για τον κλάδο των γεωπονικών επιστημών μεγάλωσε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής μου επιτροπής την Κα. Γαρυφαλλιά Οικονόμου και την Κα. Παναγιώτα – Θηρεσία Παπαστυλιανού για τα σχόλιά τους και την συνεργασία μας τα τελευταία χρόνια στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Ευχαριστώ πολύ επίσης, τους διδακτορικούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές του εργαστηρίου για τη βοήθεια, την συνεργασία και το άριστο κλίμα που υπήρχε από την αρχή έως το τέλος των μεταπτυχιακών σπουδών.

Οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και στους δικούς μου ανθρώπους για την απεριόριστη στήριξη και την αγάπη που μου δείχνουν πάντα.

Ευχαριστώ πολύ

---

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

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	3
SUMMARY .....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1.1 Γενικά – Καλλιέργειες κάλυψης (Cover crops) .....	10
1.1.2 Είδη Καλλιερειών Κάλυψης (Cover crops).....	11
1.1.3 Εγκατάσταση καλλιέργειας κάλυψης με χρήση αναμειγμένων σπόρων (Cover crops – Mix).....	12
1.1.4 Χρόνος σποράς.....	12
1.1.5 Τερματισμός καλλιέργειας κάλυψης.....	12
1.2.1 Φυτά που επιλέχθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος.....	13
1.2.2 Γενικά - Βρώμη.....	13
1.2.3 Βοτανική περιγραφή της βρώμης.....	14
1.2.4 Προσαρμοστικότητα & Οικολογικές απαιτήσεις βρώμης.....	15
1.2.5 Συγκομιδή – Καρπός.....	16
1.2.6 Γενικά – Μπιζέλι.....	16
1.2.7 Βοτανική περιγραφή του μπιζελιού.....	18
1.2.8 Προσαρμοστικότητα & Οικολογικές απαιτήσεις μπιζελιού.....	20
1.2.9 Συγκομιδή μπιζελιού .....	20
1.2.10 Γενικά – Σινάπι .....	20
1.2.11 Βοτανική περιγραφή του σιναπιού .....	21
1.2.12 Προσαρμοστικότητα & Οικολογικές απαιτήσεις του σιναπιού .....	23
1.2.13 Συγκομιδή σιναπιού.....	23
1.2.14 Μέθοδος τερματισμού της καλλιέργειας κάλυψης.....	24
2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	25
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	26
3.1 Γενικές Πληροφορίες .....	26
3.1.2 Σπορά .....	27
3.2 Πειραματικό σχέδιο.....	28
3.3 Μετρήσεις.....	29
3.3.1 Δείκτης NDVI.....	29
3.3.2 Πυκνότητα ζιζανίων.....	30
3.3.3 Βιομάζα καλλιέργειας.....	31
3.3.3 Βιομάζα ζιζανίων στις καλλιέργειες .....	31
3.4 Στατιστική ανάλυση .....	32
3.5 Παράρτημα φωτογραφιών που αφορούν την διεξαγωγή του πειράματος.....	32
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	36
4.1 Δείκτης NDVI .....	36
4.1.1 Δείκτης NDVI, 55 DAS.....	36



4.1.2 Δείκτης NDVI, 76 DAS.....	37
4.1.3 Δείκτης NDVI, 97 DAS.....	38
4.1.4 Δείκτης NDVI, 104 DAS.....	39
4.1.5 Δείκτης NDVI, 120 DAS.....	40
4.1.6 Δείκτης NDVI, 127 DAS.....	41
4.2 Βιομάζα καλλιέργειας (g/m <sup>2</sup> ).....	42
4.2.1 Βιομάζα καλλιέργειας (ξηρό βάρος), 60 DAS .....	42
4.2.3 Βιομάζα καλλιέργειας (ξηρό βάρος), 90 DAS .....	43
4.2.3 Βιομάζα καλλιέργειας (ξηρό βάρος), 120 DAS .....	44
4.3 Βιομάζα ζιζανίων (g/m <sup>2</sup> ) .....	45
4.3.1 Βιομάζα ζιζανίων, 60 DAS.....	45
4.3.2 Βιομάζα ζιζανίων (ξηρό βάρος), 90 DAS .....	46
4.3.3 Βιομάζα ζιζανίων (ξηρό βάρος), 120 DAS .....	47
4.4 Πυκνότητα ζιζανίων .....	48
4.4.1 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Avena sativa</i> ), 62 DAS .....	48
4.4.2 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Avena sativa</i> ), 83 DAS .....	49
4.4.3 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Avena sativa</i> ), 104 DAS .....	50
4.4.4 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Pisum sativum</i> ), 69 DAS .....	51
4.4.5 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Pisum sativum</i> ), 110 DAS .....	52
4.4.6 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Brassica nigra</i> ), 69 DAS .....	53
4.4.7 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Brassica nigra</i> ), 110 DAS .....	54
4.4.8 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Avena sativa</i> + <i>Pisum sativum</i> ), 69 DAS.....	55
4.4.9 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Avena sativa</i> + <i>Pisum sativum</i> ), 110 DAS.....	56
4.4.10 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Brassica nigra</i> + <i>Pisum sativum</i> ), 69 DAS .....	57
4.4.11 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Brassica nigra</i> + <i>Pisum sativum</i> ), 110 DAS .....	58
4.4.12 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Avena sativa</i> + <i>Brassica nigra</i> + <i>Pisum sativum</i> ), 69 DAS .....	59
4.4.13 Πυκνότητα ζιζανίων ( <i>Avena sativa</i> + <i>Brassica nigra</i> + <i>Pisum sativum</i> ), 110 DAS .....	60
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	61
5.1 Ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά των ειδών καλλιεργειών .....	61
5.2 Καλλιέργειες κάλυψης έναντι των ζιζανίων.....	63
Ξένη Βιβλιογραφία.....	66
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	69
Ιστοσελίδες.....	69

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1.1 Γενικά – Καλλιέργειες κάλυψης (Cover crops)

Ως καλλιέργειες κάλυψης ορίζονται οι καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη του εδάφους. Οι καλλιέργειες αυτές μπορούν να καλλιεργηθούν για να προστατεύσουν το έδαφος από διαβρώσεις και τυχόν απώλειες θρεπτικών συστατικών, λόγω έκπλυσής τους και της επιφανειακής απορροής (Sharm P., et.al.,2018). Η Soil Society of America ορίζει τις καλλιέργειες κάλυψης, ως ‘στενές’ καλλιέργειες που φυτεύονται για προστασία και βελτίωση του εδάφους, είτε μεταξύ των κύριων καλλιεργειών, είτε σε ενδιάμεσους χώρους υπαρχόντων δενδρωδών καλλιεργειών (οπωρώνες και αμπέλια). Όταν οι καλλιέργειες αυτές οργώνονται και αφήνονται – ενσωματώνονται στο έδαφος χαρακτηρίζονται ως καλλιέργειες χλωρής λίπανσης (<https://www.soils.org/publications/soils-glossary/>).

Οι καλλιέργειες κάλυψης αποτελούν επίσης, σημαντικό ‘όπλο’ στα προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων, σε πολυετή συστήματα καλλιεργειών, καθώς έχουν την ικανότητα να επηρεάζουν τους ζιζάνιο πληθυσμούς χρησιμοποιώντας διαφορετικούς κατασταλτικούς μηχανισμούς που αφορούν την ανάπτυξη των ζιζανίων (Fernando M., et.al., 2023).

Οι πιο συνηθισμένοι μέθοδοι καταστολής της ανάπτυξης των ζιζανίων από μία ενεργά αναπτυσσόμενη καλλιέργεια κάλυψης είναι οι εξής:

A) Ο ανταγωνισμός που επικρατεί λόγω των περιορισμένων θρεπτικών , που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της βιομάζας των ζιζανίων άρα και την μείωση παραγωγής σπόρων τους,

B) Τα φυτά κάλυψης καταστέλλουν την ανάπτυξη των ζιζανίων μειώνοντας την εμφάνιση των σποροφύτων μέσω αλληλοπαθητικών επιδράσεων ή φυσικών επιδράσεων, όπως αυτή της σκίασης (Fernando M., et.al., 2023).

Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα στην επιτυχία ή την αποτυχία των καλλιεργειών κάλυψης και την καταστολή ανάπτυξης των ζιζανίων. Η μεταβλητότητα αυτή επηρεάζεται από το είδος της καλλιέργειας κάλυψης, τον χρόνο φύτευσής της, τις πυκνότητες και την βιομάζα της, τον χρόνο κάλυψης αλλά και την καλλιέργεια που είχε προηγηθεί (Fernando M., et.al.,2023).

### 1.1.2 Είδη Καλλιέργειών Κάλυψης (Cover crops)

Οι καλλιέργειες κάλυψης γενικά δεν καλλιεργούνται για να συγκομιστούν, αλλά περιλαμβάνονται στα συστήματα αειφόρου γεωργίας, λόγω των τεκμηριωμένων πολυάριθμων πλεονεκτημάτων τους (Magdoff F., et.al., 2021).

Οι καλλιέργειες κάλυψης μπορούν να αποτελούνται από οικογένειες φυτών όπως είναι τα ψυχανθή (*Fabaceae*), αγρωστώδη (*Poaceae*), λαχανοκομικά (*Brassicaceae*) και άλλες οικογένειες πλατύφυλλων φυτών.

Η επιλογή βέλτιστων φυτικών ειδών για χρήση ως καλλιέργειες κάλυψης, εξαρτάται από:

- 1) Τον σκοπό της καλλιέργειας
- 2) Την κατάσταση του εδάφους
- 3) Την τοποθεσία και το κλίμα όπου θα καλλιεργηθεί (Koudahe K., et.al., 2022).

Οι καλλιέργειες κάλυψης επιλέγονται με βάση χαρακτηριστικά τους όπως:

- 1) Η ευκολία της εγκατάστασής και απεγκατάστασής τους
- 2) Η ανθεκτικότητά τους σε ασθένειες
- 3) Σε περίπτωση καλλιέργειας τους, ταυτόχρονα με άλλη κύρια καλλιέργεια, χρειάζεται να υπάρχει χαμηλή ανταγωνιστικότητα μεταξύ τους (Scavo A., et.al., 2022).

Γενικά οι καλλιέργειες κάλυψης με υψηλή βιομάζα είναι πιο επωφελείς για τον έλεγχο των ζιζανίων, την διάβρωση του εδάφους και την συσσώρευση οργανικής ουσίας σε αυτό. Ωστόσο, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή του είδους της καλλιέργειας κάλυψης, κυρίως όταν φυτεύεται παράλληλα με κάποια κύρια καλλιέργεια, καθώς τα είδη που παράγουν υψηλή βιομάζα, μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητο ανταγωνισμό με την κύρια για φως, νερό, θρεπτικά συστατικά κ.λπ. (Scavo A., et.al., 2022). Μελέτες από την Ευρώπη και τις ΗΠΑ δείχνουν πως η επιλογή των ψυχανθών, ως καλλιέργειες κάλυψης, όπως είναι ο βίκος και το τριφύλλι είναι αποτελεσματικά στην δέσμευση και κατ'επέκταση στην διαθεσιμότητα αζώτου (N) στο έδαφος (Sullivan P.G. et.al., 1991). Ενώ άλλες μελέτες έχουν επισημάνει την αλληλοπαθητική επίδραση έναντι των ζιζανίων, με χρήση του συνδυασμού των φυτών της οικογένειας *Brassicaceae* και *Poaceae* (Turk M.A. et.al., 2003).

### **1.1.3 Εγκατάσταση καλλιέργειας κάλυψης με χρήση αναμειγμένων σπόρων (Cover crops – Mix)**

Σε ορισμένες περιπτώσεις τα είδη των καλλιεργειών κάλυψης αναμειγνύονται για να βελτιώσουν τα συνολικά αποτελέσματά τους (Elhakeem A. et.al.,2019). Για παράδειγμα, μια μελέτη στην Αυστραλία έδειξε ότι η χρήση μειγμάτων ως καλλιέργειες κάλυψης που αποτελούνται από αγρωστώδη και ψυχανθή μπορούν να αποδώσουν αυξημένα ποσοστά οργανικής ουσίας στο έδαφος και ταυτόχρονα να αυξήσουν την δέσμευση και την βιοδιαθεσιμότητα του αζώτου (N) στο έδαφος (Ball K.R. et.al.,2020). Αντίθετα, σε μία μελέτη στον Καναδά διαπιστώθηκε πως το μείγμα των ειδών δεν ήταν τόσο αποτελεσματικό έναντι των ζιζανίων, σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια. Ωστόσο, όταν αναμείχθηκαν είδη με υψηλή παραγωγικότητα υπήρξαν οφέλη στην καταστολή ανάπτυξης των ζιζανίων (McKenzie-Gopsill A. et.al.,2022).

### **1.1.4 Χρόνος σποράς**

Οι καλλιέργειες κάλυψης φυτεύονται συνήθως το φθινόπωρο, στις αρχές ή στα τέλη του χειμώνα, πιο σπάνια το καλοκαίρι, ανάλογα και με την καλλιέργεια που θα ακολουθήσει μετά τον τερματισμό της καλλιέργειας κάλυψης σε ετήσια συστήματα καλλιεργειών (Baraibar B.et.al.,2018). Ο χρόνος φύτευσης των καλλιεργειών κάλυψης έχει άμεσες επιπτώσεις τόσο στον ρυθμό ανάπτυξης, όσο και στην ποσότητα της συνολικής βιομάζας της καλλιέργειας. Μία μεγαλύτερη καλλιεργητική περίοδος, συνήθως συνεπάγεται με περισσότερη συσσώρευση βιομάζας (Murell E.G. et.al.,2017).

### **1.1.5 Τερματισμός καλλιέργειας κάλυψης**

Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι τερματισμού των καλλιεργειών κάλυψης περιλαμβάνουν:

- A) Την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων ή
- B) Την μηχανική κατεργασία του εδάφους ή
- Γ) Το κάψιμο της καλλιέργειας ή
- Δ) Η φυσική χειμερινή εξόντωση ή
- E) Το κούρεμα της καλλιέργειας (Cornelius C.D. et.al.,2017)

Το κούρεμα της καλλιέργειας με χρήση χορτοκοπτικών μηχανημάτων αποτελεί μία πιο πράσινη προσέγγιση για τον τερματισμό των καλλιεργειών κάλυψης. Η χρήση ζιζανιοκτόνων, αν και είναι μία αποτελεσματική προσέγγιση, δεν παύει να είναι ένας τρόπος τερματισμού που επιβαρύνει τόσο το περιβάλλον, όσο και την υγεία του ανθρώπου. Με την χρήση των ζιζανιοκτόνων έχουμε αρκετούς ατμοσφαιρικούς ρύπους και ταυτόχρονα υπάρχει μεγάλη πιθανότητα οι χημικές ουσίες να παρασυρθούν στις κύριες καλλιέργειες (όταν οι καλλιέργειες κάλυψης έχουν τοποθετηθεί ταυτόχρονα με άλλες κύριες καλλιέργειες) και να αναπτυχθεί φυτοτοξικότητα. Ωστόσο, δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που αφορούν τις επιπτώσεις των διάφορων μεθόδων τερματισμού των καλλιεργειών κάλυψης (LaRose J. et.al.,2019).

### **1.2.1 Φυτά που επιλέχθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος**

Για την διεκπεραίωση του συγκεκριμένου πειράματος επιλέχθηκαν φυτά διαφόρων οικογενειών, τα οποία τοποθετήθηκαν – καλλιεργήθηκαν τόσο ως μονοκαλλιέργειες, όσο και ως μείγματα αυτών.

Πιο συγκεκριμένα, σπάρθηκαν σπόροι:  
βρώμης (*Avena sativa*, οικογένεια *Poaceae*),  
μπιζέλι (*Pisum sativum*, οικογένεια *Fabaceae*),  
σινάπι (*Brassica nigra*, οικογένεια *Brassicaceae*)

Τα χαρακτηριστικά των οποίων αναλύονται στην συνέχεια.

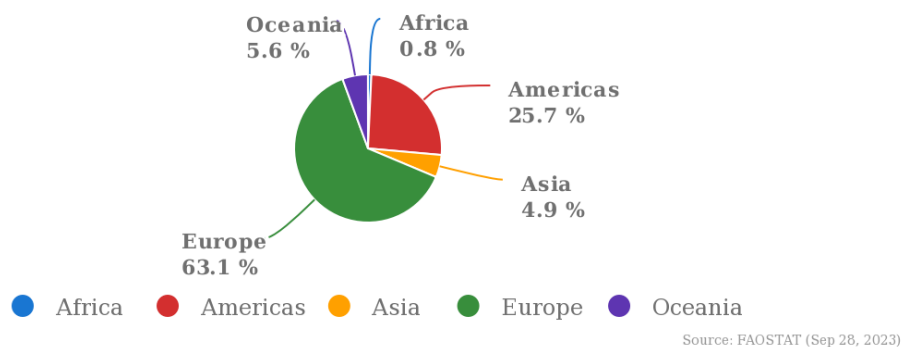
### **1.2.2 Γενικά - Βρώμη**

Η βρώμη (*Avena sativa*) είναι ένα από τα οκτώ βασικά χειμερινά καρποδοτικά σιτηρά που παρέχει το 56% των θερμίδων από τις τροφές και το 50% της πρωτεΐνης που καταναλώνεται παγκοσμίως (Παπακώστα Δ., Ειδική Γεωργία Σιτηρά & Ψυχανθή 2012). Ανήκει στο γένος *Avena*, και στην οικογένεια *Poaceae*. Το είδος *A. Sativa* είναι εξαπλοειδές ( $2n=42$ ). Αρχικός πρόγονος του είδους αυτού θεωρείται το ζιζάνιο *Avena sterillis* (Moore-Colyer 1995). Ξεκίνησε από την Μέση Ανατολή και στην πορεία εξαπλώθηκε προς την Ευρώπη. Στην Ελλάδα τα στρέμματα που καλλιεργούνται από βρώμη είναι περίπου 800 - 950 χιλιάδες και η παραγωγή κυμαίνεται από 110 – 130 χιλιάδες τόνους. Οι εκτάσεις της είναι μικρότερες από σε σχέση με το σιτάρι και το κριθάρι (Μπιλάλης Δ., Γεωργία φυτά μεγάλης καλλιέργειας 2019). Κυριότερες χώρες

παραγωγής είναι η Πολωνία, η Φιλανδία, η Ισπανία, η Σουηδία και η Γερμανία. Παρακάτω παρατίθενται γραφήματα σχετικά με την καλλιέργεια της βρώμης σε παγκόσμια κλίμακα και στον Ελλαδικό χώρο.

### Production share of Oats by region

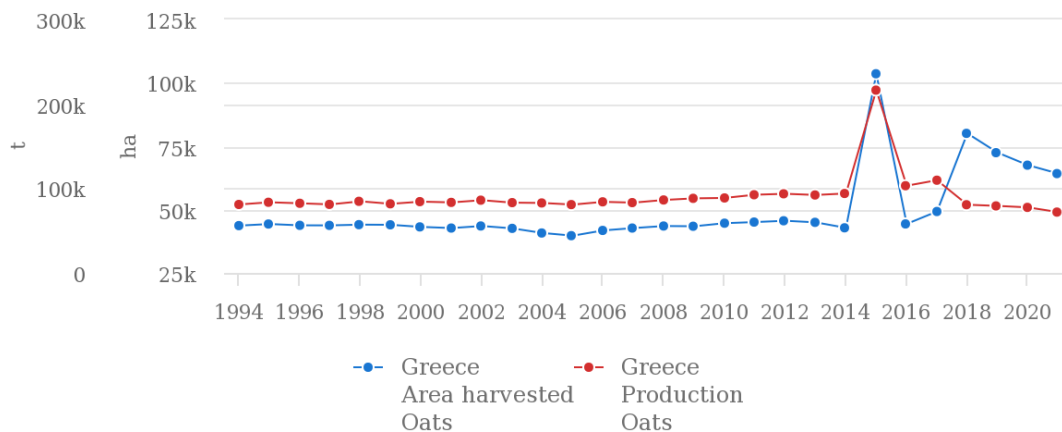
Average 1994 - 2021



**Γράφημα 1.1:** Παραγωγή της καλλιέργειας της βρώμης ανά ήπειρο, στοιχεία από το 1994 έως 2020. Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

### Production/Yield quantities of Oats in Greece

1994 - 2021



**Γράφημα 1.2.:** Παραγωγή και απόδοσεις της καλλιέργειας της βρώμης από το 1994 έως το 2020 για τον Ελλαδικό χώρο. Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

### 1.2.3 Βοτανική περιγραφή της βρώμης

Η βρώμη έχει βαθύ ριζικό σύστημα που αποτελείται από κύριες και

δευτερεύουσες ρίζες που κυμαίνονται από 1 έως 3. Έχει μεγάλο στέλεχος μικρής διαμέτρου και φύλλα με γλωσσίδα χωρίς ωτία. Η ταξιανθία είναι φόβη με κύριο άξονα και διακλαδώσεις. Στην άκρη κάθε διακλάδωσης υπάρχει ένα σταχύδιο που καλύπτεται από τα λέπυρα που εσωτερικά φέρουν συνήθως 2 άνθη (Μπιλάλης Δ., ΠΕΔΙΟ 2019, Παπακώστα Δ., Σύγχρονη Παιδεία 2012).



**Εικόνα 1.1:** Το φυτό της βρώμης. Πηγή:

[http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%92%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7\\_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C](http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%92%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C)

#### **1.2.4 Προσαρμοστικότητα & Οικολογικές απαιτήσεις βρώμης**

Σε ιδανικές συνθήκες, ο σπόρος της βρώμης απορροφά νερό και ξεκινά η ανάπτυξη του ριζιδίου στο έδαφος. Τα νεαρά φυτά αναπτύσσονται αφού πρώτα επιμηκυνθεί το πρώτο μεσογονάτιο διάστημα και το πτερίδιο που περιβάλλεται από το κολεόπτιλο. Η άνθιση ξεκινά από την κορυφή και προχωράει σταδιακά προς την βάση. Για την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου χρειάζονται περισσότερες από 180 ημέρες (Μπιλάλη Δ., ΠΕΔΙΟ 2019).

Η βρώμη είναι φυτό με μεγάλες ανάγκες σε νερό, παρόλο που μπορεί να αναπτυχθεί και σε περιοχές με ελάχιστη βροχόπτωση κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αναπτύσσεται άριστα σε εδάφη αργυλοπυλώδη και πηλώδη και εμφανίζει αντοχή στην εδαφική υγρασία. Είναι επίσης σχετικά ανθεκτική στην αλατότητα και στα όξινα εδάφη με Ph 4,5. Είναι ευαίσθητη τόσο στις πολύ υψηλές όσο και στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Το φύτεμα του σπόρου ξεκινά από τους 3 – 4 °

C. Η άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της είναι οι 25 – 30 °C. Σε περιοχές με θερμό κλίμα η σπορά γίνεται χειμώνα, ενώ σε περιοχές με ψυχρό κλίμα η σπορά πραγματοποιείται την άνοιξη (Sorrells et. al.,1992).

### 1.2.5 Συγκομιδή – Καρπός

Η βρώμη καλλιεργείται για παραγωγή βιομάζας και καρπού. Ο σπόρος χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο και ως ζωοτροφή. Η συγκομιδή πραγματοποιείται μηχανικά και εξαρτάται από την χρήση της βρώμης στην συνέχεια. Πιο συγκεκριμένα, αν η βρώμη προορίζεται για την χρήση της ως βιομάζα η συγκομιδή γίνεται μετά το ξεστάχασμα. Στις καρποδοτικές καλλιέργειες, η συγκομιδή γίνεται πριν το χαρακτηριστικό ‘τίναγμα’ των καρπών (Μπιλάλης Δ., ΠΕΔΙΟ 2019).



**Εικόνα 1.2.:** Σπόροι βρώμης (*Avena sativa*). Πηγή: <https://wikifarmer.com/el/avena-sativa-%CF%83%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9-%CE%B2%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7%CF%82/>

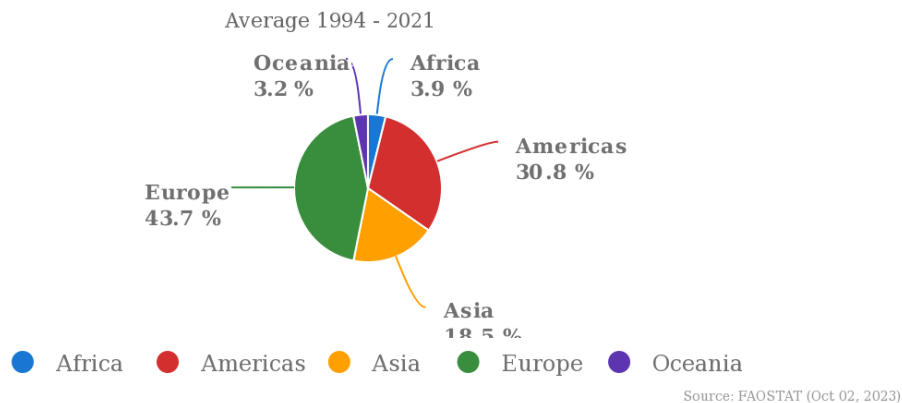
### 1.2.6 Γενικά – Μπιζέλι

Το μπιζέλι είναι ένα φυτό που ανήκει στο γένος *Pisum*, στην οικογένεια των ψυχανθών. Καλλιεργήσιμα είναι δύο κυρίως είδη το κτηνοτροφικό και το βρώσιμο (ξερό), *Pisum arvense*, *Pisum sativum* αντίστοιχα. Στην Ευρωπαϊκή ζώνη οι κυριότερες χώρες παραγωγής είναι η Γερμανία και η Γαλλία. Στον Ελλαδικό χώρο το 2012 οι εκτάσεις ήταν ως εξής για το βρώσιμο μπιζέλι 6.000 στρέμματα και για το



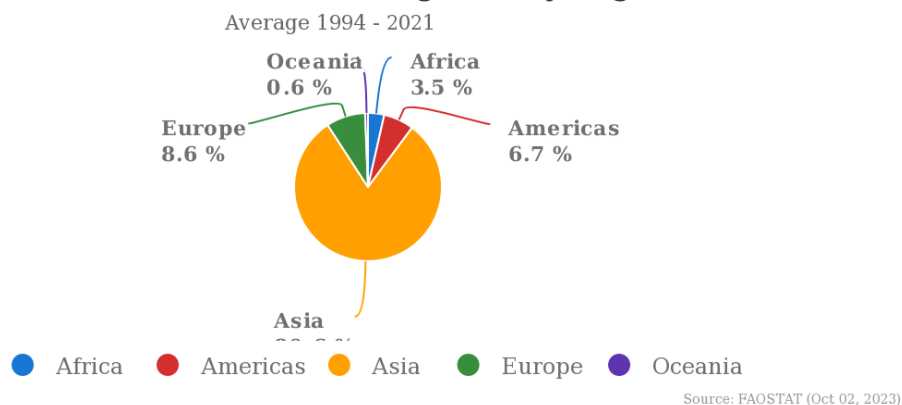
κτηνοτροφικό 17.000 στρέμματα (Μπιλάλης Δ., ΠΕΔΙΟ 2019). Παρακάτω παρατίθενται διαγράμματα σχετικά τις αποδόσεις παραγωγής των καλλιεργειών βρώσιμων και κτηνοτροφικών μπιζελιών.

### Production share of Peas, dry by region

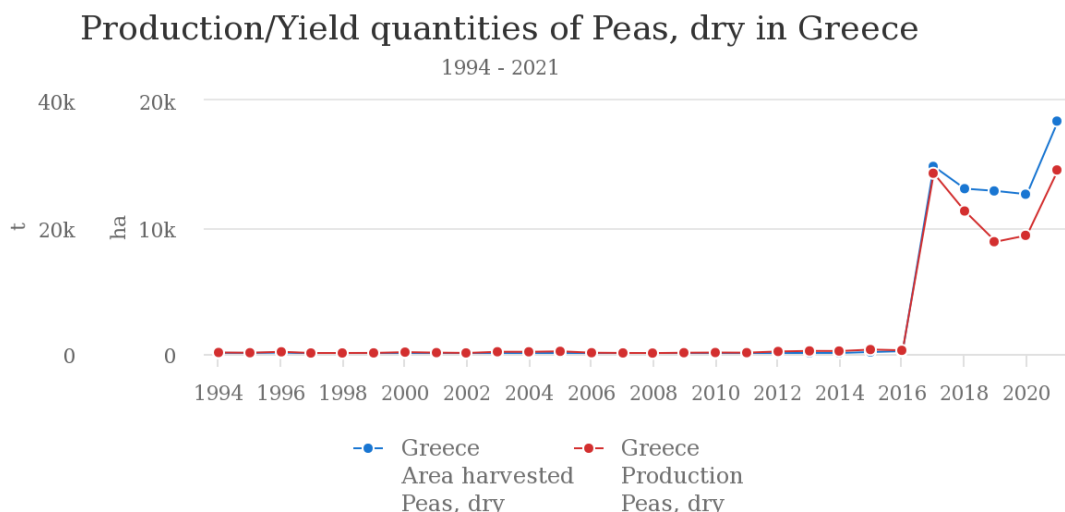


**Γράφημα 1.3.:** Παγκόσμια απόδοση παραγωγής καλλιέργειας βρώσιμου (ξηρού) μπιζελιού, *Pisum sativum* (1994-2021). Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

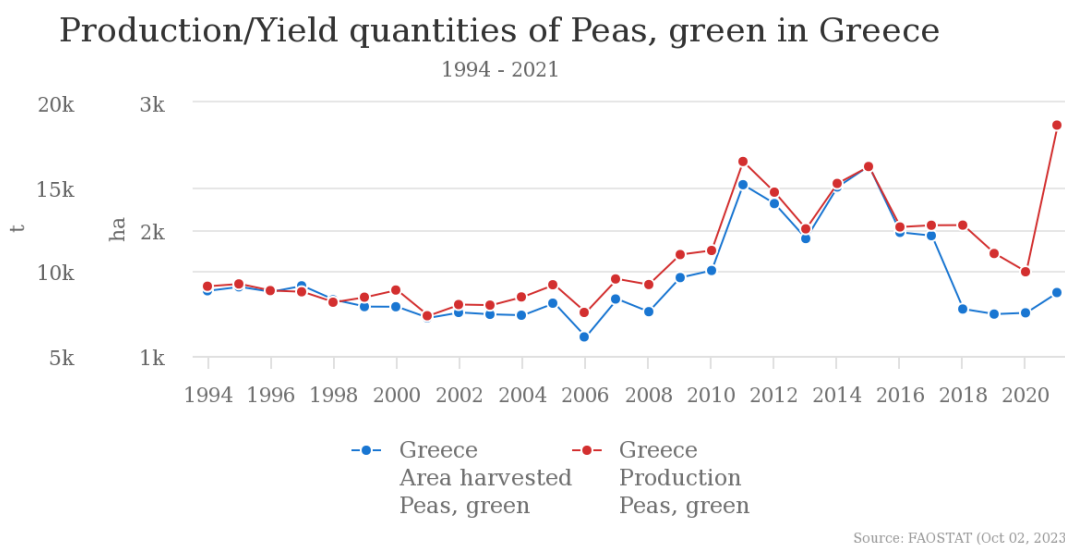
### Production share of Peas, green by region



**Γράφημα 1.4.:** Παγκόσμια απόδοση παραγωγής καλλιέργειας κτηνοτροφικού μπιζελιού, *Pisum arvense* (1994-2021). Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>



**Γράφημα 1.5.:** Παραγωγή / απόδοση καλλιέργειας βρώσιμου μπιζελιού *Pisum sativum*, στον Ελλαδικό χώρο (1994-2020). Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>



**Γράφημα 1.6.:** Παραγωγή / απόδοση καλλιέργειας κτηνοτροφικού μπιζελιού *Pisum arvense*, στον Ελλαδικό χώρο (1994-2020). Πηγή: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

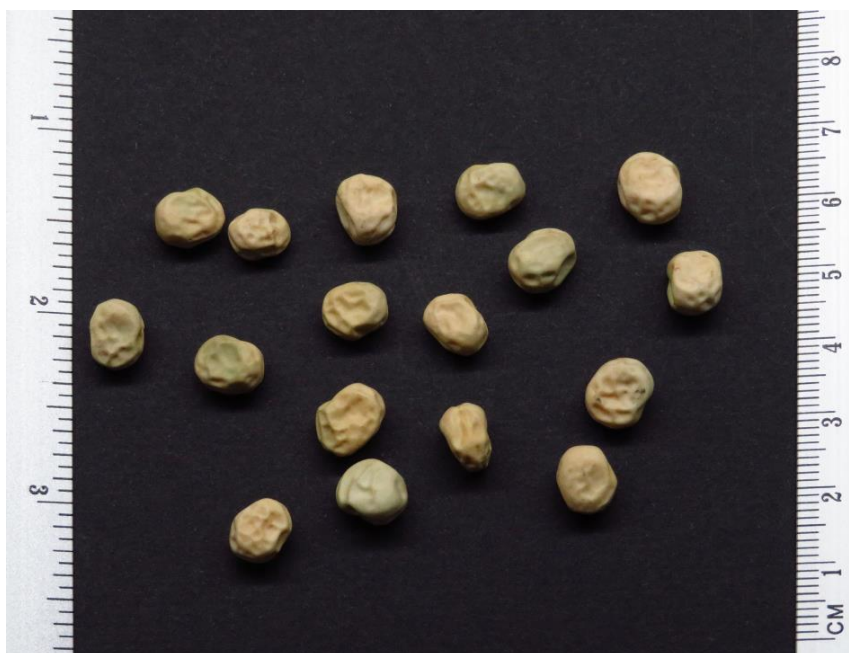
### 1.2.7 Βοτανική περιγραφή του μπιζελιού

Οι λοβοί του μπιζελιού διαφοροποιούνται ως προς το μήκος ανάλογα με το εάν είναι κτηνοτροφικό ή βρώσιμο το μπιζέλι. Πιο συγκεκριμένα, οι λοβοί του κτηνοτροφικού έχουν μήκος 4 με 6 cm και περιέχουν 4 με 10 σπόρους, ενώ οι λοβοί του βρώσιμου έχουν μήκος 3 με 12 cm και περιέχουν 2 με 10 σπόρους. Οι λοβοί του

βρώσιμου μπιζελιού είναι κυλινδρικού σχήματος και βρώσιμα είναι μόνο τα σπέρματα είτε ξερά είτε διατηρημένα υπό ψύξη (Μπιλάλης Δ., ΠΕΔΙΟ 2019).

Τα μπιζέλια έχουν μια κύρια πασσαλώδη ρίζα με αρκετές πλευρικές. Το ριζικό σύστημά τους φτάνει σε βάθος έως 120 cm και σε αυτό σχηματίζονται μεγάλα, ευδιάκριτα σφαιρικά φυμάτια.

Τα στελέχη του μπιζελιού είναι λεπτά χωρίς τρίχες και μήκος που μπορεί να υπέρβει τα 120 cm. Τα φύλλα αναπτύσσονται κατ' εναλλαγή, είναι πλατιά και αποτελούνται από δύο τρία ζεύγη αντίθετων φυλλαρίων που καταλήγουν σε έλικα διακλαδιζόμενη. Η ταξιανθία είναι βότρυς και η άνθιση ξεκινά από την βάση και προχωράει προς τα πάνω (Μπιλάλης Δ., ΠΕΔΙΟ 2019).



**Εικόνα 1.3.:** Σπόροι μπιζελιού (*Pisum sativum*). Πηγή: <https://wikifarmer.com/el/pisum-sativum-%CF%83%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9-%CE%BC%CF%80%CE%B9%CE%B6%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%8D/>

### **1.2.8 Προσαρμοστικότητα & Οικολογικές απαιτήσεις μπιζελιού**

Η καλλιέργεια του μπιζελιού είναι αρκετά ευαίσθητη στις υψηλές θερμοκρασίες, κυρίως την περίοδο της άνθισης και του σχηματισμού των λοβών. Έχει μεγάλη ανοχή στα χαμηλές θερμοκρασίες, κυρίως το κτηνοτροφικό μπιζέλι, εμφανίζει ανθεκτικότητα έως  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Όσον αφορά τα εδάφη, ιδανικά κρίνονται εκείνα με υψηλό ποσοστό οργανικής ουσίας, καλά στραγγιζόμενα, με pH 5,5 έως 7 και επάρκεια υγρασίας κυρίως κατά την περίοδο της άνθισης. Αναπτύσσεται εξίσου καλά τόσο σε αργιλώδη, όσο και σε αμμοπηλώδη εδάφη.

Η σπορά πραγματοποιείται Οκτώβριο με Νοέμβριο, ενώ στις βόρειες περιοχές τον Φλεβάρη. Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι  $5^{\circ}\text{C}$  (Μπιλάλης Δ., πεδίο 2019).

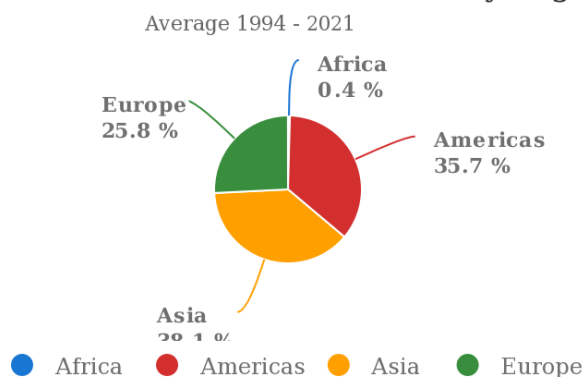
### **1.2.9 Συγκομιδή μπιζελιού**

Η συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιείται μηχανικά. Στην καλλιέργεια του καρποδοτικού μπιζελιού γίνεται όταν η πλειοψηφία των λοβών έχουν φτάσει στο στάδιο της ωριμότητας – μεταχρωματισμού. Στην καλλιέργεια χορτοδικού μπιζελιού η συγκομιδή γίνεται στο στάδιο της άνθισης. Σε περίπτωση συγκαλλιέργειας με χειμερινό σιτηρό, η συγκομιδή πραγματοποιείται στα στάδια τη μαλακής ζύμης του σιτηρού (Μπιλάλης Δ., ΠΕΔΙΟ 2019).

### **1.2.10 Γενικά – Σινάπι**

Το σινάπι ή αλλιώς μαύρο σινάπι (*Brassica nigra*), είναι ένα φυτό που ανήκει στην οικογένεια Brassicaceae, χρησιμοποιείται τόσο στην Ασία και την Αμερική όσο και στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Προορίζεται κυρίως για την χρήση του είτε ως μπαχαρικό (βασικό συστατικό παραγωγής της μουστάρδας), είτε ως συστατικό για προϊόντα φαρμακευτικής χρήσης (αλοιφές, αφέψημα κ.λπ.). Στην χώρα, μας η καλλιέργεια μπορεί να αναπτυχθεί λόγω των καιρικών συνθηκών που ευνοούν την εξάπλωσή του και λόγω των πολλαπλών αυτοφυών φυτών που υπάρχουν γενικότερα στην λεκάνη της Μεσογείου (Καρυδόγιαννη Σ., Μεταπτυχιακή Διατριβή, 2019). Παρακάτω παρατίθεται οι αποδόσεις της καλλιέργειας του μαύρου σιναπιού – μουστάρδας ανά ήπειρο.

## Production share of Mustard seed by region



Source: FAOSTAT (Oct 03, 2023)

**Γράφημα 1.7.:** Παραγωγή μουστάρδας ανά ήπειρο 1994-2021. Πηγή:

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

### 1.2.11 Βοτανική περιγραφή του σιναπιού

Το μαύρο σινάπι ή αλλιώς *Brassica nigra* όπως ήδη αναφέραμε ανήκει στην οικογένεια *Brassicaceae* είναι μονοετές δικότυλο φυτό. Η ταξιανθία είναι επάκριος βότρυς μεγέθους 8mm και αποτελείται από κίτρινα άνθη και τα φύλλα είναι εναλλασσόμενα τραχιά τα κατώτερα, ενώ τα ανώτερα είναι επιμήκη λογχοειδή (Κρικέλας Χ., 2016).

Ο καρπός είναι κέρασ, δίλοβος τριχωτός με μαύρες τρίχες και σπέρματα καστανόμαυρα μεγέθους έως 2mm. Σε κάθε λοβό βρίσκονται περίπου 10 με 12 σπέρματα, με περιοκτητικότητα σε λάδι 10-12%. Βρώσιμα μέρη του φυτού είναι τα φύλλα και οι σπόροι (Thomas et al., 2012)

Είναι φυτό διακλαδιζόμενο που φτάνει σε ύψος το 1m. Η επικονίαση γίνεται μέσω του αέρα και των μελισσών και γενικότερα των εντόμων. Όλα τα είδη του σιναπιού γενικά αλλά κυρίως το μαύρο σινάπι είναι φυτά μεγάλης μελισσοκομικής αξίας, κυρίως την άνοιξη (Κρικέλας Χ., 2016).



**Εικόνα 1.4.:** Σπόροι καλλιέργειας σιναπιού *Brassica nigra*. Πηγή:  
<https://wikifarmer.com/el/sinapis-nigra-%CF%83%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9-%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CF%80%CE%B9%CE%BF%CF%8D-%CE%BC%CE%B1%CF%8D%CF%81%CE%BF%CF%85/>



**Εικόνα 1.5:** Τα κίτρινα άνθη του σιναπιού *Brassica nigra* σε διάταξη βότρυς. Πηγή:  
<https://herb.gr/product/%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%ac%cf%80%ce%b9-100%ce%b3%cf%81-sinapis-alba/>



**Εικόνα 1.6:** Ολόκληρο το φυτό του σιναπιού *Brassica nigra*. Πηγή: <https://herb.gr/product/%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%ac%cf%80%ce%b9-100%ce%b3%cf%81-sinapis-alba/>

### 1.2.12 Προσαρμοστικότητα & Οικολογικές απαιτήσεις του σιναπιού

Ο βιολογικός κύκλος ποικίλει ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν. Για παράδειγμα στην Ινδία η καλλιεργητική περίοδος για το *Brassica nigra* έχει διάρκεια 70 με 90 ημέρες (Kapila et.al., 2012).

Το μαύρο σινάπι είναι ένα φυτό ψυχρόφιλο, με σχεδόν μηδενική ανοχή στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Προτιμά εδάφη καλής αποστράγγισης, αεριζόμενα, με μεγάλο το ποσοστό τους σε οργανική ουσία (Morrison et.al., 1989).

Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των σπόρων και κατ' επέκταση της καλλιέργειας είναι μεταξύ 25 με 30°C. Η βλάστηση των σπόρων επηρεάζεται σημαντικά σε θερμοκρασίες κάτω από 3°C και πάνω από 40°C. Όσον αφορά το μαύρο σινάπι θερμοκρασία βάσης είναι οι 5°C. Ο αρκετά συννεφιασμένος καιρός περιορίζει την επικονίαση με μέλισσες και έντομα (Kumar, 1992).

Κατάλληλα για την ανάπτυξη της καλλιέργειας του μαύρου σιναπιού κρίνονται τα αργιλώδες και τα αμμώδες με pH 5,5 έως 8 (Almond et.al., 1986).

### 1.2.13 Συγκομιδή σιναπιού

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με αλωνιστική και λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου θέλει σωστή διαχείριση ώστε να μην είναι μεγάλες οι απώλειες. Η καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να συμβάλλει στον θρυματισμό των λοβών, ενώ η πρόωμη συγκομιδή μπορεί να είναι επιβλαβής ως προς την ποιότητα των σπόρων. Η καλλιέργεια θεωρείται ώριμη όταν η υγρασία του σπόρου είναι μικρότερη από 15 %.

Για να είναι εφικτή η αποθήκευση του προϊόντος είναι αναγκαίο το ποσοστό της υγρασίας να μειωθεί στο 9 % (Kimber et al., 1995).

#### **1.2.14 Μέθοδος τερματισμού της καλλιέργειας κάλυψης**

Η μέθοδος τερματισμού της καλλιέργειας κάλυψης που επιλέχθηκε για το συγκεκριμένο πείραμα ήταν η κοπή των καλλιεργειών με χορτοκοπτικό μηχάνημα. Μετά την εγκατάσταση του πειράματος και στο κατάλληλο βλαστικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών πραγματοποιήθηκαν οι κοπές, των οποίων τα αποτελέσματα θα αναλυθούν στην συνέχεια. Ολική απεγκατάσταση του πειράματος έγινε με το τέλος των πειραματικών μετρήσεων με χρήση φρέζας και ταυτόχρονη ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας στο έδαφος.



## **2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθούν ορισμένα φυτά που χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες κάλυψης (cover crops) για την βελτίωση του εδάφους, σε μεμονωμένες καλλιέργειες αλλά και σε μίγματα. Στην πορεία, εκτιμήθηκε η ικανότητα ανάπτυξης - αναβλάστησης των καλλιεργειών αυτών μετά τις επεμβάσεις των κοπών, αλλά και η ανταγωνιστική ικανότητα τους σε σχέση με τα ζιζάνια που αναπτύσσονταν στον πειραματικό αγρό. Παράλληλα, αξιολογήθηκε η επίδραση της διαχείρισης των ζιζανίων - μέσω των κοπών - ως προς τα αγρονομικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών.

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 Γενικές Πληροφορίες

Την χρονική περίοδο Νοέμβριο 2022 έως Απρίλιο 2023, μελετήθηκαν στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό μήκος: 37° 58' N, γεωγραφικό πλάτος: 23° 32' E, υψόμετρο 30m πάνω από την θάλασσα), καλλιέργειες κάλυψης ως προς την ικανότητα ανάπτυξής τους μετά από τις κοπές που πραγματοποιήθηκαν, καθώς και ως προς την ανταγωνιστικότητά τους σε σχέση με τα υπάρχοντα ζιζάνια. Η έκταση του πειράματος ήταν όσον αφορά το οριζόντιο μήκος ίση με 19,5m και όσον αφορά το κάθετο μήκος ίση με 13m, συνολική έκταση 253,5m<sup>2</sup>. Η διακύμανση της θερμοκρασίας και το ύψος της βροχής κατά την διάρκεια του πειράματος φαίνονται στον **Πίνακα 1** ενώ τα χαρακτηριστικά του εδάφους στον **Πίνακα 2**.

**Πίνακας 1.:** Καταγραφή των μέγιστων και των ελάχιστων θερμοκρασιών αλλά και του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης που παρατηρήθηκαν κατά την διεξαγωγή του πειράματος. Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, τοποθεσία Αθήνα - Γκάζι

Μήνας	Μέση υψηλότερη θερμοκρασία (°C)	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης (mm)
Νοέμβριος	20,2	12,4	43,2
Δεκέμβριος	17,3	10,7	8,6
Ιανουάριος	15,5	8,2	62,6
Φεβρουάριος	13,7	6,0	11,6
Μάρτιος	18,1	9,7	14,0
Απρίλιος	20,1	12,5	13,4

**Πίνακας 2.:** Καταγραφή των εδαφικών χαρακτηριστικών του πειραματικού αγρού - Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εδαφικά Χαρακτηριστικά	Τιμή
Τύπος εδάφους	Αργιλοπηλώδες
CaCO <sub>3</sub> (%)	2.37
Οργανική ουσία (%)	2,37
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104,3
P (ppm)	9,95
Na <sup>+</sup> (ppm)	110
pH	7.29

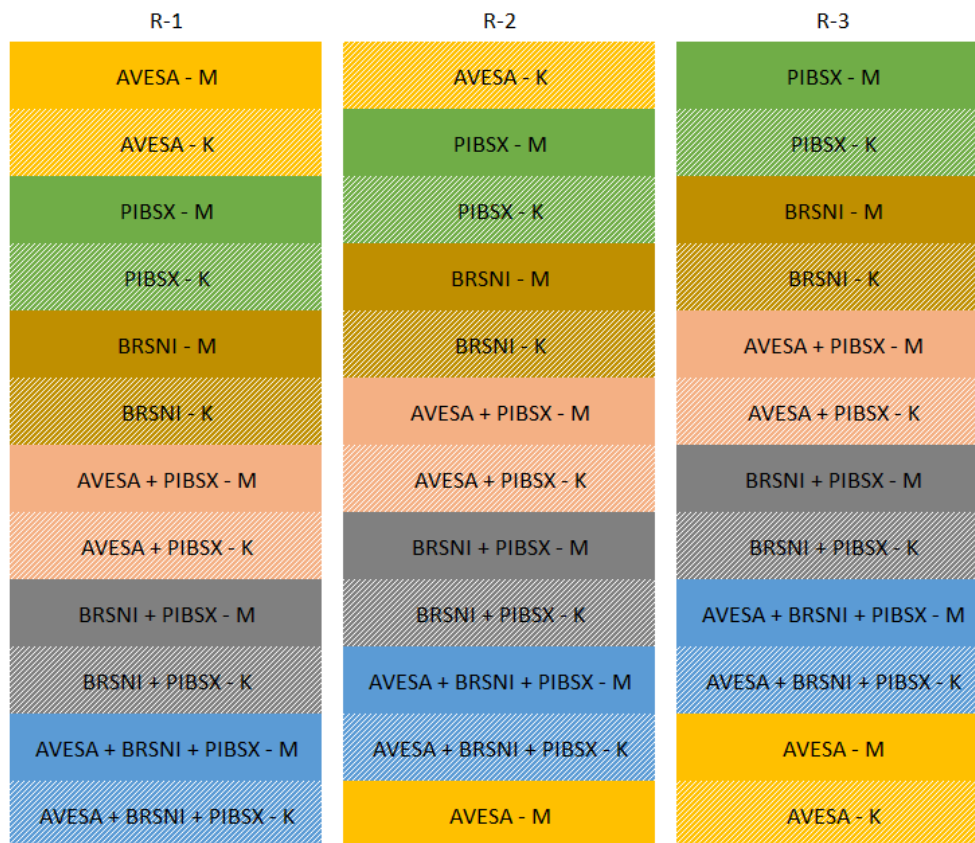
### 3.1.2 Σπορά

Ο αγρός χωρίστηκε σε τρία ίσης απόστασης πειραματικά αγροτεμάχια συνολικής έκτασης 84,5m<sup>2</sup>, με οριζόντιο μήκος 6,5m και κάθετο μήκος 13m. Στον πειραματικό αγρό είχε προηγηθεί ενσωμάτωση της προηγούμενης καλλιέργειας (σόγια) τέλη Οκτωβρίου, με χρήση φρέζας σε βάθος 20cm. Μετά την προετοιμασία της σποροκλίνης και την δημιουργία κατά μήκος γραμμών σε κάθε πειραματικό αγροτεμάχιο, πραγματοποιήθηκε η σπορά στις 29 Νοεμβρίου 2022, με την χρήση του γραμμοχαράκτη σε βάθος ίσο με 3cm και σε απόσταση 0,5m μεταξύ των γραμμών, ώστε να εξασφαλιστεί η ομοιομορφία της πυκνότητας των καλλιεργειών. Οι καλλιέργειες ήταν: βρώμη (*Avena sativa*), μπιζέλι (*Pisum sativum*), σινάπι (*Brassica nigra*), μίγμα βρώμη - μπιζέλι, μίγμα μπιζέλι - σινάπι και τέλος μίγμα μπιζέλι - βρώμη – σινάπι. Η ποσότητα των σπόρων που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε αγροτεμάχιο διαφοροποιήθηκε ανάλογα με το αν η σπορά αφορούσε μονοκαλλιέργειες ή μίγματα. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν 1.712g για την μονοκαλλιέργεια της βρώμης, 1340g σπόροι για την μονοκαλλιέργεια του μπιζελιού και 240g σπόροι για την μονοκαλλιέργεια του σιναπιού. Στα πειραματικά αγροτεμάχια που αφορούσαν την σπορά των μιγμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι μισές ποσότητες σπόρων σε σχέση με τις μεμονωμένες καλλιέργειες. Για την σπορά του αγρού με το μίγμα βρώμης με μπιζέλι χρησιμοποιήθηκαν 856g και 670g σπόρων αντίστοιχα. Για την σπορά που αφορούσε το σινάπι σε συνδυασμό με το μπιζέλι χρησιμοποιήθηκαν 120g σπόροι σιναπιού και 670g μπιζελιού. Τέλος, το μείγμα που σπάρθηκε με τον συνδυασμό και των τριών καλλιεργειών περιείχε 856g σπόρους βρώμης, 670g μπιζελιού και 120g σιναπιού. Όλοι οι σπόροι είχαν εμπορική προέλευση, ήταν καθαροί από τυχόν προσμίξεις από ξένες

ύλες, υψηλή φυτρωτική ικανότητα και ζυγίστηκαν με το ίδιο σκεύος πριν την χρήση τους στον αγρό.

### **3.2 Πειραματικό σχέδιο**

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε για όλες τις καλλιέργειες ήταν το τυχαιοποιημένο σχέδιο πλήρων ομάδων (Randomised Complete Block Design), για κάθε καλλιέργεια. Υπήρχαν 12 επεμβάσεις (συμπεριλαμβανομένου του μάρτυρα) και 3 επαναλήψεις. Αρχικά, ο πειραματικός αγρός χωρίστηκε σε τρία ίσα αγροτεμάχια. Κάθε αγροτεμάχιο περιλάμβανε και τις 12 επεμβάσεις του πειράματος (πειραματικά πλοτ). Εφαρμόστηκαν κοπές σε όλες τις καλλιέργειες – εκτός του μάρτυρα, στο πείραμα. Η πρώτη κοπή χαρακτηρίστηκε ως συντηρητική κοπή, πραγματοποιήθηκε 30 ημέρες μετά την σπορά (DAS – Days After Sowing) εξ 'αποστάσεως με χρήση του ρομποτικού μηχανήματος Automower 450X (Husqvarna A.E.B.E). Όσον αφορά την δεύτερη και την τρίτη κοπή πραγματοποιήθηκαν χειροκίνητα με χρήση βενζινοκίνητου χορτοκοπτικού μηχανήματος (MTD Smart 32E). Οι δύο αυτές κοπές αποτελούσαν τις κύριες κοπές και πραγματοποιήθηκαν στις 50 ημέρες μετά την σπορά (DAS) (18/01/2023) και στις 102 ημέρες μετά την σπορά (DAS) (10/03/2023) αντίστοιχα. Τα κομμένα τμήματα της καλλιέργειας έμειναν στο έδαφος ώστε να εναποθέσουν στο έδαφος τα θρεπτικά συστατικά τους, να βελτιώσουν την γονιμότητά του καθώς και να περιορίσουν την ανάπτυξη των ζιζανίων. Παρακάτω, παρατίθεται εικόνα με την κάτοψη του πειραματικού σχεδίου.



**Εικόνα 1.:** Κάτοψη του πειράματος, όπου -M μάρτυρας, όπου -K κομμένο τμήμα, όπου AVESA σημαίνει *Avena sativa*, όπου PIBSX σημαίνει *Pisum sativum*, όπου BRSNI σημαίνει *Brassica nigra*

### 3.3 Μετρήσεις

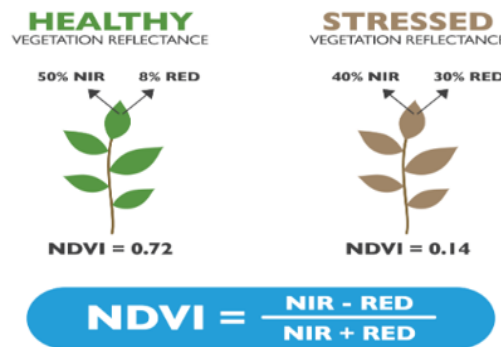
#### 3.3.1 Δείκτης NDVI

Η μέτρηση του δείκτη NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) πραγματοποιήθηκε σε όλα τα πειραματικά αγροτεμάχια για όλα τα είδη καλλιεργειών. Οι μετρήσεις γίνονταν περίπου ανά 7 έως 10 ημέρες, σε συγκεκριμένα σταθερά σημεία κατά μήκος των καλλιεργειών. Η πρώτη μέτρηση πάρθηκε στις 5 ημέρες μετά την πρώτη βασική κοπή, στις 55 ημέρες μετά την σπορά και η τελευταία στις 127 ημέρες μετά την σπορά (DAS). Ο φυτικός οργανισμός απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία σε διαφορετικές ζώνες, δηλαδή σε διαφορετικά εύρη συχνοτήτων και μήκη κύματος και εκπέμπει εκ νέου διαφορετικό ποσοστό της σε κάθε μία από αυτές. Το ποσοστό της ακτινοβολίας που εκπέμπεται εκ νέου σε συγκεκριμένες ζώνες είναι το υπέρυθρο (NIR), το κόκκινο (RED) και το υπέρυθρο βραχέων κυμάτων (SWIR), υποδηλώνει την υγεία του φυτού ή το στρες

λόγω χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων ή καιρικών συνθηκών κ.λπ. (Lewis et. Al., 2014). Πιο συγκεκριμένα, το NDVI είναι ένα μη καταστροφικό εργαλείο για την εκτίμηση διάφορων παραμέτρων που αφορούν την ανάπτυξη της βλάστησης και την γενικότερη κατάσταση υγείας του φυτού (Travlos et. al., 2021). Η συσκευή έχει αυτόνομο φωτισμό και μετρά τις αντανακλάσεις σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση (Tremblay et. Al., 2009):

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Η κατεύθυνση του μηχανήματος ήταν παράλληλα με την κατεύθυνση της καλλιέργειας και σε ύψος 20cm με 25cm πάνω από αυτή. Η συσκευή διατηρήθηκε σε αυτό το ύψος για περίπου 5sec (Kong et. all., 2009). Παρακάτω παρατίθεται εικόνα με την σχηματική απεικόνιση φυτού και μέτρησης NDVI:



**Εικόνα 2.:** Σχηματική απεικόνιση φυτού και μέτρησης NDVI, εξίσωση υπολογισμού του δείκτη. Πηγή: <https://www.agricolus.com/indici-vegetazione-ndvi-ndmi-istruzioni-luso/>

### 3.3.2 Πυκνότητα ζιζανίων

Για την ολοκλήρωση της μέτρησης που αφορά την πυκνότητα των ζιζανίων χρησιμοποιήθηκαν 2 μεταλλικά πλαίσια (quadrat) με περίμετρο 50cm \* 50cm (25cm<sup>2</sup>). Σε κάθε μέτρηση παρατηρούνταν και σημειώνονταν τιμές για τα παρακάτω ζιζάνια: μολόχα (*Malva sylvestris*), δωδεκάνθη (*Lamium amplexicaule*), τσουκνίδα (*Urtica dioica*), στελλάρια (*Stellaria spp.*), καπνόχορτο (*Fummaria officinalis*), περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) και φάλαρη (*Phalaris spp.*). Το πρώτο μεταλλικό πλαίσιο τοποθετούνταν σε τυχαία θέση στο plot όπου εφαρμόζονταν οι κοπές και το δεύτερο στο κομμάτι που αποτελούσε τον μάρτυρα. Προσδιορίστηκαν και σημειώθηκαν τα σημαντικότερα είδη ζιζανίων που αναπτύσσονταν στον αγρό και βρίσκονταν εντός του

μεταλλικού πλαισίου. Για την αναγωγή τους στο τετραγωνικό μέτρο ( $m^2$ ), οι υπολογιζόμενες πυκνότητες πολλαπλασιάζονται  $\times 4$ . Οι μετρήσεις γίνονταν ανά 7 ημέρες. Η πρώτη μέτρηση πυκνότητας ζιζανίων πάρθηκε 55 ημέρες μετά την σπορά, ενώ η τελευταία μέτρηση 110 ημέρες μετά την σπορά (DAS).

### 3.3.3 Βιομάζα καλλιέργειας

Η μέτρηση της βιομάζας των φυτών κάθε καλλιέργειας πραγματοποιούνταν μία φορά τον μήνα στις εξής ημερομηνίες 30, 60, 90 και 120 ημέρες μετά την σπορά (DAS). Για την διεξαγωγή της παραπάνω μέτρησης, τοποθετούνταν τυχαία τόσο στο κομμένο τμήμα, όσο και στον μάρτυρα, 2 μεταλλικά πλαίσια (quadrat) με περίμετρο  $50cm \times 50cm$  ( $25m^2$ ). Τα υπάρχοντα φυτά εντός των μεταλλικών πλαισίων συλλέγονταν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, όπου και ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας (δύο δεκαδικών ψηφίων). Κατ' αυτόν τον τρόπο λαμβάνονταν μετρήσεις νωπού βάρους. Για τον υπολογισμό του μέσου συνολικού νωπού βάρους όλα τα αποτελέσματα πολλαπλασιάζονταν  $\times 4$ . Έπειτα, τα ίδια φυτικά δείγματα μεταφέρονταν σε ειδικό κλίβανο με θερμοκρασία  $60^\circ C$  για 72 ώρες. Στην πορεία, ξανά ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων. Για τον υπολογισμό της μέσης συνολικής βιομάζας (ξηρό βάρος), τα αποτελέσματα πολλαπλασιάζονταν  $\times 4$ .

### 3.3.3 Βιομάζα ζιζανίων στις καλλιέργειες

Η μέτρηση της βιομάζας των ζιζανίων πραγματοποιούνταν μία φορά τον μήνα στις εξής ημερομηνίες 30, 60, 90 και 120 ημέρες μετά την σπορά (DAS). Σε κάθε μέτρηση παρατηρούνταν και σημειώνονταν τιμές για τα παρακάτω ζιζάνια: μολόχα (*Malva sylvestris*), δωδεκάνθη (*Lamium amplexicaule*), τσουκνίδα (*Urtica dioica*), στελλάρια (*Stellaria spp.*), καπνόχορτο (*Fummaria officinalis*), περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) και φάλαρη (*Phalaris spp.*). Για την διεξαγωγή της παραπάνω μέτρησης, τοποθετούνταν τυχαία τόσο στο κομμένο τμήμα, όσο και στον μάρτυρα, 2 μεταλλικά πλαίσια (quadrat) με περίμετρο  $50cm \times 50cm$  ( $25m^2$ ). Τα υπάρχοντα φυτά εντός των μεταλλικών πλαισίων συλλέγονταν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, όπου και ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας (δύο δεκαδικών ψηφίων). Κατ' αυτόν τον τρόπο λαμβάνονταν μετρήσεις νωπού βάρους. Για τον υπολογισμό του μέσου συνολικού

νωπού βάρους όλα τα αποτελέσματα πολλαπλασιάζονταν x4. Έπειτα, τα ίδια φυτικά δείγματα μεταφέρονταν σε ειδικό κλίβανο με θερμοκρασία 60°C για 72 ώρες. Στην πορεία, ξανά ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων. Για τον υπολογισμό της μέσης συνολικής βιομάζας (ξηρό βάρος), τα αποτελέσματα πολλαπλασιάζονταν x4.

### 3.4 Στατιστική ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο «STATGRAPHICS Centurion XVII» (Statpoint Technologies, Inc.) Οι συγκρίσεις των μέσων των επεμβάσεων πραγματοποιήθηκε με τον έλεγχο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς κατά Fisher (LSD Least Significant Difference), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,001$ .

### 3.5 Παράρτημα φωτογραφιών που αφορούν την διεξαγωγή του πειράματος



**Εικόνα 3.5.1.:** Φυτό βρώμης (*Avena sativa*) στα πρώτα στάδια ανάπτυξης.

Πηγή: Προσωπικό Αρχείο.





**Εικόνα 3.5.2.:** Μεταλλικό πλαίσιο (quadrat) στην μονοκαλλιέργεια της βρώμης (*Avena sativa*). Πηγή: Προσωπικό Αρχείο.



**Εικόνα 3.5.3.:** Μεταλλικό πλαίσιο (quadrat) στην μονοκαλλιέργεια του μπιζελιού (*Pisum sativum*). Πηγή: Προσωπικό Αρχείο.



*Εικόνα 3.5.4.:* Μεταλλικό πλαίσιο (quadrat) στην μονοκαλλιέργεια του μάρτυρα σιναπιού (*Brassica nigra*). Πηγή: Προσωπικό Αρχείο.



*Εικόνα 3.5.5.:* Μεταλλικό πλαίσιο (quadrat), στο μείγμα βρώμης και μπιζελιού (*Avena sativa*, *Pisum sativum*). Πηγή: Προσωπικό Αρχείο.

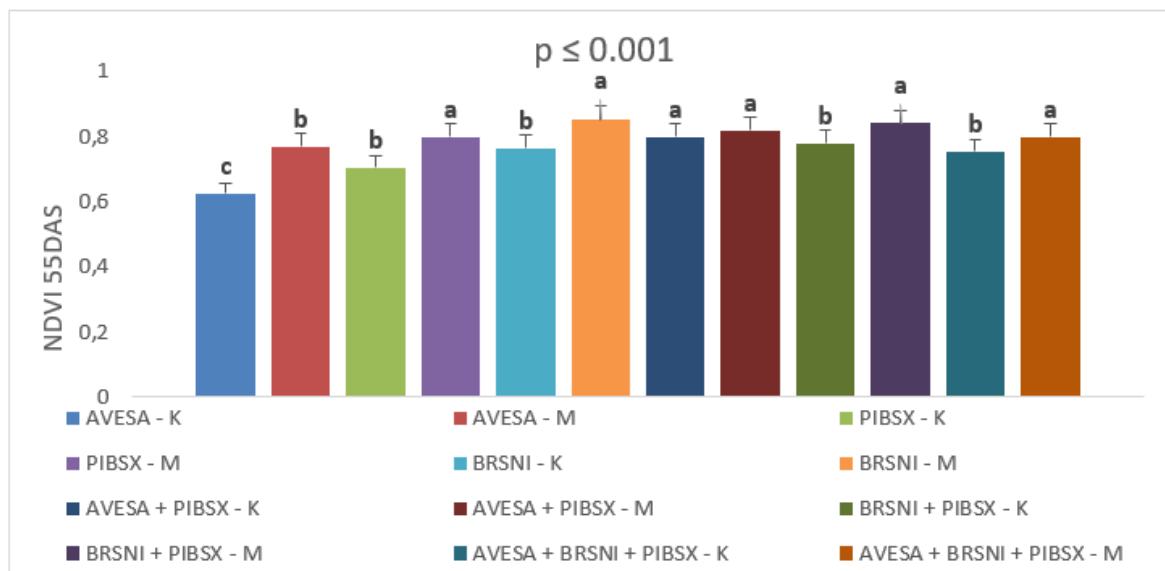


**Εικόνα 3.5.6.:** Χρήση χορτοκοπτικού μηχανήματος στην μονοκαλλιέργεια της βρώμης (*Avena sativa*). Πηγή: Προσωπικό Αρχείο.

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Δείκτης NDVI

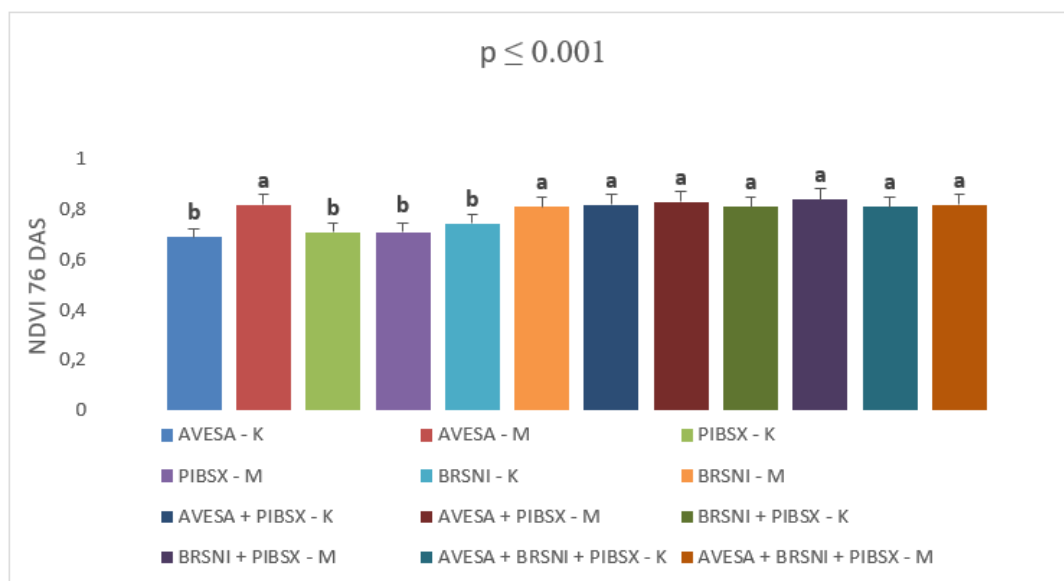
#### 4.1.1 Δείκτης NDVI, 55 DAS



**Γράφημα 1.:** Ο δείκτης NDVI στις 55 ημέρες μετά την σπορά, επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις. Τα διαφορετικά γράμματα υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες των πειραματικών αγροτεμαχίων του μπιζελιού (PIBSX -M), του σιναπιού (BRSNI -M), του μίγματος βρώμης και μπιζελιού (AVESA + PIBSX -M), του μίγματος σιναπιού και μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -M) και του μίγματος βρώμης – μπιζέλι – σινάπι (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Από τα πειραματικά αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι επεμβάσεις των κοπών την υψηλότερη τιμή είχε το αγροτεμάχιο του μίγματος βρώμη – μπιζέλι (AVESA + PIBSX -K). Το NDVI στο πειραματικό αγροτεμάχιο AVESA -K μειώθηκε σε σχέση με τον αντίστοιχο μάρτυρα 18,4%, στο αγροτεμάχιο PIBSX -K 11,87% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο BRSNI -K 10%, στο BRSNI + PIBSX -K 7,14% και στο αγροτεμάχιο AVESA + BRSNI + PIBSX 5,62% σε σχέση με τον μάρτυρα.

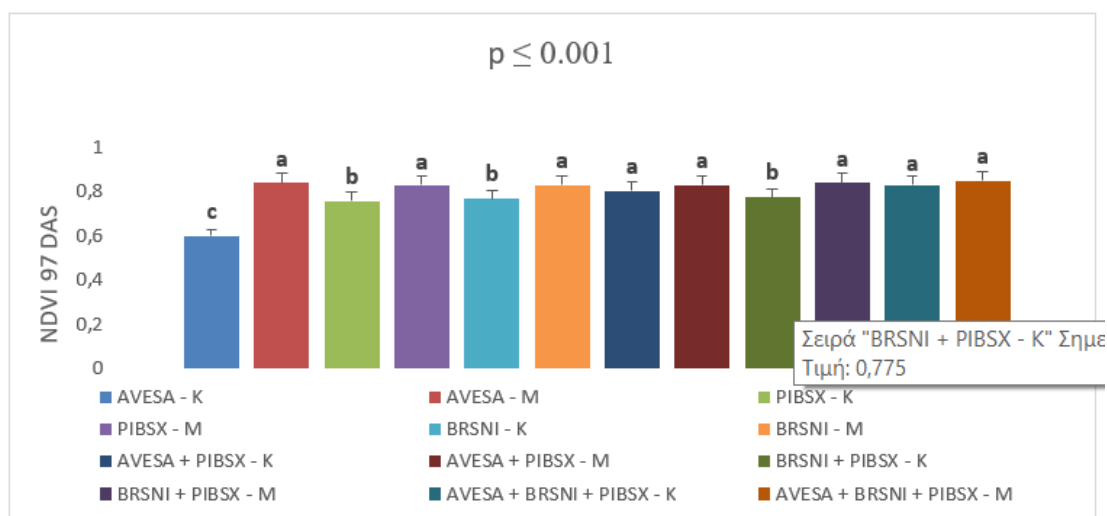
#### 4.1.2 Δείκτης NDVI, 76 DAS



**Γράφημα 2.:** Ο δείκτης NDVI στις 76 ημέρες μετά την σπορά, επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες των αγροτεμαχίων της βρώμης (AVESA -M), του σιναπιού (BRSNI -M), του μίγματος βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -M), του σιναπιού – μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -M) και του μίγματος βρώμης – μπιζελιού – σιναπιού (AVESA + BRSNI +PIBSX -M). Υψηλές τιμές παρατηρήθηκαν και στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι κοπές. Συγκεκριμένα στο αγροτεμάχιο βρώμης – μπιζέλι (AVESA + PIBSX -K), σινάπι + μπιζέλι (BRSNI + PIBSX -K) και στο μίγμα βρώμης -μπιζέλι - σινάπι (AVESA + BRSNI + PIBSX -K). Στο αγροτεμάχιο της βρώμης (AVESA -K) το NDVI μειώθηκε σε σχέση με τον μάρτυρα 15,85% και στο αγροτεμάχιο του σιναπιού (BRSNI -K) μειώθηκε 8%.

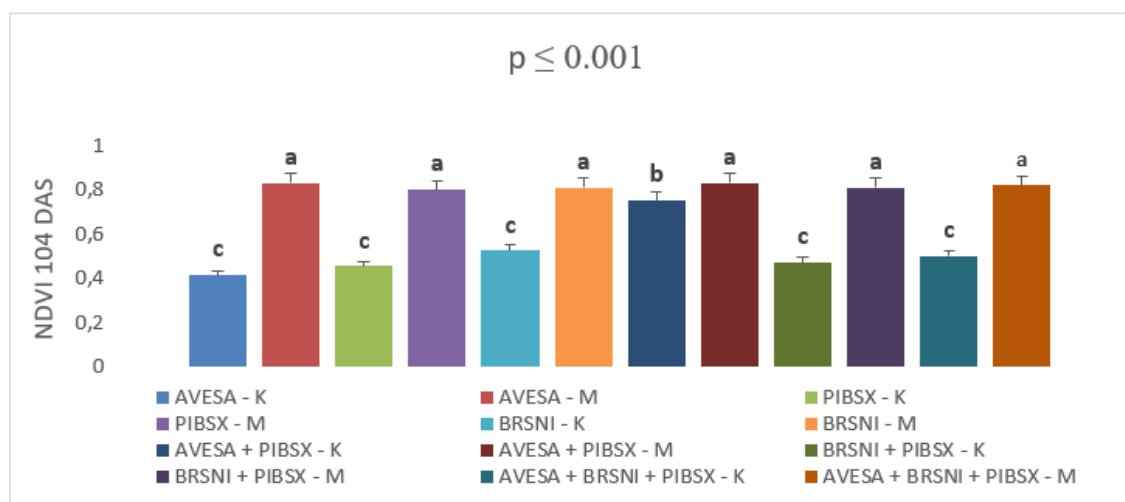
### 4.1.3 Δείκτης NDVI, 97 DAS



**Γράφημα 3.:** Το NDVI επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις 97 ημέρες μετά την σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στους μάρτυρες των αγροτεμαχίων της βρώμης (AVESA -M), του μιζελιού (PIBSX -M), του σιναπιού (BRSNI -M), του μίγματος βρώμης – μιζελιού (AVESA + PIBSX -M), του μίγματος σιναπιού – μιζελιού (BRSNI +PIBSX -M) και του μίγματος βρώμης – σιναπιού – μιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBS -M). Υψηλές τιμές σημειώθηκαν επίσης στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι κοπές όπως σε αυτό του μίγματος βρώμης – μιζελιού (AVESA + PIBSX -K) και βρώμης – μιζελιού – σιναπιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -K). Το NDVI στο αγροτεμάχιο της βρώμης (AVESA -K) μειώθηκε 28,5%, στο αγροτεμάχιο του μιζελιού (PIBSX -K) μειώθηκε κατά 8,43%, στο σινάπι (BRSNI -K) 7,22%, στο αγροτεμάχιο σιναπιού – μιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε 7,73% σε σχέση με τον μάρτυρα.

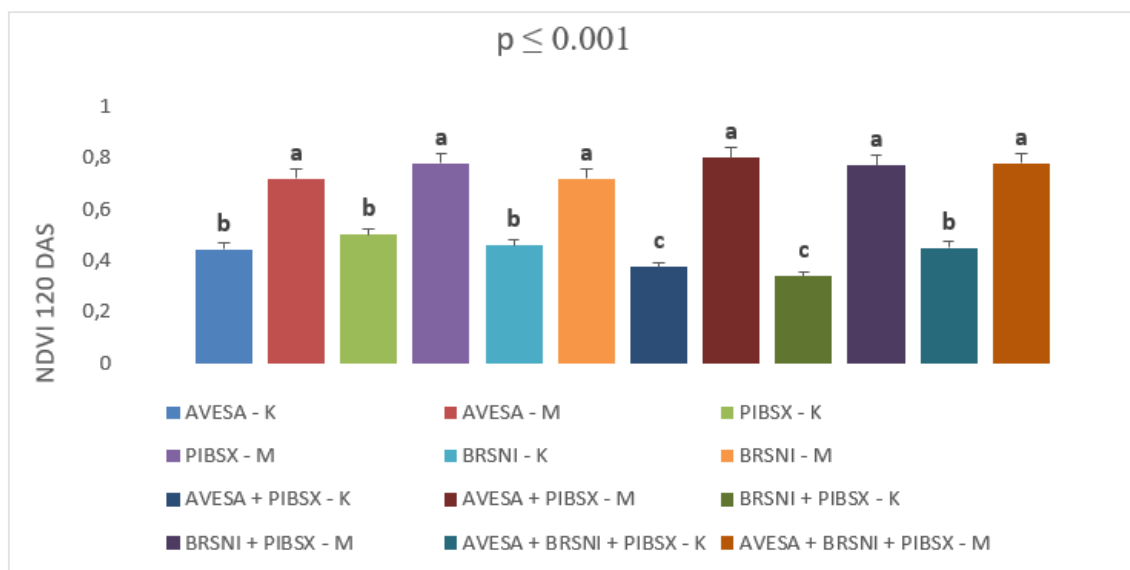
#### 4.1.4 Δείκτης NDVI, 104 DAS



**Γράφημα 4.:** Ο δείκτης NDVI στις 104 ημέρες μετά την σπορά, επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν βρώμης (AVESA -M), μπιζελιού (PIBSX -M), σιναπιού (BRSNI -M), βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -M), σιναπιού - μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -M) και βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Υψηλή τιμή σημειώθηκε επίσης στο αγροτεμάχιο που εφαρμόστηκε κοπή βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K). Στο αγροτεμάχιο της βρώμης (AVESA -K) ο δείκτης NDVI μειώθηκε 50% σε σχέση με τον μάρτυρα, σε αυτό του μπιζελιού(PIBSX -K) μειώθηκε 43,1%, στο σιναπιού (BRSNI -K) 35.2%, στο μίγμα βρώμης - μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) μειώθηκε 9,6%, στο μίγμα σιναπιού – μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε 42% και στο μίγμα βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε 39% σε σχέση με τον μάρτυρα.

#### 4.1.5 Δείκτης NDVI, 120 DAS



**Γράφημα 5.:** Ο δείκτης NDVI στις 104 ημέρες μετά την σπορά, επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες των αγροτεμαχίων βρώμης (AVESA -M), μπιζελιού (PIBSX -M), σιναπιού (BRSNI -M), βρώμης - μπιζελιού (AVESA + PIBSX -M), σιναπιού - μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -M), βρώμης - σιναπιού - μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Το NDVI στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι κοπές μειώθηκε. Στο αγροτεμάχιο της βρώμης (AVESA -K) υπήρξε μείωση κατά 38,2%, στο μπιζέλι (PIBSX -K) 35,9%, στο σινάπι (BRSNI -K) 36,1%, στο μίγμα βρώμης - μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) 53,1%, στο μίγμα σιναπιού - μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) 55,8% και στο μίγμα βρώμης - σιναπιού - μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -K) 42,3%.



#### 4.1.6 Δείκτης NDVI, 127 DAS

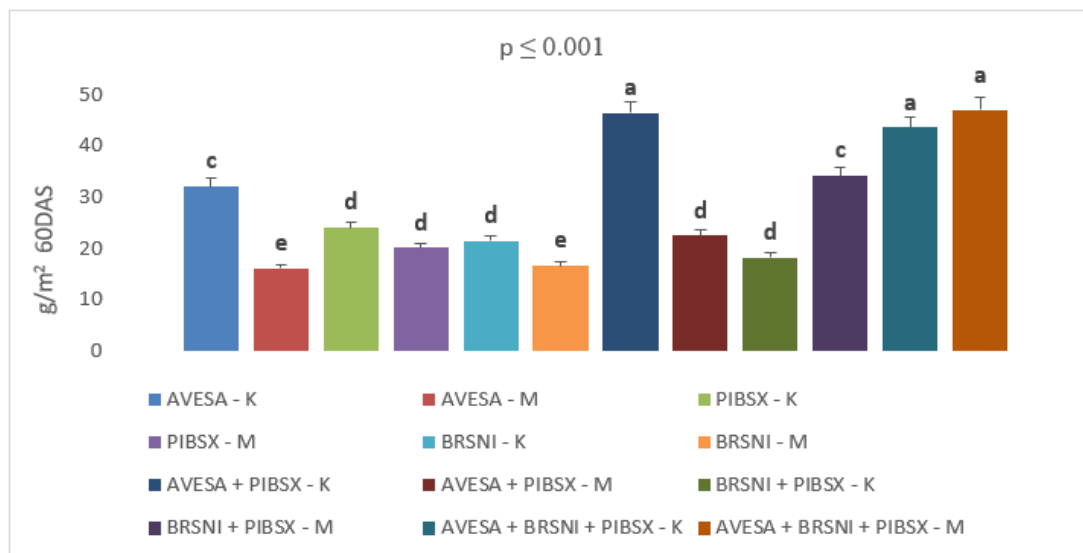


**Γράφημα 6.:** Ο δείκτης NDVI στις 127 ημέρες μετά την σπορά, επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες των αγροτεμαχίων βρώμης (AVESA -M), μπιζελιού (PIBSX -M), σιναπιού (BRSNI -M), βρώμης - μπιζελιού (AVESA + PIBSX -M), σιναπιού - μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -M), βρώμης - σιναπιού - μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Το NDVI στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι κοπές μειώθηκε. Στο αγροτεμάχιο της βρώμης (AVESA -K) υπήρξε μείωση κατά 56%, στο μπιζέλι (PIBSX -K) 55%, στο σινάπι (BRSNI -K) 48,5%, στο μίγμα βρώμης - μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) 58,3%, στο μίγμα σιναπιού - μπιζελιού (BRSNI +PIBSX -K) 53,8% και στο μίγμα βρώμης - σιναπιού - μπιζελιού (AVESA + BRSNI +PIBSX -K) 48%.

## 4.2 Βιομάζα καλλιέργειας (g/m<sup>2</sup>)

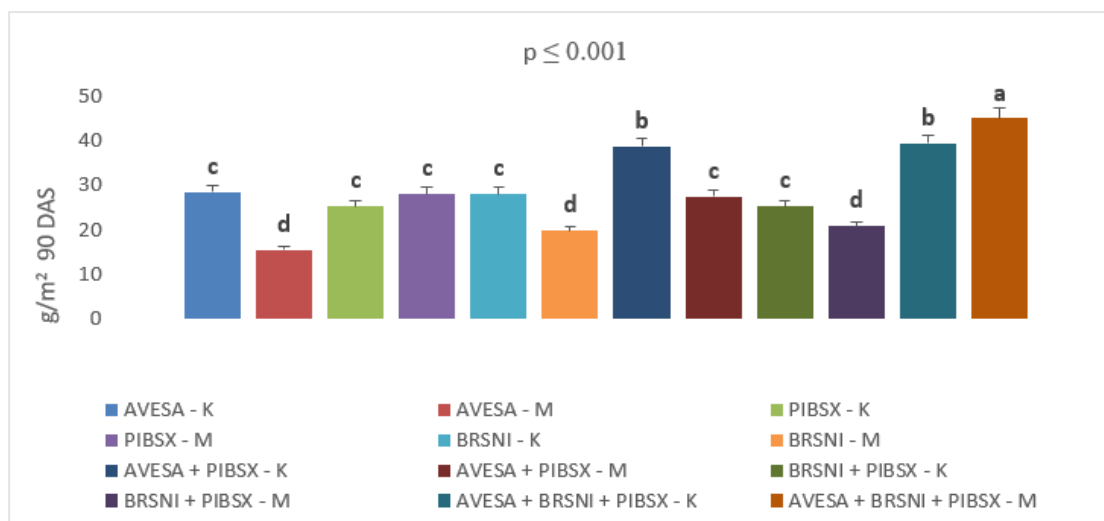
### 4.2.1 Βιομάζα καλλιέργειας (ξηρό βάρος), 60 DAS



**Γράφημα 7.:** Το ξηρό βάρος της καλλιέργειας στις 60 DAS επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στο κομμένο αγροτεμάχιο βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) και στο αγροτεμάχιο του μάρτυρα με το μίγμα βρώμης – μπιζελιού – σιναπιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Το ξηρό βάρος στο αγροτεμάχιο της βρώμης (AVESA -K) που εφαρμόστηκαν οι κοπές αυξήθηκε κατά 50% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο του σιναπιού (BRSNI -K) αυξήθηκε κατά 22,8% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) αυξήθηκε 51.7% σε σχέση με τον μάρτυρα και στο αγροτεμάχιο μίγματος σιναπιού - μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) το ξηρό βάρος μειώθηκε κατά 47% σε σχέση με τον μάρτυρα.

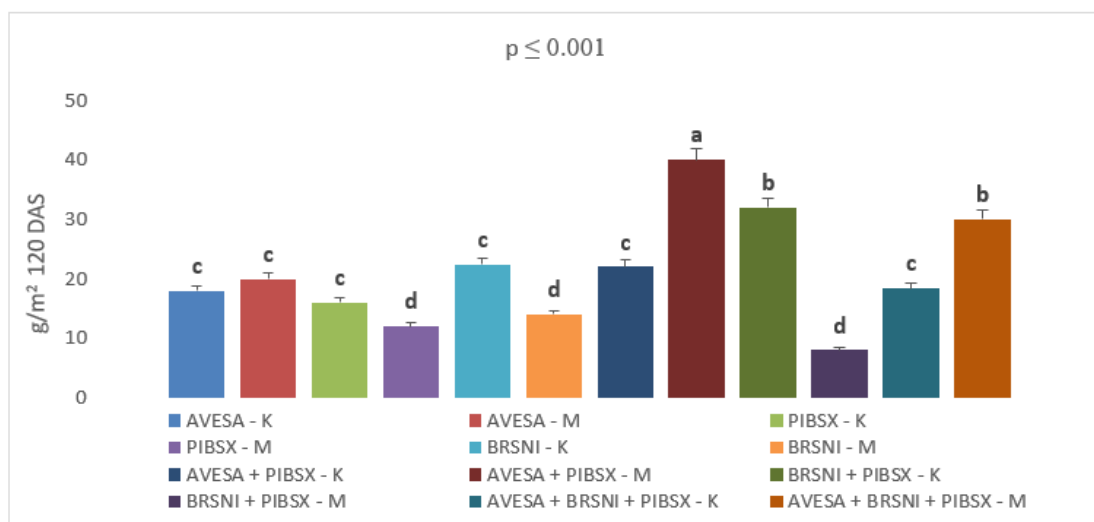
#### 4.2.3 Βιομάζα καλλιέργειας (ξηρό βάρος), 90 DAS



**Γράφημα 8.:** Το ξηρό βάρος επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 90 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στον μάρτυρα του μίγματος βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Το ξηρό βάρος στο αγροτεμάχιο της βρώμης που εφαρμόστηκαν οι κοπές (AVESA -K) αυξήθηκε κατά 45,5% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο του σιναπιού (BRSNI -K) αυξήθηκε κατά 29,3% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο μίγματος βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) αυξήθηκε 29,2%, στο αγροτεμάχιο μίγματος σιναπιού – μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) αυξήθηκε κατά 17,5% σε σχέση με τον μάρτυρα και στο αγροτεμάχιο μίγματος βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI +PIBSX -K) μειώθηκε κατά 12,5% σε σχέση με τον μάρτυρα.

### 4.2.3 Βιομάζα καλλιέργειας (ξηρό βάρος), 120 DAS

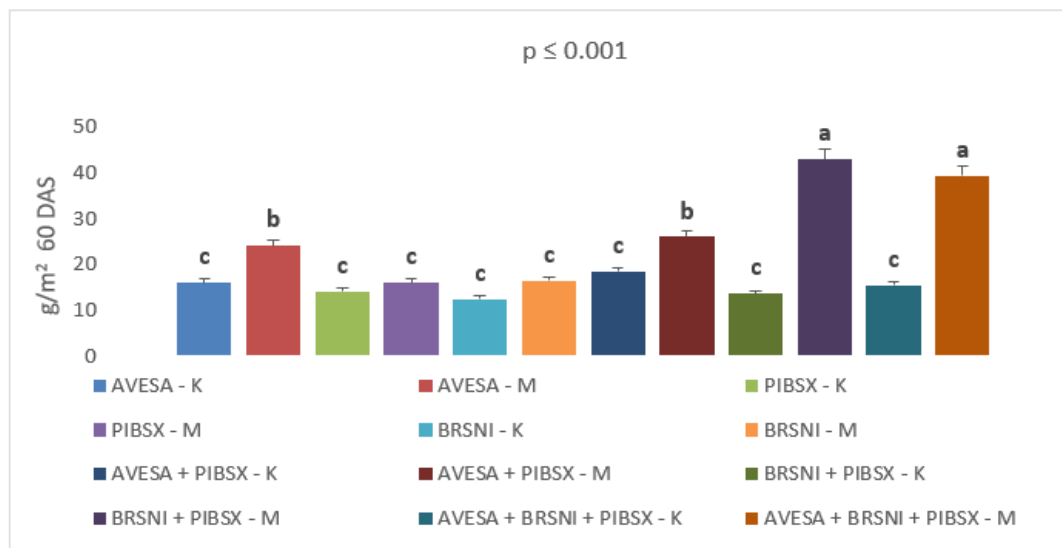


**Γράφημα 9.:** Το ξηρό βάρος της καλλιέργειας επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 120 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στο αγροτεμάχιο του μάρτυρα του μίγματος βρώμης – μιτζελιού (AVESA + PIBSX -M). Το ξηρό βάρος στο αγροτεμάχιο του μιτζελιού (PIBSX -K) αυξήθηκε κατά 25% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο του σιναπιού (BRSNI -K) αυξήθηκε κατά 37,5% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο βρώμης – μιτζελιού (AVESA + PIBSX -K) μειώθηκε 45%, στο αγροτεμάχιο του μίγματος σιναπιού – μιτζελιού (BRSNI + PIBSX -K) αυξήθηκε κατά 75% σε σχέση με τον μάρτυρα και στο αγροτεμάχιο του μίγματος βρώμης – σιναπιού – μιτζελιού (AVESA +BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 38,6% σε σχέση με τον μάρτυρα.

### 4.3 Βιομάζα ζιζανίων (g/m<sup>2</sup>)

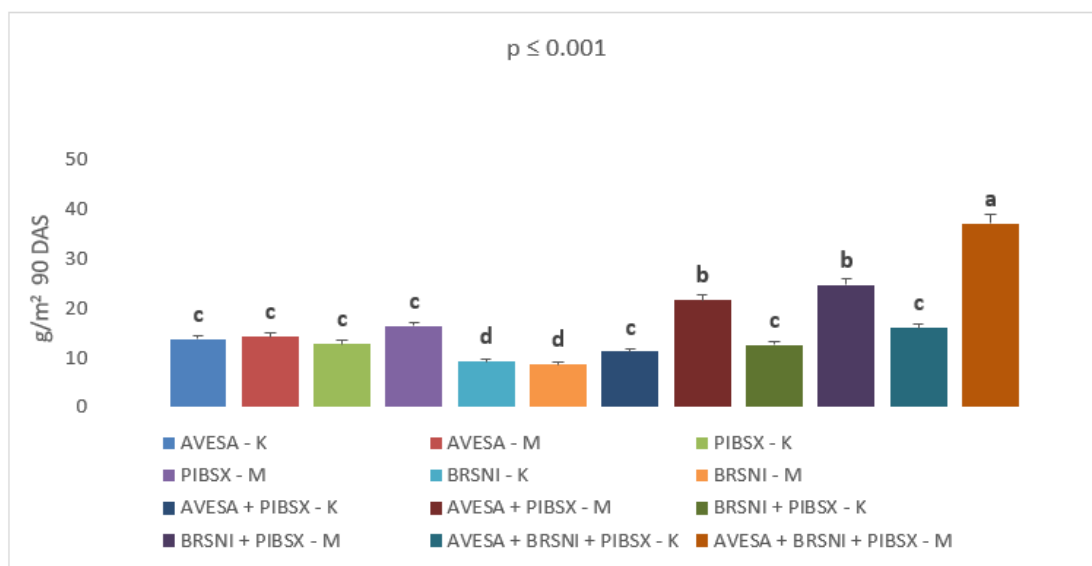
#### 4.3.1 Βιομάζα ζιζανίων, 60 DAS



**Γράφημα 10.:** Το ξηρό βάρος των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 60 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες των μιγμάτων σιναπιού – μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -M) και βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Το ξηρό βάρος των ζιζανίων στο αγροτεμάχιο της βρώμης (AVESA -K) μειώθηκε κατά 33,3% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 29,2% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο μίγμα σιναπιού – μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) κατά 68,2% σε σχέση με τον μάρτυρα και στο μίγμα βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 61% σε σχέση με τον μάρτυρα.

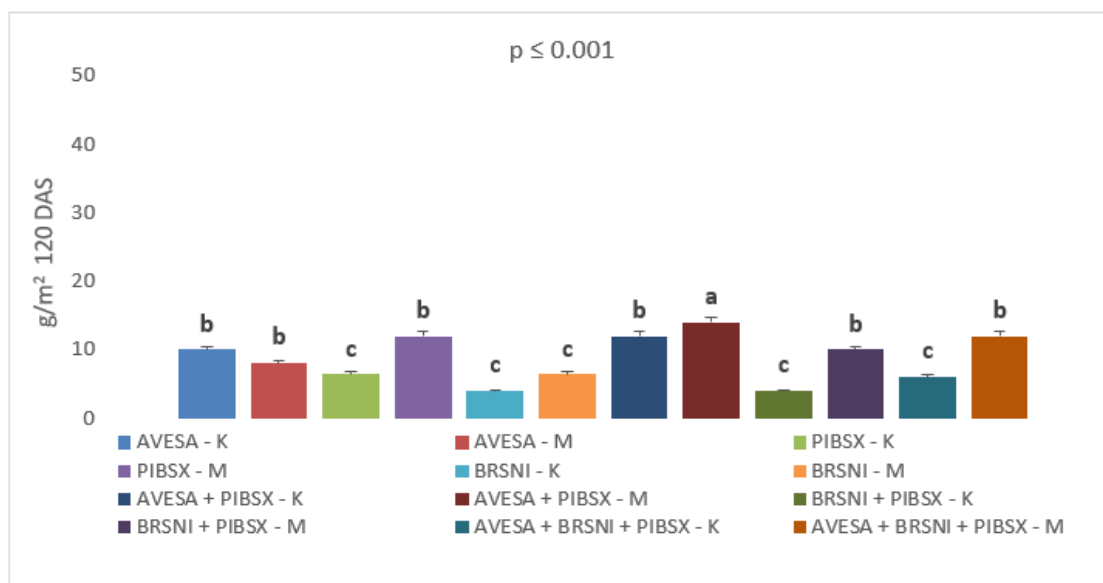
### 4.3.2 Βιομάζα ζιζανίων (ξηρό βάρος), 90 DAS



**Γράφημα 11.:** Το ξηρό βάρος των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 90 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη βιομάζα ζιζανίων σημειώθηκε στον μάρτυρα του μίγματος βρώμης – σιναπιού μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -M). Το ξηρό βάρος των ζιζανίων μειώθηκε στο αγροτεμάχιο του μίγματος βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBS -K) κατά 48,2% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο σιναπιού – μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 49,4% σε σχέση με τον μάρτυρα και στο αγροτεμάχιο βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 57% σε σχέση με τον μάρτυρα.

### 4.3.3 Βιομάζα ζιζανίων (ξηρό βάρος), 120 DAS

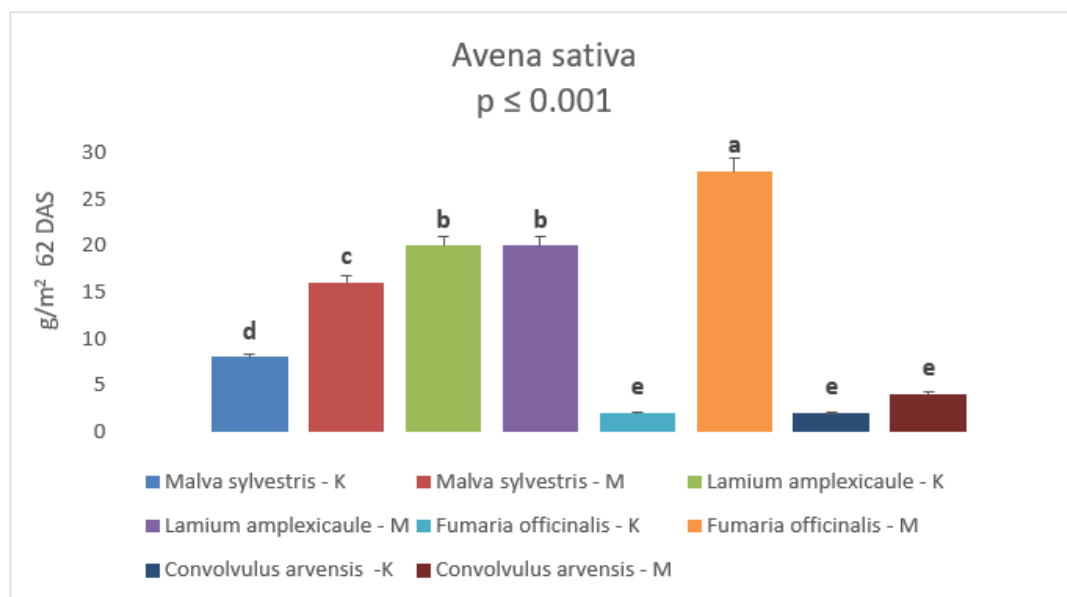


**Γράφημα 12.:** Το ξηρό βάρος των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 120 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στον μάρτυρα του αγροτεμαχίου βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -M). Το ξηρό βάρος των ζιζανίων μειώθηκε στο αγροτεμάχιο του μπιζελιού (PIBSX -K) κατά 46,6% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο βρώμης – μπιζελιού (AVESA + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 14,28% σε σχέση με τον μάρτυρα, στο αγροτεμάχιο σιναπιού – μπιζελιού (BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 60% σε σχέση με τον μάρτυρα και στο μίγμα βρώμης – σιναπιού – μπιζελιού (AVESA + BRSNI + PIBSX -K) μειώθηκε κατά 50% σε σχέση με τον μάρτυρα.

#### 4.4 Πυκνότητα ζιζανίων

##### 4.4.1 Πυκνότητα ζιζανίων (*Avena sativa*), 62 DAS

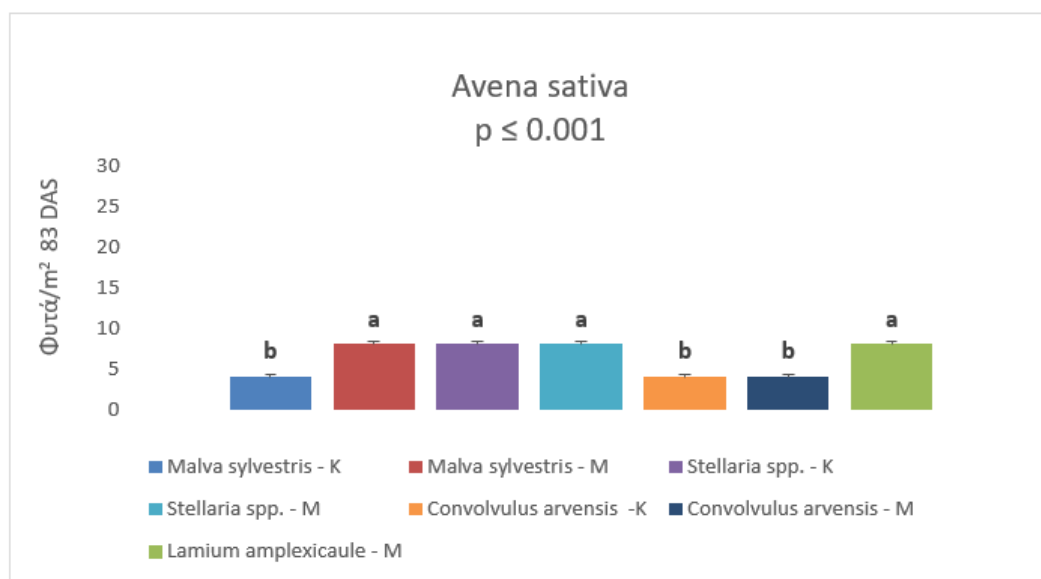


**Γράφημα 13.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 62 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή ζιζανίων σημειώθηκε στους μάρτυρες των αγροτεμαχίων της βρώμης με το ζιζάνιο του καπνόχορτου. Το ζιζάνιο της μολόχας στα αγροτεμάχια της βρώμης που εφαρμόστηκαν οι κοπές μειώθηκε κατά 50% σε σχέση με τον μάρτυρα, το καπνόχορτο μειώθηκε κατά 80% και η περικοκλάδα κατά 50% σε σχέση με τον μάρτυρα.



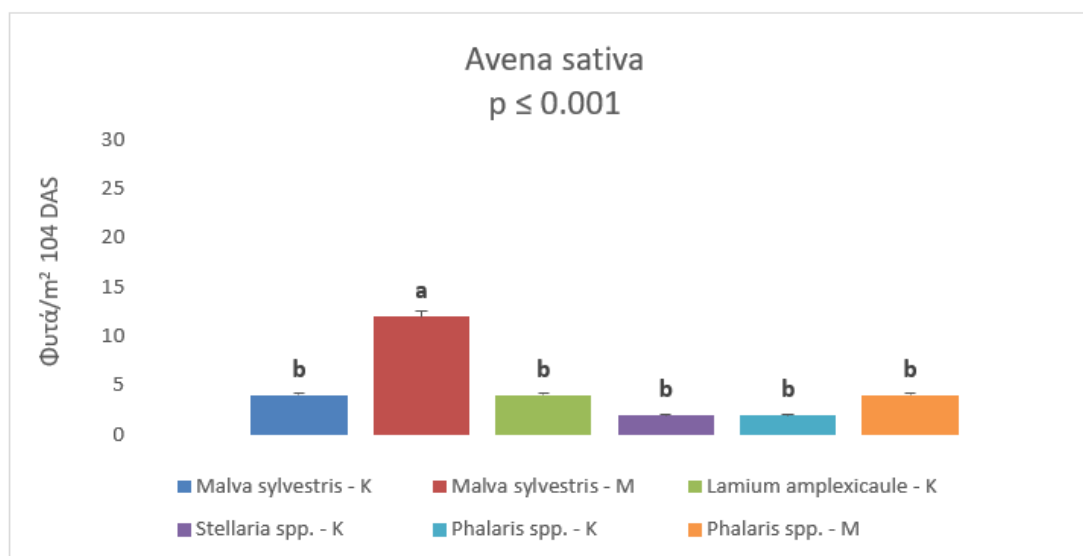
#### 4.4.2 Πυκνότητα ζιζανίων (*Avena sativa*), 83 DAS



**Γράφημα 14.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 83 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στους μάρτυρες της βρώμης με ζιζάνια μολόχας και στελλάριας. Υψηλή τιμή του ζιζανίου στελλάριας σημειώθηκαν και στα αγροτεμάχια που πραγματοποιήθηκαν οι κοπές. Η μολόχα στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι επεμβάσεις μειώθηκε κατά 50%. Στα αγροτεμάχια του μάρτυρα βρέθηκαν επίσης ζιζάνια δωδεκάνθης, ενώ στα τεμάχια που εφαρμόστηκε η χορτοκοπή όχι.

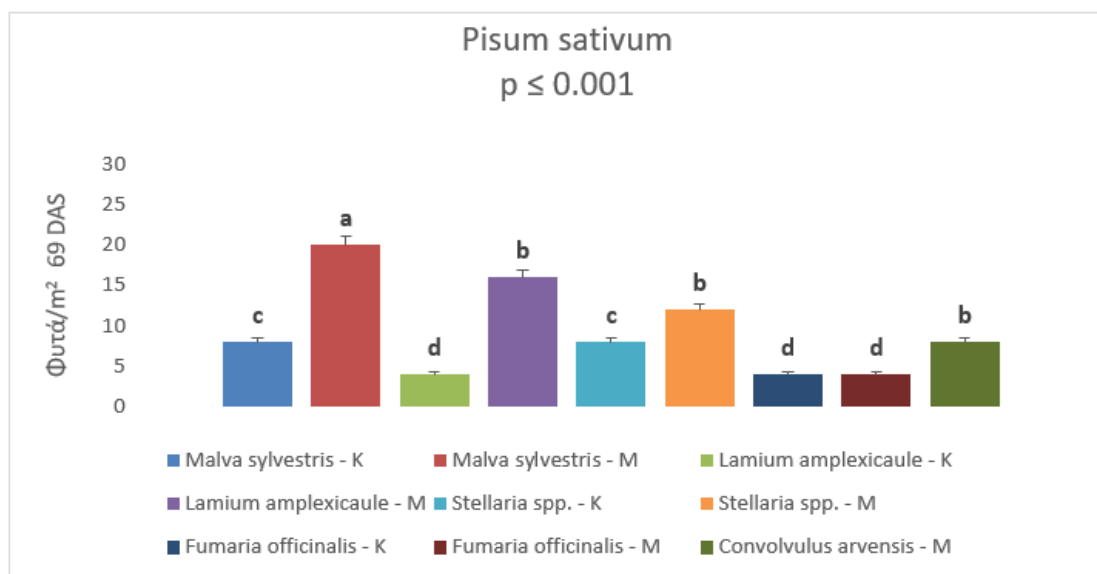
#### 4.4.3 Πυκνότητα ζιζανίων (*Avena sativa*), 104 DAS



**Γράφημα 15.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 104 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε για το ζιζάνιο της μολόχας στα αγροτεμάχια των μαρτύρων της βρώμης. Η μολόχα μειώθηκε κατά 33,3% σε σχέση με τον μάρτυρα.

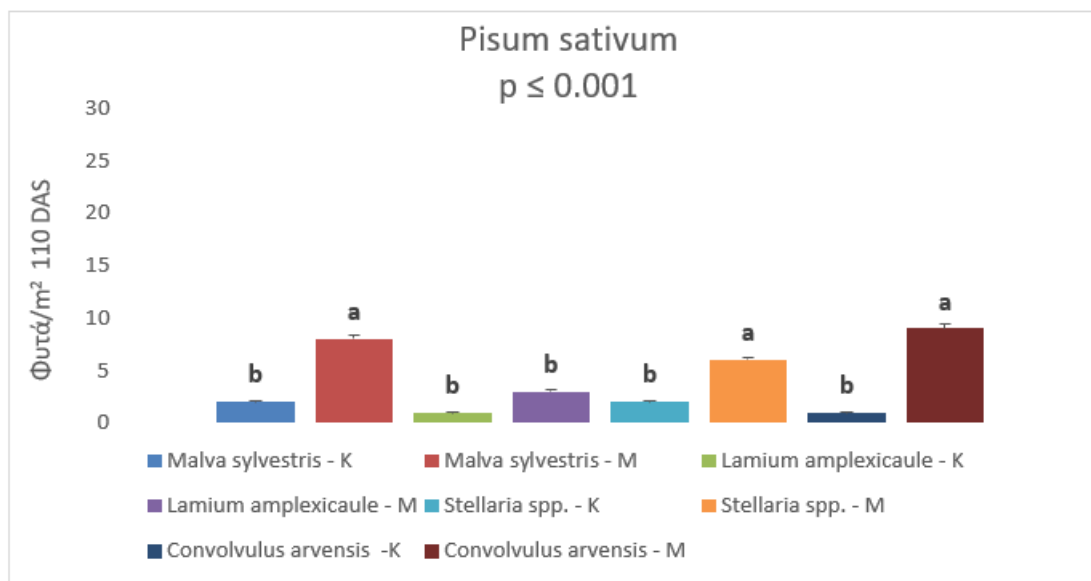
#### 4.4.4 Πυκνότητα ζιζανίων (*Pisum sativum*), 69 DAS



**Γράφημα 16.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 69 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στα αγροτεμάχια με τους μάρτυρες της καλλιέργειας του μπιζελιού με το ζιζάνιο της μολόχας. Στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι κοπές η μολόχα μειώθηκε κατά 40%, η περικοκλάδα 25%, η στελλάρια 66% σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες. Εντοπίστηκαν επίσης, ζιζάνια περικοκλάδας τα αγροτεμάχια του μάρτυρα.

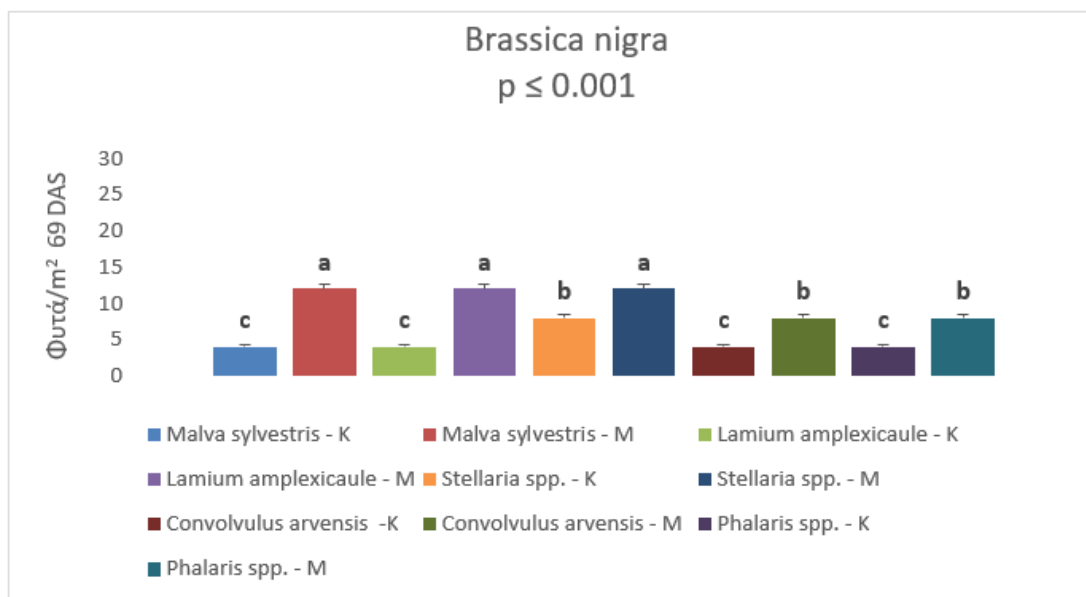
#### 4.4.5 Πυκνότητα ζιζανίων (*Pisum sativum*), 110 DAS



**Γράφημα 17.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 110 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στους μάρτυρες με τα ζιζάνια της μολόχας και της περικοκλάδας. Στο αγροτεμάχιο που εφαρμόστηκαν οι κοπές η μολόχα μειώθηκε κατά 25% σε σχέση με τον μάρτυρα, η στελλάρια μειώθηκε κατά 33,3% σε σχέση με τον μάρτυρα και η περικοκλάδα μειώθηκε κατά 11,1% σε σχέση με τον μάρτυρα.

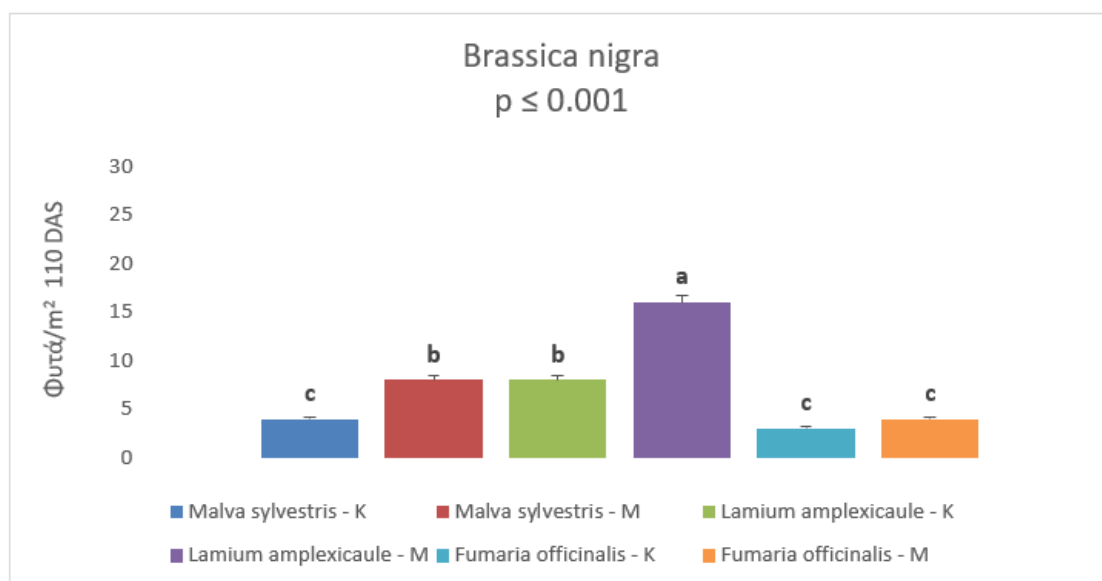
#### 4.4.6 Πυκνότητα ζιζανίων (*Brassica nigra*), 69 DAS



**Γράφημα 18.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 69 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες με ζιζάνια μολόχας, δωδεκάνθης και στελλάριας. Η μολόχα στα τμήματα που εφαρμόστηκαν οι κοπές μειώθηκε κατά 33,3% σε σχέση με τον μάρτυρα, η δωδεκάνθη μειώθηκε 33,3% σε σχέση με τον μάρτυρα 66,6% σε σχέση με τον μάρτυρα, η περικοκλάδα μειώθηκε 50% και η φάλαρη 50% σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες.

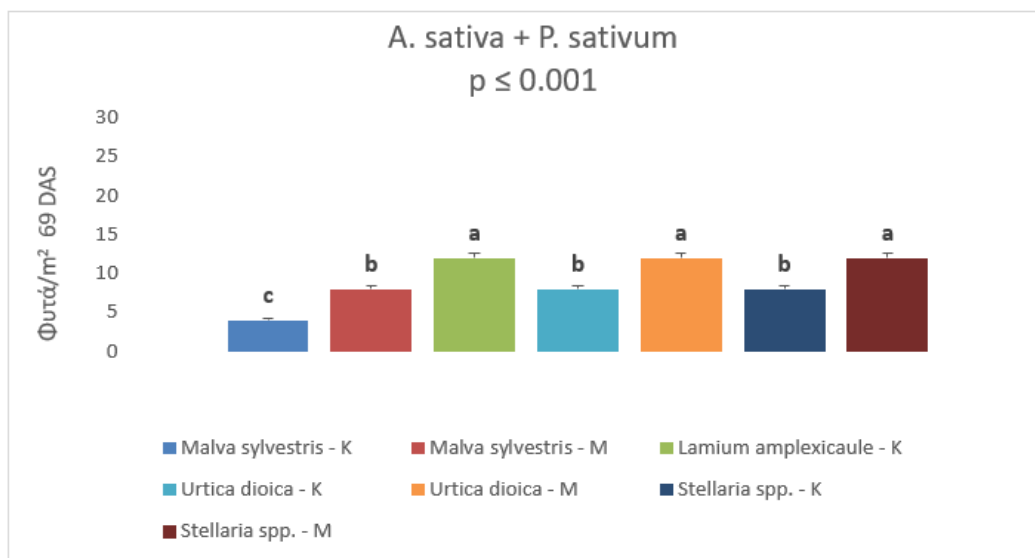
#### 4.4.7 Πυκνότητα ζιζανίων (*Brassica nigra*), 110 DAS



**Γράφημα 19.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 110 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στα αγροτεμάχια του μάρτυρα με το ζιζάνιο της δωδεκάνθης. Η μολόχα μειώθηκε σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 50% και η δωδεκάνθη κατά 50% σε σχέση με τον μάρτυρα.

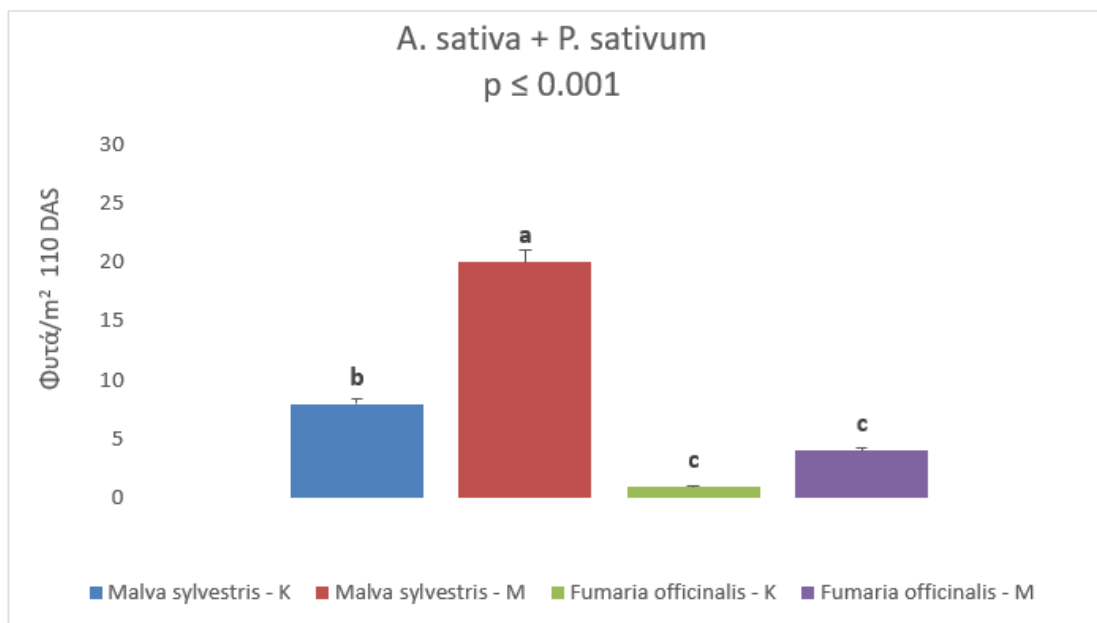
#### 4.4.8 Πυκνότητα ζιζανίων (*Avena sativa* + *Pisum sativum*), 69 DAS



**Γράφημα 20.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 69 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες με ζιζάνια δωδεκάνθης, τσουκνίδας και στελλάριας. Η μολόχα μειώθηκε σε σχέση με τον μάρτυρα 50%, η τσουκνίδα 66,6% και η στελλάρια 66,6% σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες.

#### 4.4.9 Πυκνότητα ζιζανίων (*Avena sativa* + *Pisum sativum*), 110 DAS

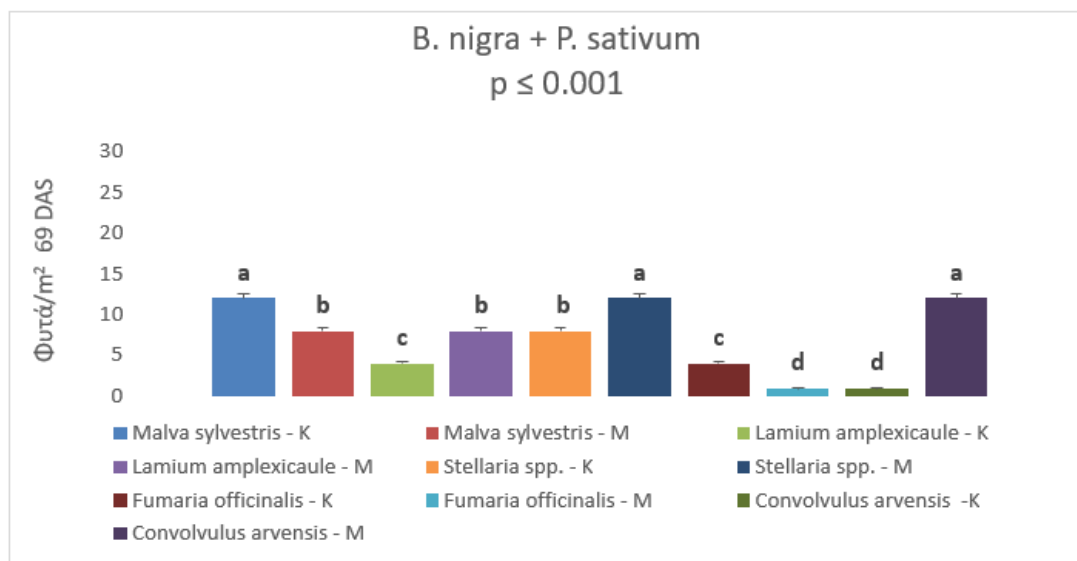


**Γράφημα 21.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 110 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στους μάρτυρες με το ζιζάνιο της μολόχας. Η μολόχα μειώθηκε σε σχέση με τον μάρτυρα στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι επεμβάσεις κατά 40% και το καπνόχορτο κατά 25% σε σχέση με τον αντίστοιχο μάρτυρα.



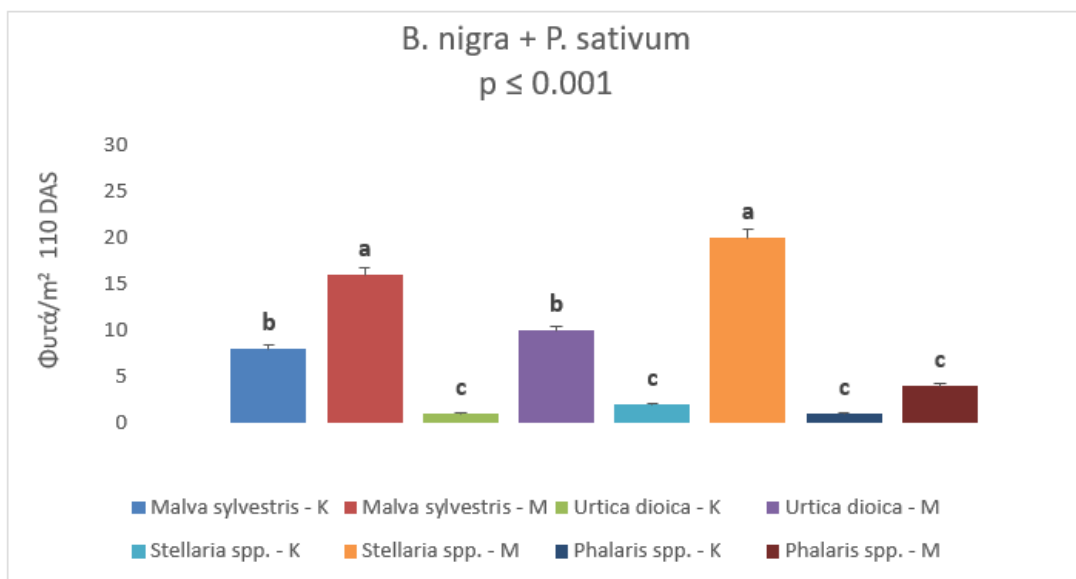
#### 4.4.10 Πυκνότητα ζιζανίων (*Brassica nigra* + *Pisum sativum*), 69 DAS



**Γράφημα 22.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 69 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες για τα ζιζάνια στελλάρια και περικοκλάδα και στο αγροτεμάχιο που εφαρμόστηκαν οι κοπές για το ζιζάνιο της μολόχας. Η μολόχα αυξήθηκε κατά 66,6% σε σχέση με το μάρτυρα, η δωδεκάνθη μειώθηκε 50% σε σχέση με τον μάρτυρα, η στελλάρια μειώθηκε κατά 66,6% σε σχέση με τον μάρτυρα, το καπνόχορτο αυξήθηκε κατά 25% σε σχέση με τον μάρτυρα και η περικοκλάδα μειώθηκε 8,3% σε σχέση με τον μάρτυρα.

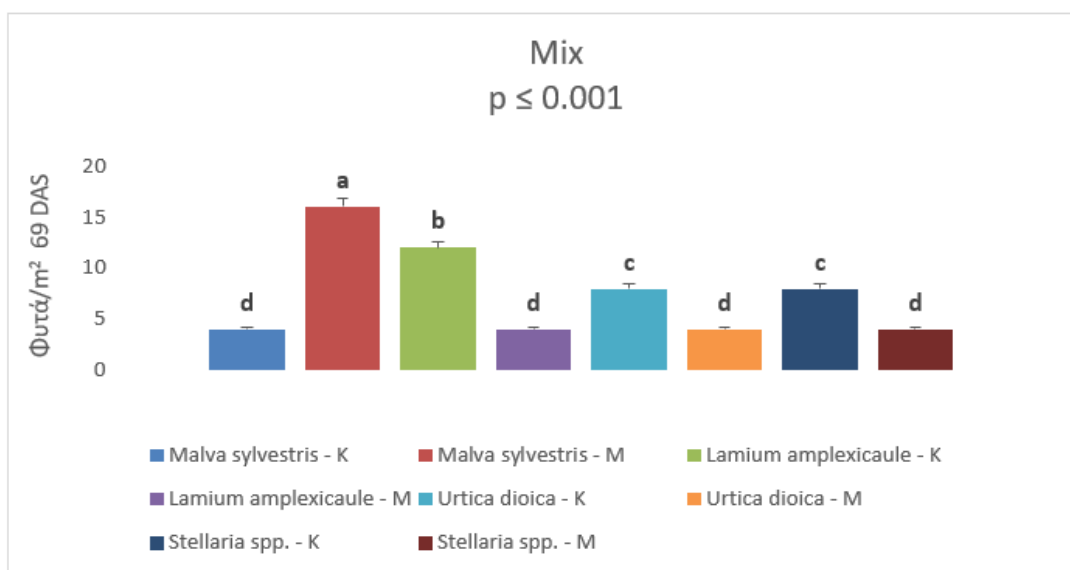
#### 4.4.11 Πυκνότητα ζιζανίων (*Brassica nigra* + *Pisum sativum*), 110 DAS



**Γράφημα 23.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 110 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στους μάρτυρες με ζιζάνια μολόχας και στελλάριας. Η μολόχα μειώθηκε σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 50%, η τσουκνίδα μειώθηκε κατά 10% σε σχέση με τον αντίστοιχο μάρτυρα και η στελλάρια 90% σε σχέση με τον αντίστοιχο μάρτυρα.

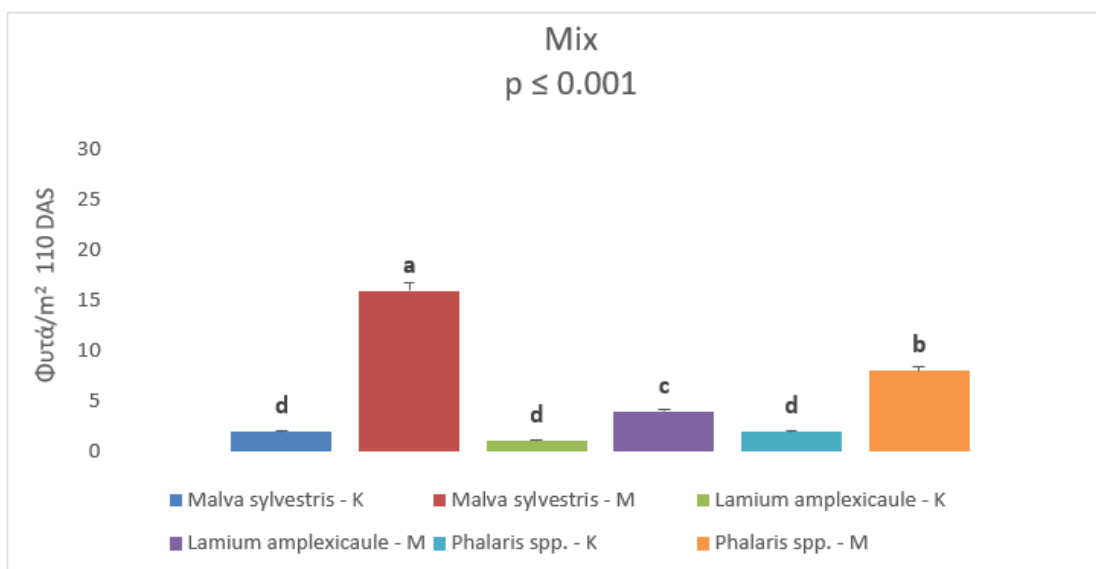
#### 4.4.12 Πυκνότητα ζιζανίων (*Avena sativa* + *Brassica nigra* + *Pisum sativum*), 69 DAS



**Γράφημα 24.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 69 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στο αγροτεμάχιο του μάρτυρα για το ζιζάνιο της μολόχας. Η μολόχα μειώθηκε κατά 25% σε σχέση με τον μάρτυρα, η δωδεκάνθη αυξήθηκε κατά 33,3% σε σχέση με τον μάρτυρα, η τσουκνίδα αυξήθηκε κατά 50% σε σχέση με τον μάρτυρα και η στελλάρια αυξήθηκε 50% σε σχέση με τον μάρτυρα.

#### 4.4.13 Πυκνότητα ζιζανίων (*Avena sativa* + *Brassica nigra* + *Pisum sativum*), 110 DAS



**Γράφημα 25.:** Η πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις στις 110 DAS. Τα διαφορετικά γράμματα συμβολίζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των επεμβάσεων. Οι κάθετες ράβδοι αναπαριστούν τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων.

Η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στον μάρτυρα για το ζιζάνιο της μολόχας. Η μολόχα μειώθηκε στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκαν οι κοπές κατά 12,5% σε σχέση με τον μάρτυρα, η δωδεκάνθη μειώθηκε σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 25% και η φάλαρη 25% σε σχέση με τον αντίστοιχο μάρτυρα.

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 5.1 Ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά των ειδών καλλιιεργειών

Οι καλλιιεργειες κάλυψης μπορούν να προστατεύσουν την ποιότητα του εδάφους και να αυξήσουν τις γεωργικές εισροές με βιολογικές διεργασίες βελτιώνοντας έτσι την υγεία του (Teasdale 1996, Dabney & Delgado 2001, McDaniel & Tiemann 2014, Schumacher & Gerhards 2022). Η χρήση μιγμάτων ως καλλιιεργειες κάλυψης χρησιμοποιούνται έχοντας ως απώτερο σκοπό την επίτευξη πολλαπλών οφελών, λόγω των ταυτόχρονων πολλαπλών λειτουργιών που εκτελεί το κάθε είδος. Για παράδειγμα, μίγματα καλλιιεργειών κάλυψης με χρήση του μπιζελιού σε συνδυασμό με κάποιο ψυχανθές (π.χ. τριφύλλι) ή αγρωστώδες φυτό (π.χ. βρώμη) οδηγεί σε αποτελεσματικότερη δέσμευση του αζώτου συνεπώς σε χαμηλότερη αναλογία άνθρακα προς το άζωτο άρα και σε ταχύτερη ανοργανοποίηση του αζώτου έτσι ώστε να παρέχεται περισσότερο άζωτο στην επόμενη καλλιιεργεια ή να αυξάνει το δυναμικό έκπλυσης (Brainard, Bellinder & Kumar 2011, Schipanski & Drinkwater 2012). Η επιτυχία της αποτελεσματικότητας στην χρήση των μιγμάτων είναι πιο δύσκολη λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών για πόρους. Ο ανταγωνισμός εντός των μιγμάτων εξαρτάται από τις συνθήκες ανάπτυξης και τα είδη της καλλιιεργειας (Reiss & Drinkwater 2020). Αναγκαίως κρίνεται επομένως ο συνδυασμός καλλιιεργειών με διαφορετικά λειτουργικά χαρακτηριστικά για την πληρέστερη χρήση και πρόσβαση στους διαθέσιμους πόρους. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλά πειράματα πεδίου που ελέγχουν την απόδοση και την πυκνότητα σε μίγματα καλλιιεργειών βρώμης (*Avena sativa*) με φασόλια (*Vicia faba L.*) (Helenius & Jokinen 1994), βρώμης (*Avena sativa*) και μπιζελιού (*Pisum sativum*) (Neumann & Werner & Rauber 2009) και οι συνδυασμοί βρώμης, σιναπιού (*Brassica spp.*), μπιζελιού (Wendling et.al., 2019). Γενικά, στο πείραμά μας τα φυτικά είδη με υψηλότερο ανάστημα είχαν την ικανότητα να συλλάβουν καλύτερα το ηλιακό φως, σε σχέση με τα είδη μικρότερου αναστήματος. Η μέτρηση της βιομάζας των καλλιιεργειών αποτελεί βασικό παράγοντα σύγκρισης των χαρακτηριστικών των καλλιιεργειών κάλυψης σε μίγματα και μονοκαλλιιεργειες. Ταυτόχρονα, δυναμικές καλλιιεργειες κάλυψης θεωρούνται εκείνες που παράγουν περισσότερη βιομάζα ως μονοκαλλιιεργειες αλλά και συνδυάστηκα με άλλες καλλιιεργειες (Bybee-Finley et.al.,2022). Στο δικό μας πείραμα, παρόμοια διακύμανση της βιομάζας παρατηρήθηκε στο μίγμα βρώμης – μπιζελιου με το μίγμα βρώμης –

σιναπιού – μπιζελιού που μετά την δεύτερη κοπή εμφάνισαν σχετική μικρή μείωση και μέχρι το τέλος του πειράματος παρέμειναν σταθερές. Καλύτερη απόδοση σε βιομάζα εμφάνισε το μίγμα σιναπιού – μπιζελιού. Από τις μονοκαλλιέργειες, μεγαλύτερη και συνεχώς αυξανόμενη μέτρηση βιομάζας εμφάνισε το σινάπι και στην πορεία το μπιζέλι και τέλος η βρώμη. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Δυτική Αυστραλία το 2007 στο Cunderdin College of Agriculture (117°14' E, 31 ° 38'S), όπου χρειάστηκαν δύο έτη για να παραχθεί η κατάλληλη ποσότητα βιομάζας και η καθυστερημένη κοπή της καλλιέργειας κάλυψης της βρώμης, ώστε να επιτευχθεί περισσότερη ποσότητα βιομάζας της καλλιέργειας. Το γεγονός αυτό οδήγησε σε μειωμένη αποθήκευση νερού στο έδαφος. Επομένως, η χρήση βρώμης σαν καλλιέργεια κάλυψης έχει υψηλότερο κόστος σε σχέση με την χρήση ζιζανιοκτόνων και χρειάζεται περαιτέρω έρευνα (Flower et.al.,2012). Σε άλλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο ερευνητικό κέντρο USDA Agriculture στην Καλιφόρνια το 2001 – 2003 έγινε έλεγχος 1) της παραγωγής της βιομάζας της καλλιέργειας και των ζιζανίων, 2) ανάπτυξης των καλλιεργειών κάλυψης, 3) παραγωγής σπόρων ζιζανίων και 4) εμφάνισης ζιζανίων μετά την ενσωμάτωση των καλλιεργειών κάλυψης. Οι καλλιέργειες κάλυψης περιλάμβαναν βρώμη, σινάπι και μίγμα ψυχανθών με βρώμη. Η βιομάζα του σιναπιού ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με εκείνη της βρώμης και του μίγματος βρώμης με ψυχανθή, κατά την διάρκεια του πειράματος. Ενώ, με το τέλος του πειράματος η παραγωγή βιομάζας από όλες τις καλλιέργειες κάλυψης δεν παρουσίασε κάποια διαφορά (Brennan & Smith 2005). Τέλος, σε ένα άλλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Honhenheim (48,74° B, 8,92° A, 475 m a.s.l) στην Νοτιοδυτική Γερμανία από τον Αύγουστο έως τον Δεκέμβριο του 2016 – 2017 σύγκριναν την ικανότητα ελέγχου των ζιζανίων με χρήση καλλιεργειών κάλυψης σπαρμένες ως μονοκαλλιέργειες και με τα αντίστοιχα μίγματά τους. Τα είδη ήταν τα εξής: *Anthenum graveolens*, *Raphanus sativus var. oleiformis Pers.*, *Avena strigose*, *Carthamus tinctorius*, *Vicia sativa*, *Phacelia tanacetifolia*. Οι επεμβάσεις καλλιεργειών κάλυψης που περιλάμβαναν μίγματα των παραπάνω φυτικών ειδών παρουσίασαν μικρότερη παραγωγή βιομάζας συγκριτικά με τις αντίστοιχες μονοκαλλιέργειες (Schappert A. et.al., 2019).

## 5.2 Καλλιέργειες κάλυψης έναντι των ζιζανίων

Οι καλλιέργειες κάλυψης παρέχουν ποικίλες υπηρεσίες στα γεωργικά οικοσυστήματα όπως την κατακράτηση θρεπτικών συστατικών στο έδαφος και την γενικότερη μείωση της διάβρωσής του (Blanco-Canqui H., et.al.,2015). Η χρήση καλλιεργειών κάλυψης αυξάνεται και προωθείται όλο και περισσότερο για τα οφέλη που μπορεί να προσφέρουν έναντι στην ανάπτυξη των ζιζανίων (Wallace et.al.,2021). Οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης παραδοσιακά φυτεύονταν ως μονοκαλλιέργειες ενός είδους (Snapp et.al.,2005). Ωστόσο, όλο και περισσότεροι αγρότες και άλλοι επαγγελματίες της γεωργίας προωθούν και εφαρμόζουν καλλιέργειες κάλυψης με μίγματα ποικίλων ειδών (Murell etl.al.,2017). Το σκεπτικό για την φύτευση μιγμάτων καλλιεργειών κάλυψης βασίζεται κυρίως στις οικολογικές έρευνες που τονίζουν πως οι εκτάσεις με μεγαλύτερη ποικιλία φυτικών ειδών παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγικότητα, κατακράτηση θρεπτικών συστατικών αλλά και καταστολή παρασίτων σε σχέση με τις εκτάσεις με λιγότερα είδη (Weisser et.al.,2017). Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι εκτάσεις με μεγαλύτερη ποικιλότητα είναι πιο σταθερές σε σχέση με εκείνες με μικρότερη ποικιλότητα (Tilman et.al.,2014). Παρά τα αδιάσειστα στοιχεία από τις μελέτες σε χορτολιβαδικές εκτάσεις για τα οφέλη της ποικιλότητας, λίγες είναι οι μελέτες που εξετάζουν τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και έχουν ποσοτικοποιήσει την καταστολή ανάπτυξης των ζιζανίων με χρήση μιγμάτων καλλιεργειών κάλυψης (MacLaren et.al.,2019). Στο δικό μας πείραμα, εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα των καλλιεργειών κάλυψης έναντι των ζιζανίων που παρατηρήθηκαν στον αγρό και τα αποτελέσματα που πάρθηκαν συνάδουν και με άλλες παρόμοιες έρευνες. Μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα περιορισμού ανάπτυξης των ζιζανίων από τις μονοκαλλιέργειες εμφάνισε το σίναπι, στην πορεία η καλλιέργεια μπιζελιού και τελευταία η βόμη. Όσον αφορά τα μίγματα των καλλιεργειών, μεγαλύτερη δυναμική έναντι των ζιζανίων είχε το μίγμα ειδών σιναπιού – μπιζελιού, στην πορεία το μίγμα βρώμης – μπιζελιού και τέλος το μίγμα και των τριών ειδών. Συγκρίνοντας, μονοκαλλιέργειες με μίγματα η σειρά κατάταξης της αποτελεσματικότητας έναντι των ζιζανίων από το πιο αποτελεσματικό στο λιγότερο αποτελεσματικό είναι ως εξής: μονοκαλλιέργεια σιναπιού, μονοκαλλιέργεια μπιζελιού, μίγμα σιναπιού – μπιζελιού, μίγμα βρώμης – μπιζελιού, μίγμα βρώμης – μπιζελιού – σιναπιού και τελευταία η βόμη. Σε παρόμοια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ στο Πανεπιστήμιο New Hampshire Kingman Research Farm με διάρκεια από το 2014 έως το 2017 εξετάστηκε

αν τα μίγματα καλλιεργειών κάλυψης είναι πιο αποτελεσματικά στην καταστολή ανάπτυξης των ζιζανίων σε σχέση με τις μονοκαλλιέργειες. Χρησιμοποιήθηκαν μίγματα 5, 6 και 14 ειδών και διαφοροποιούνταν η εποχή φύτευσης σε καλοκαιρινή, φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη φύτευση. Ανεξάρτητα όμως από τον χρόνο φύτευσης, τα μίγματα ποτέ δεν ήταν περισσότερο αποτελεσματικά από τις μονοκαλλιέργειες ακόμα και όταν χρησιμοποιήθηκε το μίγμα με τα 14 είδη καλλιεργειών κάλυψης. Η επιτυχία των μονοκαλλιεργειών έναντι των ζιζανίων ήταν περίπου ίση με 97% - 98%, ενώ για τα μίγματα ήταν 66% - 97% το καλοκαίρι, 70 % - 90% το φθινόπωρο και 67 % - 99% την άνοιξη (Smith et.al.,2020). Επιπλέον, πείραμα που πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ στο Samuel G. Meigs Horticulture Research Farm αξιολογήθηκε η χρήση καλλιεργειών κάλυψης έναντι των ζιζανίων σε καλλιέργεια βιολογικής τομάτας και η επίδραση του ύψους και της συχνότητας κοπής έναντι των καλοκαιρινών ετήσιων ζιζανίων. Γενικά, η παραγωγή βιολογικής τομάτας βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο όργωμα, στο βοτάνισμα για τον περιορισμό των ζιζανίων. Η συχνή άροση μπορεί να οδηγήσει σε διάβρωση του εδάφους, ενώ το ξεβοτάνισμα και η τοποθέτηση πλαστικών είναι αρκετά κοστοβόρες διαδικασίες. Τα ζιζάνια είναι αναγκαίο να ελεγχθούν 4 -6 βδομάδες μετά την φύτευση ώστε να μην επηρεαστούν οι αποδόσεις. Υπήρχαν 1) καλλιέργεια τομάτας με χρήση πλαστικών για τον περιορισμό των ζιζανίων, 2) καλλιέργεια τομάτας και καλλιέργεια κάλυψης τριφυλλίου που έχει σπαρθεί μεταξύ των σειρών της καλλιέργειας της τομάτας, 3) καλλιέργεια τομάτας και καλλιέργειας κάλυψης με μίγμα τριφύλλι και σίκαλη 4) καλλιέργεια τομάτας και καλλιέργεια κάλυψης σίκαλης. Η χρήση του τριφυλλίου ως καλλιέργεια κάλυψης μείωσε την βιομάζα των ζιζανίων και τα δύο χρόνια σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Ωστόσο, οι αποδόσεις ήταν μεγαλύτερες με την χρήση πλαστικού. Η χρήση της σίκαλης μείωσε τις αποδόσεις της τομάτας και αύξησε τη βιομάζα των ζιζανίων. Η πραγματοποίηση κοπών στα ζιζάνια μουχρίτσα, αγριόχορτο, γιγάντια αμβροσία, λουβουδιά και βελουδόφυλλο, μείωσε την ετήσια ανάπτυξή τους όμως το κούρεμα από μόνο του είναι ανεπαρκές για καθολική μείωση των ζιζανίων (Butler R.A 2012). Επιπρόσθετα, σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Αυστραλία στο Cundredin College of Agriculture το 2007, εξετάστηκε η χρήση βρώμης ως καλλιέργεια κάλυψης σε σχέση με την ανοργανοποίηση του αζώτου του εδάφους και τον έλεγχο των ζιζανίων. Απαιτήθηκαν δύο συνεχόμενα έτη χρήσης της βρώμης ως καλλιέργεια κάλυψης ώστε να υπάρξουν τα βέλτιστα αποτελέσματα, ενώ παράλληλα η καθυστερημένη θανάτωση της καλλιέργειας οδήγησε σε μείωση του νερού στο έδαφος. Ως εκ τούτου, φαίνεται να



είναι καλύτερη η επιλογή χρήσης ζιζανιοκτόνων σε σχέση με την χρήση βρώμης ως καλλιέργειας κάλυψης λόγω του σχετικά χαμηλού κόστους και της αυξημένης αποθήκευσης νερού στο έδαφος (Flower et.al.,2012). Επιπρόσθετα, σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Γερμανία στο Πανεπιστήμιο του Hohenheim, όπου δοκιμάστηκε η αποτελεσματικότητα των καλλιεργειών κάλυψης που σπάρθηκαν ως μονοκαλλιέργειες και ως μίγματα έναντι της ανάπτυξης των ζιζανίων. Χρησιμοποιήθηκαν τα εξής είδη: *Anethum graveolens*, *Raphanus sativus*, *Avena strigose*, *Carthamus tinctorius*, *Vicia sativa* και *Phacelia tanacetifolia*. Η υψηλότερη αποτελεσματικότητα ελέγχου ζιζανίων επιτεύχθηκε από τις μονοκαλλιέργειες. Οι επεξεργασίες μίγματος έφτασαν γενικότερα σε χαμηλότερη αποτελεσματικότητα ελέγχου ζιζανίων, υπέργειας ξηρής ουσίας και εδαφικής κάλυψης (Schappert A. et.al.,2019). Τέλος, σε άρθρο που δημοσιεύτηκε σε επιστημονική εφημερίδα γεωργικού ενδιαφέροντος, τονίστηκε πως στις κηπευτικές καλλιέργειες η μείωση της απόδοσης μπορεί να κυμαίνεται από 45% - 95% σε περίπτωση που υπάρξει ανταγωνισμός μεταξύ ζιζανίων και της κύριας καλλιέργειας. Σημειώθηκε επιπλέον, πως σε καλλιέργειες λαχανικών όπως: τομάτα, λάχανο ή κολοκύθι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν καλλιέργειες εδαφοκάλυψης όπως αυτή του βίκου, της σίκαλης, και φυτά της οικογένειας *Brassicaceae*. Αναγκαίος βέβαια κρίνεται ο έλεγχος τυχόν αρνητικών επιπτώσεων όπως είναι η αλληλοπαθητική επίδραση τω υπολειμμάτων της καλλιέργειας κάλυψης στην κύρια κηπευτική καλλιέργεια (Mennan H. et.al.,2020).

## Ξένη Βιβλιογραφία

Almond, J. A., Dawkins, T. C. K., & Askew, M. F. (1986). Aspects of crop husbandry. *Oilseed rape/edited by DH Scarisbrick and RW Daniels*.

Ball, K. R., Baldock, J. A., Penfold, C., Power, S. A., Woodin, S. J., Smith, P., & Pendall, E. (2020). Soil organic carbon and nitrogen pools are increased by mixed grass and legume cover crops in vineyard agroecosystems: Detecting short-term management effects using infrared spectroscopy. *Geoderma*, 379, 114619

Baraibar, B., Mortensen, D. A., Hunter, M. C., Barbercheck, M. E., Kaye, J. P., Finney, D. M., ... & White, C. M. (2018). Growing degree days and cover crop type explain weed biomass in winter cover crops. *Agronomy for Sustainable Development*, 38, 1-9

Blanco-Canqui, H., Shaver, T. M., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Elmore, R. W., Francis, C. A., & Hergert, G. W. (2015). Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy journal*, 107(6), 2449-2474.

Brainard, D. C., Bellinder, R. R., & Kumar, V. (2011). Grass-legume mixtures and soil fertility affect cover crop performance and weed seed production. *Weed Technology*, 25(3), 473-479.

Brennan, E. B., & Smith, R. F. (2005). Winter cover crop growth and weed suppression on the central coast of California. *Weed Technology*, 19(4), 1017-1024.

Butler, R. A. (2012). *Evaluation of cover crops and mowing as alternative approaches for weed control in organic tomato production* (Doctoral dissertation, Purdue University).

Bybee-Finley, K. A., Cordeau, S., Yvoz, S., Mirsky, S. B., & Ryan, M. R. (2022). Finding the right mix: a framework for selecting seeding rates for cover crop mixtures. *Ecological Applications*, 32(1), e02484.

Cornelius, C. D., & Bradley, K. W. (2017). Herbicide programs for the termination of various cover crop species. *Weed Technology*, 31(4), 514-522

Dabney, S. M., Delgado, J. A., & Reeves, D. W. (2001). Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(7-8), 1221-1250.

Elhakeem, A., van der Werf, W., Ajal, J., Lucà, D., Claus, S., Vico, R. A., & Bastiaans, L. (2019). Cover crop mixtures result in a positive net biodiversity effect irrespective of seeding configuration. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 285, 106627

Fernando, M., & Shrestha, A. (2023). The Potential of Cover Crops for Weed Management: A Sole Tool or Component of an Integrated Weed Management System?. *Plants*, 12(4), 752.

Flower, K. C., Cordingley, N., Ward, P. R., & Weeks, C. (2012). Nitrogen, weed management and economics with cover crops in conservation agriculture in a Mediterranean climate. *Field Crops Research*, 132, 63-75.

Helenius, J., & Jokinen, K. (1994). Yield advantage and competition in intercropped oats (*Avena sativa* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.): Application of the hyperbolic yield-density model. *Field Crops Research*, 37(2), 85-94.

- Kimber, D. S., & McGregor, D. I. (1995). Brassica oilseeds: production and utilization. (*No Title*).
- Kong, L., Si, J., Feng, B., Li, S., Wang, F., & Sayre, K. (2009). Differential responses of two types of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to autumn-and spring-applied mesosulfuron-methyl. *Crop Protection*, 28(5), 387-392.
- Koudahe, K., Allen, S. C., & Djaman, K. (2022). Critical review of the impact of cover crops on soil properties. *International Soil and Water Conservation Research*, 10(3), 343-354
- Kumar, D., & Rai, M. (1992). *Advances in oilseed research*. Science Publishers.
- LaRose, J., & Meyers, R. (2019). Soil Health Institute Releases Progress Report on Adoption of Soil Health Practices. *Soil Health Institute*
- Lewis, D. F., Jeffries, M. D., Gannon, T. W., Richardson, R. J., & Yelverton, F. H. (2014). Persistence and bioavailability of aminocyclopyrachlor and clopyralid in turfgrass clippings: recycling clippings for additional weed control. *Weed science*, 62(3), 493-500.
- MacLaren, C., Swanepoel, P., Bennett, J., Wright, J., & Dehnen-Schmutz, K. (2019). Cover crop biomass production is more important than diversity for weed suppression. *Crop Science*, 59(2), 733-748.
- Magdoff, F., & Van Es, H. (2021). *Building Soils for Better Crops: Ecological management for healthy soils*. Sustainable Agriculture Research and Education Program.
- McDaniel, M. D., Tiemann, L. K., & Grandy, A. S. (2014). Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. *Ecological Applications*, 24(3), 560-570.
- McKenzie-Gopsill, A., Mills, A., MacDonald, A. N., & Wyand, S. (2022). The importance of species selection in cover crop mixture design. *Weed Science*, 70(4), 436-447
- Mennan, H., Jabran, K., Zandstra, B. H., & Pala, F. (2020). Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A review. *Agronomy*, 10(2), 257.
- Moore-Colyer, R. J. (1995). Oats and oat production in history and pre-history. In *The oat crop: production and utilization* (pp. 1-33). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Morrison, M. J., McVetty, P. B. E., & Shaykewich, C. F. (1989). The determination and verification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape. *Canadian journal of plant science*, 69(2), 455-464.
- Murrell, E. G., Schipanski, M. E., Finney, D. M., Hunter, M. C., Burgess, M., LaChance, J. C., ... & Kaye, J. P. (2017). Achieving diverse cover crop mixtures: Effects of planting date and seeding rate. *Agronomy Journal*, 109(1), 259-271
- Neumann, A., Werner, J., & Rauber, R. (2009). Evaluation of yield–density relationships and optimization of intercrop compositions of field-grown pea–oat intercrops using the replacement series and the response surface design. *Field Crops Research*, 114(2), 286-294.
- Reiss, E. R., & Drinkwater, L. E. (2020). Ecosystem service delivery by cover crop mixtures and monocultures is context dependent. *Agronomy Journal*, 112(5), 4249-4263.

- Scavo, A., Fontanazza, S., Restuccia, A., Pesce, G. R., Abbate, C., & Mauromicale, G. (2022). The role of cover crops in improving soil fertility and plant nutritional status in temperate climates. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(5), 93
- Schappert, A., Schumacher, M., & Gerhards, R. (2019). Weed control ability of single sown cover crops compared to species mixtures. *Agronomy*, 9(6), 294.
- Schipanski, M. E., & Drinkwater, L. E. (2012). Nitrogen fixation in annual and perennial legume-grass mixtures across a fertility gradient. *Plant and Soil*, 357, 147-159.
- Schumacher, M., & Gerhards, R. (2022). Facilitation of weed seed predation by living mulch and cover crops. *Weed Research*, 62(5), 328-339.
- Sharma, P., Singh, A., Kahlon, C. S., Brar, A. S., Grover, K. K., Dia, M., & Steiner, R. L. (2018). The role of cover crops towards sustainable soil health and agriculture—A review paper. *American Journal of Plant Sciences*, 9(9), 1935-1951.
- Shekhawat, K., Rathore, S. S., Premi, O. P., Kandpal, B. K., & Chauhan, J. S. (2012). Advances in agronomic management of Indian mustard (*Brassica juncea* (L.) Czernj. Cosson): an overview. *International journal of Agronomy*, 2012.
- Smith, R. G., Warren, N. D., & Cordeau, S. (2020). Are cover crop mixtures better at suppressing weeds than cover crop monocultures?. *Weed Science*, 68(2), 186-194.
- Snapp, S. S., Swinton, S. M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J. R., Leep, R., ... & O'neil, K. (2005). Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agronomy journal*, 97(1), 322-332.
- Sorrells, M. E., & Simmons, S. R. (1992). Influence of environment on the development and adaptation of oat. *Oat science and technology*, 33, 115-163.
- Sullivan, P. G., Parrish, D. J., & Luna, J. M. (1991). Cover crop contributions to N supply and water conservation in corn production. *American Journal of Alternative Agriculture*, 6(3), 106-113
- Teasdale, J. R. (1996). Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of production agriculture*, 9(4), 475-479.
- Thomas, J., Kuruvilla, K. M., & Hrideek, T. K. (2012). Mustard. In *Handbook of herbs and spices* (pp. 388-398). Woodhead Publishing.
- Tilman, D., Isbell, F., & Cowles, J. M. (2014). Biodiversity and ecosystem functioning. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 45, 471-493.
- Travlos, I., Tsekoura, A., Antonopoulos, N., Kanatas, P., & Gazoulis, I. (2021). Novel sensor-based method (quick test) for the in-season rapid evaluation of herbicide efficacy under real field conditions in durum wheat. *Weed Science*, 69(2), 147-160.
- Tremblay, N., Wang, Z., Ma, B. L., Belec, C., & Vigneault, P. (2009). A comparison of crop data measured by two commercial sensors for variable-rate nitrogen application. *Precision Agriculture*, 10, 145-161.
- Turk, M. A., & Tawaha, A. M. (2003). Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). *Crop protection*, 22(4), 673-677

Wallace, J. M., Barbercheck, M. E., Curran, W., Keene, C. L., Mirsky, S. B., Ryan, M., & VanGessel, M. (2021). Cover crop–based, rotational no-till management tactics influence crop performance in organic transition within the Mid-Atlantic United States. *Agronomy Journal*, 113(6), 5335-5347.

Weisser, W. W., Roscher, C., Meyer, S. T., Ebeling, A., Luo, G., Allan, E., ... & Eisenhauer, N. (2017). Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions. *Basic and applied ecology*, 23, 1-73.

Wendling, M., Charles, R., Herrera, J., Amossé, C., Jeangros, B., Walter, A., & Büchi, L. (2019). Effect of species identity and diversity on biomass production and its stability in cover crop mixtures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 281, 81-91.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

Δέσποινα Παπακώστα – Τασοπούλου Καθηγήτρια Γεωπονικής Σχολής ΑΠΘ ‘Ειδική Γεωργία Σιτηρά & Ψυχανθή’ Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία 2012 ISBN 978-960-357-105-6

Δημήτριος Μπιλάλης, Παναγιώτα- Θηρεσία Παπαστυλιανού, Ηλίας Σ. Τραυλός Εκδόσεις ΠΕΔΙΟ 2019 ISBN 978-960-546-039-6

Κρικέλας Χ., Τεύχος 61, 2016 ‘Το σινάπι και οι ιδιότητες του’

Στέλλα Μ. Καρυδόγιαννη, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αθήνα 2019, ‘Η επίδραση της ανόργανης και της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του μαύρου σιναπιού (*Brassica nigra*)’

## Ιστοσελίδες

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

[http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%92%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7\\_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C](http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%92%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C)

<https://wikifarmer.com/el/avena-sativa-%CF%83%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9-%CE%B2%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7%CF%82/>

<https://herb.gr/product/%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%ac%cf%80%ce%b9-100%ce%b3%cf%81-sinapis-alba/>

<https://www.soils.org/publications/soils-glossary/>