



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ – ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΤΠ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΧΡΥΣΟΥΛΑ Π. ΔΡΟΝΤΖΑ



***«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ
ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ»***

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2015

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ– ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΜΤΠ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Μεταπτυχιακή μελέτη
Δρόντζα Π. Χρυσούλα

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Μπιλάλης Δημήτριος

Τριμελής επιτροπή

Κος Μπιλάλης Δημήτριος, Αναπληρωτής καθηγητής

Κος Τραυλός Ηλίας, Λέκτορας

Κα Παπαστυλιανού Παναγιώτα, επίκουρος καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ, 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στους ανθρώπους εκείνους, η συμβολή των οποίων ήταν καθοριστική στην υλοποίηση της παρούσας μελέτης. Πρωτίστως θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα μου, Αναπληρωτή καθηγητή κ. Μπιλάλη Δημήτριο για την ευκαιρία και εμπιστοσύνη που μου έδειξε για να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και για την πολύτιμη καθοδήγηση και υποστήριξη κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης της μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στο Λέκτορα κ. Τραυλό Ηλία για το χρόνο που δαπάνησε για να ολοκληρωθεί η παρούσα μελέτη, καθώς επίσης και για τη συνεχή καθοδήγηση του, την κριτική επίβλεψη και τις εύστοχες διορθώσεις του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της μεταπτυχιακής μελέτης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την επίκουρο καθηγήτρια κυρία Παπαστυλιανού Παναγιώτα για τις πολύτιμες παρατηρήσεις και διορθώσεις της που συνέβαλαν στην τελική μορφή της παρούσας μελέτης.

Δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τη μεταπτυχιακή φοιτήτρια Δέδε Αργυρώ για την άριστη συνεργασία κατά την πραγματοποίηση του πειράματος και την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος, καθώς επίσης τους συμφοιτητές μου, Χριστίνα Χαλκιά, Παναγιώτη Μπόια, Ιωάννα – Ελισάβετ Ταμπαξή και Μιχαέλλα Αλεξανδροπούλου για το φιλικό και γεμάτο ενέργεια κλίμα σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος, καθώς και τον κύριο Τσιώρο Στέλιο μέλος ΕΔΙΠ και όλους τους ανθρώπους του εργαστηρίου γεωργίας για την πολύτιμη βοήθεια τους καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος. Να ευχαριστήσω, επίσης και τις προπτυχιακές φοιτήτριες Πετράκη Ελευθερία, Ρόντο Σωτηρία και Αναγνωστοπούλου Βασιλική, καθώς και τον φίλο Δέδε Σάκη για την βοήθεια που πρόσφεραν στην εγκατάσταση του πειράματος.

Επίσης, να ευχαριστήσω και την εταιρία Δ. Νομικός Α.Ε. για την προσφορά των σποροφύτων τομάτας.

Τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στην υποψήφια διδάκτορα κ. Χάρις – Κωνσταντίνα Κοντοπούλου για την έμπρακτη και ουσιαστική βοήθεια και ηθική στήριξη της καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Την πιο ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη και ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την συμπαράσταση της και κυρίως στο σύζυγο μου για τη συνεχή βοήθεια και στήριξη του σε κάθε μου βήμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στα ζιζάνια στη βιομηχανική τομάτα. Για το λόγο αυτό εγκαταστάθηκε πείραμα στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο του 2014. Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 4 επεμβάσεις. Οι διαφορετικές επεμβάσεις αφορούσαν δύο είδη οργανικής λίπανσης (κοπριά, κομπόστ), ανόργανη λίπανση και τον μάρτυρα (χωρίς προσθήκη λιπάσματος). Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου έγιναν μετρήσεις που αφορούσαν το είδος, την πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων και ακολούθησε εκτίμηση της ποικιλομορφίας για κάθε επέμβαση ξεχωριστά, χρησιμοποιώντας τους δείκτες ποικιλότητας Simpson, Shannon και το δείκτη ομαλότητας Pielou. Μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών ως προς το δείκτη Simpson παρατηρήθηκε στην επέμβαση με κομπόστ, ενώ ως προς το Shannon στον μάρτυρα. Ανάλογη με τη συμπεριφορά του δείκτη Shannon ήταν και η συμπεριφορά του δείκτη ομαλότητας Pielou. Ο πλούτος των ειδών ήταν παρόμοιος για όλες τις επεμβάσεις, ενώ η αφθονία των ειδών ήταν μεγαλύτερη κατά 44% στο κομπόστ σε σχέση με τον μάρτυρα, και κατά 19% σε σχέση με την κοπριά και την ανόργανη λίπανση. Ως κυρίαρχο είδος και στις τέσσερις επεμβάσεις καταγράφηκε το βλήτο (*Amaranthus retroflexus*). Η παρουσία του στα πειραματικά τεμάχια με κομπόστ ήταν κατά 64, 44 και 40% υψηλότερη σε σχέση με τον μάρτυρα, την κοπριά και την ανόργανη λίπανση, αντίστοιχα. Ως δεύτερο κυρίαρχο ζιζάνιο καταγράφηκε ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*) με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στα πειραματικά τεμάχια στα οποία έγινε ανόργανη λίπανση (υψηλότερη κατά 33, 66 και 66% σε σχέση με την κοπριά, το κομπόστ και τον μάρτυρα, αντίστοιχα). Καμία επέμβαση δε φαίνεται να υπερτερεί σημαντικά σε σχέση με τις άλλες όσον αφορά το ξηρό βάρος των ζιζανίων. Τα δεδομένα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι η βιομηχανική τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί με βιολογικό τρόπο χωρίς τα οργανικά λιπάσματα να έχουν κάποια σημαντική επίδραση στα ζιζάνια.

Επιστημονική περιοχή της εργασίας: Αγρόκτημα εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Λέξεις κλειδιά: βιομηχανική τομάτα, ζιζάνια, οργανική λίπανση, δείκτες ποικιλότητας, *Amaranthus retroflexus*, *Sorghum halepense*.

ABSRTACT

The aim of current research was to investigate weed flora by using different kind of fertilization (organic - inorganic) in processing tomato crop. We carried out a field experiment on farm of laboratory of crop production in Agriculture University of Athens, from April to August in 2014. Three different treatments, two organic (compost and manure) , one non- organic fertilization and control treatment were arranged in a randomized complete block design with tree replications. During of cultivation period was measured density, species and above- ground biomass in weed flora and was assessed biodiversity for each treatment separately, using Simpson, Shannon and Pielou diversity Index. Simpson index was higher in compost, while Shannon index in control treatment. Pielou index had same behavior with Shannon Index. Richness of species was similar to all treatment, while abundance in compost was 44%, 19 % and 19% higher than control treatment, manure and inorganic fertilization, respectively. *Amaranthus retroflexus* was observed as dominant species in all treatments. Its presence in experimental plots with compost was 64, 44 and 40% higher than control, manure and inorganic inorganic fertilization, respectively. The second dominant species was observed *Sorgum halepense* with high frequency of occurrence in experimental plots with inorganic fertilization (33,66 and 66% higher than manure, compost and control, respectively). None treatment predominates significantly compared to other treatments in terms of dry above- ground weight of weed flora. Data of this research showed that processing tomato can be grown in organic system, without organic fertilizers have a significant effect on weeds.

Scientific fields of work: farm of laboratory of crop production in Agriculture University of Athens.

Key words: processing tomato, weed flora, organic fertilization, indices diversity, *Amarathnus retroflexus*, *Sorgum halepense*.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	10
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	11
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	13
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	17
1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	18
1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	18
1.3.1 Ριζικό σύστημα.....	18
1.3.2 Βλαστός.....	19
1.3.4 Άνθη.....	20
1.3.4 Καρπός	21
1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ	21
1.5 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	23
1.5.1 Θερμοκρασία.....	23
1.5.2 Έδαφος.....	23
1.6 ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	23
1.6.1 Η θρεπτική αξία της τομάτας	24
1.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	25
1.7.1 Η καλλιέργεια σε παγκόσμια και ευρωπαϊκή κλίμακα	25
1.7.2 Η καλλιέργεια στην Ελλάδα.....	26
1.8 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.....	29
1.8.1 Βιοποικιλότητα και Βιολογική γεωργία.....	30
1.9 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΖΙΖΑΝΙΑ.....	32
1.9.1 Ζιζάνια και Βιολογική γεωργία	35
1.9.2 Διαχείριση ζιζανίων στη βιολογική γεωργία.....	38
1.9.2.1 Προληπτικά μέτρα.....	39
1.9.2.1.1 Αμειψισπορά	40
1.9.2.1.2 Επιλογή ποικιλίας	41
1.9.2.1.3 Καλλιεργητικές πρακτικές.....	41
1.9.2.2 Μηχανικοί τρόποι διαχείρισης ζιζανίων	42
1.9.2.3 Θερμική μέθοδος διαχείρισης ζιζανίων	43
1.9.2.4 Βιολογική μέθοδος διαχείρισης ζιζανίων	44

1.10 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΖΙΖΑΝΙΑ.....	45
1.11 Πληθυσμιακοί χαρακτηρισμοί ζιζανίων	46
1.11.1 Δείκτες ποικιλότητας	48
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	50
2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	50
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	50
2.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΥΤΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ.....	53
2.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	56
2.4.1 Μέτρηση Πυκνότητας Ζιζανίων.....	56
2.4.2 Μέτρηση ξηρού βάρους Ζιζανίων	58
2.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	59
3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	60
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	95
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	102
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	114

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: πορεία του ριζικού συστήματος ανάλογα με τον τρόπο καλλιέργειας.....	19
Εικόνα 2: Ο βλαστός της τομάτας	19
Εικόνα 3: το φύλλο της τομάτας.....	20
Εικόνα 4: Ανθοταξίες τομάτας.....	20
Εικόνα 5: Το άνθος της τομάτας	21
Εικόνα 6: ο καρπός της τομάτας	21
Εικόνα 7: Σχηματική απεικόνιση της εξέλιξης του φυτού της τομάτας από τη σπορά έως την καρποφορία.....	22
Εικόνα 8: Η χρησιμοποιούμενη οργανική και ανόργανη λίπανση	52
Εικόνα 9: Άρωση του πειραματικού αγρού.....	53
Εικόνα 10: Χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου.....	54
Εικόνα 11: Μεταφύτευση των σποροφύτων	54
Εικόνα 12: Σιάλισμα της καλλιέργειας	55
Εικόνα 13: Συγκομιδή της καλλιέργειας	56
Εικόνα 14: Μέτρηση Ζιζανιοχλωρίδας με χρήση του “quadrat”	57
Εικόνα 15: Άποψη ορισμένων ζιζανίων στην καλλιέργεια	61
Εικόνα 16 : Δίσκοι σποροφύτων.....	115
Εικόνα 17: Επιφανειακή ενσωμάτωση λίπανσης	115
Εικόνα 18: Φύτευση σποροφύτων.....	116
Εικόνα 19: Η καλλιέργεια ένα μήνα περίπου μετά τη φύτευση των σποροφύτων... ..	116
Εικόνα 20: Η καλλιέργεια 35 μέρες μετά τη φύτευση.....	117
Εικόνα 21: Η καλλιέργεια 49 μέρες μετά τη φύτευση.....	117
Εικόνα 22: Η καλλιέργεια 67 μέρες μετά τη φύτευση.....	118
Εικόνα 23: Η καλλιέργεια 14 μέρες πριν τη συγκομιδή	118
Εικόνα 24: <i>Cyperus rotundus</i>	119
Εικόνα 25: <i>Amaranthus retroflexus</i>	119
Εικόνα 26: <i>Sorghum halepense</i>	120
Εικόνα 27: <i>Solanum elaeagnifolium</i>	120
Εικόνα 28: <i>Chenopodium album</i>	121
Εικόνα 29: <i>Convolvulus arvensis</i>	121
Εικόνα 30: <i>Solanum nigrum</i>	122
Εικόνα 31: <i>Datura Stramonium</i>	122
Εικόνα 32: <i>Tribulus terrestris</i>	123
Εικόνα 33: <i>Calendula Arvensis</i>	123

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Simpson κατά τη διάρκεια του πειράματος.....	71
Διάγραμμα 2: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Shannon κατά τη διάρκεια του πειράματος.....	71
Διάγραμμα 3: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Pielou κατά τη διάρκεια του πειράματος.....	72
Διάγραμμα 4: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Richness κατά τη διάρκεια του πειράματος.....	72
Διάγραμμα 5: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t.....	74
Διάγραμμα 6: Σειρά ποικιλότητας κατά Renui.....	75
Διάγραμμα 7: Διάγραμμα κ-κυριαρχίας.....	75
Διάγραμμα 8: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας επί του συνόλου κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	76
Διάγραμμα 9: Η πορεία του ξηρού βάρους της ζιζανιοχλωρίδας επί του συνόλου κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	77
Διάγραμμα 10: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t.....	78
Διάγραμμα 11: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των ετήσιων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	79
Διάγραμμα 12: Η πορεία του ξηρού βάρους των ετήσιων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	81
Διάγραμμα 13: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των πολυετών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	82
Διάγραμμα 14: Η πορεία του ξηρού βάρους των πολυετών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	83
Διάγραμμα 15: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t.....	84
Διάγραμμα 16: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των πλατύφυλλων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	85
Διάγραμμα 17: Η πορεία του ξηρού βάρους των πλατύφυλλων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	87
Διάγραμμα 18: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t.....	88
Διάγραμμα 19: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των αγρωστωδών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	89
Διάγραμμα 20: Η πορεία του ξηρού βάρους των αγρωστωδών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	90
Διάγραμμα 21: Η πορεία της πυκνότητας του <i>Amaranthus retroflexus</i> κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	91
Διάγραμμα 22: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t.....	92
Διάγραμμα 23: Η πορεία του ξηρού βάρους του <i>Amaranthus retroflexus</i> κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	93

Διάγραμμα 24: Σχέση ανάμεσα στην απόδοση της τομάτας και το δείκτη ποικιλότητας Simpson, Shannon, Richness και Pielou.94

Διάγραμμα 25: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ της πυκνότητας των ζιζανίων και του βάρους Kg/φυτό 100

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Θρεπτική αξία της τομάτας	25
Πίνακας 2: Παγκόσμια παραγωγή βιομηχανικής τομάτας	26
Πίνακας 3: Η διακύμανση της καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα τελευταία 11 χρόνια	28
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά για ένα «ιδανικό» Ζιζάνιο.....	34
Πίνακας 5: Πιθανές επιβλαβείς επιπτώσεις των ζιζανίων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις	35
Πίνακας 6: Μέθοδοι μη – χημικής διαχείρισης ζιζανίων	39
Πίνακας 7: Ποικιλότητα ειδών σε 4 υποθετικά πεδία	48
Πίνακας 8: Πειραματικός αγρός	51
Πίνακας 9: Εδαφικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού	53
Πίνακας 10: Ζιζάνια του πειραματικού αγρού.....	60
Πίνακας 11: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	61
Πίνακας 12: Πυκνότητα των ζιζανίων στην πρώτη μέτρηση	63
Πίνακας 13: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	63
Πίνακας 14: Πυκνότητα των ζιζανίων στην δεύτερη μέτρηση	65
Πίνακας 15: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	65
Πίνακας 16: Πυκνότητα των ζιζανίων στην τρίτη μέτρηση	67
Πίνακας 17: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	67
Πίνακας 18: Πυκνότητα των ζιζανίων στην τέταρτη μέτρηση.....	69
Πίνακας 19: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	69
Πίνακας 20: Πυκνότητα των ζιζανίων στην πέμπτη μέτρηση	70
Πίνακας 21: Δείκτες ποικιλότητας των ζιζανίων για τις 4 επεμβάσεις	74
Πίνακας 22: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	77
Πίνακας 23: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ετήσιων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	79
Πίνακας 24: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των ετήσιων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	80
Πίνακας 25: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των πολυετών ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	82
Πίνακας 26: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των πολυετών ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	83

Πίνακας 27: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των πλατύφυλλων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	85
Πίνακας 28: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των πλατύφυλλων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	86
Πίνακας 29: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των στενόφυλλων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	89
Πίνακας 30: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των στενόφυλλων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	90
Πίνακας 31: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα του ζιζανίου <i>Amaranthus retroflexus</i> για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	91
Πίνακας 32: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του ζιζανίου <i>Amaranthus retroflexus</i> για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$	93

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα μέσα της δεκαετίας του 1960, οι χώρες του Δυτικού κόσμου ξεκίνησαν μια μεγάλου κλίμακος προσπάθεια να θρέψουν το συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό της γης, την «Πράσινη Επανάσταση». Ωστόσο η εντατικοποίηση της γεωργίας και η εφαρμογή της συμβατικής καλλιέργειας με την αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων και των φυτοπροστατευτικών ουσιών σε συνδυασμό και με τη μη ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων (νερού και εδάφους), οδήγησε στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Η γονιμότητα των εδαφών υποβαθμίστηκε από την μονοκαλλιέργεια, ενώ η αλόγιστη χρήση των φυτοφαρμάκων, αλλά και των λιπασμάτων οδήγησε όχι μόνο στη ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων, αλλά και στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας των φυτών σε εχθρούς και ασθένειες.

Επιπλέον η χρήση ισχυρών ζιζανιοκτόνων για την καταπολέμηση των ζιζανίων δημιούργησε προβλήματα ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα, αλλά και μείωση της βιοποικιλότητας.

Η κλιματική αλλαγή είναι γεγονός και επηρεάζει δραματικά την παγκόσμια παραγωγή τροφίμων. Επομένως και ο γεωργικός τομέας επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή, αλλά στην πραγματικότητα πρόκειται για μια σχέση αμφίδρομη, αφού η γεωργία με τη μορφή που εξασκούνταν όλα αυτά τα χρόνια συνετέλεσε στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και κατ' επέκταση στην κλιματική αλλαγή. Υπολογίζεται ότι ένα 10-12% της παγκόσμιας εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου οφείλεται στην γεωργία και στην παραγωγή τροφίμων.

Επομένως, η στροφή προς αειφορικά συστήματα καλλιέργειας, φιλικά προς το περιβάλλον και τον γεωργό, που θα επιτρέπουν την παραγωγή ασφαλών προϊόντων για την υγεία του καταναλωτή, οικονομικά βιώσιμα και κοινωνικά εφικτά, είναι πλέον επιτακτική ανάγκη. Η βιολογική γεωργία φαίνεται να είναι μια βιώσιμη προσέγγιση της αειφόρου γεωργίας.

Η βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα ολοκληρωμένης παραγωγής, χρησιμοποιώντας μεθόδους καλλιέργειας φιλικές προς το περιβάλλον. Χρησιμοποιεί

τεχνικές ανακίνησης, όπως η αμειψισπορά, και χαμηλών εισροών, στοχεύοντας στη διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Δεδομένου ότι στη βιολογική γεωργία τα μέσα φυτοπροστασίας της καλλιέργειας είναι ελάχιστα, η διατήρηση της βιοποικιλότητας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, διότι η παρουσία των ζιζανίων αποτελεί ένα φυσικό «καταφύγιο» για ωφέλιμα έντομα τα οποία θα προστατεύσουν την καλλιέργεια από άλλους φυτοπαρρασιτικούς εχθρούς.

Η παρουσία των ζιζανίων, παρόλο που είναι επιθυμητή για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, δεν παύει να αποτελεί τεράστιο πρόβλημα στους βιοκαλλιεργητές, δεδομένου ότι η χρήση ζιζανιοκτόνων απαγορεύεται. Η μεγαλύτερη απώλεια του γεωργικού εισοδήματος, οφείλεται στα ζιζάνια, τα οποία λόγω των μηχανισμών τους ανταγωνίζονται την κύρια καλλιέργεια και προκαλούν μείωση της απόδοσης και πολλές φορές μπορεί να οδηγήσουν και σε ολοκληρωτική καταστροφή της παραγωγής.

Επομένως, ο βιοκαλλιεργητής θα πρέπει να βρει άλλες μεθόδους ελέγχου των ζιζανίων. Εξάλλου, στόχος της βιολογικής καλλιέργειας δεν είναι ο αφανισμός των ζιζανίων, αλλά ο έλεγχος τους μέσω της σωστής διαχείρισης σε ένα επίπεδο όπου δεν θα δημιουργούν προβλήματα στην καλλιέργεια. Άλλωστε « η αρμονική συμβίωση είναι μια διαρκής δημιουργία» (Θεόφιλος, ο ιερέας) .

Η αυξανόμενη ζήτηση βιολογικών προϊόντων από το αγοραστικό κοινό, έχει οδηγήσει στην παραγωγή πολλών κηπευτικών βιολογικής καλλιέργειας στην Ελλάδα, αλλά και μεταποιημένων προϊόντων που προκύπτουν από αυτές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τομάτα, η οποία είναι ένα λαχανικό ευρείας κατανάλωσης, αλλά και τα μεταποιημένα προϊόντα της τυγχάνουν της ίδιας κατανάλωσης, είτε πρόκειται για τοματοπολτό, είτε για άλλα προϊόντα όπως το κέτσαπ.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία θα διερευνηθεί πως η λίπανση, οργανική και ανόργανη επιδρά στην ζιζανιοχλωρίδα καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Πού συναντάται μεγαλύτερη αφθονία και που μεγαλύτερος πλούτος ειδών, αλλά και πότε

τα ζιζάνια παύουν να λειτουργούν ανταγωνιστικά με την καλλιέργεια και απλά συνυπάρχουν μαζί της χωρίς να δημιουργούν προβλήματα στην απόδοση της.

1.1 Ιστορική αναδρομή

Ως τόπος καταγωγής της τομάτας θεωρείται το Περού, καθώς όλα τα άγρια είδη της σχετίζονται με την ευρύτερη περιοχή των Άνδεων από την Χιλή έως και το Περού και το Μεξικό. Ωστόσο η πρώτη εξημέρωση του άγριου είδους, φαίνεται να έγινε από τους Μεξικανούς (Costa και Heuveling, 2005). Το όνομα της ήταν «TOMALT» από την αρχαία διάλεκτο των Μεξικανών. Στην Ευρώπη καθιερώθηκε το όνομα «Τομάτα». Λόγω των αφροδισιακών ιδιοτήτων που της απέδιδαν στα μέσα του 16^{ου} αιώνα, οι Ιταλοί την ονόμασαν «Pomme d' amour», μήλο του έρωτα. Και σήμερα έχει επικρατήσει για τους Ιταλούς η λέξη «Pomodoro» (Αγγίδης, 2006).

Η γνωριμία της τομάτας με την Ευρώπη φαίνεται να γίνεται τον 16^ο αιώνα, όταν ο Χριστόφορος Κολόμβος την «σύστησε» στους Ισπανούς. Αρχικά καλλιεργήθηκε ως καλλωπιστικό φυτό, επειδή οι καρποί του θεωρήθηκαν δηλητηριώδεις και η διάδοση του ως λαχανικό σε όλη την Ευρώπη έγινε έως το τέλος του 18^{ου} αιώνα.

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια αρχίζει να διαδίδεται από το 1818 ως κηπευτική, και μόλις μετά το τέλος του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου αρχίζει να καλλιεργείται ως πρώτη ύλη στην βιομηχανία για την παραγωγή προϊόντων τομάτας, αρχικά στα Δωδεκάνησα και στη Νότια Ελλάδα. Η βιομηχανική τομάτα άρχισε να καλλιεργείται σε μεγαλύτερη κλίμακα και σε ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο μετά το 1975 (Αγγίδης, 2006).

Η τομάτα είναι ευρέως διαδεδομένο λαχανικό και καταναλώνεται σε μεγάλη κλίμακα σε όλο τον κόσμο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μπορεί να καταναλωθεί είτε ως νωπό λαχανικό, είτε ως μεταποιημένο προϊόν. Η καλλιέργεια της γίνεται όλο τον χρόνο, από την άνοιξη ως το φθινόπωρο σε υπαίθρια καλλιέργεια, και κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε θερμοκήπια. Επίσης μεγάλος όγκος παραγωγής στις βόρειες χώρες της Ευρώπης προέρχεται από υδροπονικές καλλιέργειες, με πρωτοπόρο την Ολλανδία. Πλέον έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος και την χώρα μας για την παραγωγή τομάτας. Ως μεταποιημένο προϊόν η τομάτα κυκλοφορεί στο

εμπόριο ως κονσερβοποιημένο προϊόν (τοματοπολτός, τοματοχυμός, αποφλοιωμένα τοματάκια), ως αποξηραμένες τομάτες ή λιαστές ή και ως προϊόντα με βάση την τομάτα (ketchup).

Η πιο ασυνήθιστη χρήση της τομάτας, εντοπίζεται σε ένα χωριό της Ισπανίας το Bunol της Βαλένθιας, όπου κάθε χρόνο λαμβάνει χώρα το φεστιβάλ « La Tomatina», κατά το οποίο οι συμμετέχοντες για δύο ώρες πετάνε τομάτες μεταξύ τους, μετατρέποντας τους δρόμους σε ένα κατακόκκινο ποτάμι τομάτας (Heuveling, 2005).

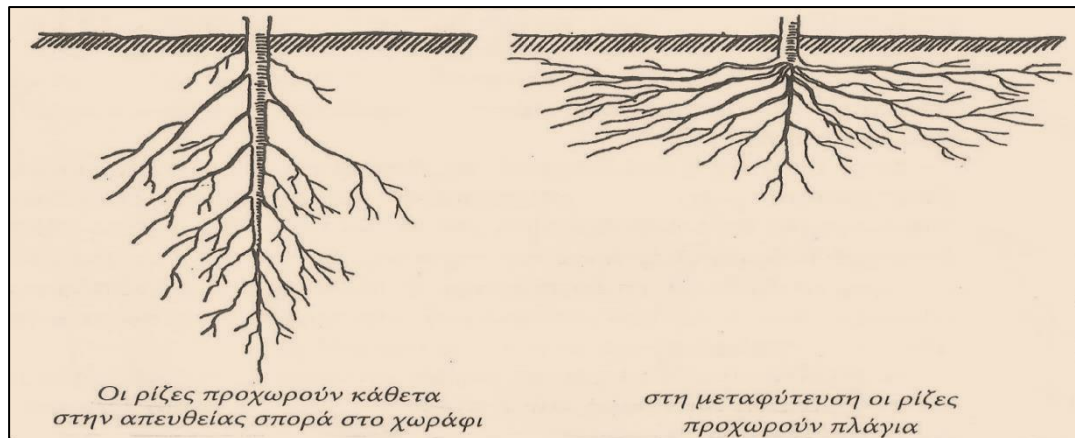
1.2 Βοτανική ταξινόμηση

Η τομάτα (*Solanum Lycopersicum*) ανήκει στην οικογένεια των Σολανίδων (οικ. *Solanaceae*) μαζί με τα πολύ γνωστά λαχανικά και ευρέως διαδεδομένα και χρησιμοποιούμενα, όπως η πατάτα, η πιπεριά, η μελιτζάνα και ο καπνός. Ωστόσο υπήρξε αμφισβήτηση σχετικά με την ταξινόμηση της Τομάτας. Το βοτανικό της όνομα που ισχύει σήμερα δόθηκε το 1753 από τον Ληναίο (Linnaeus, 1753) όμως 15 χρόνια αργότερα το 1767 ο Philip Miller στο βιβλίο του «*The Gardeners Dictionary*» αντικατέστησε το όνομα που είχε δώσει ο Ληναίος σε *Lycopersicum esculentum* το οποίο ακόμη και σήμερα συνηθίζεται να απαντάται στην βιβλιογραφία. Από το 1999 ωστόσο καθιερώθηκε και πάλι η ονομασία *Solanum Lycopersicum* μετά από μοριακές μελέτες που έδειξαν ότι η τομάτα ανήκει στο γένος *Solanum* (Heiser and Anderson, 1999, Heuveling, 2005).

1.3 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

1.3.1 Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται ανάλογα με την τεχνική της καλλιέργειας της τομάτας. Εξελίσσεται σε μία κεντρική πασσαλώδη ρίζα, όταν πρόκειται για επιτόπου σπορά, ενώ αναπτύσσεται πλαγίως με τη μορφή θυσάνου όταν γίνεται μεταφύτευση των σποροφύτων τομάτας. Μπορεί να φτάσει σε βάθος περισσότερο από τα 60 εκ, όμως η ενεργή ρίζα βρίσκεται περίπου στα 30 εκ (Rendon-Poblete, 1980).



Εικόνα 1: πορεία του ριζικού συστήματος ανάλογα με τον τρόπο καλλιέργειας

1.3.2 Βλαστός

Το φυτό της τομάτας φέρει ένα κεντρικό κυλινδρικό στέλεχος, το οποίο προχωρά σε ύψος (εικόνα 2). Ανάλογα με την ανάπτυξη του κυρίου στελέχους τα φυτά της τομάτας διακρίνονται σε προσδιοριζόμενα (determinate) ή μη προσδιοριζόμενα (indeterminate). Εκτός από τους γενετικούς παράγοντες, σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του βλαστού παίζει και η θερμοκρασία ημέρας ($> 28^{\circ} \text{C}$) και συγκεκριμένα η διαφορά θερμοκρασίας νύχτας- μέρας (Langton and Cockshull, 1997). Στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης και μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς όμως να ξυλοποιείται. Εναλλάξ του στελέχους αναπτύσσονται τα φύλλα. Στις μασχάλες των φύλλων αναπτύσσονται πλευρικοί βλαστοί οι οποίοι εξελίσσονται σε κανονικό στέλεχος και φέρουν όλα τα όργανα του κυρίου βλαστού (φύλλα, άνθη καρπούς).



Εικόνα 2: Ο βλαστός της τομάτας

1.3.3 Φύλλα

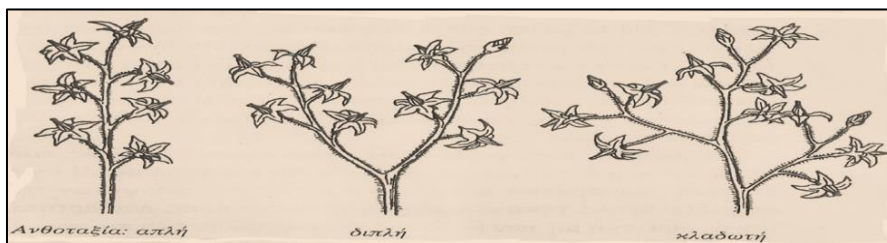
Τα φύλλα βρίσκονται εναλλάξ του βλαστού είναι σύνθετα και αποτελούνται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων (εικόνα 4), με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη (7,9 ή και 11 φυλλάρια, ανάλογα με την ποικιλία). Στην επιφάνεια τους, όπως και στου βλαστού, υπάρχουν αδενώδεις τρίχες, οι οποίες θραυόμενες αποδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή του φυτού.



Εικόνα 3: το φύλλο της τομάτας

1.3.4 Άνθη

Η ανθοταξία της τομάτας είναι βότρυς και ανάλογα με την ανθοφορία μπορεί να είναι απλή, διπλή, ή διχαλωτή (εικόνα 4). Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει ένα άνθος (εικόνα 5). Τα άνθη της είναι ερμαφρόδιτα και αυτογόνιμα. Φέρουν πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με 5 ή περισσότερα ενωμένα πέταλα και 5 ή περισσότερους στήμονες, ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στυλό, που είναι συνήθως πιο κοντός και εγκλωβισμένος από τους ανθήρες.



Εικόνα 4: Ανθοταξίες τομάτας

Εικόνα 5: Το άνθος της τομάτας

1.3.4 Καρπός

Ο καρπός της τομάτας είναι ράγα κόκκινου , ρόδινου ή κίτρινου χρώματος. Αποτελείται από τον φλοιό, την σάρκα , τους ιστούς και τους σπόρους. Ανάλογα με την ποικιλία η σάρκα είναι περισσότερο ή λιγότερο πλούσια σε χυμό, σημαντικό χαρακτηριστικό για τις βιομηχανικές τομάτες. Μέσα στους χώρους, ανάλογα με την ποικιλία, βρίσκονται οι σπόροι της σε μια ζελατινώδη ουσία. Οι ώριμοι σπόροι είναι ωοειδείς, πεπλατυσμένοι, ενώ το μέγεθος τους κυμαίνεται από 3-5 χιλ.

Εικόνα 6: ο καρπός της τομάτας

1.4 Βιολογικός κύκλος του Φυτού

Το φυτό της τομάτας είναι ποώδες, αυτογονιμοποιούμενο (σε σπάνιες περιπτώσεις γίνονται σταυρογονιμοποιήσεις) , ετήσιο ή και διετές για τις εύκρατες περιοχές, αλλά μπορεί να είναι και πολυετής καλλιέργεια για τις τροπικές χώρες. Σαν μονοετής καλλιέργεια ο βιολογικός της κύκλος ολοκληρώνεται σε 5-7 μήνες από τη σπορά της, ενώ από την άνθιση μέχρι την ωρίμανση 1,5-2 μήνες ανάλογα με την ποικιλία και τις κλιματικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Στην εικόνα 7 φαίνεται η ανάπτυξη του φυτού της τομάτας.



Εικόνα 7: Σχηματική απεικόνιση της εξέλιξης του φυτού της τομάτας από τη σπορά έως την καρποφορία

1.5 Οικολογικές απαιτήσεις

1.5.1 Θερμοκρασία

Η τομάτα θεωρείται φυτό της θερμής περιόδου. Αυτό σημαίνει ότι απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες σε όλα τα στάδια του βιολογικού της κύκλου. Από τη βλάστηση των σπόρων της έως τη φυσιολογική και παραγωγική εξέλιξη των φυτών της. Θερμοκρασίες μεταξύ 21-26° C είναι ιδανικές για την ανάπτυξη των φυτών και την ομαλή ωρίμανση των καρπών. Σε θερμοκρασίες <10° C αρχίζουν να υποφέρουν από αλλοιώσεις και γύρω στους 1° C παγώνουν (Αγγίδης, 2006). Οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την επικονίαση επηρεάζουν την ποιότητα της γύρης, δημιουργώντας ανωμαλίες στα άνθη και σαν συνέπεια μειώνουν τον αριθμό των καρπών (Dorais *et al.*, 2001a).

1.5.2 Έδαφος

Η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί σχεδόν σε όλου τους τύπους εδαφών, αρκεί να μη συγκρατούν υπερβολική υγρασία. Καλύτερες αποδόσεις δίνουν εδάφη μέσης σύστασης, ελαφρά, γόνιμα με καλή αποστράγγιση και με ελαφρά όξινο με ουδέτερο pH (5.8-6.7).

Γενικά, δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στην αλατότητα, και υψηλές τιμές της στο έδαφος ή στο αρδευόμενο νερό μειώνουν το ρυθμό ανάπτυξης και το τελικό μέγεθος των καρπών της λόγω των επιδράσεων της ώσμωσης (Dorais *et al.* 2001b).

1.6 Προορισμός της καλλιέργειας

Στην Ελλάδα και στις εύκρατες περιοχές, η καλλιέργεια της τομάτας είναι ετήσια. Καλλιεργούνται πολλές ποικιλίες τομάτας, αλλά ανάλογα με τον τελικό τους προορισμό χωρίζονται σε βιομηχανικές τομάτες (για προϊόντα μεταποίησης) και σε τομάτες που προορίζονται για απευθείας κατανάλωση. Εκτός από τη διαφορετική χρησιμότητα τους,, εμφανίζουν και διαφορετική συμπεριφορά στην ανάπτυξη τους. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της βιομηχανικής τομάτας είναι η καθορισμένη ανάπτυξη , ο χοντρός φλοιός και η υψηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά (Heuveling, 2005). Η καλλιέργεια της είναι υπαίθρια, δεν γίνεται υποστύλωση, ούτε βλαστολόγημα και η συγκομιδή της γίνεται μηχανικά.

Τα μεταποιημένα προϊόντα τομάτας που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι:

- Τοματοπολτός διαφόρων συμπυκνώσεων
- Χυμός τομάτας και παράγωγα
- Αποφλοιωμένη τομάτα
- Νιφάδες αφυδατωμένης τομάτας
- Σκόνη τομάτας
- Κέτσαπ (παρασκευάσματα με βάση τον τοματοπολτό)

Οι τομάτες νωπής κατανάλωσης, καλλιεργούνται είτε υπαίθρια είτε σε θερμοκήπια. Πρόκειται για ακαθόριστες συνήθως ποικιλίες (αλλά και καθορισμένης ανάπτυξης καλλιεργούνται), που απαιτούν υποστύλωση, καθώς και αφαίρεση των πλευρικών βλαστών για ενίσχυση του μεγέθους και της εμπορευσιμότητας των καρπών. Η συγκομιδή τους γίνεται με το χέρι. Το μέγεθος των ποικιλιών της κυμαίνονται από τα μικρά γλυκά τοματάκια cherry έως και μεγάλου μεγέθους τομάτες, διαφορετικών χρωμάτων, διατηρησιμότητας και αρωμάτων (Dorais *et al.*, 2001).

1.6.1 Η θρεπτική αξία της τομάτας

Η τομάτα αποτελεί πολύ σημαντικό μέρος στη διατροφή του ανθρώπου. Η θρεπτική της αξία έγκειται στην περιεχόμενη σε αυτήν ουσία που είναι γνωστή ως λυκοπένιο. Το λυκοπένιο αποτελεί μέρος της οικογένειας των καροτενοειδών ουσιών και προσδίδει στη τομάτα και τα προϊόντα της το κόκκινο χρώμα. Το λυκοπένιο παρουσιάζει πολλές και σημαντικές δράσεις για τον οργανισμό. Μετά την απορρόφηση του από το έντερο εναποτίθεται στο συκώτι, στους πνεύμονες, στον προστάτη, στο παχύ έντερο και στο δέρμα. Μέχρι τώρα σημαντικός αριθμός ερευνών έδειξαν ότι το λυκοπένιο και ειδικότερα αυτό που προέρχεται από την ντομάτα και τα παράγωγα της, μπορεί να συμβάλλει στην καταπολέμηση διαφόρων σημαντικών παθήσεων, όπως μείωση του κινδύνου πρόκλησης της στεφανιαίας νόσου, στην πρόληψη του καρκίνου και την ενίσχυση της όρασης (Rao & Rao, 2007, Rock, Singh & Goyal, 2008).

Έρευνες έδειξαν ότι το λυκοπένιο στον επεξεργασμένο πολτό ντομάτας είναι τέσσερις έως έξι φορές περισσότερο διαθέσιμο βιολογικά από ότι το λυκοπένιο στη

φρέσκια ντομάτα, αυτό οφείλεται στο ότι η κυτταρική μεμβράνη των φυτικών κυττάρων της ντομάτας καταστρέφεται κατά το μαγείρεμα ή την επεξεργασία, με αποτέλεσμα να απελευθερώνεται περισσότερο λυκοπένιο διαθέσιμο προς απορρόφηση από τον εντερικό αυλό. Τα επεξεργασμένα παράγωγα της ντομάτας, όπως η σάλτσα και το κέτσαπ περιέχουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις βιολογικά διαθέσιμου λυκοπενίου.

Πίνακας 1: Θρεπτική αξία της τομάτας (Koh, Charoenprasert, & Mitchell, 2012; Shi & LeMaguer, 2000)

Θρεπτικό συστατικό	% ποσοστό/καρπό τομάτας
Νερό	94%
Πρωτεΐνες	1%
Αναγωγικά σάκχαρα	2% (γλυκόζη και φρουκτόζη)
Συνολικές ίνες	2%
Οξέα	0,4% (κυρίως κιτρικό οξύ, μηλικό και ασκορβικό)
Φλαβονοειδή	Ίχνη
Λιπίδια	Ίχνη
Αμινοξέα	Ίχνη
Λυκοπένιο	34-89% επί του συνόλου των καροτενοειδών

1.7 Στατιστικά στοιχεία καλλιέργειας

1.7.1 Η καλλιέργεια σε παγκόσμια και ευρωπαϊκή κλίμακα

Η βόρεια Αμερική έχει τη μεγαλύτερη παραγωγή βιομηχανικής τομάτας στον κόσμο, με δεύτερη την Ευρωπαϊκή Ένωση (πίνακας 2). Στην Ευρώπη πρώτες σε παραγωγές είναι η γείτονας Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία. Η Ιταλία είναι η πρώτη χώρα σε παραγωγή βιομηχανικής τομάτας στην Ευρώπη και ακολουθεί δεύτερη η Ισπανία. Το 2003 το 70% της συνολικής παραγωγής τομάτας στην Ιταλία, αποτέλεσε η βιομηχανική τομάτα (Heuveling, 2005), ενώ η Ισπανία παράγει μεγάλο

όγκο τομάτας για άμεση κατανάλωση και η καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας σε ποσοστό 80% εντοπίζεται στην δυτική Ισπανία (Pazos, 2003). Η Πορτογαλία κινείται στα ίδια επίπεδα με την Ελλάδα και το 2002 παρήγαγε 830.000 τόνους βιομηχανικής τομάτας (Monte Gomes, 2003). Εξέχουσα θέση στην παραγωγή τομάτας παγκοσμίως, αλλά και βιομηχανικής τομάτας στο χώρο της Μεσογείου παίζει η Τουρκία. Το 1/4 της συνολικής ετήσιας παραγωγής τομάτας (περίπου 9 εκατομμύρια τόνοι) στην Τουρκία, αποτελεί η βιομηχανική τομάτα (Sirtioğlu, 2003).

Πίνακας 2: Παγκόσμια παραγωγή βιομηχανικής τομάτας (σε1000tn), (Πηγή: www.minagric.gr)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ευρωπαϊκή Ένωση	10.450	8.190	8.634	8.874	11.152	9.127
Υπολ.Ευρώπη & Μέση Ανατολή	5.184	4.614	5.186	6.628	6.181	5.020
Βόρεια Αμερική	9.867	10.222	12.054	11.737	13.142	12.209
Νότια Αμερική	2.441	2.154	2.411	2.170	2.329	3.144
Αφρική	240	225	212	201	240	195
Ασία και Ειρηνικός	4.050	5.121	5.342	7.075	9.440	7.932
ΣΥΝΟΛΟ	32.232	30.526	33.839	36.685	42.484	37.627
Παγκόσμια Κατανάλωση		32.000	33.000	36.600	38.300	38.700

1.7.2 Η καλλιέργεια στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας ξεκινά μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, αλλά ουσιαστικά η μεγάλη επέκταση της βιομηχανικής καλλιέργειας αρχίζει μετά το 1960 και πιο συγκεκριμένα μετά το 1975.

Η Ελλάδα θεωρείται από τις πρώτες χώρες παραγωγής βιομηχανικής τομάτας στο χώρο της Μεσογείου (μετά την Ιταλία και την Ισπανία) και γενικότερα

της Ευρώπης. Το 2002 η Ελλάδα παρήγαγε 860.000 τόνους βιομηχανικής τομάτας (Sekliziotis, 2003).

Παρά το γεγονός ότι το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας είναι το πλέον κατάλληλο για την παραγωγή βιομηχανικής τομάτας, ωστόσο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μείωση (πίνακας 3) στην καλλιέργεια της. Στη μείωση αυτή σημαντικό ρόλο, και ιδιαίτερα μετά την 1/1/2011, έπαιξε η αναθεώρηση της ΚΑΠ και της ΚΟΑ των οπωροκηπευτικών το 2007 και η εθνική επιλογή της διατήρησης της συνδεδεμένης ενίσχυσης στο 30% για 3 χρόνια έως τις 31/12/2010 (σε αντίθεση με χώρες Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία που επέλεξαν ποσοστό 50% για 3 και 4 χρόνια αντίστοιχα). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την εγκατάλειψη της καλλιέργειας από πολλούς παραγωγούς και στην στροφή τους προς άλλες καλλιέργειες περισσότερο επικερδείς, εφόσον από τις 1/1/2011 λάμβαναν το ποσό της κοινοτικής ενίσχυσης βάσει των στρεμματικών τους δικαιωμάτων. Επιπλέον υπήρξε ισχυρός ανταγωνισμός από άλλες χώρες του κόσμου, όπως Κίνα και βόρεια Αμερική.

Θα πρέπει επίσης, να αναφερθεί το γεγονός ότι η βιομηχανική τομάτα λειτουργεί υπό το καθεστώς συμβολαιακής γεωργίας. Βάση λοιπόν, του καθεστώτος της συμβολαιακής γεωργίας, οι μεταποιητικές μονάδες καθυστερούν την πληρωμή των παραγωγών, επομένως σε συνδυασμό και με το υψηλότερο κόστος καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας, οι παραγωγοί επιλέγουν να καλλιεργήσουν άλλα φυτά των οποίων οι τιμές κυμαίνονται σε υψηλότερα επίπεδα και είναι περισσότερο επικερδή.

Σύμφωνα με την ΔΑΟΚ (Δ/νση Μεταποίησης και Ποιοτικού ελέγχου) εκτιμήθηκε αύξηση 5% της συνολικής παραγωγής για το 2013. Η συνολική έκταση που καλλιεργήθηκε για το 2013 κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα με το 2012, ενώ η μέση στρεμματική απόδοση περίπου στους 9 τόνους/ στρέμμα (minagric).

Πίνακας3: Η διακύμανση της καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα τελευταία 11 χρόνια (Πηγή: www.minagric.gr)

Εμπορική Περίοδος (εσοδεία)	Μεταποιηθείσα Πρώτη Ύλη (tn)	Παραχθείσα Ποσότητα Τελικών προϊόντων(tn)	Καλλιεργηθείσα έκταση (στρ.)	Μ.Ο. Απόδοση kg/στρ.
2001-2002 (εσοδεία 2001)	935.006,0	187.004,0	148.283,9	6.305,5
2002-2003 (εσοδεία 2002)	861.246,0	163.018,0	169.207,0	5.009,0
2003-2004 (εσοδεία 2003)	983.050,0	197.740,0	178.434,5	5.517,0
2004-2005 (εσοδεία 2004)	1.187.592,0	236.919,0	183.162,5	6.484,0
2005-2006 (εσοδεία 2005)	880.450,0	173.333,0	127.630,0	6.898,0
2006-2007 (εσοδεία 2006)	720.400,0	152.903,0	105.587,2	6.823,0
2007-2008 (εσοδεία 2008)	614.203,0	139.658,0	99.876,5	6.150,0
2008	639.748,3	151.017,7	77.994,2	8.084,0
2009	818.555,8	174.098,0	113.000,5	7.200,0
2010	661.914,7	135.466,0	90.799,6	7.289,8
2011	330.000,0	83.844,0	40.000,0	8.250,0
2012	390.000,0	65.000,0	45.000,0	8.666,6

1.8 Βιολογική Γεωργία

Οι όροι οικολογική γεωργία, βιολογική γεωργία ή οργανική καλλιέργεια είναι συνώνυμες έννοιες, χαρακτηρίζουν τον ίδιο επιστημονικό κλάδο και υποδηλώνουν βασικές και τυπικές πλευρές μιας γεωργίας η οποία είναι ιδιαίτερα φιλική προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Στην χώρα μας έχει καθιερωθεί και χρησιμοποιείται ο όρος «βιολογική γεωργία».

Η βιολογική γεωργία στην πιο ανεπτυγμένη της μορφή δεν είναι απλά μια μορφή γεωργικής παραγωγής γεωργικών προϊόντων, αλλά μια φιλοσοφία που σαν στόχο έχει την περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική αειφόρο ανάπτυξη της γεωργικής παραγωγής. Με τον όρο βιολογική γεωργία σύμφωνα με τον ορισμό της IFOAM είναι ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης που σαν σκοπό έχει την παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας με την ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων, την οικολογική διατήρηση της γενετικής βιοποικιλότητας, την προστασία του περιβάλλοντος και την αποφυγή χρήσης υλικών και φυτοπροστατευτικών ουσιών που ρυπάνουν το περιβάλλον. Ωστόσο απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της βιολογικής γεωργίας είναι η ευσυνειδησία και η απόλυτη οικολογική συνείδηση του παραγωγού ως προς τα οφέλη της βιολογικής καλλιέργειας στο σύνολο και όχι μόνο προς το οικονομικό του όφελος λόγω επιπλέον ενίσχυσης που δίνεται από το κράτος και την ΕΕ.

Στον κοινωνικό τομέα αναγνωρίζεται ο διττός ρόλος της βιολογικής γεωργίας ως ασφαλής μέθοδος παραγωγής τροφίμων που ανταποκρίνεται στις ανησυχίες του καταναλωτή και ως υπεύθυνη για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και για την προστασία του περιβάλλοντος και των ζώων τόσο σε τοπικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Στα είδη, στις περιοχές και στις δραστηριότητες όπου είναι εφικτή η παραγωγή βιολογικών προϊόντων, η βιοκαλλιέργεια και η βιολογική κτηνοτροφία είναι ο στόχος που πρέπει να πετύχουμε στο άμεσο μέλλον. Οι στόχοι της Βιολογικής Γεωργίας και Κτηνοτροφίας είναι:

- Παραγωγή προϊόντων και τροφίμων υψηλής διατροφικής αξίας, ασφαλή για τον καταναλωτή χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων, αντιβιοτικών και χημικών λιπασμάτων.
- Προστασία του περιβάλλοντος (προστασία του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα, αειφορική διαχείριση φυσικών πόρων, εξασφάλιση της βιοποικιλότητας)
- Μη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (ΓΤΟ) ή/και προϊόντων που παράγονται από αυτούς.
- Προστασία της υγείας των αγροτών από την έκθεσή τους σε βλαβερές χημικές ουσίες.
- Η φυσική διαβίωση των ζώων και η εξασφάλιση της ευζωίας τους.
- Χρήση ζωοτροφών που έχουν παραχθεί με βιολογικό τρόπο και χωρίς τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (ΓΤΟ) ή/και προϊόντων που παράγονται από αυτούς.

Οι κανονισμοί που διέπουν την βιολογική γεωργία είναι ο κανονισμός 834/2007 και ο «συμπληρωματικός», 889/2008.

1.8.1 Βιοποικιλότητα και Βιολογική γεωργία

Το 1980 χρησιμοποιήθηκε ο όρος βιολογική ποικιλότητα - ποικιλομορφία για να περιγράψει το πλούτο των ειδών (Lovejoy, 1980) και την ίδια χρονιά οι Norse και McManus χρησιμοποιούν τον όρο βιοποικιλότητα για να περιγράψουν και τη γονιδιακή ποικιλότητα.

Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία: *"Βιολογική ποικιλότητα ή βιοποικιλότητα είναι η ποικιλία των ζώντων οργανισμών πάσης προελεύσεως, περιλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδατικών οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων, των οποίων αποτελούν μέρος. Επίσης, περιλαμβάνεται η ποικιλότητα εντός των ειδών, μεταξύ ειδών και οικοσυστημάτων (άρθρο 2 του ν. 2204/1994, ΦΕΚ 59 Α'). Στη βιολογική ποικιλότητα περιλαμβάνεται, τέλος, η ποικιλότητα των γονιδίων μέσα και μεταξύ των ειδών."*

Η εντατικοποίηση και η επέκταση της συμβατικής γεωργίας αποτελεί από τις μεγαλύτερες απειλές της βιοποικιλότητας παγκοσμίως. Η χρήση ζιζανιοκτόνων για την καταπολέμηση των ζιζανίων έχει αναφερθεί ως ένας από τους κύριους παράγοντες της μείωσης της χλωρίδας και πανίδας στο περιβάλλον (Marshall et al., 2003; Melander et al., 2005). Το τελευταίο τέταρτο του 20ου αιώνα παρατηρήθηκαν δραματικές μειώσεις τόσο στον πλούτο, όσο και στην αφθονία των ειδών με έντονο προβληματισμό ως προς τη βιωσιμότητα των τρεχουσών πρακτικών της συμβατικής γεωργίας (Hole et al., 2004). Επίσης, κατά τα επόμενα 50 χρόνια η παγκόσμια γεωργική επέκταση απειλεί να επηρεάσει ολόκληρο τον κόσμο της βιοποικιλότητας σε μεγάλη κλίμακα, που θα μπορεί να ανταγωνιστεί την κλιματική αλλαγή (Tilman et al., 2001). Επομένως η γεωργική παραγωγή θα πρέπει να στραφεί σε αειφορικά συστήματα καλλιέργειας, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον και πρεσβεύουν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η βιολογική γεωργική φαίνεται ως μια πιθανή λύση στην συνεχόμενη μείωση της βιοποικιλότητας και υποστηρίζεται θερμά από πολλούς επιστήμονες (Hole et al., 2004).

Οι πρώτες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν επισήμαναν τη θετική επίδραση της βιολογικής γεωργίας στη βιοποικιλότητα των αροτριαιών καλλιεργειών και λειμώνων (Meisel, 1978-1979).

Έχουν γίνει διάφορες μελέτες που εξετάζουν τα πιθανά οφέλη της βιολογικής γεωργίας στη βιοποικιλότητα. Οι Hole et al., εξέτασαν 10 μελέτες και με εξαίρεση αυτή του Weibull et al (2003), σε όλες τις μελέτες παρατηρήθηκε αύξηση του πλούτου και της αφθονίας των ειδών, (ανεξάρτητα του καλλιεργούμενου είδους), στα βιολογικά συστήματα καλλιέργειας σε σύγκριση με τα συμβατικά.

Η βιολογική καλλιέργεια αυξάνει συνήθως την αφθονία των ειδών σε βιολογικά συστήματα καλλιέργειας στο 30% περίπου σύμφωνα με τους Bengsston et al.(2005). Ο μέσος όρος των ειδών στο περιθώριο δύο χωραφιών βιολογικής μεταχείρισης που καλλιεργήθηκαν με σιτηρά, αυξήθηκε σχεδόν στο διπλάσιο (Friebe and Kopke, 1995), ενώ ήταν το 1/3 σε συμβατική καλλιέργεια σιτηρών (Hald, 1999).

1.9 Γενικά στοιχεία για τα ζιζάνια

Ο όρος ζιζάνια χρησιμοποιείται με διαφορετική έννοια στη βιβλιογραφία, ανάλογα σε πιο επιστημονικό πεδίο εξετάζεται. Για την επιστήμη της οικολογίας ο όρος ζιζάνια αναφέρεται συνήθως σε όλα τα αυτοφυή φυτά και ταυτίζεται με την έννοια της βιοποικιλότητας, εξετάζοντας τα φυσικά οικοσυστήματα. Για τον χώρο της γεωργίας ως ζιζάνιο, η επιστήμη της ζιζανιολογίας εξετάζοντας τα αγροτικά οικοσυστήματα, θεωρεί οποιοδήποτε φυτό αυτοφυές ή και καλλιεργούμενο που αναπτύσσεται ανάμεσα στην κύρια καλλιέργεια.

Ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία οι επιστήμονες χαρακτηρίζουν ως ζιζάνιο οποιοδήποτε «ξένο» φυτό σε ένα ημί-φυσικό οικοσύστημα (Macdonald *et al.*, 1989), οποιοδήποτε ξένο ή γηγενές φυτό σε ένα νέο οποιοδήποτε οικοσύστημα (Mack, 1985; Gouyon, 1990), οποιοδήποτε ξένο ή γηγενές φυτό που αυξάνεται σε μέγεθος ο πληθυσμός του (Joenje, 1987; Mooney and Drake, 1989; Le Floch *et al.*, 1990 Prach and Wade, 1992; Binggeli, 1994; Rejmánek, 1995).

Ένας πιο σύνθετος ορισμός δίνεται από τον Barbour *et al.* (1999), ο οποίος ορίζει ως ζιζάνιο κάθε μη γηγενές εισβάλλον φυτό και τα διακρίνει σε χρωκατακτητικά φυτά που εμφανίζονται σε φυσικά ή ελαφρώς διαταραγμένα οικοσυστήματα και σε «επιβλαβή» φυτά που εμφανίζονται στα γεωργικά ή γενικά στα διαχειριζόμενα φυσικά οικοσυστήματα.

Ανεξάρτητα από το επιστημονικό πεδίο που προσεγγίζεται ο όρος ζιζάνια, θα μπορούσαμε να πούμε ότι αν οι οικολόγοι δεν έδειχναν την προτίμηση τους στα φυσικά οικοσυστήματα, η έρευνα πάνω στα γεωργικά οικοσυστήματα (ζιζανιολογία) θα αποτελούσε κλάδο της Οικολογίας (Busch and Lacy, 1983). Ουσιαστικά είναι δύο πεδία που αλληλοσυμπληρώνονται και πλέον στα πλαίσια της επιστήμης της Ζιζανιολογίας υπάρχει μια καινούργια πρόκληση ενσωμάτωσης οικολογικής σκέψης (Zimdahl, 1999b).

Στη γεωργία γενικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ζιζάνιο είναι **«κάθε φυτό που αναπτύσσεται εκεί όπου δεν είναι επιθυμητό»** (Salisbury, 1961, Ελευθεροχωρινός, 2002), ή τα φυτά που αποτελούν « ενόχληση» για την καλλιέργεια μας (Harper, 1960).

Τα ζιζάνια ενδιαφέρουν τόσο πολύ την γεωργία διότι μέσω του ανταγωνισμού με την κύρια καλλιέργεια προκαλούν μείωση της απόδοσης, υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος και υψηλό κόστος αντιμετώπισης και διαχείρισης τους. Ο Zimdahl (2007), ορίζει ως ανταγωνισμό «την μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ γειτνιαζόντων φυτών (του ίδιου ή διαφορετικού είδους) που λαμβάνει χώρα όταν η άμεση διαθεσιμότητα ενός πόρου (φως, νερό, θρεπτικά στοιχεία) στο περιβάλλον δεν καλύπτει τις ανάγκες των γειτνιαζόντων φυτών».

Σύμφωνα με τους Pimentel et al, (2001) έχει εκτιμηθεί ότι τα ζιζάνια θα αποφέρουν μείωση του 12 % στο δυναμικό των γεωργικών αποδόσεων στις ΗΠΑ , που αντιπροσωπεύουν 33.000.000.000 δολάρια απώλεια της ετήσιας παραγωγής των καλλιεργειών.

Από αυτή λοιπόν την σκοπιά, θα μπορούσαμε να ορίσουμε ως ζιζάνιο οποιοδήποτε ξένο ή γηγενές φυτό που εμφανίζει αρνητικές οικολογικές και οικονομικές συνέπειες στα φυσικά ή γεωργικά οικοσυστήματα (Booth et. al , 2003).

Τα ζιζάνια ανάλογα με τον βιολογικό τους κύκλο διακρίνονται σε ετήσια τα οποία συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε λιγότερο του ενός έτους, διετή που συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε δύο έτη (το πρώτο αναπτύσσονται σε ροζέτα και τον δεύτερο ανθίζουν και παράγουν σπόρο) και τα πολυετή τα οποία έχουν βιολογικό κύκλο μεγαλύτερο των δύο ετών. Αποτελούν το μεγαλύτερο πρόβλημα στο γεωργικό χώρο, διότι είναι δυσκολοεξόντωτα και αναπαράγονται τόσο εγγενώς, όσο και αγενώς. Επίσης, μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον τύπο ανάπτυξης σε ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη, ενώ ανάλογα με τη μορφολογία των φύλλων τους σε στενόφυλλα (αγρωστώδη) και πλατύφυλλα. Σύμφωνα με το οικολογικό τους περιβάλλον μπορούν να ταξινομηθούν σε ζιζάνια καλλιεργειών, βοσκών, δασών και υδατοσυστοιχιών (Ελευθεροχωρινός,2002).

Τα ζιζάνια διαθέτουν κάποια χαρακτηριστικά (πίνακας 4) που τα καθιστούν ίσως το σημαντικότερο εχθρό της καλλιέργειας, μέσω των οποίων ανταγωνίζονται τα φυτά. Σε οργανωμένα αγροτικά συστήματα τα ζιζάνια μπορούν να εμποδίσουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας με έναν πολύ προβλέψιμο και ποσοτικοποιημένο τρόπο. Ο Zimdahl, (1999a) διαίρεσε τις επιβλαβείς επιπτώσεις των ζιζανίων σε εννέα κατηγορίες (πίνακας 5) ανάλογα τον στόχο και τον τύπο της ζημιάς που γίνεται.

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά για ένα «ιδανικό» Ζιζάνιο (based on Baker, 1956, 1974)

1. Βλάστηση σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών
2. Μεγάλη διάρκεια ζωής των σπόρων ελεγχόμενη εσωτερικά και η ασυνεχής βλάστηση
3. Η ταχεία ανάπτυξη από τον σπόρο έως την άνθηση
4. Αυτοσυμβατά, αλλά όχι τελείως αυτογόνιμα
5. Σταυρογονιμοποίηση από τον άνεμο ή τα έντομα
6. Οι σπόροι παράγονται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης
7. Η παραγωγή σπόρων γίνεται κάτω από ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών
8. Υψηλή παραγωγή σπόρων όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες
9. Υψηλή ικανότητα διασποράς σπόρων
10. Στα πολυετή ζιζάνια, ικανότητα αγενούς πολλαπλασιασμού
11. Εύκολος κατακερματισμός των πολυετών – δυσκολία απομάκρυνσης από το έδαφος
12. Ισχυρές ανταγωνιστικές ικανότητες μέσω αλληλοπάθειας, ταχείας ανάπτυξης και άλλων μέσων

Μπορεί τα ζιζάνια να συγκαταλέγονται στους κυριότερους εχθρούς των καλλιεργειών ωστόσο η παρουσία τους έχει και ευεργετικές επιδράσεις. Συμβάλλουν στην οικολογική ισορροπία των οικοσυστημάτων, αποκαθιστούν τη γονιμότητα εξαντλημένων εδαφών, χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας, χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ανθρώπων και των ζώων, αποτελούν πηγή γενετικού υλικού, χρησιμοποιούνται για τις φαρμακευτικές τους και αρωματικές τους ουσίες, χρησιμοποιούνται ως καλλωπιστικά φυτά, συμβάλλουν στη μείωση του ευτροφισμού και περιορίζουν τη διάβρωση επικλινών εδαφών (Ελευθεροχωρινός,2002).

Πίνακας 5: Πιθανές επιβλαβείς επιπτώσεις των ζιζανίων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις (based on Zimdahl, 1999a)

Επίδραση	Επεξήγηση
Ανταγωνισμός με την καλλιέργεια	Ανταγωνισμός για φως, νερό, θρεπτικά στοιχεία και χώρο
Αύξηση του κόστους προστασίας της καλλιέργειας	Τα ζιζάνια ξενιστές πολλών ασθeneιών και παρασίτων
Μείωση της ποιότητας της καλλιέργειας	Σπόροι ζιζανίων συγκομίζονται μαζί με την καλλιέργεια
Μείωση της ποιότητας των ζώων	Μέσω της βοσκής τους μπορούν να δηλητηριάσουν ή να σκοτώσουν τα ζώα, μείωση της ποιότητας των προϊόντων τους
Αύξηση του κόστους παραγωγής και διαχείρισης των ζιζανίων	Κόστος ελέγχου των ζιζανίων (κατεργασία, ζιζανιοκτόνα), κόστος καθαρισμού των σπόρων
Διαχείριση του νερού	Παρεμπόδιση της ροής του νερού μέσα στα αρδευτικά κανάλια
Υγεία του ανθρώπου	Προκαλούν αναπνευστικές, πεπτικές και δερματικές διαταραχές
Μείωση της αξία της γης	Κόστος αποκατάστασης της γης (από πολυετή ζιζάνια), μικρότερη επιλογή καλλιεργειών
Αισθητική αξία	Σε πάρκα αναψυχής, αρτηρίες και διασταυρώσεις

1.9.1 Ζιζάνια και Βιολογική γεωργία

Η χρήση επιλεκτικών και μη επιλεκτικών ζιζανιοκτόνων για την αντιμετώπιση των ζιζανίων συνεχίζει και εφαρμόζεται από τους συμβατικούς καλλιεργητές στην γεωργική παραγωγή. Ωστόσο η παρουσία των ζιζανίων συνεχίζει και παραμένει ένα συνεχές πρόβλημα και η ανησυχία των ανθρώπων σχετικά με τις δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αλλά και την ασφάλεια των παραγόμενων τροφίμων

σχετικά με την χρήση τους, έστρεψε το ενδιαφέρον των παραγωγών και του καταναλωτικού κοινού στη βιολογική παραγωγή (Zhang et al, 2012).

Η διαχείριση των ζιζανίων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της βιολογικής γεωργίας, καθώς η ανάπτυξη της καλλιέργειας εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από τον έλεγχο των ζιζανίων (Turner et al, 2007) και αυτά θεωρούνται ίσως ο σημαντικότερος εχθρός της βιολογικής γεωργίας (Penfold et al, 1995, Stonehouse et al, 1996, Clark et al, 1998) και ένα από τους πιο σημαντικούς παράγοντες μείωσης της βιολογικής παραγωγής (Bond and Grundy, 2001).

Ωστόσο, στα πλαίσια της γενικότερης φιλοσοφίας της βιολογικής γεωργίας, δεν προσεγγίζεται το πρόβλημα των ζιζανίων αποκλειστικά σαν εχθρός, αλλά έχει γίνει αντιληπτός και κατανοητός, τόσο από τους επιστήμονες, όσο και από τους βιοκαλλιεργητές, ο σημαντικό ρόλος που παίζουν στην οικολογική ισορροπία του περιβάλλοντος και τα γενικότερα οφέλη που προκύπτουν από την παρουσία τους. Επομένως, στόχος στα βιολογικά συστήματα καλλιέργειας δεν είναι ο αφανισμός των ζιζανίων, αλλά ο έλεγχος τους μέσω της σωστής διαχείρισης (Blake, 1990).

Παρόλα αυτά η διαχείριση των ζιζανίων αποτελεί μια συνεχή ανησυχία για τους βιοκαλλιεργητές και εμπόδιο για αυτούς που θέλουν να μεταπηδήσουν από τη συμβατική γεωργία στην βιοκαλλιέργεια (Beveridge and Naylor, 1999, Sumption et al., 2004). Σύμφωνα με τους Turner et al (2007), οι γεωργοί της Βρετανίας κατά την μετατροπή της συμβατικής τους καλλιέργειας σε βιολογική, μετατοπίζουν τη γενική ανησυχία τους σχετικά με τα ζιζάνια στα συγκεκριμένα προβλήματα που δημιουργούν αυτά.

Η ανησυχία τους σχετικά με το θέμα της διαχείρισης των ζιζανίων είναι δικαιολογημένη, αν αναλογιστούμε ότι σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε ένα χωράφι κατά τη μετάβαση του σε βιολογικό παρατηρήθηκε αύξηση των σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος από 4050 m^{-2} σε 17320 m^{-2} (Albrecht and Sommer, 1998).

Όπως αναφέρεται παραπάνω στο κεφάλαιο βιοποικιλότητα και βιολογική γεωργία, στα συστήματα βιολογικής καλλιέργειας η ποικιλομορφία των ζιζανίων είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα συμβατικά. Σε πειράματα του Van Elsen (1999) ο

οποίος σύγκρινε χωράφια βιολογικής με χωράφια συμβατικής καλλιέργειας, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο μέσος όρος της πυκνότητας των ζιζανίων στα βιολογικά χωράφια ήταν μεγαλύτερος τόσο στα περιθώρια των χωραφιών (τιμή 25, έναντι 16 της συμβατικής), όσο και στο κέντρο του χωραφιού (τιμές 18 και 2 για βιολογική και συμβατική καλλιέργεια αντίστοιχα). Διπλάσια τιμή σχεδόν στα περιθώρια των χωραφιών και πολύ μεγαλύτερη στο εσωτερικό τους. Οι οικολογικές αυτές διαφορές σύμφωνα πάντα με τον Van Elsen (1999), οφείλονται στο διαφορετικό μικροκλίμα, στο φως, στη συμπίεση του εδάφους, στη διαφορετική τράπεζα σπόρων και στην ικανότητα των φυτών να εισβάλλουν από γειτνιάζοντα χωράφια.

Όπως και στα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας, έτσι και στα βιολογικά το μεγαλύτερο πρόβλημα στην καλλιέργεια δημιουργούν τα δυσκολοεξόντωτα πολυετή ζιζάνια, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν σημαντική απειλή για την παραγωγικότητα των βιολογικών καλλιεργειών (Alrøe and Halberg, 2008, Turner et al., 2007), αλλά και να μειώσουν την απόδοση και την ποιότητα των προϊόντων τους (Graglia et al., 2006). Λόγω του αγενούς τρόπου αναπαραγωγής τους, με ριζώματα, κονδύλους και βολβούς δυσκολεύουν σε πολλές περιπτώσεις και τη συγκομιδή καλλιεργειών όπως είναι η πατάτα. Η συχνότητα εμφάνισης τους στα βιολογικά χωράφια είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα συμβατικά και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι καλλιεργούνται πολυετή είδη κατά την εναλλαγή των καλλιεργειών. Για την αντιμετώπιση τους υπάρχουν μερικά μέτρα που μπορούν να ληφθούν προληπτικά (αμειψισπορά, όργωμα), να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες καλλιεργητικές πρακτικές (επιλογή ανταγωνιστικής ποικιλίας) και να εφαρμοστούν μέθοδοι για άμεσο έλεγχο των ζιζανίων όπως το σκάλισμα (Bond and Grundy, 2001; Rasmussen et al., 2006).

Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, το γεγονός ότι στα βιολογικά συστήματα καλλιέργειας παρατηρείται υψηλότερος αριθμός των υπό εξαφάνιση ζιζανίων (Albrecht, 1998). Γεγονός που επιβεβαιώνει τη θετική συνεισφορά της βιολογικής γεωργίας στη βιοποικιλότητα και στην οικολογική ισορροπία γενικότερα. Σπάνια είδη που έχουν καταγραφεί σε χωράφια βιολογικής γεωργίας είναι τα *Silene noctiflora*, *Centaruea cyanus*, *Chrysanthemum segetum*, *Ranunculus arvensis*, *Galeopsis angustifolious* (Van Elsen 1999).

1.9.2 Διαχείριση ζιζανίων στη βιολογική γεωργία

Η διαχείριση των ζιζανίων στη βιολογική γεωργία βασίζεται στη γνώση σχετικά με το πώς τα ζιζάνια αλληλεπιδρούν με τις καλλιέργειες, και στο πως αυτές οι αλληλεπιδράσεις εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες, το έδαφος, τις ελάχιστες αμειψισπορές (Barberi, 2002, Smith and Gross, 2006) και την αρχική τράπεζα σπόρων ζιζανίων στο έδαφος (Peigne et al, 2007).

Η πιο αρχαία τεχνική ελέγχου των ζιζανίων είναι το βοτάνισμα – σιάλισμα. Σύμφωνα με έναν βιοκαλλιεργητή βοτάνων στο Καναδά (Schirpmf and Lundberg – Schirpmf, 2005): *«Βοτανίζουμε 12 ώρες την ημέρα, 6 μέρες τη βδομάδα. Θα ήταν 7, αλλά χρειάζεται να ποτίζουμε κάθε τόσο».*

Ωστόσο το εργατικό κόστος της χειρωνακτικής απομάκρυνσης των ζιζανίων στη βιολογική ανεβάζει το κόστος παραγωγής 5 φορές σε σχέση με τη συμβατική καλλιέργεια και τις περισσότερες φορές δεν είναι και ο αποτελεσματικότερος τρόπος (Chandler and Cooke, 1992).

Δεδομένου ότι στη βιολογική καλλιέργεια η χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων απαγορεύεται οι στρατηγικές διαχείρισης των ζιζανίων απαιτούν το συνδυασμό άμεσων και έμμεσων μεθόδων ελέγχου (πίνακας 6). Οι έμμεσοι μέθοδοι αφορούν τεχνικές που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης της καλλιέργειας και στην ελάττωση της διάδοσης των σπόρων των ζιζανίων. Οι άμεσες μέθοδοι αφορούν τεχνικές όπως μηχανικά μέσα, θερμικά και βιολογικά που στοχεύουν στον επί τόπου έλεγχο των ζιζανίων στο χωράφι. Οι τεχνικές αυτές πρέπει να συνδυάζονται με προληπτική διάθεση για την αποτελεσματική και μακροπρόθεσμη διαχείριση των ζιζανίων (Barberi, 2002), έτσι ώστε να μειώνεται στο ελάχιστο η άμεση παρέμβαση για τον έλεγχο τους (Woodward & Lampkin, 1990).

Πίνακας 6: Μέθοδοι μη – χημικής διαχείρισης ζιζανίων (based on Korke, 2000)

Έμμεσες μέθοδοι	Άμεσες μέθοδοι
Εναλλαγή καλλιιεργειών <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Ανταγωνισμός ⊗ Αλληλοπάθεια 	Μηχανικός τρόπος <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Βοτάνισμα ⊗ Ποικίλες κατεργασίες ⊗ Φρεζάρισμα ⊗ Επιστρώματα
Υγιεινή του χώρου <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Καθαρισμός των σπόρων ⊗ Απολύμανση των μηχανημάτων και των εργαλείων 	Θερμική μέθοδος <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Φλόγιστρα ⊗ Με ατμό ⊗ Υπέρυθρες
Καλλιέργεια του εδάφους <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Κατεργασία του εδάφους (αναστροφή ή μη αναστροφή του εδάφους) ⊗ Ηλιοαπολύμανση 	Βιολογική μέθοδος <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Βόσκηση ζώων ⊗ Βιο - ζιζανιοκτόνα, χρήση μικροοργανισμών ως παθογόνα των ζιζανίων
Εξέλιξη της ανταγωνιστικότητας <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Ποιότητα του σπόρου ⊗ Μορφολογία και πρωιμότητα των ποικιλιών ⊗ Πυκνότητα καλλιέργειας, απόσταση γραμμών, κατεύθυνση σποράς ⊗ Στρατηγική λίπανσης και άρδευσης 	

1.9.2.1 Προληπτικά μέτρα

Τα προληπτικά μέτρα αναφέρονται ουσιαστικά στις έμμεσες μεθόδους διαχείρισης των ζιζανίων. Ένα μέτρο που μπορεί να εφαρμοστεί στη φιλοσοφία αυτή είναι η ψεύτικη σπορά, κατά την οποία το χωράφι προετοιμάζεται σαν να πρόκειται

να εγκατασταθεί καλλιέργεια, αλλά στην ουσία δίνουμε χρόνο στους σπόρους των ζιζανίων να βλαστήσουν και έπειτα τα απομακρύνουμε είτε κόβοντας τα με χορτοκοπτικά ή με άλλα μηχανικά μέσα, είτε με κάψιμο (Rasmussen, 2004). Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να δίνεται προσοχή στο ποσοστό και στην ένταση της βλάστησης των σπόρων των ζιζανίων, στο βάθος που γίνονται αυτές οι εργασίες και στις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες (Bond and Grundy, 2001).

Αυτό το μέτρο συνίσταται να εφαρμόζεται την Άνοιξη πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, όταν οι εδαφικές και κλιματικές συνθήκες είναι κατάλληλες (αυξημένες θερμοκρασίες, υψηλή εδαφική υγρασία), δίνοντας πολύ καλά αποτελέσματα. Ωστόσο δε συνίσταται για Φθινοπωρινές σπορές (ξερικές συνθήκες), διότι τις περισσότερες φορές έχουμε τα αντίθετα αποτελέσματα, καθώς οι χαμηλές θερμοκρασίες του Φθινοπώρου καθυστερούν τη βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων και καταλήγουν να βλαστήσουν μαζί με την καλλιέργεια και να την ανταγωνίζονται (Peigne et al, 2007).

Επιπλέον θα πρέπει να δίνεται προσοχή στην υγιεινή του χρησιμοποιημένου σπόρου και των μηχανημάτων – εργαλείων ώστε να αποφεύγεται η επιμόλυνση και η αύξηση του φορτίου της τράπεζας σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος.

1.9.2.1.1 Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελεί το βασικότερο και σημαντικότερο μέτρο στα συστήματα βιολογικής καλλιέργειας, όχι μόνο για τη διαχείριση των ζιζανίων, αλλά και για τη γονιμότητα του εδάφους. Οι Bond and Grundy, (2001) θεωρούν την αμειψισπορά το πυρήνα της βιολογικής γεωργίας.

Τα μοτίβα της συμβατικής καλλιέργειας που πρέσβευαν την αλόγιστη χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών και την εντατική μονοκαλλιέργεια οδήγησαν σε υποβάθμιση και εξάντληση των εδαφών και σε ένα περιβάλλον, όπου η διαχείριση των ζιζανίων γινόταν ολοένα και πιο δύσκολη καθώς οι καλλιεργητές είχαν να αντιμετωπίσουν τα ίδια ζιζάνια (μεγάλη τράπεζα σπερμάτων στο έδαφος) και τις περισσότερες φορές είχαν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα διάφορα χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα. Επομένως ο σωστός σχεδιασμός ενός συστήματος εναλλαγής

καλλιεργειών οι οποίες μπορούν να ανταγωνιστούν τα ζιζάνια και να έχουν αλληλοπαθητική δράση (ο όρος αλληλοπάθεια ορίζεται παρακάτω), δημιουργούν ένα περιβάλλον που δεν είναι ευνοϊκό για την ανάπτυξη και εξάπλωση των ζιζανίων (Karlen et al, 1994). Ουσιαστικά ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί η αμειψισπορά στη διαχείριση των ζιζανίων έγκειται στο γεγονός ότι εμποδίζει τη συσσώρευση ενός ή περισσότερων ειδών ζιζανίων που μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν σε μία ή και περισσότερες καλλιέργειες (Frick, 1998).

1.9.2.1.2 Επιλογή ποικιλίας

Η επιλογή της ποικιλίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για τη διαχείριση των ζιζανίων. Η επιλογή μίας ποικιλίας που είναι περισσότερο ανταγωνιστική για φως, νερό, θρεπτικά στοιχεία και χώρο σε σχέση με τα ζιζάνια, είναι και η επιθυμητή. Ποικιλίες, δηλαδή που βλαστάνουν γρηγορότερα ή είναι περισσότερο ζωηρές από άλλες (ταχεία ανάπτυξη του φυτού στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας), ουσιαστικά είναι και περισσότερο ανταγωνιστικές σε σχέση με τα ζιζάνια (Rasmussen & Rasmussen, 2000, Barberi, 2001).

Ωστόσο υπάρχουν λίγες πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο ανταγωνιστικότητας μεταξύ των ποικιλιών. Οι περισσότερες δημοσιευμένες μελέτες έχουν διερευνήσει διάφορες ποικιλίες δημητριακών σε σχέση με το επίπεδο ανταγωνιστικότητας με τα ζιζάνια (Seavers & Wright, 1995), ενώ ελάχιστες είναι οι μελέτες που έχουν μελετήσει το επίπεδο ανταγωνιστικότητας μεταξύ των ποικιλιών άλλων καλλιεργειών (Taylor, 1993).

Επιπλέον, ορισμένα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την ταχεία ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και το μέγεθος του, με το μέγεθος των φύλλων και με τη δυνατότητα εμφάνισης του φαινομένου της αλληλοπάθειας κάνουν μια ποικιλία περισσότερο ανταγωνιστική από κάποια άλλη (Lemerne et al., 1996).

1.9.2.1.3 Καλλιεργητικές πρακτικές

Οι καλλιεργητικές πρακτικές που θα επιλεγθούν να εφαρμοστούν έχουν ως σκοπό την αύξηση της ανταγωνιστικότητας της κύριας καλλιέργειας έναντι των ζιζανίων. Τέτοια μέτρα αφορούν στην επιλογή του κατάλληλου χρόνου σποράς ή

φύτευσης και της πυκνότητας φύτευσης, μέτρα που μπορεί να μειώσουν την ανάπτυξη των ζιζανίων ή/ και να αυξήσουν την ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας (Mohler, 1996). Ωστόσο μία γενίκευση δεν θα ήταν σωστή, καθώς το καλλιεργούμενο είδος και η τοποθεσία παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή των σωστών καλλιεργητικών πρακτικών (Barberi, 2002).

1.9.2.2 Μηχανικοί τρόποι διαχείρισης ζιζανίων

Οι μηχανικοί τρόποι αντιμετώπισης των ζιζανίων περιλαμβάνουν μεθόδους, όπως το κόψιμο και τη χρήση γεωργικών μηχανημάτων (φρέζα, άροτρο, καλλιεργητής). Ωστόσο η αποτελεσματικότητα της άμεσης αυτής παρέμβασης στα ζιζάνια, εξαρτάται από το τύπο του εδάφους και την υγρασία του, τη σύνθεση της ζιζανιοχλωρίδας και τη σχέση της με την καλλιέργεια (Rasmussen 1992, Rasmussen & Ascard, 1995).

Μεγαλύτερα και καλύτερα αποτελέσματα έχουν έναντι των ετήσιων ζιζανίων, ενώ η εφαρμογή των μέτρων έναντι των πολυετών ζιζανίων δεν είναι και τόσο αποτελεσματική. Σύμφωνα με τους Peigne et al, 2007 η εφαρμογή κοψίματος πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων βοηθά στην πρόληψη περαιτέρω διασποράς τους και εμμέσως βοηθά στη μείωση του ζιζανίου *C. Arvensis* σε συνδυασμό με μειωμένη κατεργασία του εδάφους. Τα αποτελέσματα όμως για πολυετή ζιζάνια του γένους *Rumex* spp. δεν είναι ενθαρρυντικά.

Η χρήση σβάρνας πριν την καλλιέργεια δίνει κάποια θετικά αποτελέσματα στη διαχείριση των ζιζανίων. Ωστόσο είναι λιγότερο αποτελεσματική και μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην καλλιέργεια όταν εφαρμοστεί αργότερα (Kurstjens & Perdok, 2000). Η χρήση της φρέζας βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στην διαχείριση ζιζανίων μεταξύ των γραμμών των λαχανοκομικών καλλιεργειών (όταν το επιτρέπουν οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών) και στις δενδρώδεις καλλιεργείες. Συμβάλλει στην καταστροφή των περισσότερων ετησίων ζιζανίων, ενώ σε σχέση με τα πολυετή ζιζάνια δημιουργεί ίσως και μεγαλύτερο πρόβλημα (Ελευθεροχωρινός, 2002) .

Τα βοτανίσματα και τα σκαλίσματα είναι πολύ σημαντικός τρόπος διαχείρισης των ζιζανίων στη βιολογική καλλιέργεια ιδιαίτερα ανάμεσα στα φυτά και στοχεύοντας

σε ένα μεμονωμένο ζιζάνιο ή σε ομάδα ζιζανίων με σκοπό να αποφευχθεί η εξάπλωση τους (Marshall, 1992). Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω αυξάνει το εργατικό κόστος, μπορεί να εφαρμοστεί με καλά αποτελέσματα σε μικρής έκτασης καλλιέργειας, ενώ σε μεγαλύτερες δεν είναι και ο αποτελεσματικότερος τρόπος διαχείρισης.

Οι μηχανικοί τρόποι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με φειδώ, διότι όταν εφαρμόζεται συχνή χρήση μηχανημάτων, όπως η δισκοσβάρνα, η φρέζα ή και το άροτρο (στην αρχική κατεργασία του χωραφιού για την προετοιμασία της σποροκλίνης), οδηγεί και σε συμπίεση του εδάφους (Peigne et al, 2007). Επιπλέον και ο χρόνος επιλογής του μηχανικού τρόπου διαχείρισης παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς αν τα ζιζάνια είναι σε ανεπτυγμένο στάδιο και γίνει διαχείριση τους με κάποιο μηχανικό μέσο και σε μεγάλο βάθος μπορεί να τραυματίσει το ριζικό σύστημα της καλλιέργειας (Hatcher and Meleander 2003).

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Hole et al (2005), οι μηχανικοί τρόποι διαχείρισης των ζιζανίων οδηγούν στην αύξηση της αφθονίας της ζιζανιοχλωρίδας.

1.9.2.3 Θερμική μέθοδος διαχείρισης ζιζανίων

Η θερμική μέθοδος φαίνεται ως μία πολλά υποσχόμενη εναλλακτική μέθοδος διαχείρισης των ζιζανίων εξαιτίας και της ανάπτυξης των μεθόδων στην εφαρμογή της (Bruening, 2009, Bruening et al., 2009, Knezevic and Ulloa, 2007). Μία νέα τάση για τον έλεγχο των ζιζανίων είναι η θερμική μέθοδος με τη χρήση προπανίου, η οποία είναι αποδεκτή από τα συστήματα βιολογικής καλλιέργειας και έχει αρχίσει να υιοθετείται ακόμη και από τα συστήματα συμβατικής καλλιέργειας (Bond and Grundy, 2001). Η ευαισθησία των ζιζανίων στη θερμική μέθοδο με τη χρήση προπανίου εξαρτάται από το είδος, αλλά και από το μέγεθος του φυτού (Ascard, 1994, 1995). Ο Ascard (1994) αναφέρει ότι το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται το ζιζάνιο κατά την εφαρμογή της θερμικής μεθόδου καθορίζει την ευαισθησία του στη θερμότητα, με περισσότερο ευαίσθητα τα μικρά ζιζάνια σε σχέση με τα μεγάλα. Επιπλέον το είδος των ζιζανίων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή της μεθόδου και στην δοσολογία του προπανίου. Έτσι, τα αγρωστώδη ζιζάνια είναι λιγότερο ευαίσθητα στη μέθοδο και δυσκολότερα να αντιμετωπιστούν

απαιτώντας υψηλότερες δοσολογίες προπανίου, έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων (Ulloa et al., 2010a, 2010b). Αυτό πιθανώς εξηγείται από το διαφορετικό σημείο ανάπτυξης των ζιζανίων κατά την εφαρμογή της μεθόδου (Ascard, 1995, Knezevic and Ulloa, 2007). Στα αγρωστώδη το σημείο ανάπτυξης (βλάστηση - φύτερωμα) είναι κάτω από το έδαφος κατά την εφαρμογή της μεθόδου και με αυτόν τον τρόπο προστατεύονται από τη φλόγα, ενώ στα πλατύφυλλα το σημείο ανάπτυξης (βλάστηση - φύτερωμα) βρίσκεται πάνω από έδαφος, με αποτέλεσμα να εκτίθενται στη φλόγα και να καταστρέφονται.

Υπάρχουν μελέτες οι οποίες καθορίζουν τη θερμική μέθοδο ως μία εναλλακτική για τη διαχείριση των ζιζανίων σε καλλιέργειες κηπευτικών (Ascard, 1995; Wszelaki et al., 2007).

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει επίσης, να λαμβάνεται υπόψη και το ριζικό σύστημα της καλλιέργειας. Στην περίπτωση του επιφανειακού ριζικού συστήματος η μέθοδος δεν ενδείκνυται. Συνήθως η τεχνική χρησιμοποιείται όταν η εδαφική υγρασία είναι αρκετά υψηλή και δε δύναται να γίνει μηχανική διαχείριση των ζιζανίων (Bond and Grundy, 2001, Barberi, 2002). Επιπλέον τα καλλιεργούμενα φυτά διαφεύγουν τη ζημιά από τη μέθοδο, μόνο όταν οι βλαστοί της περιβάλλονται από φλοιό, ενώ η αποτελεσματικότητα της μεθόδου έναντι των πολυετών ζιζανίων είναι πολύ μικρή (Ελευθεροχωρινός, 2002).

1.9.2.4 Βιολογική μέθοδος διαχείρισης ζιζανίων

Η βιολογική μέθοδος διαχείρισης των ζιζανίων συνίσταται στη χρήση μικροοργανισμών (μύκητες και βακτήρια), τα οποία εφαρμόζονται όπως και τα συνθετικά ζιζανιοκτόνα με ψεκασμό. Ωστόσο υπάρχουν πολύ λίγα από αυτά που έχουν εγκριθεί ως κατάλληλα για την εφαρμογή τους στα βιολογικά συστήματα και επιπλέον η χρήση τους δυσχεραίνεται από το υψηλό κόστος και το στενό φάσμα δράσης (Ελευθεροχωρινός, 2002), αλλά και από το γεγονός ότι δεν είναι εκλεκτικά και μπορούν να βλάψουν και την καλλιέργεια (Knezevic, 2009).

Σαν βιολογική μέθοδος διαχείρισης των ζιζανίων μπορεί να χαρακτηριστεί και η χρήση άλλων καλλιεργούμενων φυτών που έχουν την ικανότητα να εκκρίνουν ουσίες στο περιβάλλοντα χώρο και να δυσχεραίνουν την ανάπτυξη των ζιζανίων.

Σε αυτό, λοιπόν το σημείο, θα πρέπει να ορίσουμε τον όρο αλληλοπάθεια, η οποία θεωρείται ως μία έμμεση μέθοδος διαχείρισης των ζιζανίων. Σύμφωνα με το Rice (1984), ως αλληλοπάθεια ορίζεται η μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτών (του ίδιου ή διαφορετικού είδους) που λαμβάνει χώρα όταν το ένα φυτό απελευθερώνει χημικές ουσίες (αλληλοπαθητικές) που ενεργοποιούν ή καταστέλλουν την ανάπτυξη άλλων φυτών. Η πρώτη αναφορά για τέτοια είδους αλληλεπίδρασης μεταξύ των φυτών έγινε από τον Θεόφραστο το 300 π.Χ., ενώ ο Δημόκριτος κάποια χρόνια νωρίτερα είχε αναφέρει τις θετικές επιδράσεις (καταστολή) που είχε ένα μείγμα από άνθη λούπινου (*Loupinus spp.*) και χυμός από το δηλητηριώδες ζιζάνιο κώνιο (*Conium Maculatum*) στα δενδρώδη ζιζάνια όταν εφαρμοζόταν στις ρίζες τους (Rizvi & Rizvi, 1992).

Υπάρχουν καλλιέργειες που εκκρίνουν αλληλοπαθητικές ουσίες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνήθως με τη μορφή υποστρωμάτων της ίδιας ή των υπολειμμάτων της για τον έλεγχο των ζιζανίων (Mohler & Teasdale, 1993). Υπολείμματα Καλλιεργειών κριθαριού, βρώμης, σιταριού, σίκαλης και σόργου ήταν πολύ αποτελεσματικά στον περιορισμό του πληθυσμού των ζιζανίων σε πολλές καλλιέργειες κηπευτικών (Putnam, 1987).

Σύμφωνα με τους Rosenthal et al (1985), υπάρχουν μερικές ποικιλίες αγγουριού που έχουν την ιδιότητα να εκκρίνουν ουσίες στον περιβάλλοντα χώρο και να μειώνουν το ποσοστό φυτρώματος των σπόρων και την αύξηση των ζιζανίων *Panicum milliaceum* και *Brassica hitra*.

1.10 Επίδραση της λίπανσης στα ζιζάνια

Σημαντικό ρόλο στη δυναμική των ζιζανίων και στην αλληλεπίδραση τους με την καλλιέργεια παίζει η λίπανση (Barberi, 2001). Στα βιολογικά συστήματα η χρήση ανόργανων λιπασμάτων απαγορεύεται και το πρόγραμμα λίπανσης στηρίζεται σε κοπριές και οργανικά λιπάσματα, τα οποία είναι αργής αποδέσμευσης των θρεπτικών στοιχείων (κυρίως αζώτου) σε σχέση με τα ανόργανα (Magdoff, 1995), αλλά και σε μικτή κτηνοτροφία, χλωρές λιπάνσεις με ψυχανθή, αμειψισπορές και εισροές οργανικών υλών που δεν είναι ευδιάλυτες στο έδαφος (Stockdale et al, 2001). Ο ρυθμός με τον οποίο τα θρεπτικά στοιχεία απελευθερώνονται στο έδαφος εξαρτάται

από παράγοντες όπως ο λόγος C:N της πηγής, τις εδαφικές ιδιότητες, τις κλιματικές συνθήκες, τον τρόπο ενσωμάτωσης της λίπανσης, παράμετροι που καθορίζουν τελικά και την ανοργανοποίηση της οργανικής ύλης στο έδαφος (Maynard, 1993). Τα ζιζάνια έχουν ταχείς ρυθμούς ανάπτυξης και την ικανότητα να προσλαμβάνουν τα θρεπτικά στοιχεία γρηγορότερα και αποτελεσματικότερα στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης τους σε σχέση με την καλλιέργεια, όταν η απελευθέρωση των θρεπτικών στοιχείων γίνεται άμεσα (Liebman and Davis, 2000). Με το σιεπτικό αυτό σε οργανικά συστήματα, όπου τα θρεπτικά στοιχεία αποδεσμεύονται με αργό ρυθμό, δεν παρουσιάζεται αύξηση της ανταγωνιστικότητας των ζιζανίων (Paul and Beauchamp, 1993, Liebman and Davis, 2000), ωστόσο ευνοεί την ανάπτυξη ζιζανίων που βλαστάνουν αργότερα και την αναπλήρωση της τράπεζας σπόρων ζιζανίων στο έδαφος για τα επόμενα χρόνια. Το ζιζάνιο *Stellaria Media L.* εμφάνισε συμπεριφορά που επιβεβαιώνει τα παραπάνω (Bastiaans and Drenth, 1999), ωστόσο σε άλλη μελέτη από τους McCloskey (1996) έχει παρατηρηθεί μείωση του πληθυσμού του συγκεκριμένου μετά από εφαρμογή κοπριάς πουλερικών για τρία χρόνια. Οι ίδιοι επιστήμονες παρατήρησαν αρνητική επίδραση της οργανικής λίπανσης στο είδος *Sinapis arvensis L.*, ενώ ο πληθυσμός του *Galium aparine L.* αυξήθηκε.

Στη βιβλιογραφία προκύπτουν αντικρουόμενα αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση της οργανικής λίπανσης, για αυτό δεν πρέπει να γενικεύονται τα αποτελέσματα των ερευνών. Το πώς επιδρά η οργανική λίπανση εξαρτάται α) από το είδος της οργανικής λίπανσης, β) τις κλιματικές συνθήκες και γ) από την αφθονία των ειδών μέσα στη φυτοκοινωνία των ζιζανίων. Έχει παρατηρηθεί ότι οργανικά λιπάσματα μπορεί να επιβαρύνουν το έδαφος και κατά συνέπεια την καλλιέργεια με σπόρους ζιζανίων κατά την εφαρμογή τους στο χωράφι (Barberi, 2002). Οι Pleasant and Schlater παρατήρησαν ότι σε ένα κιλό κοπριάς βοοειδών υπήρχαν 42 ζωτικοί σπόροι *Chenopodium album L.*

1.11 Πληθυσμιακοί χαρακτηρισμοί ζιζανίων

Η παρουσία των ζιζανίων μέσα σε μία καλλιέργεια συνθέτει μία «κοινότητα» η οποία για να προσδιοριστεί ποσοτικά θα πρέπει να γίνει σαφής η έννοια της

κοινότητας. Σύμφωνα με τους Begon et al., (1990), μια κοινότητα μπορεί να περιγραφεί ως ένα σύνολο ειδών ή πληθυσμών που εμφανίζονται σε ίδιο χώρο και χρόνο. Ωστόσο οι πληθυσμοί των ζιζανίων που υπάρχουν σε μία κοινότητα δεν κατανέμονται με την ίδια πυκνότητα παντού, δηλαδή υπάρχουν θέσεις που εμφανίζονται σε μεγαλύτερη πυκνότητα και σε άλλες θέσεις μέσα στην «κοινότητα» που εμφανίζονται σε μικρότερη πυκνότητα. Διαφορά υπάρχει τις περισσότερες φορές και στα είδη που συναντώνται στις διάφορες θέσεις μιας κοινότητας, που στις περιπτώσεις της γεωργίας αναφερόμαστε στην καλλιεργούμενη έκταση. Η ποικιλότητα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί απλά, μετρώντας τον αριθμό των ειδών που υπάρχουν σε μία κοινότητα και συγκρίνοντας με τη σχετική αφθονία τους (ο αριθμός των ατόμων σε κάθε είδος ξεχωριστά). Η ποσοτικοποίηση της ποικιλομορφίας εξαρτάται από τα είδη που ερευνώνται, από τον τύπο του ενδιαίτηματος (δάσος ή χωράφι), από τον στόχο της έρευνας και από το οικονομικό υπόβαθρο. Η ποικιλομορφία ειδών στην απλούστερη μορφή της είναι ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν σε μια περιοχή, σε μια κοινότητα και αυτό χαρακτηρίζεται ως πλούτος ειδών. Ένας δεύτερος όρος που σχετίζεται με την ποικιλομορφία είναι ο όρος της «ομαλότητας των ειδών. Πιο συγκεκριμένα η ομαλότητα συγκρίνει την αφθονία κάθε είδους σε μια κοινότητα (πόσα άτομα, δηλαδή από κάθε είδος), και πληροφορεί αν υπάρχουν πολλά σπάνια είδη και μερικά κοινά ή αν τα περισσότερα είδη είναι εξίσου κοινά. Η «ομαλότητα» είναι πιο κατατοπιστική από τον πλούτο των ειδών, γιατί δείχνει αν η κοινότητα κυριαρχείται από ένα ή μερικά είδη ή εάν τα περισσότερα είδη αντιπροσωπεύονται από περίπου ίσο αριθμό ατόμων. Για παράδειγμα στον πίνακα 7 συνοψίζονται τα είδη που απαντώνται σε τέσσερα διαφορετικά χωράφια. Ο πλούτος των ειδών είναι ίδιος για όλα τα χωράφια (απαντώνται 4 είδη στο καθένα) Ωστόσο, η ομαλότητα διαφέρει μεταξύ των πεδίων. Τα πεδία 1 και 3 έχουν ίδια ομαλότητα, όπου όλα τα είδη απαντώνται με την ίδια αφθονία. Από την άλλη το πεδίο 2 κυριαρχείται από το *Bromus inermis* (Downy brome), ενώ το πεδίο 4 κυριαρχείται από το *Echium vulgare* (Blueweed) και ως εκ τούτου η αφθονία είναι άνιση. Το παράδειγμα αυτό δείχνει γιατί ο πλούτος των ειδών δεν προσφέρει κάτι περισσότερο, από μια πρόχειρη απεικόνιση της δομής της κοινότητας (Booth et al, 2003).

Πίνακας 7: Ποικιλότητα ειδών σε 4 υποθετικά πεδία (Booth et al, 2003)

Density (number of individuals m⁻²)				
Species	Field 1	Field 2	Field 3	Field 4
Downy brome	92	101	61	25
Canada thistle	103	13	63	12
Wild carrot	104	15	65	60
Blueweed	97	11	60	100

1.11.1 Δείκτες ποικιλότητας

Η ποικιλομορφία, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αφορά τον αριθμό των ειδών (τον πλούτος ειδών) σε μία κοινότητα και τη σχετική αφθονία τους (ομοιομορφία). Υπάρχουν λοιπόν, μια σειρά από δείκτες, οι λεγόμενοι δείκτες ποικιλότητας, που συνδυάζουν τις δύο παραμέτρους του πλούτου και της ομοιομορφίας των ειδών.

Ο πιο δημοφιλής δείκτης είναι ο Shannon – Wiener με τον τύπο:

$$H' = -\sum_i^s P_i \ln P_i$$

όπου s είναι ο αριθμός των ειδών και p_i ($i=1\dots s$) η (θεωρητική) πιθανότητα ένα άτομο να ανήκει στο i είδος.

Άλλος ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης που μετρά την κυριαρχία είναι ο Simpson – Gini με τύπο:

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sum P_i^2}$$

ο οποίος είναι διπλής χρήσης, ως $1/\lambda$ και $1-\lambda$.

ο δείκτης ποικιλότητας Simpson είναι πιο ευαίσθητος στα άφθονα, δηλαδή εντοπίζει τα κυρίαρχα είδη και όχι στα σπάνια, ενώ ο δείκτης ποικιλότητας του Shannon-Wiener είναι περισσότερο ακριβής. Άλλοι δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι ο δείκτης ομοιομορφίας Pielou index: $J = H'/\ln S$ και ο

δείκτης που αφορά το πλούτο των ειδών Richness index ή αλλιώς Margalef index : R
ή $D_{Mg} = (S-1) / \ln N$.

Οι πληθυσμιακοί δείκτες συνδυάζουν την ομαλότητα και την αφθονία σε ένα μόνο μέγεθος. Για αυτό ο Peet (1974) τους ονόμασε δείκτες ετερογένειας. Πιθανά το μεγαλύτερο εμπόδιο που πρέπει να ξεπεραστεί είναι η ερμηνεία των στατιστικών αναλύσεων. Για παράδειγμα σε πολλές περιπτώσεις η τιμή του πληθυσμιακού δείκτη είναι αποτέλεσμα συνδυασμού της πληθυσμιακής αφθονίας και ομαλότητας. Με άλλα λόγια η ίδια τιμή ενός πληθυσμιακού δείκτη μπορεί να ληφθεί από μία κοινωνία με χαμηλή αφθονία και υψηλή ομαλότητα ή από μία κοινωνία που χαρακτηρίζεται από υψηλή αφθονία και χαμηλή ομαλότητα. Κατ' επέκταση αν μας δοθεί η τιμή ενός πληθυσμιακού δείκτη είναι αδύνατο να πούμε ποια είναι η σχετική/ συγκριτική σημασία/ σπουδαιότητα της αφθονίας των ειδών και της ομαλότητας. Παρόλα τα προβλήματα, οι οικολόγοι χρησιμοποιούν τους πληθυσμιακούς στην έρευνα τους συχνά, αγνοώντας τα γνωστά προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Σκοπός του πειράματος

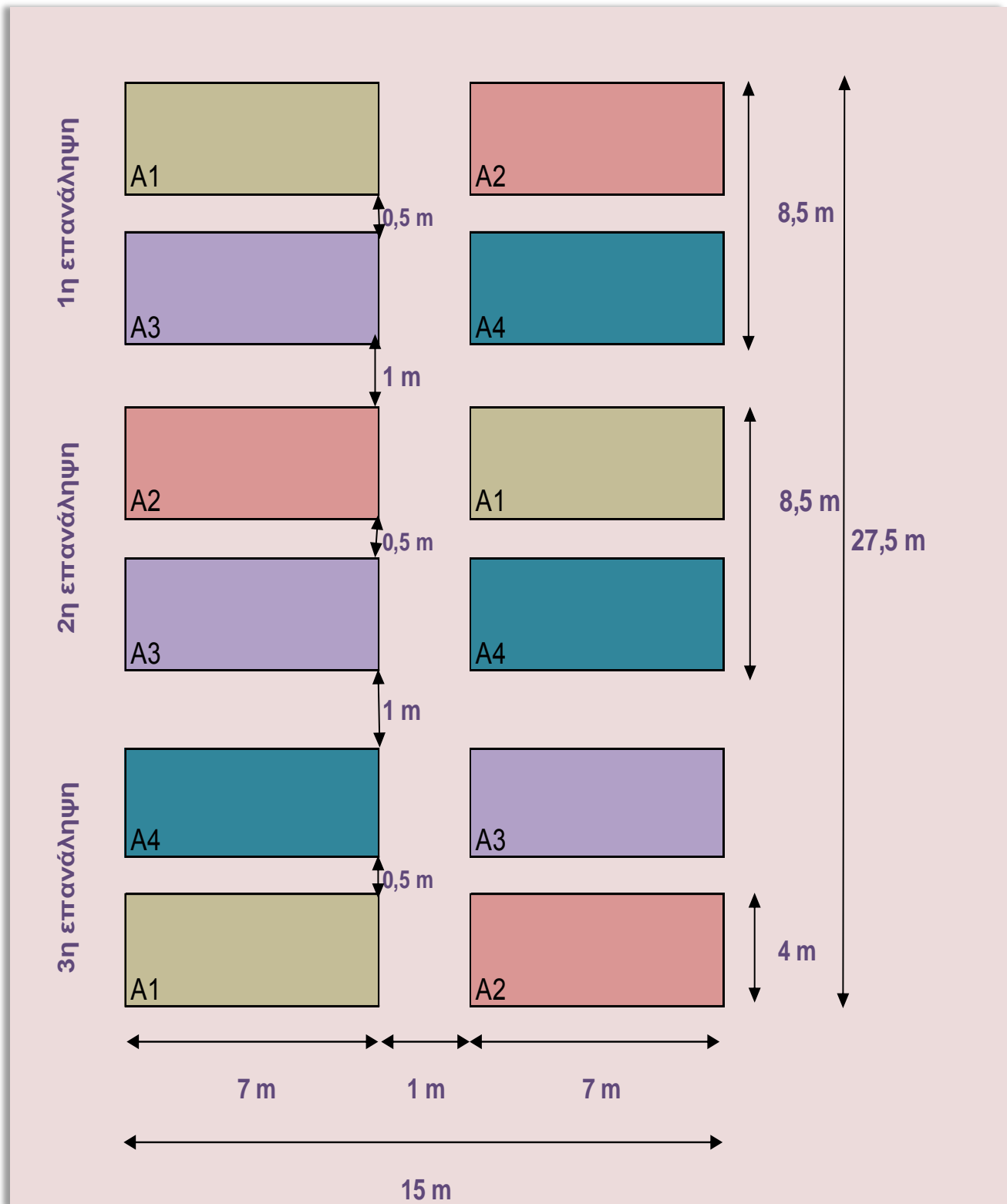
Σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ζιζανιοκλωρίδα καλλιέργειας βιομηχανικής ντομάτας. Για την εκπόνηση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής εγκαταστάθηκε καλλιέργεια βιομηχανικής ντομάτας, στον αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (37°59'01.83"N, 23°42'07.37"E, 170 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας). Ο εν λόγω αγρός καλλιεργείται με τις μεθόδους της Βιολογικής Γεωργίας από το 1995. Η καλλιέργεια της βιομηχανικής ντομάτας έλαβε χώρα από τον Απρίλιο έως και τον Αύγουστο του 2014.

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση ενός μόνου παράγοντα, αυτού της λίπανσης, οπότε το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Υπήρχαν τρεις επαναλήψεις και κάθε επανάληψη είχε από τέσσερις επεμβάσεις : Μάρτυρας (A1), Κομπόστ (A2), κοπριά (A3) και ανόργανη λίπανση (A4). Στο σύνολο υπήρχαν 12 πειραματικά τεμάχια, όπου το καθένα είχε 28 m². Η συνολική έκταση της καλλιέργειας ήταν 412,5 m².

.

Πίνακας 8: Πειραματικός αγρός



Επεμβάσεις	
A1	Μάρτυρας (καθόλου λίπανση)
A2	Compost1
A3	Compost2
A4	Ανόργανη λίπανση (NPK)

Στο τεμάχιο με τον μάρτυρα (τεμάχιο A1) δεν έγινε καμία επέμβαση με λίπανση, σαν 1^η οργανική λίπανση (A2) χρησιμοποιήθηκε το κομπόστ biogen και προστέθηκε ποσότητα 5,5 Kg χημικής σύστασης: N: 7%; P₂O₅: 4%, K₂O: 7%; MgO: 2%, B: 0,2% και 33% οργανική ύλη. Σαν 2^η οργανική λίπανση (A3) χρησιμοποιήθηκε κομποστοποιημένη πρόβεια κοπριά σε ποσότητα 4 Kg (χημική σύσταση φρέσκιας πρόβειας κοπριάς: 36% ξηρά ουσία, 32% οργανική ουσία, 0,80% N, 0,23% P₂O₅, 0,67% K₂O, 0,18 MgO, Σιδηράς 2005) και σαν ανόργανη λίπανση (A4), ανόργανο λίπασμα NPK σε ποσότητα 1 Kg χημικής σύστασης: N: 15%, K: 15%, P: 15%. Η προσθήκη των λιπασμάτων έγινε πριν την εγκατάσταση των σποροφύτων και σε καμία επέμβαση δεν έγινε συμπληρωματική λίπανση κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.



Εικόνα 8: Η χρησιμοποιούμενη οργανική και ανόργανη λίπανση

Το έδαφος του πειραματικού αγρού, κατόπιν αναλύσεως, χαρακτηρίζεται αργιλλοπηλώδες (CL) σύμφωνα με την παρακάτω ανάλυση:

Πίνακας 9: Εδαφικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

CaCO ₃	15,99 %	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37 %	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO ₃ ⁻	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

2.3 Εγκατάσταση φυτείας και καλλιεργητικές πρακτικές

Στις 10 Απριλίου του 2014 πραγματοποιήθηκε άροση σε βάθος 25 cm του πειραματικού αγρού και καταστροφή των ζιζανίων που υπήρχαν σε αυτό. Την ίδια μέρα έγινε και η παραλαβή 20 δίσκων σποροφύτων τομάτας υβριδίου 3402. Τέσσερις μέρες αργότερα, στις 14 Απριλίου, έγινε η προετοιμασία του αγρού για τη μεταφύτευση των σποροφύτων, που περιλάμβανε φρεζάρισμα, χάραξη (οι αποστάσεις φαίνονται στο πειραματικό σχέδιο) καθώς διασπορά και ενσωμάτωση των λιπασμάτων.

**Εικόνα 9:** Άροση του πειραματικού αγρού

Η φύτευση των σποροφύτων πραγματοποιήθηκε στις 15 Απριλίου. Σε κάθε τεμάχιο υπήρχαν 9 γραμμές φύτευσης σε απόσταση 0,80 m μεταξύ των γραμμών, ενώ επί της γραμμής η απόσταση μεταξύ των φυτών ήταν 0,40 m. Σε κάθε γραμμή μεταφυτεύτηκαν 10 σπορόφυτα, επομένως η πυκνότητα των σποροφύτων σε κάθε γραμμή ήταν 90 φυτά. Η πυκνότητα της συνολικής έκτασης ήταν 1080 φυτά/412,5 m²(δηλαδή 2618 φυτά τομάτας/ στρέμμα).



Εικόνα 10: Χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου



Εικόνα 11: Μεταφύτευση των σποροφύτων

Μετά τη φύτευση και σε καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος μέχρι και τη συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν αρδεύσεις με το σύστημα της στάγδην άρδευσης με κατανάλωση νερού 12 κυβικά τη φορά και 7 σκαλίσματα – βοτανίσματα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων στις εξής ημερομηνίες:

- Στις 3 Μαΐου (19 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 8 Μαΐου (24 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 15 Μαΐου (31 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 4 Ιουνίου (51 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 14 Ιουνίου (61 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 24 Ιουνίου (71 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 11 Ιουλίου (88 ημέρες από τη μεταφύτευση)



Εικόνα 12: Σκάλισμα της καλλιέργειας

Η καλλιέργεια διήρκησε τέσσερις μήνες και η συγκομιδή της έγινε χειρωνακτικά στις 4 Αυγούστου του 2014.



Εικόνα 13: Συγκομιδή της καλλιέργειας

2.4 Μετρήσεις

2.4.1 Μέτρηση Πυκνότητας Ζιζανίων

Για τη μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων καθώς και των ειδών των ζιζανίων που αναπτύσσονται χρησιμοποιήθηκε πλαίσιο, το “quadrat” το οποίο ήταν το 1/10 του m². Μετρήσεις ελήφθησαν σε δύο τυχαία σημεία του κάθε πειραματικού τεμαχίου και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος κάθε ζιζανίου ξεχωριστά, αλλά και του συνόλου των ζιζανίων σε κάθε τεμάχιο. Στο σύνολο πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις της ζιζανιοχλωρίδας στις εξής ημερομηνίες:

- Στις 29/05/2014 (45 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 10/06/2007 (57 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 20/06/2014 (67 ημέρες από τη μεταφύτευση)
- Στις 01/07/2014 (78 ημέρες από τη μεταφύτευση)

➤ Στις 17/07/2014 (94 ημέρες από τη μεταφύτευση).



Εικόνα 14: Μέτρηση Ζιζανιοχλωρίδας με χρήση του “quadrat”

Για να αξιολογηθούν οι μετρήσεις από τον αγρό χρησιμοποιήθηκαν οι εξής δείκτες ποικιλότητας: Shannon, Simpson Pielou και Richness. Ο δείκτης Shannon αναφέρεται ως Shannon – Wiener Index ή Shannon – Weaver Index και είναι ένας από τους πολλούς δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ποικιλομορφίας μιας περιοχής. Ο δείκτης αυτός είναι περισσότερο ακριβής και λαμβάνει υπόψη του και τα σπάνια είδη που πιθανόν εμφανίζονται σε μια περιοχή. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του είναι:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

όπου s είναι ο αριθμός των ειδών και p_i ($i=1\dots s$) η (θεωρητική) πιθανότητα ένα άτομο να ανήκει στο i είδος. Ο δείκτης Simpson είναι ένα μέτρο της διαφορετικότητας. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται συχνά από τους οικολόγους για την ποσοτικοποίηση της βιοποικιλότητας ενός οικοτόπου. Εμφανίζει περισσότερη ευαισθησία στα κυρίαρχα είδη που λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ειδών που

υπάρχουν, καθώς και τη σχετική αφθονία κάθε είδους. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του είναι:

$$D=1-\{\sum n(n-1)/N(N-1)\},$$

Όπου n = ο συνολικός αριθμός των οργανισμών ενός συγκεκριμένου είδους

N = ο συνολικός αριθμός των οργανισμών όλων των ειδών.

Οι δείκτες Shannon και Simpson είναι οι δύο πιο διαδεδομένοι δείκτες για την εξέταση για την εξέταση του συνόλου των χαρακτηριστικών μιας κοινότητας. Άλλοι δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιήθηκαν είναι ο δείκτης ομαλότητας Pielou index: $J = H'/\ln S$ και ο δείκτης Richness index ή Margalef index R ή $D_{Mg} = (S-1)/\ln N$.

Ο δείκτης Richness index μετρά τον πλούτο των ειδών S δηλαδή, τον αριθμό των ειδών που περιλαμβάνονται σε μια περιοχή και είναι η απλούστερη μορφή της ποσοτικοποίησης της ποικιλομορφίας μιας περιοχής, ενώ ο δείκτης Pielou index συγκρίνει την αφθονία κάθε είδους σε μια κοινότητα (πόσα άτομα, δηλαδή από κάθε είδος), και πληροφορεί αν υπάρχουν πολλά σπάνια είδη και μερικά κοινά ή αν τα περισσότερα είδη είναι εξίσου κοινά, αν δηλαδή η κοινότητα κυριαρχείται από ένα ή μερικά είδη ή εάν τα περισσότερα είδη αντιπροσωπεύονται από περίπου ίσο αριθμό ατόμων, για αυτό ονομάζεται και δείκτης ομαλότητας.

2.4.2 Μέτρηση ξηρού βάρους Ζιζανίων

Παράλληλα με την μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων, κοβόταν το υπέργειο τμήμα του κάθε είδος ζιζανίου ξεχωριστά, αποθηκευόταν σε χάρτινη σακούλα και αφού γινόταν μέτρηση του νωπού βάρους τους, τοποθετούνταν σε κλίβανο ξήρανσης στους 65° C μέχρι την απόκτηση σταθερού βάρους. Στη συνέχεια γινόταν ζύγιση σε ζυγαριά ακριβείας για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους των ζιζανίων.

2.5 Στατιστική επεξεργασία

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε ανάλυση διασποράς (ANOVA) και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το JMP (2008). Η ανάλυση των δεικτών ποικιλότητας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού BIO-DAP και DIVERCITY.

3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα είδη ζιζανίων που εντοπίστηκαν κατά τις μετρήσεις με τη χρήση του “quadrat” παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 10: Ζιζάνια του πειραματικού αγρού

Επιστημονικές ονομασίες	Οικογένεια	κοινές ονομασίες	Βιολογικός κύκλος	Μορφολογία φύλλων
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	<i>Solanaceae</i>	Γερμανός – Σολανό	Διετές Πολυετές	- Πλατύφυλλο
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Amaranthaceae</i>	Τραχύ Βλήτο	Ετήσιο	Πλατύφυλλο
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanaceae</i>	Στύφνος αγριοντοματιά	Ετήσιο	- Πλατύφυλλο
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Cyperaceae</i>	Κύπερη	Πολυετές	Αγρωστώδες
<i>Sorghum halepense</i>	<i>Poaceae</i>	Βέλιουρας	Πολυετές	Αγρωστώδες
<i>Calendula Arvensis</i>	<i>Asteraceae</i>	Καλέντουλα	Ετήσιο	Πλατύφυλλο
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Simaroubaceae</i>	Βρωμοκαρυδιά	Πολυετές	Πλατύφυλλο
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Περιπλοκάδα	Πολυετές	Πλατύφυλλο
<i>Tribulus terrestris</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	Τριβόλι	Ετήσιο	Πλατύφυλλο
<i>Chenopodium album</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	Λουβουδιά	Ετήσιο	Πλατύφυλλο
<i>Datura Stramonium</i>	<i>Solanaceae</i>	Τάτουλας	Ετήσιο	Πλατύφυλλο
<i>Medicago Spp.</i>	<i>Leguminosae</i>	Μηδική	Πολυετές	Πλατύφυλλο

Η παρουσία του ζιζανίου *Medicago Spp*, οφείλεται στην προηγούμενη καλλιέργεια του αγρού με *Medicago Spp*.



Εικόνα 15: Άποψη ορισμένων ζιζανίων στην καλλιέργεια

1^η Μέτρηση Ζιζανίων

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 11) το είδος της λίπανσης (ανόργανη – οργανική) δεν επηρέασε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων ($F=2,0476$, $p=0,1858$).

Πίνακας 11: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

WD1	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
Πυκνότητα ζιζανίων	10672,917	3	3557,64	13900	8	1737,5	2,0476	0,1858

Παρατηρούμε πως στη πρώτη μέτρηση (Πίνακας 12) παρουσιάστηκαν διαφορές όσον αφορά τη συχνότητα των ζιζανίων σε κάθε επέμβαση. Και στις τέσσερις επεμβάσεις το *Amaranthus retroflexus* (βλήτο) είναι το κυρίαρχο ζιζάνιο με μεγαλύτερη συχνότητα να εμφανίζει στην επέμβαση με κομπόστ και έπεται με ανόργανη λίπανση. Παρατηρούμε ότι η παρουσία του στο κομπόστ είναι κατά 46%, 79% και 88% υψηλότερη σε σχέση με την εμφάνιση του στην ανόργανη λίπανση, στον μάρτυρα και την κοπριά, αντίστοιχα. Σε αυτή τη μέτρηση μεγαλύτερο αριθμό ειδών (πλούτο ειδών) έχουμε στην κοπριά και στην ανόργανη λίπανση (δείκτης Richness), ενώ μεγαλύτερο αριθμό των ατόμων από κάθε είδος (αφθονία) στην επέμβαση με κομπόστ (δείκτης Simpson). Όσον αφορά το δείκτη Shannon και Pielou παρατηρούμε ότι στην επέμβαση με κοπριά και τον μάρτυρα έχουμε την εμφάνιση περισσότερων σπάνιων ειδών και καλύτερη κατανομή των ατόμων σε κάθε είδος.

Πίνακας 12: Πυκνότητα των ζιζανίων στην πρώτη μέτρηση

Είδος Ζιζανίου	Μάρτυρας	Κομπόστ	Κοπριά	Ανόργανη λίπανση
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	16	6	16	9
<i>Cyperus rotundus</i>	2	5	10	0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	21	100	12	54
<i>Sorghum halepense</i>	6	0	2	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	2	2
<i>Tribulus terrestris</i>	0	0	0	2
<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	0	0
<i>Calendula Arvensis</i>	0	0	0	0
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	0
<i>Datura Stramonium</i>	0	0	0	0
<i>Medicago Spp.</i>	0	0	0	0
# of Individuals (N)	45	111	42	69
# of Species (S)	4	3	5	5
Simpson's Index	0,349	0,815	0,271	0,627
H' (SHANNON)	1,13	0,39	1,36	0,77
Richness index	0,78	0,42	1,07	0,95
Pielou index:	0,815	0,355	0,845	0,478

2^η Μέτρηση Ζιζανίων

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 13) το είδος της λίπανσης (ανόργανη – οργανική) δεν επηρέασε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων ($F=1,2586$, $p=0,3518$).

Πίνακας 13: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p=5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

WD2	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
Πυκνότητα ζιζανίων	28775	3	9591,67	60966,667	8	7620,83	1,2586	0,3518

Παρατηρούμε πως και στη δεύτερη μέτρηση (Πίνακας 14) παρουσιάστηκαν διαφορές όσον αφορά τη συχνότητα των ζιζανίων σε κάθε επέμβαση. Και στις

τέσσερις επεμβάσεις και στην περίπτωση της δεύτερης μέτρησης το *Amaranthus retroflexus* (βλήτο) είναι το κυρίαρχο ζιζάνιο με μεγαλύτερη συχνότητα να εμφανίζεται όμως σε αυτή τη μέτρηση στην επέμβαση με κοπριά, έπεται το κομπόστ, ενώ η παρουσία του στην ανόργανη λίπανση αλλά και στον μάρτυρα είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Παρατηρούμε ότι η παρουσία του στην κοπριά είναι κατά 13%, 39% και 66% υψηλότερη σε σχέση με την εμφάνιση του στο κομπόστ, στην ανόργανη λίπανση και στον μάρτυρα, αντίστοιχα. Επίσης, στη μέτρηση αυτή παρατηρούμε πως κάνει την εμφάνιση του και το πολυετές *Sorghum halepense* (βέλιουρας) στις επεμβάσεις με κοπριά και ανόργανη λίπανση. Σε αυτή τη μέτρηση τόσο μεγαλύτερο αριθμό ειδών (πλούτο ειδών), όσο και το μεγαλύτερο αριθμό των ατόμων από κάθε είδος (αφθονία) παρουσιάζεται στην επέμβαση με κοπριά. Ο αριθμός των ατόμων από κάθε είδος στην κοπριά είναι κατά 45% υψηλότερος από τον μάρτυρα όπου η τιμή αυτή είναι η μικρότερη μεταξύ των επεμβάσεων. Στις δύο αυτές επεμβάσεις ο δείκτης Richness είναι υψηλότερος. Όσον αφορά το δείκτη Simpson παρατηρούμε και πάλι μεγαλύτερη αφθονία στην επέμβαση με κομπόστ. Ενώ οι δείκτες Shannon και Pielou έχουν τη χαμηλότερη τιμή στην επέμβαση με κομπόστ, όπως και στην πρώτη μέτρηση.

Πίνακας 14: Πυκνότητα των ζιζανίων στην δεύτερη μέτρηση

Είδος ζιζανίου	Μάρτυρας	Κομπόστ	Κοπριά	Ανόργανη λίπανση
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	7	0	10	10
<i>Amaranthus retroflexus</i>	53	137	158	97
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	3	0
<i>Cyperus rotundus</i>	3	10	10	0
<i>Sorgum halepense</i>	0	7	40	36
<i>Tribulus terrestris</i>	7	0	3	7
<i>Medicago Spp.</i>	7	0	0	0
<i>Calendula arvensis</i>	0	0	3	7
<i>Chenopodium album</i>	10	3	0	0
<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	0	0
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0	0
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	0	0
# of Individuals (N)	87	157	227	157
# of Species (S)	6	4	7	5
Simpson's Index	0,398	0,766	0,518	0,439
H' (SHANNON)	1,27	0,51	1	1,09
Richness index	1,120	0,593	1,106	0,791
Pielou index	0,709	0,368	0,514	0,677

3η Μέτρηση Ζιζανίων

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 15) το είδος της λίπανσης (ανόργανη – οργανική) δεν επηρέασε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων ($F=2,7042$, $p=0,1159$).

Πίνακας 15: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p=5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

WD3	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
Πυκνότητα ζιζανίων	19216,667	3	6405,56	18950	8	2368,75	2,7042	0,1159

Παρατηρούμε πως στην τρίτη μέτρηση (Πίνακας 16) όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης των ζιζανίων και στις τέσσερις επεμβάσεις το *Amaranthus retroflexus* (βλήτο) κυριαρχεί στην πυκνότητα των ζιζανίων με μεγαλύτερη συχνότητα

να εμφανίζει όμως σε αυτή τη μέτρηση στο κομπόστ, έπεται η ανόργανη λίπανση ενώ η παρουσία του και στην κοπριά αλλά και στον μάρτυρα είναι αισθητά μικρότερη. Παρατηρούμε ότι η παρουσία του στο κομπόστ είναι κατά 33%, 75% και 75% υψηλότερη σε σχέση με την εμφάνιση του, στην ανόργανη λίπανση, στον μάρτυρα, και στην κοπριά, αντίστοιχα. Επίσης, στη μέτρηση αυτή παρατηρούμε πως και το πολυετές ζιζάνιο *Sorghum halepense* (βέλιουρας) συνεχίζει να εμφανίζεται και στις τέσσερις επεμβάσεις με μεγαλύτερη συχνότητα στην ανόργανη λίπανση, σε τιμή σχεδόν τριπλάσια από όλες τις επεμβάσεις. Επιπλέον στη μέτρηση αυτή στην επέμβαση με την ανόργανη λίπανση εμφανίζεται και το ζιζάνιο *Chenopodium album* (λουβουδιά). Και σε αυτή τη μέτρηση μεγαλύτερο αριθμό ειδών (πλούτος ειδών) στην κοπριά, ενώ μεγαλύτερο αριθμό των ατόμων από κάθε είδος (αφθονία) στην επέμβαση με κομπόστ. Ο αριθμός των ατόμων από κάθε είδος στο κομπόστ είναι κατά 57% υψηλότερος από τον μάρτυρα όπου η τιμή αυτή είναι η μικρότερη μεταξύ των επεμβάσεων. Ο δείκτης Richness είναι υψηλότερος στο μάρτυρα και στην επέμβαση με κοπριά. Όσον αφορά το δείκτη Simpson παρατηρούμε και πάλι μεγαλύτερη αφθονία στην επέμβαση με κομπόστ. Ενώ οι δείκτες Shannon και Pielou έχουν τη χαμηλότερη τιμή στην επέμβαση με κομπόστ και υψηλότερες στον μάρτυρα και την κοπριά, όπως στην περίπτωση της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης.

Πίνακας 16: Πυκνότητα των ζιζανίων στην τρίτη μέτρηση

Είδος ζιζανίου	Μάρτυρας	Κομπόστ	Κοπριά	Ανόργανη λίπανση
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	7	10	13	8
<i>Amaranthus retroflexus</i>	30	120	30	80
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	3	0
<i>Cyperus rotundus</i>	0	10	8	0
<i>Sorghum halepense</i>	13	7	10	33
<i>Datura stramonium</i>	3	0	0	3
<i>Calendula arvensis</i>	10	0	3	3
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	13
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	3	0
<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	0	0
<i>Medicago Spp.</i>	0	0	0	0
<i>Tribulus terrestris</i>	0	0	0	0
# of Individuals (N)	63	147	70	140
# of Species (S)	5	4	7	6
Simpson's Index	0,298	0,676	0,246	0,391
H' (SHANNON)	1,36	0,68	1,61	1,21
Richness index	0,965	0,601	1,412	1,012
Pielou index	0,845	0,491	0,827	0,675

4η Μέτρηση Ζιζανίων

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 17) το είδος της λίπανσης (ανόργανη – οργανική) δεν επηρέασε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων ($F=1,3224, p=0,3331$).

Πίνακας 17: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p=5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

WD4	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
Πυκνότητα ζιζανίων	1008,3333	3	336,111	2033,3333	8	254,167	1,3224	0,3331

Παρατηρούμε πως στην τέταρτη μέτρηση (Πίνακας 18) όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης των ζιζανίων και στις τέσσερις επεμβάσεις το *Amaranthus retroflexus* (βλήτο) κυριαρχεί στην πυκνότητα των ζιζανίων με μεγαλύτερη συχνότητα

να εμφανίζει αυτή τη φορά στον μάρτυρα. Ωστόσο είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ενώ το *Amaranthus retroflexus* (βλήτο) είναι το κυρίαρχο ζιζάνιο σε όλες τις επεμβάσεις η συχνότητα εμφάνιση του έχει μειωθεί κατά πολύ. Επίσης, το πολυετές ζιζάνιο *Sorghum halepense* (βέλιουρας) συνεχίζει να εμφανίζεται και στις τέσσερις επεμβάσεις με μεγαλύτερη συχνότητα και σε αυτή τη μέτρηση στην ανόργανη λίπανση. Σε αυτή τη μέτρηση η εικόνα όσον αφορά τον πλούτο των ειδών και την αφθονία έχει διαμορφωθεί διαφορετικά με μεγαλύτερο αριθμό ειδών (πλούτος ειδών) και μεγαλύτερο αριθμό των ατόμων από κάθε είδος (αφθονία) στον μάρτυρα. Σε αυτή την μέτρηση η εικόνα σχετικά με τους δείκτες ποικιλότητας διαμορφώθηκε διαφορετικά σχετικά με τις άλλες επεμβάσεις. Ο δείκτης Richness εξακολουθεί να είναι υψηλότερος στο μάρτυρα, αλλά εμφανίζει μικρότερη τιμή στην επέμβαση με κοπριά. Όσον αφορά το δείκτη Simpson σε αυτή την μέτρηση, παρατηρούμε ότι η κοπριά και ο μάρτυρας εμφανίζουν μεγαλύτερη τιμή, ενώ οι δείκτες Shannon και Pielou έχουν ακριβώς την αντίθετη εικόνα με τις προηγούμενες μετρήσεις και εμφανίζουν υψηλότερες τιμές στις επεμβάσεις με κομπόστ και ανόργανη λίπανση. Συγκεκριμένα οι δείκτες Shannon και Pielou έχουν ακριβώς την ίδια τιμή για τις δύο αυτές επεμβάσεις, διότι εμφανίζουν ακριβώς τον ίδιο αριθμό ειδών και τον ίδιο αριθμό ατόμων από κάθε είδος. Συνεπώς μπορούμε να πούμε πως εμφανίζουν καλύτερη ομαλότητα και κατανομή των ειδών μέσα στα πειραματικά τεμάχια.

Πίνακας 18: Πυκνότητα των ζιζανίων στην τέταρτη μέτρηση

Είδος ζιζανίου	Μάρτυρας	Κομπόστ	Κοπριά	Ανόργανη λίπανση
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	10	3	3	3
<i>Amaranthus retroflexus</i>	30	17	24	10
<i>Solanum nigrum</i>	3	7	7	0
<i>Cyperus rotundus</i>	0	3	3	7
<i>Sorghum halepense</i>	10	10	3	17
<i>Datura stramonium</i>	3	0	0	3
<i>Calendula arvensis</i>	8	3	0	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	3
<i>Ailanthus altissima</i>	3	0	0	0
<i>Tribulus terrestris</i>	0	0	0	0
<i>Medicago Spp.</i>	0	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0
# of Individuals (N)	67	43	40	43
# of Species (S)	7	6	5	6
Simpson's Index	0,254	0,234	0,392	0,234
H' (SHANNON)	1,6	1,56	1,19	1,56
Richness index	1,427	1,329	1,084	1,329
Pielou index	0,822	0,871	0,739	0,871

5η Μέτρηση Ζιζανίων

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 18) το είδος της λίπανσης (ανόργανη – οργανική) δεν επηρέασε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων ($F=0,7412$, $p=0,5568$).

Πίνακας 19: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p=5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

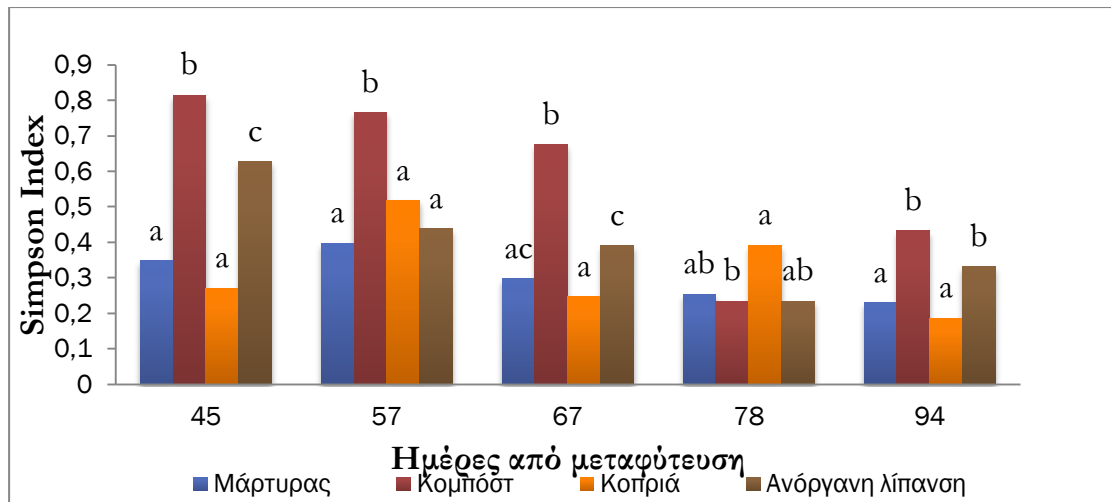
WD5	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
Πυκνότητα ζιζανίων	1222,9167	3	407,639	4400	8	550	0,7412	0,5568

Παρατηρούμε στην πέμπτη μέτρηση (Πίνακας 20) όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης των ζιζανίων στις δύο επεμβάσεις με οργανική λίπανση και Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας

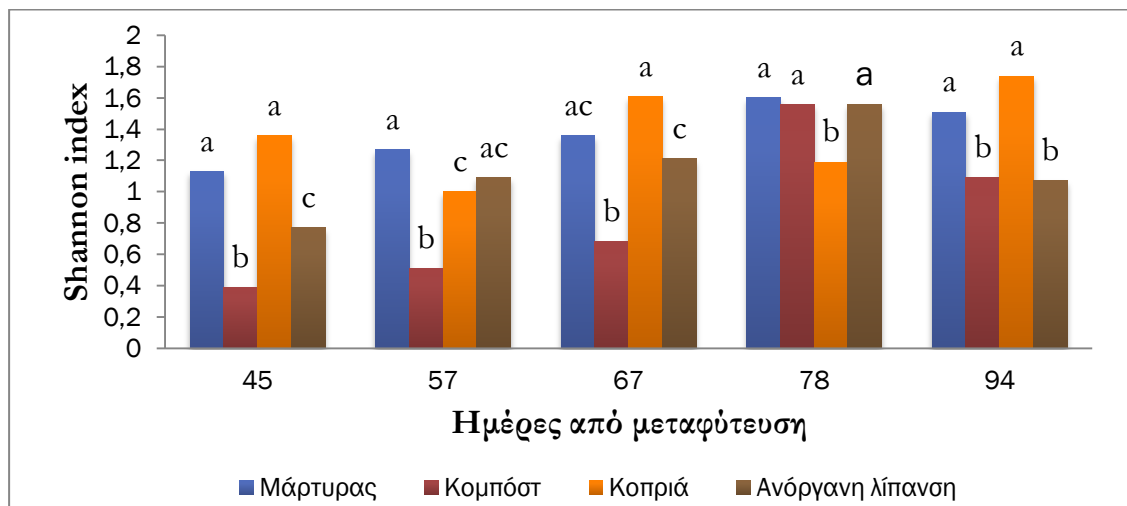
στον μάρτυρα το *Amaranthus retroflexus* (βλήτο) συνεχίζει να κυριαρχεί στην πυκνότητα των ζιζανίων με μεγαλύτερη συχνότητα να εμφανίζει αυτή τη φορά στο κομπόστ. Στην περίπτωση της επέμβασης με ανόργανη λίπανση, το πολυετές ζιζάνιο *Sorghum halepense* (βέλιουρας) φαίνεται να κυριαρχεί στην πέμπτη μέτρηση. Σε αυτή τη μέτρηση μεγαλύτερο αριθμό ειδών (πλούτο ειδών) έχουμε στην κοπριά (δείκτης Richness), ενώ μεγαλύτερο αριθμό των ατόμων από κάθε είδος στην επέμβαση με κομπόστ (δείκτης Simpson), όπως και στις προηγούμενες μετρήσεις εκτός της τέταρτης μέτρησης που διαμορφώθηκε διαφορετικά (Πίνακας 18). Όσον αφορά το δείκτη Shannon παρατηρούμε ότι στην επέμβαση με κοπριά και τον μάρτυρα έχουμε την εμφάνιση περισσότερων σπάνιων ειδών, ενώ ο δείκτης Pielou είναι μεγαλύτερος στην επέμβαση με την ανόργανη λίπανση και το μάρτυρα, χωρίς να απέχουν και πολύ από την τιμή για την επέμβαση με κοπριά.

Πίνακας 20: Πυκνότητα των ζιζανίων στην πέμπτη μέτρηση

Είδος ζιζανίου	Μάρτυρας	Κομπόστ	Κοπριά	Ανόργανη λίπανση
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	7	14	10	10
<i>Amaranthus retroflexus</i>	17	37	14	7
<i>Solanum nigrum</i>	0	3	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	6	0	3	0
<i>Calendula arvensis</i>	0	0	3	0
<i>Sorghum halepense</i>	7	3	10	13
<i>Ailanthus altissima</i>	0	3	3	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	3	0
<i>Tribulus terrestris</i>	6	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	0
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0	0
<i>Medicago Spp.</i>	0	0	0	0
# of Individuals (N)	43	60	46	30
# of Species (S)	5	5	7	3
Simpson's Index	0,23	0,433	0,186	0,331
H' (SHANNON)	1,51	1,09	1,74	1,07
Richness index	1,063	0,977	1,567	0,588
Pielou index	0,938	0,677	0,894	0,974



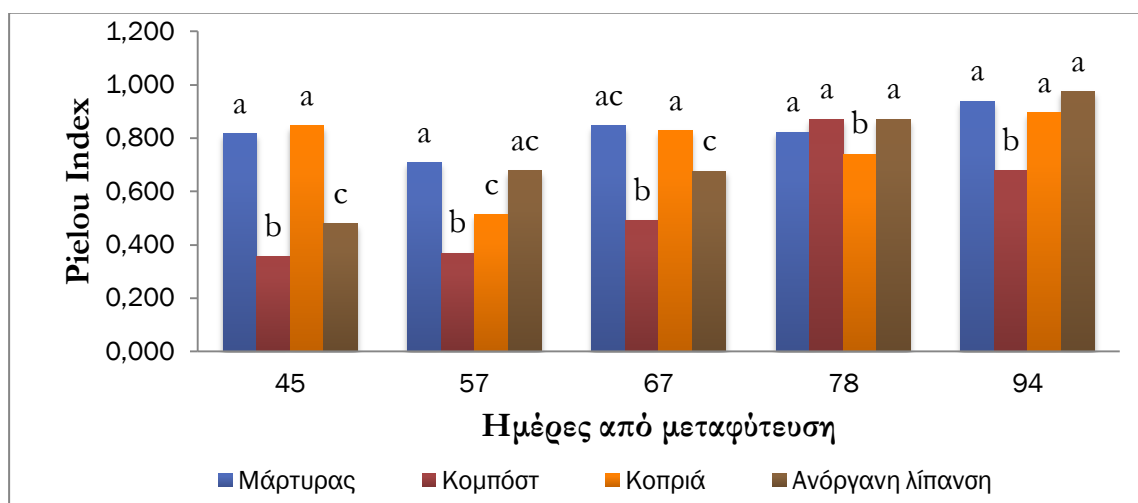
Διάγραμμα 1: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Simpson κατά τη διάρκεια του πειράματος.



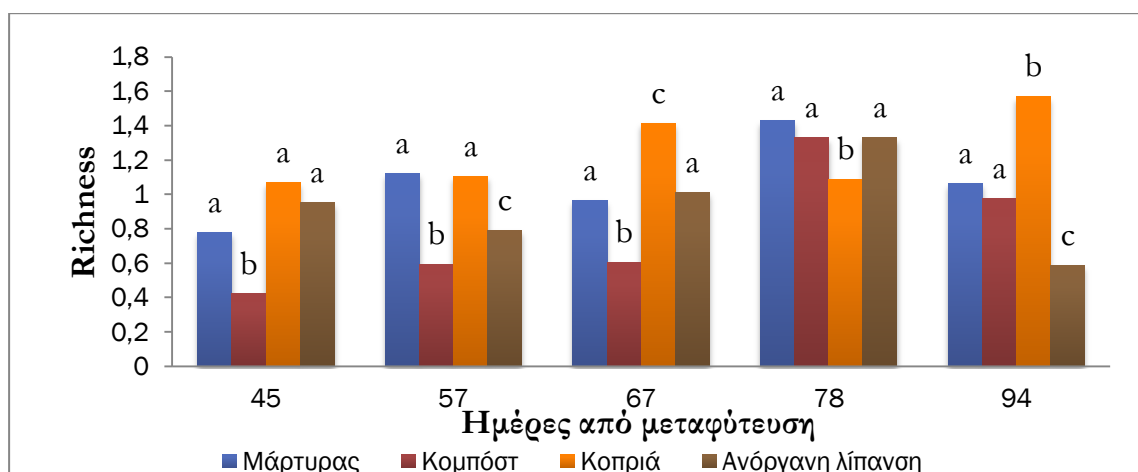
Διάγραμμα 2: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Shannon κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Στα διαγράμματα 1, 2, 3 και 4 παρατηρούμε τη πορεία των δεικτών ποικιλότητας Simpson, Shannon, Pielou και Richness- Margalef, αντίστοιχα. Διαπιστώνουμε ότι ο δείκτης Simpson ήταν υψηλότερος στην επέμβαση με κομπόστ σε όλες τις μετρήσεις (εκτός της τέταρτης μέτρησης). Αυτό σημαίνει ότι στην επέμβαση με κομπόστ είχαμε μεγαλύτερη παρουσία κυρίαρχων ειδών, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Όσον αφορά το δείκτη Shannon ήταν υψηλότερος στην επέμβαση με κοπριά σε όλες τις μετρήσεις (εκτός της τέταρτης μέτρησης) σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Αμέσως μετά μεγαλύτερη τιμή στο δείκτη Shannon

εμφανίζεται στον μάρτυρα. Ανάλογη με τη συμπεριφορά του δείκτη Shannon είναι και η συμπεριφορά των δεικτών Pielou και Richness. Αυτό σημαίνει ότι στην επέμβαση με κοπριά και το μάρτυρα παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών, περισσότερα σπάνια είδη και τα άτομα από κάθε είδος ήταν κατανεμημένα περισσότερο ομοιόμορφα. Η συμπεριφορά αυτή της επέμβασης με κοπριά στους παραπάνω δείκτες μπορεί να οφείλεται στην παρουσία διάφορων σπόρων ζιζανίων που υπήρχαν στην ποσότητα της κοπριάς που προστέθηκε. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%, όπως αυτές υπολογίστηκαν με το πρόγραμμα Diversity.



Διάγραμμα 3: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Pielou κατά τη διάρκεια του πειράματος.

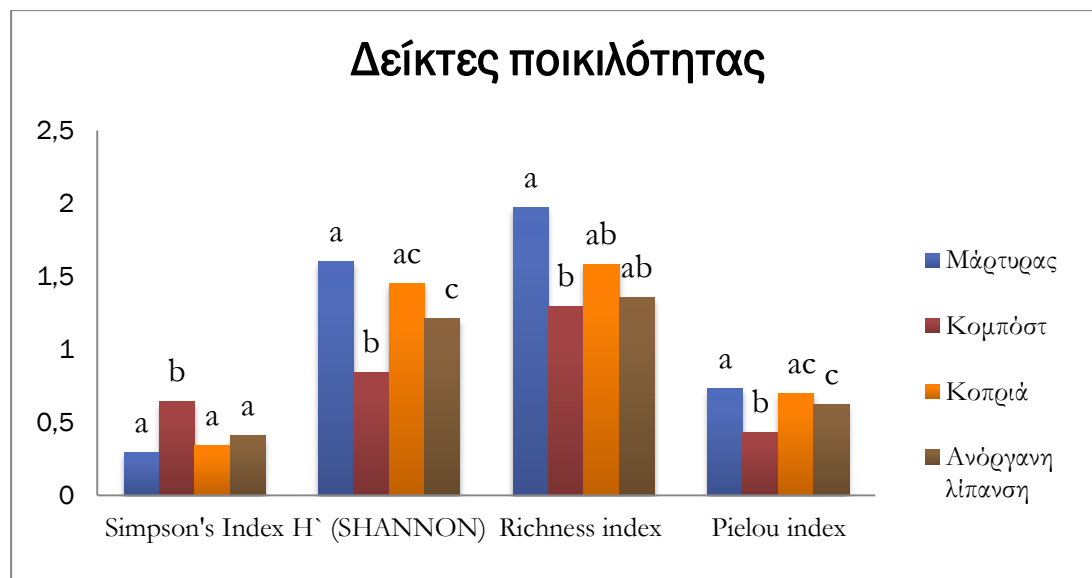


Διάγραμμα 4: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Richness κατά τη διάρκεια του πειράματος.

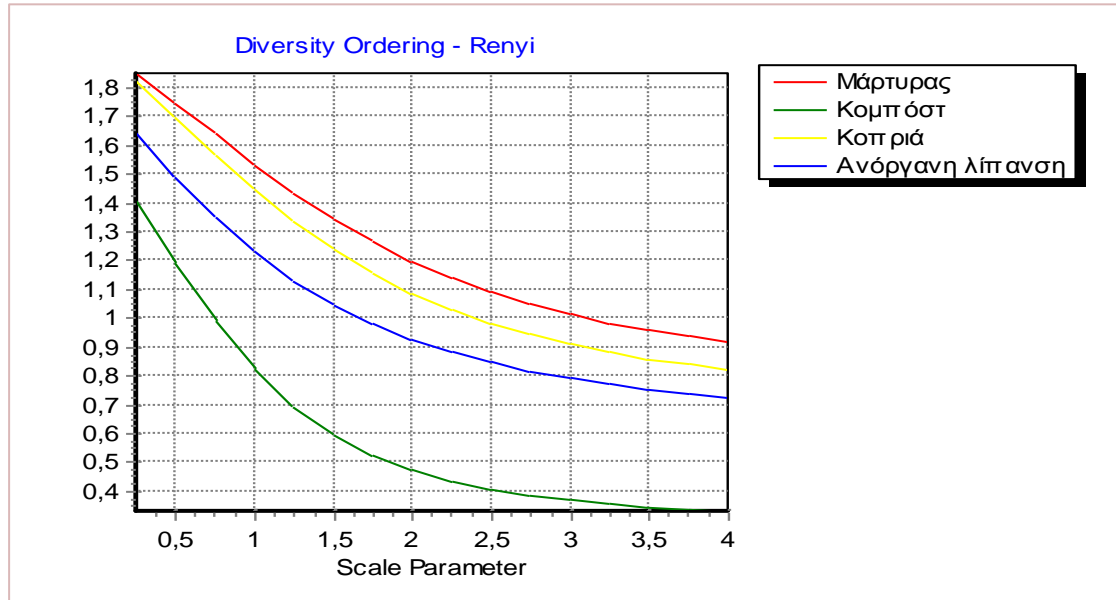
Στον Πίνακα 21 παρατηρούμε τους δείκτες ποικιλότητας για τα διαφορετικά είδη λίπανσης (οργανική- ανόργανη) και για τον μάρτυρα. Το *Amaranthus retroflexus* (βλήτο) κυριαρχεί στην πυκνότητα των ζιζανίων με τη μεγαλύτερη συχνότητα να εμφανίζεται στο κομπόστ και στη συνέχεια σε φθίνουσα σειρά, στην ανόργανη λίπανση, στην κοπριά και τελευταία στο μάρτυρα (η τιμή αυτή είναι υψηλότερη κατά 40%, 44% και 64% αντίστοιχα). Ο αριθμός των ατόμων από κάθε είδος στο κομπόστ είναι κατά 43% υψηλότερος από τον μάρτυρα όπου η τιμή αυτή είναι η μικρότερη μεταξύ των επεμβάσεων. Μεγαλύτερο δείκτη ποικιλότητας Simpson (διάγραμμα 1) παρατηρούμε στο κομπόστ, στη συνέχεια στην ανόργανη λίπανση, στην κοπριά και τέλος στο μάρτυρα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αφού ο δείκτης Simpson είναι περισσότερο ευαίσθητος στα άφθονα είδη, δηλαδή εντοπίζει τα κυρίαρχα είδη. Τα αποτελέσματα είναι ακριβώς αντίθετα για το δείκτη ποικιλότητας Shannon (διάγραμμα 5). Αυτό παρατηρείται, διότι σε αντίθεση με το δείκτη Simpson, ο δείκτης Shannon έχει μεγαλύτερη ευαισθησία στα σπάνια είδη και όπως φαίνεται και από τον πίνακα 21, στο μάρτυρα και στη κοπριά φαίνεται να έχουμε περισσότερα σπάνια (μικρότερο αριθμό εμφάνισης κάποιων ειδών, αλλά περισσότερα είδη στο σύνολο – δείκτης Richness διάγραμμα 5) είδη. Όσον αφορά το δείκτη Pielou, ή αλλιώς δείκτης ομαλότητας, παρατηρούμε (διάγραμμα 1) ότι μεγαλύτερη ομαλότητα εμφανίζεται στο μάρτυρα και στην κοπριά, ενώ το κομπόστ έχει τη μικρότερη τιμή.

Πίνακας 21: Δείκτες ποικιλότητας των ζιζανίων για τις 4 επεμβάσεις

ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ				
Είδος ζιζανίου	Μάρτυρας	Κομπόστ	Κοπριά	Ανόργανη λίπανση
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	9	6	11	8
<i>Amaranthus retroflexus</i>	30	82	46	50
<i>Solanum nigrum</i>	1	2	2	0
<i>Cyperus rotundus</i>	2	4	7	1
<i>Sorghum halepense</i>	6	6	12	18
<i>Calendula arvensis</i>	4	1	3	2
<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	1	0
<i>Tribulus terrestris</i>	3	0	2	2
<i>Chenopodium album</i>	2	2	0	3
<i>Datura stramonium</i>	1	0	0	0
<i>Medicago Spp.</i>	0	0	0	0
# of Individuals (N)	58	103	84	84
# of Species (S)	9	7	8	7
Simpson's Index	0,292	0,639	0,336	0,405
H' (SHANNON)	1,6	0,84	1,45	1,21
Richness	1,97	1,30	1,58	1,35
Pielou index:J	0,73	0,43	0,70	0,62

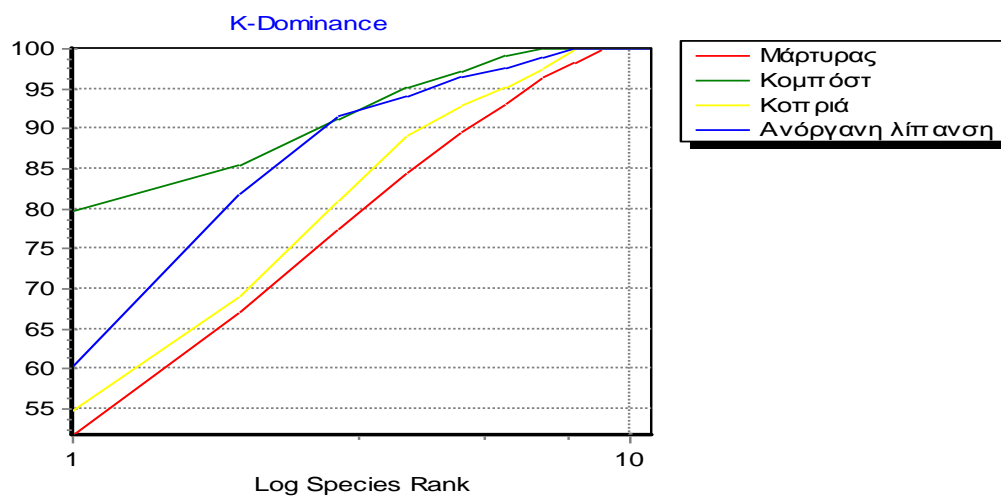
**Διάγραμμα 5:** Σύγκριση μέσω test Student-t (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%)

Σύμφωνα με τη σειρά ποικιλότητας κατά Renui (διάγραμμα 2) η μεγαλύτερη ποικιλότητα ζιζανίων παρατηρείται στο μάρτυρα, όπως ήδη αναφέρθηκε και στην περίπτωση των δεικτών (δείκτης shannon) και μικρότερη το κομπόστ.



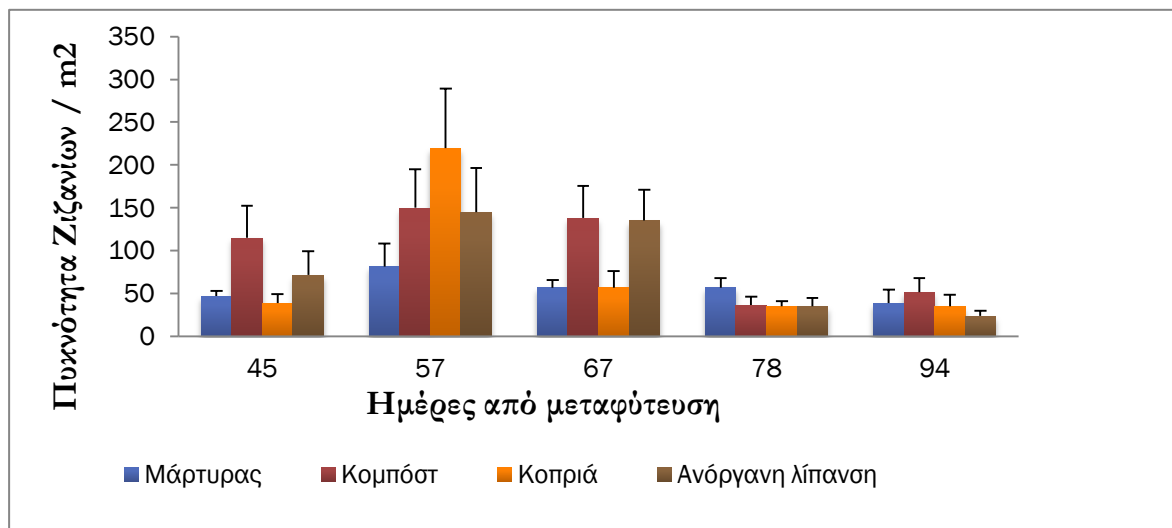
Διάγραμμα 6: Σειρά ποικιλότητας κατά Renui

Σύμφωνα με το διάγραμμα κ-κυριαρχίας (διάγραμμα 2) το κομπόστ εμφανίζει τη μεγαλύτερη κυριαρχία σε είδη, ενώ ο μάρτυρας τη μικρότερη όπως αναφέρθηκε παραπάνω και στην περίπτωση των δεικτών (δείκτης simpson).



Διάγραμμα 7: Διάγραμμα κ-κυριαρχίας

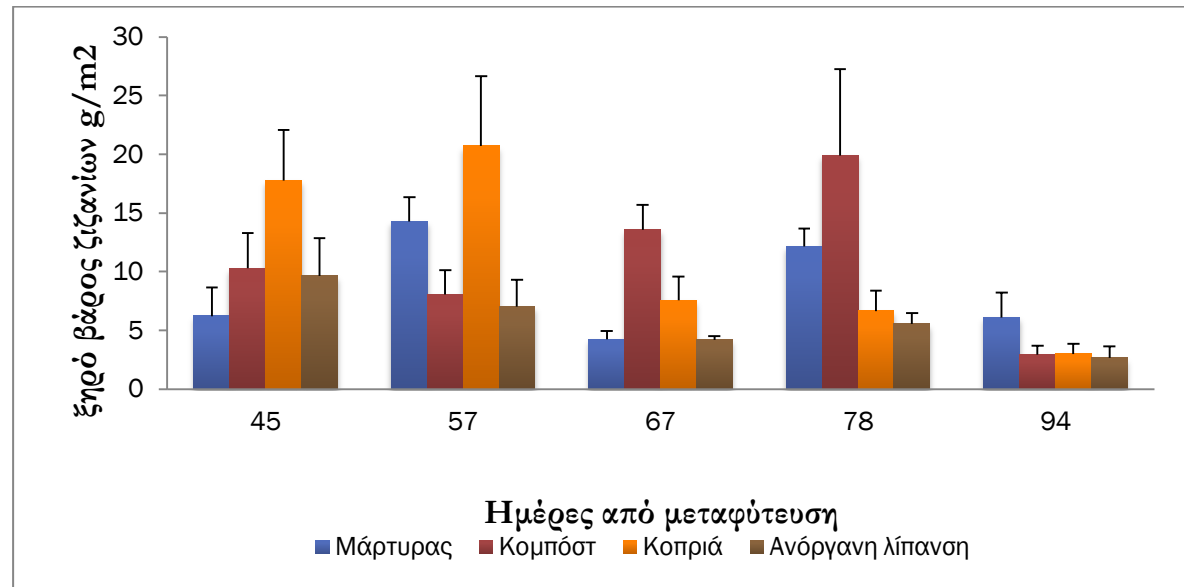
Στο διάγραμμα 8 παρατηρούμε την πορεία της συνολικής ζιζανιοχλωρίδας για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη πυκνότητα εμφανίζεται για τις τρεις πρώτες μετρήσεις στην επέμβαση με το κομπόστ, ενώ στην περίπτωση της άλλης οργανικής λίπανσης με κοπριά η πυκνότητα κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με εξαίρεση τη δεύτερη μέτρηση, όπου παρατηρούμε μια αύξηση της πυκνότητας των ζιζανίων, υψηλότερη σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Επιπλέον και στην περίπτωση της ανόργανης λίπανσης στις τρεις πρώτες μετρήσεις η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων είναι αυξημένη, ενώ του μάρτυρα παραμένει σχεδόν σταθερή κατά τις διάφορες μετρήσεις. Ωστόσο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω σε κάθε μέτρηση ξεχωριστά δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων.



Διάγραμμα 8: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας επί του συνόλου κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Στο διάγραμμα 9 παρατηρούμε την πορεία του ξηρού βάρους της συνολικής ζιζανιοχλωρίδας για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερο ξηρό βάρος των ζιζανίων εμφανίζεται στην οργανική λίπανση (κομπόστ και κοπριά) σε όλες σχεδόν τις μετρήσεις. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στη τέταρτη μέτρηση το βάρος των ζιζανίων στο σύνολο τους για το κομπόστ είναι αρκετά αυξημένο, ενώ η πυκνότητα του σε αυτή τη μέτρηση είναι η μικρότερη

(διάγραμμα 8). Αυτό πιθανόν οφείλεται στη μικρότερη πυκνότητα η οποία λειτούργησε θετικά ως προς την αύξηση του ξηρού βάρους, καθώς υπήρχαν λιγότερα ζιζάνια και συνεπώς υπήρχε μικρότερος ανταγωνισμός μεταξύ τους. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων, εκτός της τρίτης μέτρησης (πίνακας 22).

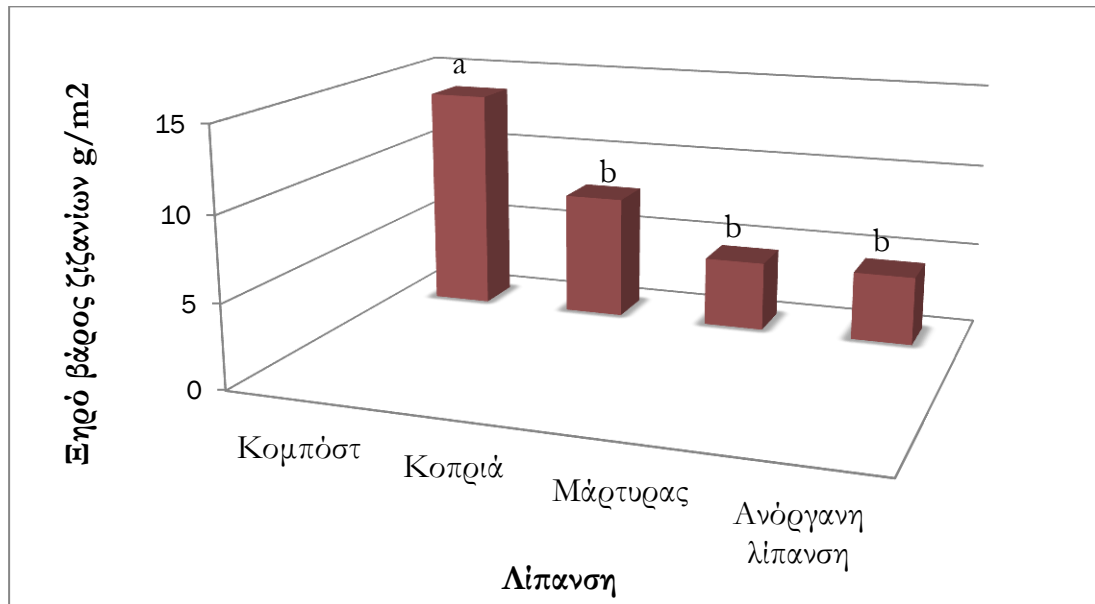


Διάγραμμα 9: Η πορεία του ξηρού βάρους της ζιζανιοχλωρίδας επί του συνόλου κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Πίνακας 22: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WDB: ξηρό βάρος ζιζανίων)

Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	d f	MS Error	F	p
WDB1 gr/m ²	212,399	3	70,7997	261,7	8	32,715	2,1641	0,1702
WDB2 gr/m ³	360,618	3	120,206	297,4	8	37,173	3,2337	0,0819
WDB3 gr/m ⁴	175,261	3	58,4202	55,13	8	6,8909	8,4778	0,0073*
WDB4 gr/m ⁵	387,673	3	129,224	362,9	8	45,36	2,8489	0,1051
WDB5 gr/m ⁶	23,8261	3	7,94202	41,12	8	5,1402	1,5451	0,2764

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τον πίνακα 22 στην 3η μέτρηση προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές στη μέτρηση του ξηρού βάρους της συνολικής ζιζανιοχλωρίδας. Οι επεμβάσεις με κοπριά, ανόργανη λίπανση και ο μάρτυρας δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, ενώ η επέμβαση με κομπόστ διαφέρει με τις άλλες σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 10: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%)

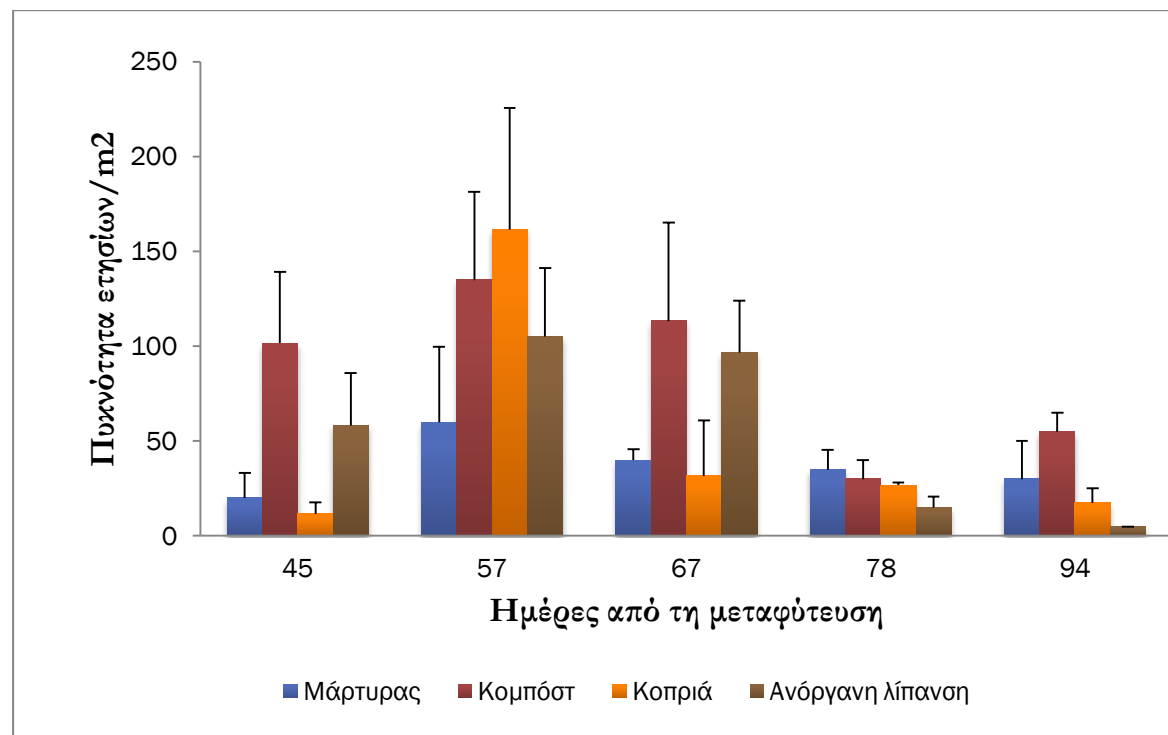
Τα ζιζάνια διαχωρίστηκαν ως προς το βιολογικό τους κύκλο σε ετήσια και πολυετή (Πίνακας 10) και εξετάστηκαν ως προς την πυκνότητα και το ξηρό βάρος.

Στο διάγραμμα 11 παρατηρούμε την πορεία των ετήσιων για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη πυκνότητα εμφανίζεται για τις τρεις πρώτες μετρήσεις στην επέμβαση με το κομπόστ, ενώ στην περίπτωση της άλλης οργανικής λίπανσης με κοπριά η πυκνότητα κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με εξαίρεση την τρίτη μέτρηση, όπου παρατηρούμε μια αύξηση της πυκνότητας των ζιζανίων, υψηλότερη σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Επιπλέον και στην περίπτωση της ανόργανης λίπανσης στις τρεις πρώτες μετρήσεις η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων είναι αυξημένη, ενώ του μάρτυρα παραμένει σχεδόν σταθερή κατά τις διάφορες μετρήσεις. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην

πυκνότητα των ετήσιων ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων (Πίνακας 23).

Πίνακας 23: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ετήσιων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WD1	15272,92	3	5090,97	14250	8	1781,25	2,8581	0,1044
WD2	17106,25	3	5702,08	54966,67	8	6870,83	0,8299	0,5138
WD3	14872,92	3	4957,64	26050	8	3256,25	1,5225	0,2816
WD4	637,8788	3	212,626	1066,667	8	152,381	1,3954	0,3216
WD5	2734,375	3	911,458	1112,5	8	278,125	3,2772	0,1408

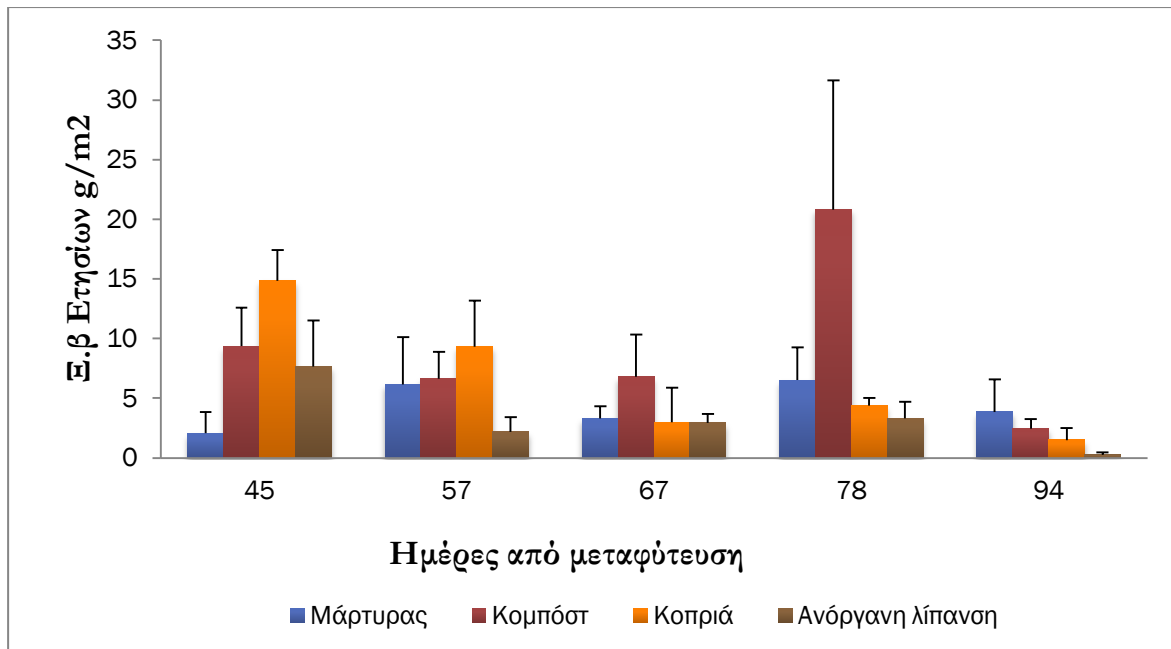


Διάγραμμα 11: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των ετήσιων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Στο διάγραμμα 12 παρατηρούμε την πορεία του ξηρού βάρους των ετήσιων ζιζανίων για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερο ξηρό βάρος των ζιζανίων εμφανίζεται στην οργανική λίπανση (κομπόστ και κοπριά) σε όλες σχεδόν τις μετρήσεις. Η πυκνότητα στην επέμβαση με ανόργανη λίπανση και κοπριά παραμένει σε χαμηλά επίπεδα σε όλες τις μετρήσεις. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στη τέταρτη μέτρηση το βάρος των ετήσιων ζιζανίων είναι αρκετά αυξημένο, ενώ η πυκνότητα του σε αυτή τη μέτρηση είναι η μικρότερη (διάγραμμα 11). Αυτό πιθανόν οφείλεται στη μικρότερη πυκνότητα η οποία λειτούργησε θετικά ως προς την αύξηση του ξηρού βάρους, καθώς υπήρχαν λιγότερα ζιζάνια και συνεπώς υπήρχε μικρότερος ανταγωνισμός μεταξύ τους. Επομένως παρατηρώντας και την πυκνότητα και το ξηρό βάρος της συνολικής ζιζανιοχλωρίδας (διαγράμματα 8 και 9), όπου η εικόνα είναι ίδια μπορούμε να υποθέσουμε ότι το υψηλό ξηρό βάρος στην περίπτωση του κομπόστ για την τέταρτη μέτρηση οφείλεται στην παρουσία και ανάπτυξη των ετήσιων ζιζανίων. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων (Πίνακας 24).

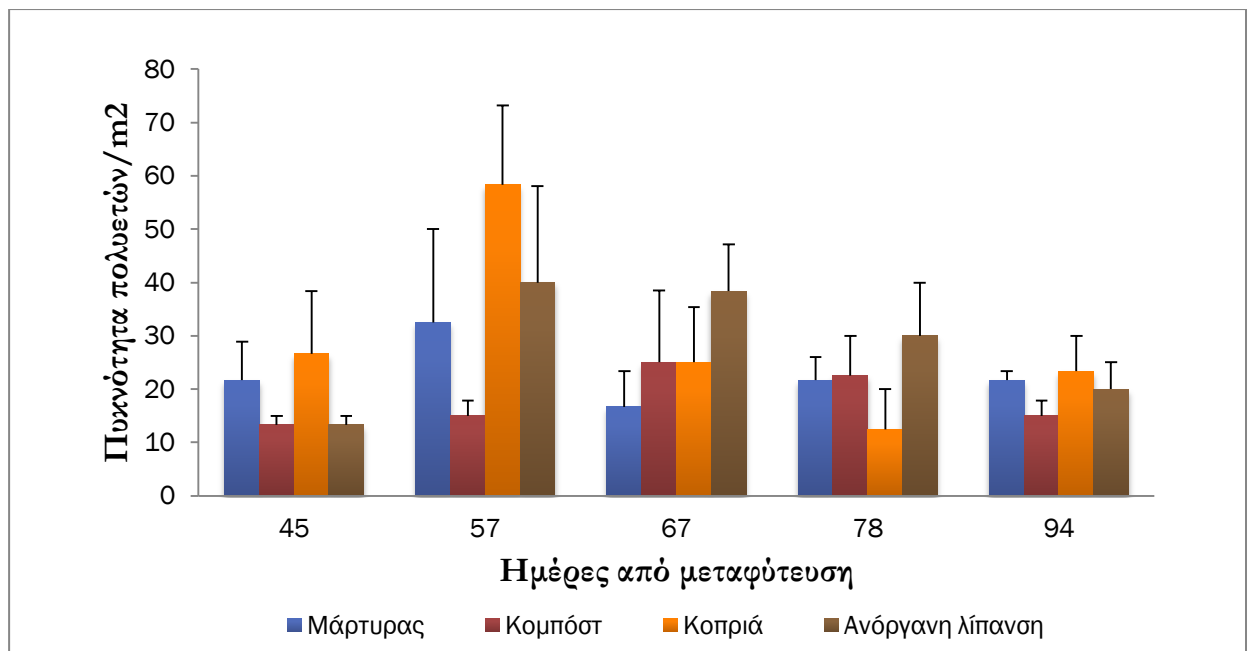
Πίνακας 24: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των ετήσιων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WDB: ξηρό βάρος ζιζανίων)

Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WDB1 gr/m ²	167,545	3	55,8483	172,421	8	28,7369	1,9434	0,224
WDB2 gr/m ³	77,306	3	25,7687	343,179	8	42,8974	0,6007	0,6325
WDB3 gr/m ⁴	31,6067	3	10,5356	137,098	8	17,1373	0,6148	0,6244
WDB4 gr/m ⁵	439,554	3	146,518	442,644	8	63,235	2,317	0,1623
WDB5 gr/m ⁶	13,909	3	4,63635	18,4891	8	4,62226	1,003	0,4779



Διάγραμμα 12: Η πορεία του ξηρού βάρους των ετήσιων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Στο διάγραμμα 13 παρατηρούμε την πορεία των πολυετών για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη πυκνότητα πολυετών ζιζανίων παρατηρείται ειδικά στις δύο πρώτες μετρήσεις στην κοπριά με εξαίρεση την τρίτη και τέταρτη μέτρηση όπου μειώνεται η πυκνότητα τους και αυξάνεται ελαφρά στην τελευταία μέτρηση. Επιπλέον και στην περίπτωση της ανόργανης λίπανσης η πυκνότητα κυμαίνεται σε αυξημένα επίπεδα, ενώ του μάρτυρα παραμένει και του κομπόστ παραμένει σχεδόν σταθερή κατά τις διάφορες μετρήσεις. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην πυκνότητα των πολυετών ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων (πίνακας 25).



Διάγραμμα 13: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των πολυετών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Πίνακας 25: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των πολυετών ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WD1	389,5833	3	129,861	1166,667	8	145,833	0,8905	0,4865
WD2	2884,47	3	961,49	4329,167	8	618,452	1,5547	0,2834
WD3	722,9167	3	240,972	3233,333	8	404,167	0,5962	0,635
WD4	308,3333	3	102,778	541,6667	8	108,333	0,9487	0,4839
WD5	116,6667	3	38,8889	483,3333	8	60,4167	0,6437	0,6083

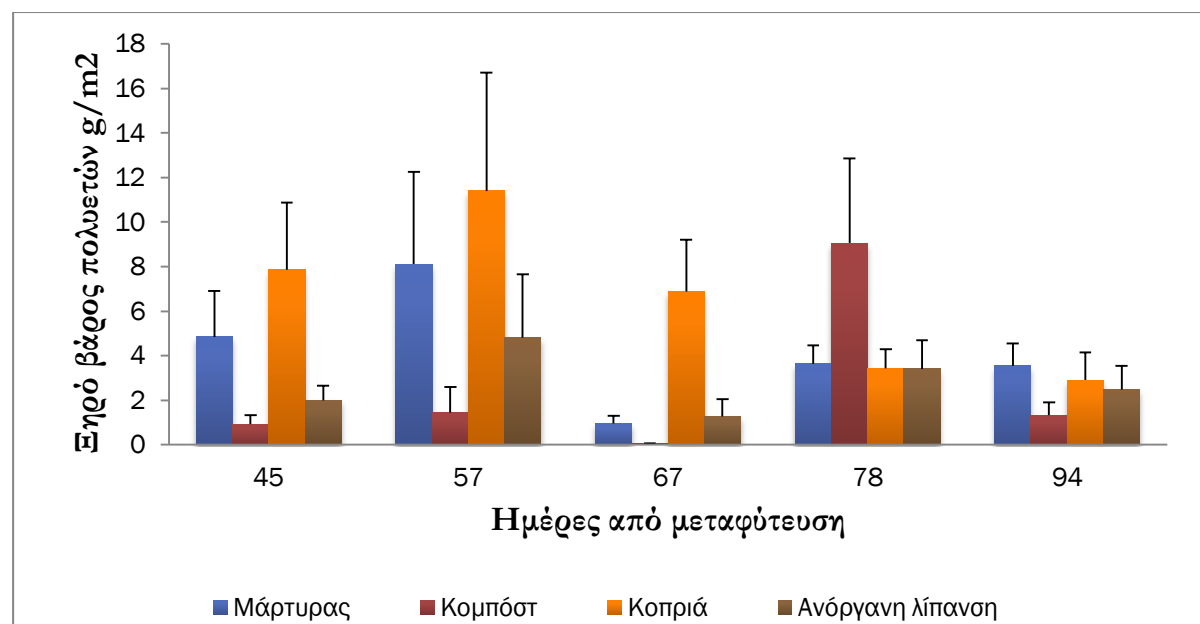
Στο διάγραμμα 14 παρατηρούμε την πορεία του ξηρού βάρους των πολυετών ζιζανίων για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερο ξηρό βάρος των ζιζανίων εμφανίζεται στην οργανική λίπανση με κοπριά στις τρεις πρώτες μετρήσεις, ενώ στις άλλες επεμβάσεις με κομπόστ και ανόργανη λίπανση, καθώς και στο μάρτυρα το ξηρό βάρος είναι μικρότερο και στις πέντε μετρήσεις σε σχέση με την επέμβαση με κοπριά. Εξαιρέση αποτελεί η τέταρτη μέτρηση, στην οποία παρατηρούμε μεγαλύτερη ξηρό βάρος των πολυετών ζιζανίων

Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας

στην επέμβαση με κομπόστ. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων για το ξηρό βάρος των πολυετών ζιζανίων, ειτός της τρίτης μέτρησης (πίνακας 26).

Πίνακας 26: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των πολυετών ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WDB: ξηρό βάρος ζιζανίων)

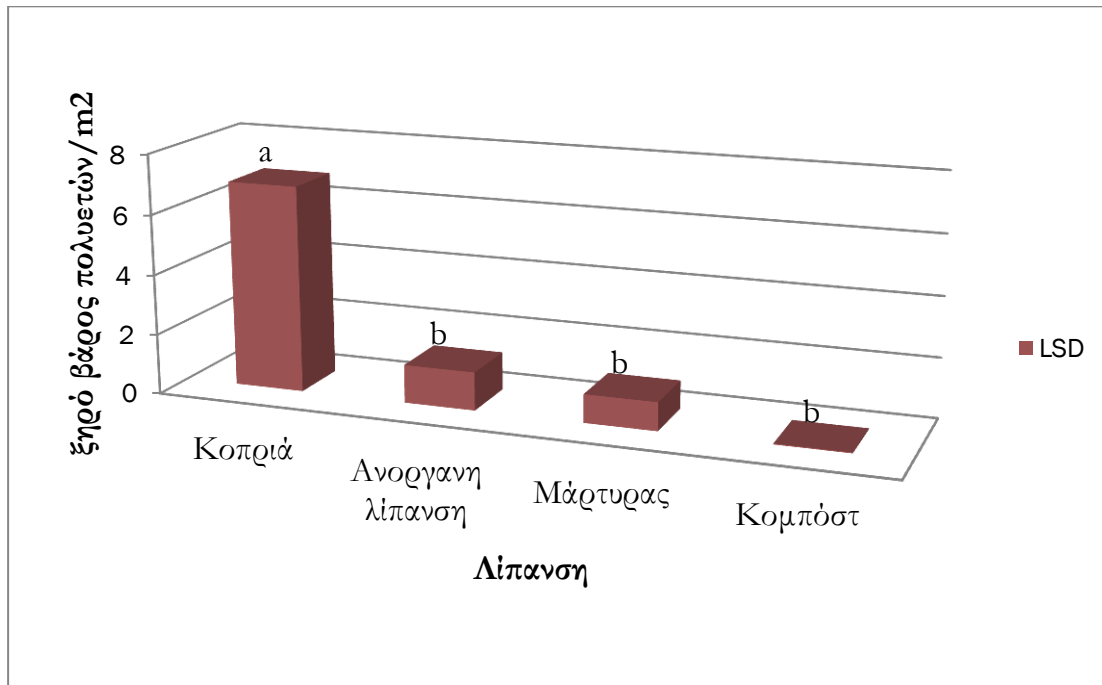
Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WDB1 gr/m ²	87,44083	3	29,1469	109,0433	8	13,6304	2,1384	0,1735
WDB2 gr/m ³	164,9912	3	54,9971	575,0743	8	71,8843	0,7651	0,5448
WDB3 gr/m ⁴	60,29899	3	20,0997	26,51907	8	4,4198	4,5476	0,0547*
WDB4 gr/m ⁵	47,93139	3	15,9771	38,135	8	7,627	2,0948	0,2196
WDB5 gr/m ⁶	7,716818	3	2,57227	18,045	8	2,57786	0,9978	0,4479



Διάγραμμα 14: Η πορεία του ξηρού βάρους των πολυετών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τον πίνακα 26 στην 3η μέτρηση προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές στη μέτρηση του ξηρού βάρους των πολυετών ζιζανίων. Οι επεμβάσεις με κομπόστ, ανόργανη λίπανση και ο μάρτυρας δε

διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, ενώ η επέμβαση με κοπριά διαφέρει με τις άλλες σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

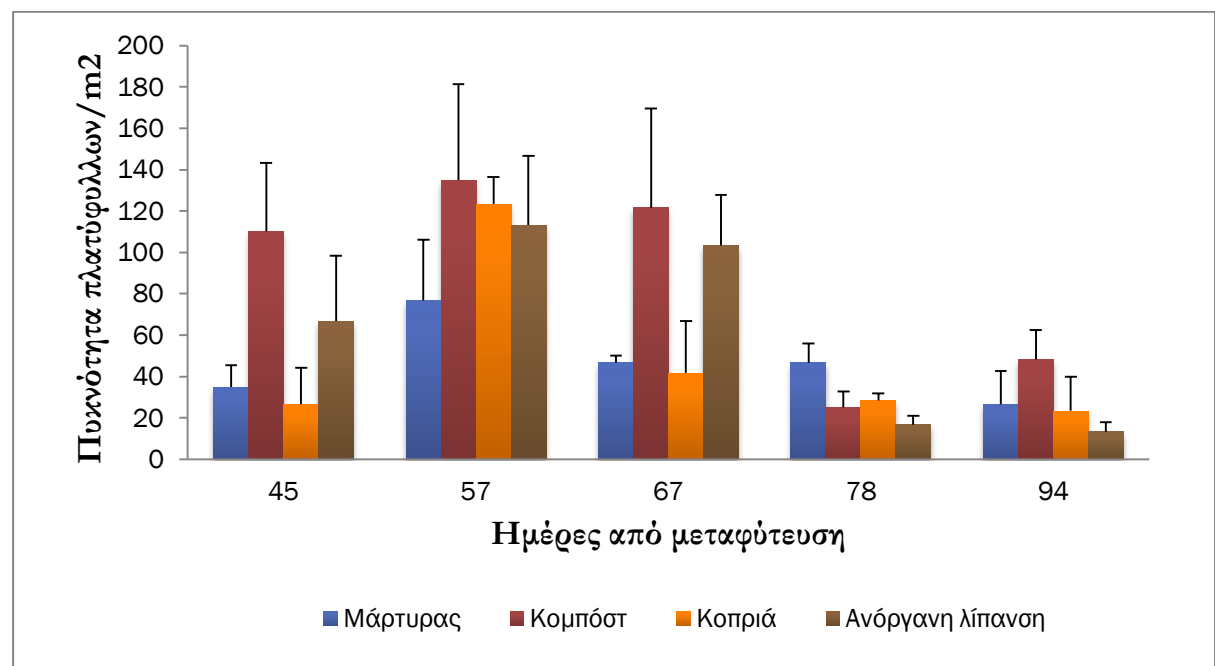


Διάγραμμα 15: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%)

Τα ζιζάνια διαχωρίστηκαν ως προς τη μορφολογία των φύλλων τους σε πλατύφυλλα και αγρωστώδη (πίνακας 10) και εξετάστηκαν ως προς την πυκνότητα και το ξηρό βάρος.

Στο διάγραμμα 16 παρατηρούμε την πορεία των πλατύφυλλων για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη πυκνότητα εμφανίζεται για τις τρεις πρώτες μετρήσεις στην επέμβαση με το κομπόστ, ενώ στην περίπτωση της άλλης οργανικής λίπανσης με κοπριά η πυκνότητα κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με εξαίρεση τη δεύτερη μέτρηση. Επιπλέον και στην περίπτωση της ανόργανης λίπανσης η πυκνότητα κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα στις τρεις πρώτες μετρήσεις, και στη συνέχεια μειώνεται, ενώ του μάρτυρα παραμένει σχεδόν σταθερή κατά τις διάφορες μετρήσεις. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές

διαφορές στην πυκνότητα των πλατύφυλλων ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων (πίνακας 27).



Διάγραμμα 16: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των πλατύφυλλων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Πίνακας 27: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των πλατύφυλλων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

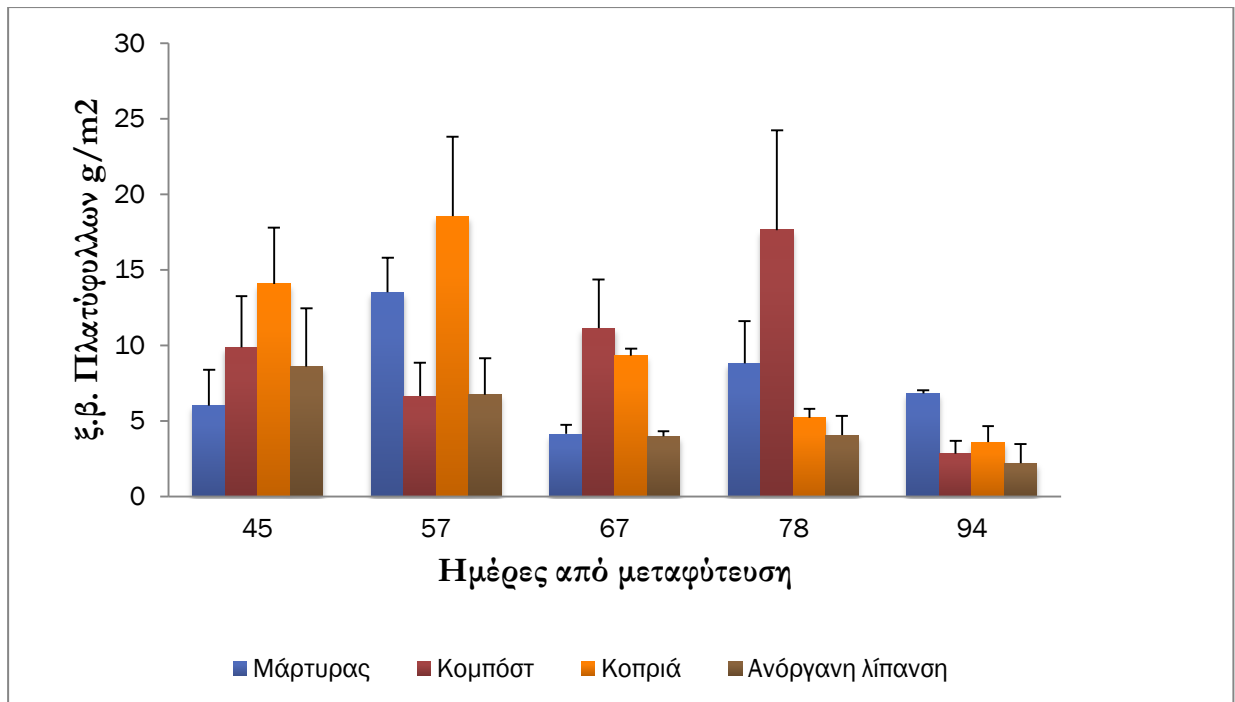
Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WD1	12839,58	3	4279,86	15233,33	8	1904,17	2,2476	0,16
WD2	5722,917	3	1907,64	25800	8	3225	0,5915	0,6378
WD3	14550	3	4850	21316,67	8	2664,58	1,8202	0,2215
WD4	1441,667	3	480,556	1050	8	131,25	3,6614	0,0631
WD5	1956,25	3	652,083	4466,667	8	558,333	1,1679	0,3805

Στο διάγραμμα 17 παρατηρούμε την πορεία του ξηρού βάρους της ζιζανιοχλωρίδας των πλατύφυλλων ζιζανίων για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερο ξηρό βάρος των ζιζανίων εμφανίζεται στην οργανική λίπανση (κομπόστ και κοπριά) σε όλες σχεδόν τις μετρήσεις με

εξαιρέση την τελευταία μέτρηση. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στη τέταρτη μέτρηση το βάρος των πλατύφυλλων ζιζανίων για το κομπόστ είναι αρκετά αυξημένο, ενώ η πυκνότητα του σε αυτή τη μέτρηση είναι η μικρότερη (διάγραμμα 12). Αυτό πιθανόν οφείλεται στη μικρότερη πυκνότητα η οποία λειτούργησε θετικά ως προς την αύξηση του ξηρού βάρους, καθώς υπήρχαν λιγότερα ζιζάνια και συνεπώς υπήρχε μικρότερος ανταγωνισμός μεταξύ τους. Επομένως παρατηρώντας και την πυκνότητα και το ξηρό βάρος της συνολικής ζιζανιοχλωρίδας (διαγράμματα 8 και 9), αλλά και τα διαγράμματα 11 και 12 (πυκνότητα και ξηρό βάρος ετήσιων ζιζανίων) η εικόνα είναι ίδια μπορούμε να υποθέσουμε ότι το υψηλό ξηρό βάρος στην περίπτωση του κομπόστ στη τέταρτη μέτρηση οφείλεται στην παρουσία και ανάπτυξη των πλατύφυλλων ζιζανίων που στην πλειοψηφία τους (πίνακας 7) έχουν ετήσιο βιολογικό κύκλο. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος των πλατύφυλλων ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων, εκτός της τρίτης μέτρησης (Πίνακας 28).

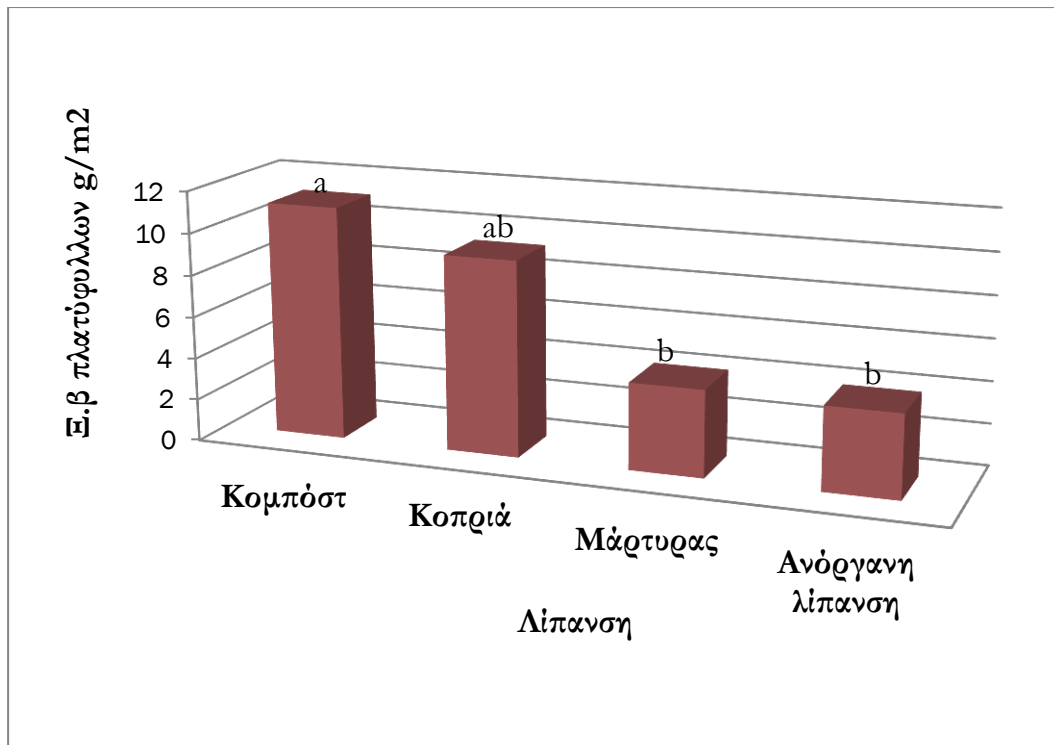
Πίνακας 28: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των πλατύφυλλων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WDB: ξηρό βάρος ζιζανίων)

Variable	SS Effect	d f	MS Effect	SS Error	d f	MS Error	F	p
WDB1 gr/m ²	298,3042	3	99,4347	219,9063	8	31,4152	3,1652	0,0947
WDB2 gr/m ³	299,6075	3	99,8692	331,5617	8	41,4452	2,4097	0,1423
WDB3 gr/m⁴	114,7027	3	38,2342	64,63958	8	9,2342	4,1405	0,0555*
WDB4 gr/m ⁵	340,3361	3	113,445	501,706	8	62,713	1,809	0,2235
WDB5 gr/m ⁶	28,33311	3	9,44437	15,94598	8	2,65766	3,5536	0,0872



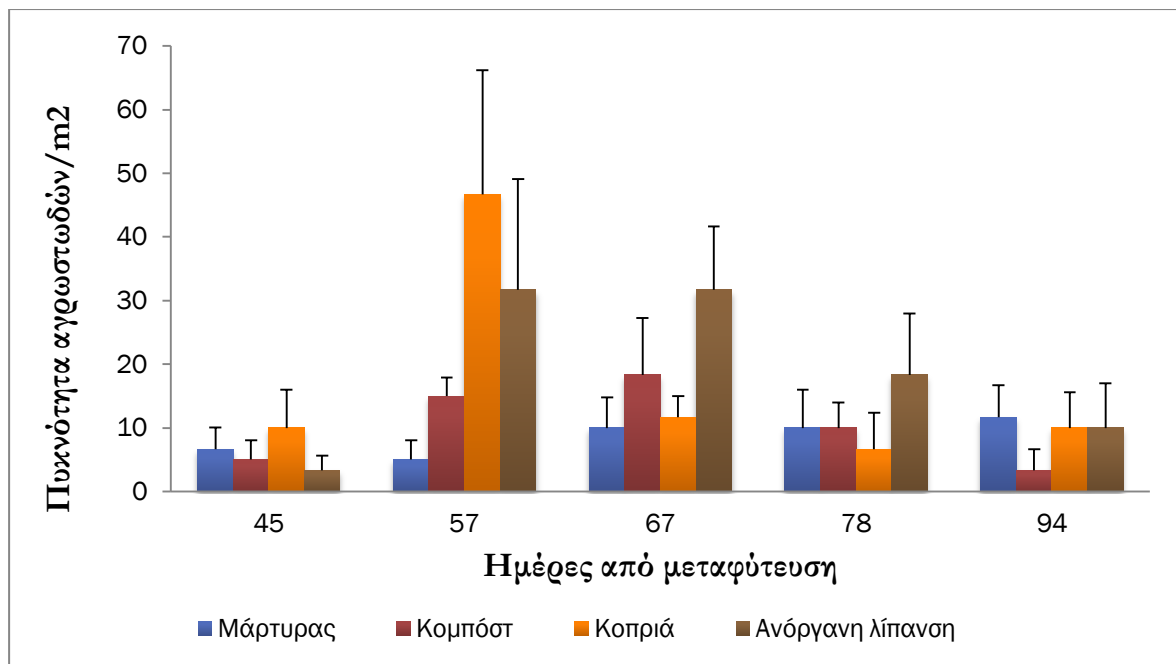
Διάγραμμα 17: Η πορεία του ξηρού βάρους των πλατύφυλλων ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τον πίνακα 28 στη 3η μέτρηση προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές στη μέτρηση του ξηρού βάρους της ζιζανιοχλωρίδας των πλατύφυλλων ζιζανίων. Οι επεμβάσεις με κοπριά και ανόργανη λίπανση και ο μάρτυρας δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, ενώ η επέμβαση με κομπόστ διαφέρει με την επέμβαση με ανόργανη λίπανση και τον μάρτυρα, όχι όμως και με την επέμβαση με κοπριά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 18: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%)

Στο διάγραμμα 19 παρατηρούμε την πορεία των αγρωστωδών ζιζανίων για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη πυκνότητα αγρωστωδών ζιζανίων παρατηρείται στην επέμβαση με ανόργανη λίπανση, όπου η πυκνότητα από τη δεύτερη μέτρηση είναι ιδιαίτερα υψηλή και μειώνεται στις επόμενες μετρήσεις σταδιακά. Σχετικά με τις άλλες επεμβάσεις η πυκνότητα κυμαίνεται στα ίδια περίπου επίπεδα σε όλες τις μετρήσεις με εξαίρεση τη δεύτερη μέτρηση για την κοπριά. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην πυκνότητα των αγρωστωδών ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων (πίνακας 29).



Διάγραμμα 19: Η πορεία της πυκνότητας της ζιζανιοχλωρίδας των αγρωστωδών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Πίνακας 29: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των στενόφυλλων ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

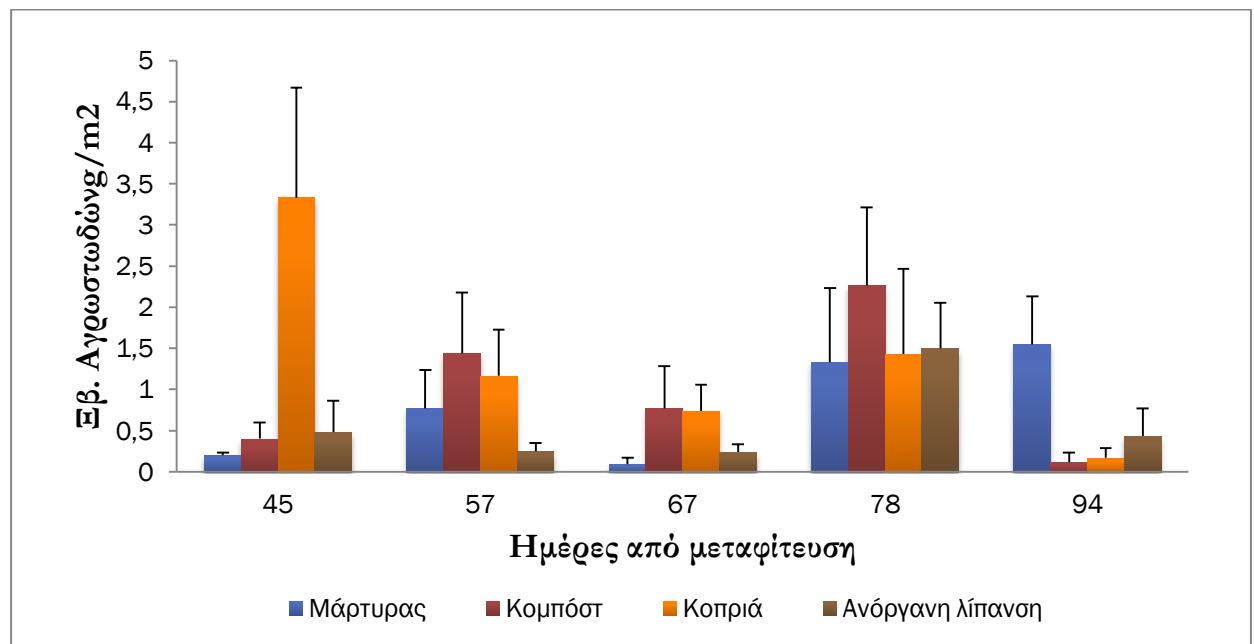
Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WD1	72,9167	3	24,306	933,333	8	116,667	0,2083	0,8878
WD2	3039,58	3	1013,19	6533,33	8	816,67	1,2406	0,3572
WD3	872,917	3	290,972	1850	8	231,25	1,2583	0,3519
WD4	222,917	3	74,306	1833,33	8	229,167	0,3242	0,808
WD5	122,917	3	40,972	1233,33	8	154,167	0,2658	0,8483

Στο διάγραμμα 20 παρατηρούμε την πορεία του ξηρού βάρους της ζιζανιοχλωρίδας των αγρωστωδών ζιζανίων για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Το ξηρό βάρος των αγρωστωδών ζιζανίων βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και για τις πέντε μετρήσεις και των τεσσάρων επεμβάσεων, με εξαίρεση τη δεύτερη μέτρηση για την κοπριά και την τέταρτη μέτρηση όπου παρατηρείται μια αύξηση στο βάρος των αγρωστωδών ζιζανίων και στις 4 επεμβάσεις. Ωστόσο δεν υπάρχουν

στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος των αγρωστωδών ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων (Πίνακας 30).

Πίνακας 30: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος των αγρωστωδών ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WDB: ξηρό βάρος ζιζανίων)

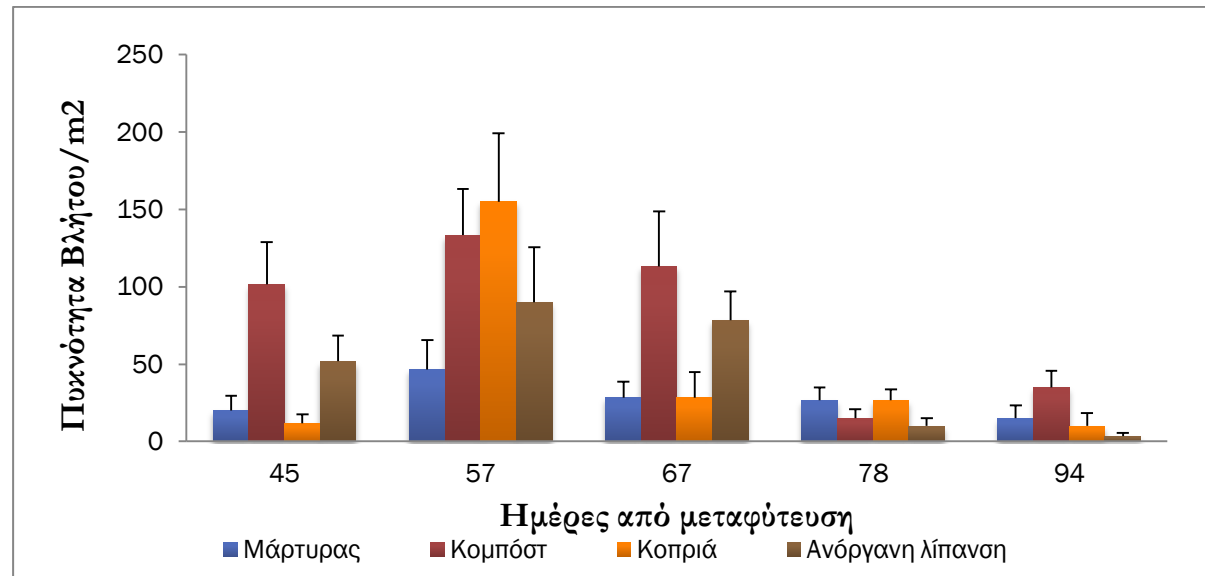
Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WDB1 gr/m ²	20,004	3	6,66799	69,1333	8	8,64167	0,7716	0,5416
WDB2 gr/m ³	2,40856	3	0,80285	16,0629	8	2,00787	0,3999	0,757
WDB3 gr/m ⁴	1,06442	3	0,35481	4,82953	8	0,60369	0,5877	0,6399
WDB4 gr/m ⁵	1,64667	3	0,54889	40,965	8	5,12063	0,1072	0,9535
WDB5 gr/m ⁶	4,04167	3	1,34722	4,93	8	0,61625	2,1862	0,1675



Διάγραμμα 20: Η πορεία του ξηρού βάρους των αγρωστωδών ζιζανίων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το κυρίαρχο είδος σε όλες τις επεμβάσεις ήταν το ετήσιο *Amaranthus retroflexus* (βλήτο), του οποίου η συμπεριφορά εξετάστηκε ξεχωριστά ως προς τη πυκνότητα και το ξηρό βάρος.

Στο διάγραμμα 21 παρατηρούμε την πορεία του ζιζανίου *Amaranthus retroflexus* για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη πυκνότητα εμφανίζεται στη δεύτερη μέτρηση για τις τρεις επεμβάσεις και τον μάρτυρα, ενώ στις επόμενες μετρήσεις παρατηρείται μείωση. Στον πίνακα 31 παρατηρούμε πως προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην πυκνότητα του *Amaranthus retroflexus* στην πρώτη και τρίτη μέτρηση.

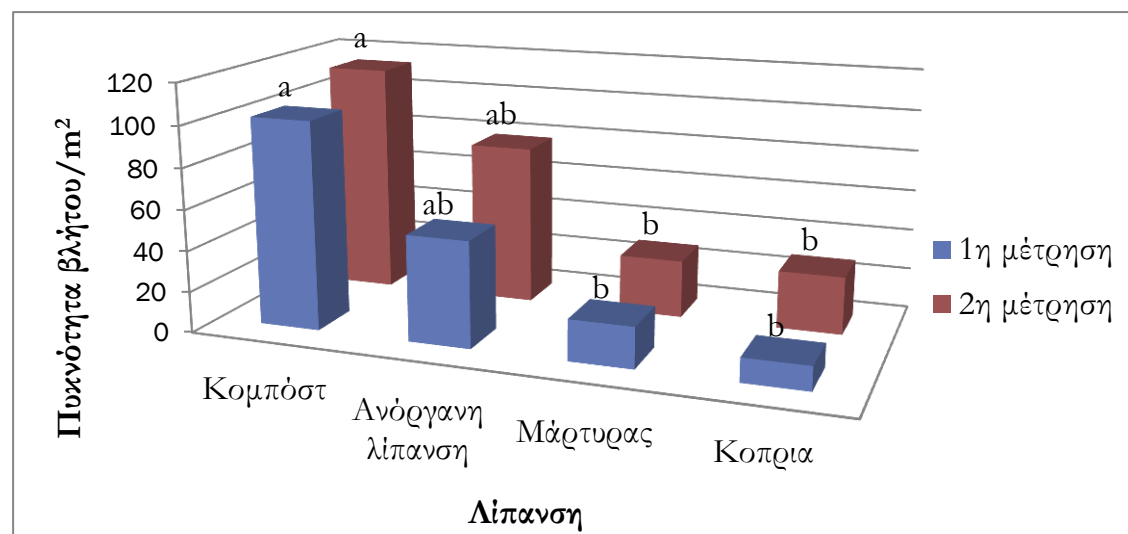


Διάγραμμα 21: Η πορεία της πυκνότητας του *Amaranthus retroflexus* κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)

Πίνακας 31: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα του ζιζανίου *Amaranthus retroflexus* για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WD1	29912,5	3	9970,83	400500	20	2002,5	4,9792	0,0097*
WD2	41545,8	3	13848,6	134217	20	6710,8	2,0636	0,1373
WD3	31012,5	3	10337,5	61783,3	20	3089,2	3,3464	0,0397*
WD4	1279,17	3	426,389	5616,67	20	280,833	1,5183	0,2404
WD5	33500	3	1116,67	10233,3	20	511,67	2,1824	0,1218

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τον πίνακα 31 στη 1η και 3η μέτρηση προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές στη μέτρηση της πυκνότητας του του ζιζανίου *Amaranthus retroflexus*. Οι επεμβάσεις με κοπριά και ανόργανη λίπανση και ο μάρτυρας δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, ενώ η επέμβαση με κομπόστ διαφέρει με την επέμβαση με κοπριά και τον μάρτυρα, όχι όμως και με την επέμβαση με ανόργανη λίπανση και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

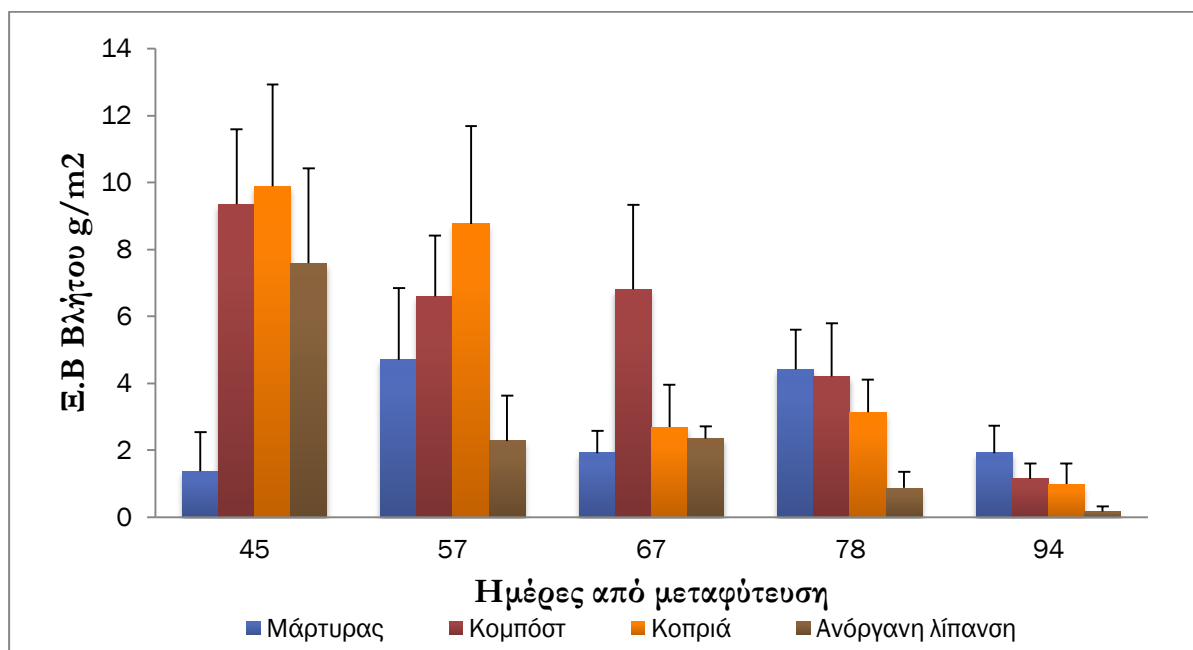


Διάγραμμα 22: Σύγκριση μέσων κατά test Student-t (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%)

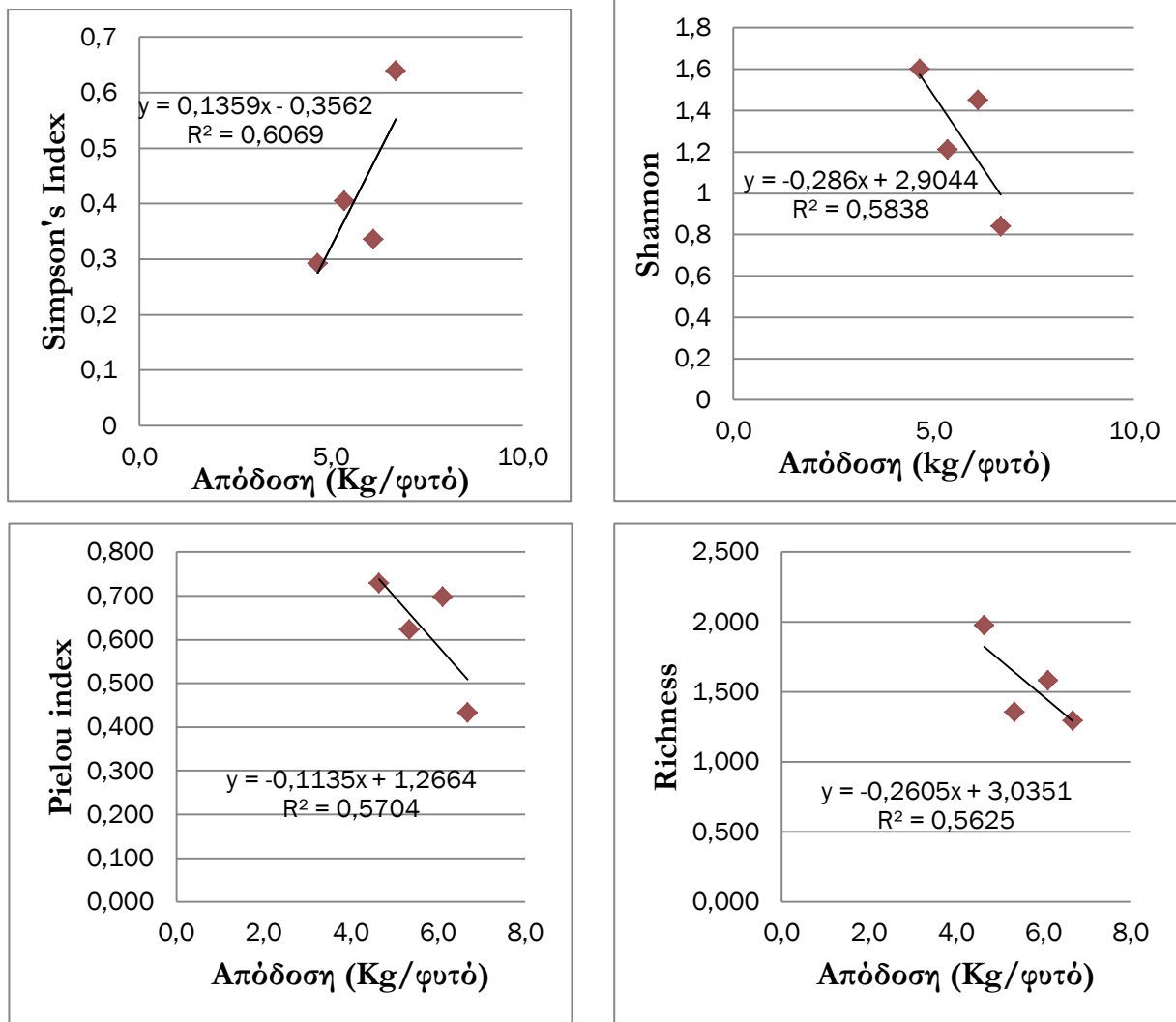
Στο διάγραμμα 23 παρατηρούμε την πορεία του ξηρού βάρους του ζιζανίου *Amaranthus retroflexus* για τις 5 μετρήσεις στη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ξηρό βάρος εμφανίζεται στις επεμβάσεις με κομπόστ και κοπριά παρουσιάζοντας μείωση από την πρώτη μέτρηση ως την τελευταία. Αυξημένες τιμές έχουμε και για την ανόργανη λίπανση στην πρώτη μέτρηση, ενώ μειώνεται αισθητά στις άλλες μετρήσεις τους, ενώ ο μάρτυρας εμφανίζει σχεδόν ίδια τιμή και στις πέντε μετρήσεις. Ωστόσο δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος του ζιζανίου *Amaranthus retroflexus* μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων (Πίνακας 32).

Πίνακας 32: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του ζιζανίου *Amaranthus retroflexus* για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WDB: ξηρό βάρος ζιζανίων)

Variable	SS Effect	df	MS Effect	SS Error	df	MS Error	F	p
WDB1 gr/m ²	275,415	3	91,8049	1060,47	20	53,0233	1,7314	0,1928
WDB2 gr/m ³	125,747	3	41,9158	672,081	20	35,3727	1,185	0,3419
WDB3 gr/m ⁴	92,2246	3	30,7415	335,092	20	16,7546	1,8348	0,1733
WDB4 gr/m ⁵	47,5246	3	15,8415	231,935	20	11,5968	1,366	0,2818
WDB5 gr/m ⁶	9,31013	3	3,1034	69,948	20	3,4974	0,8873	0,4646



Διάγραμμα 23: Η πορεία του ξηρού βάρους του *Amaranthus retroflexus* κατά τη διεξαγωγή του πειράματος (οι κάθετες μπάρες σε κάθε ράβδο αντιπροσωπεύουν το τυπικό σφάλμα)



Διάγραμμα 24: Σχέση ανάμεσα στην απόδοση της τομάτας και το δείκτη ποικιλότητας Simpson, Shannon, Richness και Pielou.

Μετρήθηκε και η απόδοση της βιομηχανικής τομάτας η οποία εκφρασμένη σε Kg/φυτό ήταν: 4,7 Kg/φυτό για τον μάρτυρα, 6,7 Kg/φυτό για το κομπόστ, 6,1 Kg/φυτό για την κοπριά και 5,4 Kg/φυτό για την ανόργανη λίπανση. Παρόλο που η παραγωγή βιομηχανικής τομάτας ήταν μεγαλύτερη στο κομπόστ, η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις.

Στο διάγραμμα 24 παρατηρείται η γραμμική σχέση μεταξύ της απόδοσης της βιομηχανικής τομάτας και των δεικτών ποικιλότητας. Οι δείκτες Shannon, Pielou και Richness μειώθηκαν ενώ η απόδοση της τομάτας αυξήθηκε. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση του δείκτη Simpson. Στα ίδια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Lal et al (2014).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η πυκνότητα και η ποικιλομορφία των ζιζανίων που συναντώνται σε μια καλλιέργεια επηρεάζεται από διάφορες αγρονομικούς παράγοντες όσον αφορά τη διαχείριση τους, όπως η λίπανση, οι καλλιεργητικές πρακτικές (πρακτικές οργάνωτος ή χειρωνακτική απομάκρυνση ζιζανίων), οι αλληλοπαθητικές ουσίες (Lal et al, 2014). Όσον αφορά τη λίπανση, σημαντικό ρόλο παίζει η δόση, καθώς και το είδος της αζωτούχου λίπανσης (Cathcart et al, 2004). Έχει αναφερθεί ότι η χρήση κοπριάς ως οργανική λίπανση συμβάλει στην αύξηση του αριθμού των σπόρων ζιζανίων που παρατηρούνται στο έδαφος (Miyazawa et al, 2004, Feng et al, 2008).

Η διερεύνηση της επίδρασης δύο ειδών οργανικής λίπανσης και ανόργανης λίπανσης στην καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας αποτέλεσε το αντικείμενο της παρούσας μελέτης. Για το σκοπό αυτό έγινε εφαρμογή δύο ειδών οργανικών λιπάνσεων (κομπόστ και πρόβειας κοπριάς), ανόργανης λίπανσης, ενώ στον μάρτυρα δεν έγινε καμία εφαρμογή λίπανσης.

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση των δειγματοληψιών του αγρού, παρατηρήθηκε πως το είδος της λίπανσης δεν επηρέασε στατιστικά τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων. Ωστόσο παρατηρήθηκε μεγαλύτερη τάση πυκνότητας ζιζανίων στις επεμβάσεις με οργανική λίπανση (κομπόστ), στις τρεις πρώτες μετρήσεις (45, 57 και 67 ημέρες μετά τη μεταφύτευση), διάστημα κατά το οποίο η τομάτα έχει μεγαλύτερες απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά. Στα ίδια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Lal et. al. (2014), οι οποίοι, παρατήρησαν υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων σε καλλιέργεια ρυζιού σε επέμβαση με οργανική λίπανση τύπου κοπριάς σε σχέση με διάφορα επίπεδα ανόργανης λίπανσης. Σε αντίθεση οι Uchino et. al.(2011), αναφέρουν καταστολή των ζιζανίων από την εφαρμογή οργανικής λίπανσης, τύπου κομπόστ σε σχέση με τον μάρτυρα (μη εφαρμογή λίπανσης) σε καλλιέργεια πατάτας, σόγιας και καλαμποκιού.

Επίσης παρατηρούμε ότι η πυκνότητα των ζιζανίων στην επέμβαση με κοπριά, αυξάνεται αισθητά κατά τη δεύτερη μέτρηση (στις 57 ημέρες μετά τη μεταφύτευση). Η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται στην παρουσία σπόρων ζιζανίων στην κοπριά, οι οποίοι βλάστησαν κατά το χρονικό αυτό διάστημα. Οι Feng et al, (2008), κατέγραψαν αύξηση του αριθμού των σπόρων ζιζανίων στο έδαφος μετά τη

προσθήκη κοπριάς μαζί με ανόργανη λίπανση, και παρατήρησαν επιπλέον μείωση του αριθμού των σπόρων στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Όσον αφορά την πυκνότητα των ετήσιων ζιζανίων (ακολουθούν την ίδια τάση με τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων σε όλες τις μετρήσεις), αλλά και των πολυετών (υψηλότερη πυκνότητα στις επεμβάσεις με ανόργανη λίπανση) δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά από το είδος της λίπανσης. Στην ίδια έρευνα των Lal et. al. (2014), κατέγραψαν επίσης ότι στην επέμβαση με οργανική λίπανση υπήρξε μεγαλύτερος αριθμός πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και από τη μελέτη αυτή, τουλάχιστον όσον αφορά τα πλατύφυλλα ζιζάνια στις επεμβάσεις με οργανική λίπανση και ειδικά με κομπόστ, ενώ η πυκνότητα των αγρωστωδών ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση με ανόργανη λίπανση.

Γενικότερα όμως παρατηρήθηκε μείωση στην πυκνότητα των ζιζανίων κατά των μετρήσεων από τις 45 ημέρες μετά τη μεταφύτευση ως και την τελευταία μέτρηση στις 94 ημέρες. Σε παρόμοιο αποτέλεσμα κατέληξε και ο Zimdahl (2004), ο οποίος παρατήρησε πως με την αύξηση της πυκνότητας του καλλιεργούμενου φυτού αυξάνεται η ανταγωνιστική τους ικανότητα εναντίον των ζιζανίων και περιορίζει σημαντικά την ανάπτυξη τους. Σύμφωνα με τους Weaver and Tan (1983), η κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού για τον έλεγχο των ζιζανίων είναι 28- 35 μέρες μετά τη μεταφύτευση και ένα μόνο βοτάνισμα- σκάλισμα αρκεί για τον έλεγχο των ζιζανίων (Zimdahl 2004). Η εφαρμογή σκαλίσματος - βοτανίσματος στις 24 και 31 μετά τη μεταφύτευση για τον έλεγχο των ζιζανίων στην παρούσα μελέτη, συνέπεσε με την κρίσιμη περίοδο ανταγωνισμού και πιθανόν συνετέλεσε στο να μην προκύψουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων και στην αυξημένη απόδοση.

Οι αποστάσεις φύτευσης των σποροφύτων τομάτας (0,40m ανά φυτό και 0,80m μεταξύ των γραμμών) που ήταν μικρότερες από αυτές που συνήθως εφαρμόζονται στην πράξη, πιθανώς να έπαιξαν ρόλο στην καταστολή των ζιζανίων και στη μη εμφάνιση στατιστικώς σημαντικών διαφορών στην πυκνότητα των ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων. Ο Zimdahl (2004), αναφέρει ότι η υψηλή πυκνότητα φύτευσης σε καλλιέργεια τομάτας είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται

για τον έλεγχο των ζιζανίων και συγκεκριμένα πυκνότητα φύτευσης σε διδυμες γραμμές (3330- 4500 φυτά/ στρέμμα) είχε υψηλότερη απόδοση παραγωγής τομάτας σε σχέση με τις απλές γραμμές φύτευσης (1250 – 2250 φυτά/ στρέμμα). Περαιτέρω έρευνα πάνω στην επίδραση /καταστολή των ζιζανίων σε σχέση με την λίπανση και τις αποστάσεις φύτευσης θα επιβεβαιώνει ή θα απέρριπτε την παραπάνω υπόθεση.

Ως κυρίαρχο είδος σε όλες τις επεμβάσεις καταγράφηκε το βλήτο (*Amaranthus retroflexus*), ωστόσο υπήρξε σαφώς μεγαλύτερη παρουσία στις επεμβάσεις με κομπόστ και ανόργανη λίπανση. Αυτή η διαφορά στην σημαντική επίδραση της λίπανσης στην παρουσία του βλήτου μπορεί να αποδοθεί στη διαφορετική ανταπόκριση που εμφανίζει στα διάφορα επίπεδα αζώτου (χαρακτηρίζεται ως νιτρόφιλο) που αποδεδειχθήκαν στο έδαφος από το κάθε είδος λίπανσης, καθώς στην επέμβαση με κομπόστ υπήρξε εφαρμογή περισσότερων μονάδων αζώτου. Ο Teyker et al. (1991), κατέγραψε υψηλότερη ανταπόκριση του βλήτου σε υψηλότερα επίπεδα αζώτου σε πείραμα που πραγματοποίησε σε θερμοκήπιο σε καλλιέργεια καλαμποκιού. Σε αυτή την υψηλή περιεκτικότητα του κομπόστ σε άζωτο, πιθανόν να οφείλεται και η υψηλή πυκνότητα των ζιζανίων στις τρεις πρώτες μετρήσεις (45, 57 και 67 ημέρες μετά τη μεταφύτευση). Αυτή την υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων όταν διατίθεται υψηλότερο επίπεδο αζωτούχου λιπάνσεως, έχουν καταγράψει και άλλοι ερευνητές (Di Tomaso 1995, Sibuga and Bandeen 1980).

Όσον αφορά το ξηρό βάρος του συνόλου των ζιζανίων, δεν επηρεάστηκε σημαντικά από το είδος της λίπανσης, εκτός της τρίτης μέτρηση στις 67 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, όπου συνάδει περίπου και με το στάδιο της καρπόδεσης. Συνεπώς η οργανική λίπανση δεν επηρέασε το συνολικό βάρος των ζιζανίων, παρόλο που παρατηρείται μια αυξημένη τάση στην επέμβαση με το κομπόστ σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα του κομπόστ σε άζωτο. Οι Rafaelli et. al. (2011), παρατήρησαν επίσης μη σημαντική επίδραση στο ξηρό βάρος των ζιζανίων σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας, στη μελέτη των οποίων εφαρμόστηκε και μηχανική κατεργασία για τον έλεγχο των ζιζανίων, εκτός από τα σιαλίσματα- βοτανίσματα. Επίσης, παρατηρήθηκε αυξημένο ξηρό βάρος

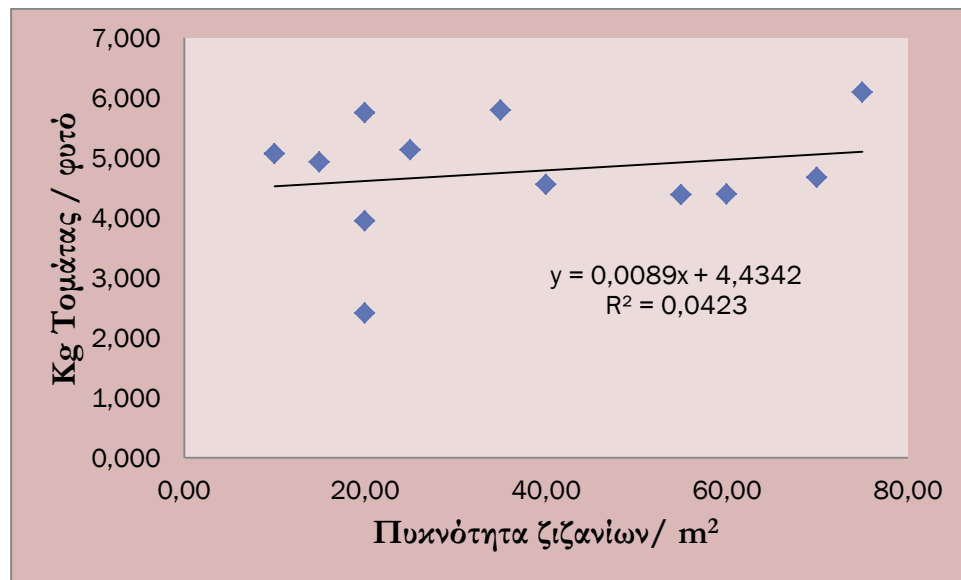
στην επέμβαση με κομπόστ κατά στις δύο πρώτες μετρήσεις (45 και 57 ημέρες μετά τη μεταφύτευση), ενώ κατά την τέταρτη μέτρηση παρατηρήθηκε μια αυξημένη τιμή στο ξηρό βάρος του συνόλου των ζιζανίων στην επέμβαση με κομπόστ. Αυτό σημαίνει ότι η οργανική λίπανση επηρεάζει το ξηρό βάρος των ζιζανίων (χωρίς ωστόσο να είναι στατιστικώς σημαντική η διαφορά), αλλά έχοντας κάθε είδος ζιζανίου διαφορετική ανταπόκριση στη λίπανση όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Έτσι οι Carslon and Hill (1986) κατέγραψαν αύξηση στο ξηρό βάρος του ζιζανίου Wild oat σε καλλιέργεια σιταριού, ενώ υπάρχουν άλλες μελέτες οι οποίες κατέγραψαν μείωση στο ξηρό βάρος των ζιζανίων από την εφαρμογή λίπανσης σε καλλιέργεια πατάτας, σόγιας και καλαμποκιού (Uchino et. al., 2012). Όσον αφορά το ξηρό βάρος των πλατύφυλλων ζιζανίων δεν επηρεάστηκε από το είδος της λίπανσης, εκτός της τρίτης μέτρησης στις 67 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, εξαιτίας της κυριαρχίας του βλήτου (πλατύφυλλο ζιζάνιο) στα πειραματικά τεμάχια. Ωστόσο παρατηρείται μια αυξημένη τάση στο ξηρό βάρος των πλατύφυλλων ζιζανίων στην επέμβαση με κομπόστ, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα του κομπόστ σε άζωτο.

Γενικότερα παρατηρήθηκε μια ανομοιομορφία κατά τις διάφορες μετρήσεις τόσο κατά την πυκνότητα των ζιζανίων όσο και στο ξηρό βάρος μεταξύ των παρατηρήσεων, εξαιτίας της επιφανειακής και πιθανόν όχι και τόσο ομοιόμορφης διασποράς των λιπασμάτων στον πειραματικό αγρό, καθώς ο τρόπος εφαρμογής των λιπασμάτων επηρεάζει την κοινότητα των ζιζανίων. Η ενσωμάτωση της λίπανσης και κυρίως του αζώτου σε βαθύτερα στρώματα σε σχέση με την επιφανειακή ενσωμάτωση οδηγεί σε μείωση της πυκνότητας των ζιζανίων (Feng et al, 2008) και της βιομάζας τους (Blackshaw et al. 2005).

Το είδος της λίπανσης επηρέασε σημαντικά τους διάφορους δείκτες ποικιλότητας. Αν και υπάρχει μεγάλη αδυναμία στην ερμηνεία των στατιστικών αναλύσεων, οι οικολόγοι χρησιμοποιούν τους πληθυσμιακούς δείκτες στην έρευνα τους συχνά, αγνοώντας τα γνωστά προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους. Για παράδειγμα σε πολλές περιπτώσεις η τιμή του πληθυσμιακού δείκτη είναι αποτέλεσμα συνδυασμού της πληθυσμιακής αφθονίας και ομαλότητας. Με άλλα λόγια η ίδια τιμή ενός πληθυσμιακού δείκτη μπορεί να ληφθεί από μία κοινωνία με

χαμηλή αφθονία και υψηλή ομαλότητα ή από μία κοινωνία που χαρακτηρίζεται από υψηλή αφθονία και χαμηλή ομαλότητα. Κατ' επέκταση αν μας δοθεί η τιμή ενός πληθυσμιακού δείκτη είναι αδύνατο να πούμε ποια είναι η σχετική/ συγκριτική σημασία/ σπουδαιότητα της αφθονίας των ειδών και της ομαλότητας. Αναφέρθηκε παραπάνω ότι ο δείκτης Simpson εντοπίζει τα κυρίαρχα είδη σε μια κοινότητα, ενώ ο Shannon εντοπίζει και προσμετρά και τα πιο σπάνια είδη που μπορεί να εμφανιστούν σε μια κοινότητα (Krebs 1978). Όσον αφορά το δείκτη ποικιλότητας Simpson παρατηρήθηκε υψηλότερος στην επέμβαση με κομπόστ, ο οποίος διέφερε σημαντικά από τις τιμές των άλλων επεμβάσεων. Ο δείκτης Shannon εμφάνισε ακριβώς την αντίθετη συμπεριφορά από τον δείκτη Simpson, έχοντας τη μικρότερη τιμή στην επέμβαση με κομπόστ, η οποία τιμή διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τις άλλες επεμβάσεις σε επίπεδο σημαντικότητας 5% με το test t-Student. Όσον αφορά το δείκτη Pielou, που ουσιαστικά καθορίζει πόσο ομοιόμορφα κατανέμονται τα είδη μέσα σε μια κοινότητα, επηρεάστηκε σημαντικά από το είδος της λίπανσης, παρουσιάζοντας τη μικρότερη τιμή (συνεπώς τη μικρότερη ομαλότητα) μέσα στα πειραματικά τεμάχια με κομπόστ. Και ο δείκτης Richness παρουσίασε παρόμοια συμπεριφορά με τους δείκτες Shannon και Pielou. Επιπλέον ο αριθμός των ατόμων από κάθε είδος στο κομπόστ είναι κατά 43% υψηλότερος από τον μάρτυρα όπου η τιμή αυτή είναι η μικρότερη μεταξύ των επεμβάσεων. Σε αντίθετα σχεδόν αποτελέσματα κατέληξαν οι Lal et. al. (2014), σε καλλιέργεια ρυζιού. Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι στην επέμβαση με το κομπόστ εμφανίστηκε μικρότερος αριθμός ειδών σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις, αλλά μεγαλύτερη αφθονία ειδών. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με αρκετούς επιστήμονες οι οποίοι προτείνουν τη βιολογική γεωργία ως μια πιθανή λύση στην συνεχόμενη μείωση της βιοποικιλότητας από την εντατικοποίηση της γεωργίας, καθώς συμβάλει στην αύξηση τόσο στον πλούτο των ειδών όσο και στην αφθονία (Hole et al., 2004). Οι Bengsston et al.(2005) βρήκαν ότι η βιολογική καλλιέργεια αυξάνει συνήθως την αφθονία των ειδών σε βιολογικά συστήματα καλλιέργειας στο 30% περίπου σε σχέση με τη συμβατική. Επιπλέον και στην επέμβαση με τη δεύτερη οργανική λίπανση (κοπριά) παρατηρήθηκε η υψηλότερη τιμή στον πλούτο των ειδών, καθώς και υψηλή αφθονία.

Η απόδοση της καλλιέργειας η οποία μετρήθηκε κατά τη συγκομιδή (112 ημέρες από τη μεταφύτευση) συσχετίστηκε με την πυκνότητα των ζιζανίων η οποία μετρήθηκε δύο βδομάδες πριν τη συγκομιδή (94 ημέρες από μεταφύτευση - HAM), ωστόσο δεν προέκυψε καμία συσχέτιση μεταξύ τους (διάγραμμα 25).



Διάγραμμα 25: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ της πυκνότητας των ζιζανίων (94 HAM) και του βάρους Kg/φυτό (112 HAM) – $p=0,5212$

Αυτό σημαίνει ότι η απόδοση της καλλιέργειας και για τις τέσσερις επεμβάσεις δεν επηρεάστηκε από τη πυκνότητα των ζιζανίων. Η απόδοση ήταν υψηλότερη στις επεμβάσεις με τις οργανικές λιπάνσεις (κομπόστ και κοπριά) σε σχέση με την ανόργανη λίπανση και τον μάρτυρα. Η απόδοση στην επέμβαση με κομπόστ και κοπριά ήταν περίπου 19% και 12% υψηλότερη από την ανόργανη λίπανση αντίστοιχα, χωρίς ωστόσο να διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Rafaelli et. all. (2011), σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας σε βιολογικό και συμβατικό σύστημα καλλιέργειας.

Γενικά καταγράφηκε υψηλή απόδοση βιομηχανικής τομάτας σε όλες τις επεμβάσεις, υψηλότερη σε σχέση με τις καταγεγραμμένες στη βιβλιογραφία. Η αυξημένη αυτή απόδοση πιθανόν να οφείλεται στο συνδυασμό των καλλιεργητικών πρακτικών που δέχτηκε η καλλιέργεια (αρδεύσεις, βοτανίσματα, λίπανση). Επιπλέον το έδαφος του πειραματικού αγρού συνδυάζει χαρακτηριστικά (έδαφος μέσης

σύστασης, υψηλή σχετικά περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, ελαφρώς αλκαλικό pH – πίνακας 9) που δίνουν καλύτερες αποδόσεις και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος, η καλλιέργεια δεν προσβλήθηκε από κάποια ασθένεια ή δεν αντιμετώπισε κάποιο εντομολογικό εχθρό που θα μπορούσε να επιφέρει μείωση, οδήγησαν στην καταγραφή υψηλών αποδόσεων στην καλλιέργεια της τομάτας. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η πυκνή φύτευση επίσης, συντελεί στην αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας.

Η απόδοση στις επεμβάσεις με οργανική λίπανση, κομπόστ και κοπριά ήταν υψηλότερη (6,7 Kg/φυτό και 6,1 Kg/φυτό, αντίστοιχα) σε σχέση με την ανόργανη λίπανση και το μάρτυρα, λόγω της προσθήκης υψηλότερων μονάδων άζωτου. Η προσθήκη των υψηλότερων μονάδων άζωτου δικαιολογείται στη βιολογική γεωργία δεδομένου ότι το άζωτο σε αμμωνιακή μορφή στα οργανικά λιπάσματα είναι δεσμευμένο σε αλκύλια με αμιδικούς δεσμούς και αποδεσμεύεται στο έδαφος με αργό ρυθμό. Από την άλλη πλευρά τα ανόργανα λιπάσματα που είναι αφομοιώσιμα άμεσα παράγονται με συνθετικό τρόπο και δεν είναι αποδεικτά στη βιολογική γεωργία τόσο στην Ευρώπη (EN834/2007), όσο και στις ΗΠΑ (USDA - NOP). Συνεπώς η παραμετροποίηση στα πειράματα συγκρίσεων βιολογικού-συμβατικού συστήματος δεν μπορεί να ακολουθήσει τη συγκεκριμένη μεθοδολογία έρευνας πάνω στη θρέψη των φυτών. Στις συγκρίσεις συστημάτων εφαρμόζεται η τεχνική της ολιστικής εφαρμογής του συστήματος. Για παράδειγμα σε σύστημα παραγωγής σποροφύτων δεν διαφοροποιείται μόνο το είδος του λιπάσματος, αλλά και τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται (μπορεί να έχουν θετική ή αρνητική επίδραση στα φυτά κατά περίπτωση) και δεν απαιτείται ο ίδιος βαθμός προστασίας από κάθε σκεύασμα είτε πρόκειται για βιολογικό σκεύασμα είτε για συμβατικό (ICROFS2015, FAO 1997). Στην παρούσα διατριβή δεν αξιολογείται η επίδραση της λίπανσης σαν ξεχωριστός παράγοντας, αλλά γίνεται αξιολόγηση του συστήματος.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας μπορεί να καλλιεργηθεί με βιολογικό τρόπο χωρίς τα ζιζάνια να προκαλούν πρόβλημα στην καλλιέργεια και στην απόδοση της.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Albrecht and Sommer H., 1998. Development of the arable weed seed bank after the change from conventional to integrated and organic farming. *Aspects of Applied Biology* 51, weed seedbanks: determination, dynamics and manipulation, 279-288.

Albrecht H., Mattheis A., 1998. The effects of organic and integrated farming on rare arable weeds on the Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) research station in southern Bavaria. *Biological Conservation* 86, 347-356.

Alrøe, H.F., Halberg, N., 2008. Udvikling, vækst og integritet i den danske økologisektor. Vidensyntese. ICROFS Rapport Nr 1. 2008.

Ascard, J., 1994. Dose–response models for flame weeding in relation to plant size and density. *Weed Res.* 34, 377–385.

Ascard, J., 1995. Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Res.* 35, 397–411.

Baker, H.G. (1965). The characteristics and modes of origin of weeds. In: **Baker, H.G. and Stebbins, G.L.** (eds) *The Genetics of Colonizing Species*. Academic Press, New York, pp. 147–172.

Baker, H.G. (1974) The evolution of weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5, 1–24.

Barberi, P., 2002. Weed management in organic farming: are we addressing the right issues? *Weed Res.* 42, 177–193.

Barbour, M.G., Burks, J.H., Pitts, W.D., Gilliam, F.S. and Schwartz, M.W. (1999) *Terrestrial Plant Ecology*, 3rd edn, Benjamin, Cummings, California.

Begon, M., Harper, J.L. and Townsend, C.R. (1990) *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific, Oxford.

Bengston, Ahmstrom and Weibell, 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis *Journal of Applied Ecology*.

Beveridge, L.E., Naylor, R.E.L., 1999. Options for organic weed control—what farmers do. In: *Proceedings of the 1999 Brighton Conference, Weeds*, vol. 3, pp. 939–944.

Binggeli, P. (1994) The misuse of terminology and anthropometric concepts in the description of introduced species. *Bulletin of the British Ecological Society* 25, 10–13.

Blake F., 1990. *Grower Digest 8, Organic Growing*. Grower Publication Ltd, London, UK.

Blackshaw R. E., Molnar L. J. and Larney F. J. 2005. Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with winter wheat in western Canada. *Crop Protection* 24: 971–980.

Bond, W., Grundy, A.C., 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Res.* 41, 383e405.

Booth B., Murphy S., Swanton C., 2003. *Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems*. CABI Publishing.

Bruening, C.A., 2009. Development of Propane Flaming Equipment for Thermal Weed Control in Agronomic Crops. MS thesis, The University of NebraskaLincoln, Lincoln,NE, USA.

Bruening, C.A., Gogos, G., Ulloa, S.M., Knezevic, S.Z., 2009. Performance advantages offlaming hood. In: Hartzler, R.G., Hartzler, A.N. (Eds.), *Proceedings of the North Central Weed Science Society Conference*, 64:30, Kansas City, MO, USA.

Carlson, H., Hill, J., 1986. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: effects of nitrogen fertilization. *Weed Sci.* 34, 29–33.

Cathcart, R.J., Chandler, K., Swanton, C.J., 2004. Fertilizer nitrogen rate and the response of weeds to herbicides. *Weed Sci.* 52, 291–296.

Chandler, J.M., Cooke, F.T., 1992. Economics of cotton losses caused by weeds. In: McWhorter, C.G., Abernathy, J.R. (Eds.), *Weeds of Cotton: Characterization and Control*. The Cotton Foundation, Memphis, TN, pp. 85e116.

Clark M., Horwath W., Shennan C., Scowb K., Lantni T., Ferris H., 1999. Nitrogen, weeds and water as yield-limiting factors in conventional, low-input, and organic tomato systems.

Di Tomaso JM 1995 Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. *Weed Sci* 43: 491-497.

Dorais, M., Papadopoulos, A.P. and Gosselin, A. (2001) Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Reviews* 26, 239–319.

Dorais, M., Papadopoulos, A.P. and Gosselin, A. (2001a) Greenhouse tomato fruit quality: the influence of environmental and cultural factors. *Horticultural Reviews* 26, 239–319.

Dorais, M., Papadopoulos, A.P. and Gosselin, A. (2001b) Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie* 21, 367–383.

FAO, 1997. *Biological Farming Research in Europe*. REU Technical Series No.54. FAO Regional Office for Europe, Rome, 1997.

Feng, W., Pan, G., Qiang, S., Li, R., Wei, J., 2008. Influence of long term different fertilization on soil weed seeds bank diversity of a paddy soil under rice/rape rotation. *Front. Biol. China* 3, 320–327.

Friebe, B., Kopke, U., 1995. Effects of farming systems on biodiversity. In: Isart, J., Llerena, J.J. (Eds.), *Proceedings of the First ENOF Workshop* –

Biodiversity and Land Use: The role of Organic Farming. Multitext, Barcelona, pp. 11–21.

Graglia, E., Melander, B., Jensen, R.K., 2006. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Res.* 46, 304e312.

Hald, A.B., 1999. Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Annals of Applied Biology* 134, 307–314.

Harper, J.L. (ed.) (1960) *The Biology of Weeds*. Blackwell Scientific, Oxford.

Heiser, C. and Anderson, G. (1999) ‘New’ solanums. In: Janick, J. (ed.) *Perspectives on New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria, Virginia, pp. 379–384.

Heuvelink Ep., 2005. *TOMATOES*. Wageningen University, The Netherlands.

Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122 , 113–130.

ICROFS, 2015. International Centre for Research in Organic Food Systems. <http://www.icofs.org/Pages/Research/methodology.html>

Joenje, W. (1987) Remarks on biological invasions. In: Joenje, W., Bakker, K. and Vlijm, L. (eds) *The Ecology of Biological Invasions*. Proceedings of the Royal Dutch Academy of Sciences, Series C 90, pp. 15–18.

Knezevic, S.Z., 2009. Flaming: a New Weed Control Tool in Organic Crops. *Crop Watch*. University of Nebraska-Lincoln Extension, Web page: http://cropwatch.unl.edu/archives/2009/crop17/organic_flaming.htm (accessed 12.03.12).

Knezevic, S.Z., Ulloa, S.M., 2007. Flaming: potential new tool for weed control in organically grown agronomic crops. *J. Agric. Sci.* 52, 95–104.

Koh, E., Charoenprasert, S., & Mitchell, A. E. (2012). Effects of industrial tomato paste processing on ascorbic acid, flavonoids and carotenoids and their stability over one-year storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(1), 23e28.

Kopke U. and Geier U.,1999. Mixed farming on bio – regional level. Current issues and new perspectives. In: Zanolli R. and Krell R. (eds). *First SREN Workshop on Research Methodologies in Organic Farming – Proceedings*. Frick, Switzerland, 30/9-3/10 1998. Food Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 95-99.

Krebs C.J., 1978. Species diversity. In: Krebs C.J. (ed), *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*, pp 449- 487. Harper and Row, New York.

Kurstjens DAG and Perdock UD, 2000. The selective soil covering mechanism of weed harrows on sandy.

Lamerle D. Verbeek B., Cousens RD and Coombes NE, 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research* 40, 27-47.

Langton, F.A. and Cockshull, K.E. (1997) Is stem extension determined by DIF or by absolute day and night temperatures? *Scientia Horticulturae* 69, 229–237.

Liebman M. and Davis A., 2000. Integration of soil crop, and weed management in low-external – input farming systems. *Weed Research* 40, 27-47.

Lovejoy, T.E., 1980. in: Barney, G.O. (Ed.), *The Global 2000 Report to the President The Technical Report*, vol. 2. Penguin, , pp. 327–332.

Macdonald, I.A.W., Loope, L.L., Usher, M.B. and Hamann, O. (1989) Wildlife conservation and the invasion of nature reserves by introduced species: a global perspective. In: Drake, J.A., Mooney, H.A., di Castri, F., **Groves, R.H., Kruger, F.J., Rejmánek, M. and Williamson, M.** (eds) Biological Invasions. A Global Perspective. John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 215–255.

Mack, R.M. (1985) Invading plants: their potential contribution to population biology. In: White, J. (ed.) Studies on Plant Demography. Academic Press, London, pp. 127–142.

Magdoff F., 1995. Soil quality and management. In: Agroecology. The Science of Sustainable Agriculture (ed. MA Altieri), 349-364. Westview Press, Boulder, CO, USA.

Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Squire, G.R., War, L.K., 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Res. 43, 77–89.

Maynard A., 1993. Itrate leaching from compost – amended soils. Compost Science and Utilizatio 1, 65-72.

Mccloskey M., Firbank L., Watkinson A. and Webb D., 1996. The dynamics of experimental arable weed communities under different management practices. Journal of Vegetation Science 7, 799-808.

Melander, B., Rasmussen, I.A., Barberi, P., 2005. Integrating physical and cultural methods of weed control—examples from European research. Weed Sci. 53, 369–381.

Miyazawa, K., Tsuji, H., Yamagata, M., Nakano, H., Nakamoto, T., 2004. Response of weed flora to combinations of reduced tillage: biocide application and fertilization practices in a 3-year crop rotation. Weed Biol. Manage. 4, 24–34.

- Mohler C. and Teasdale J.**, 1993. Response of weed emergence to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereal L.* residue. *Weed Research* 33, 748-499.
- Molher C.**, 1996. Ecological bases for the cultural control of annual weeds. *Journal of Production Agriculture* 9, 468-474.
- Monte Gomes, M.** (2003) Portugal: Tomatoes and Products. Annual. USDA Foreign Agricultural Service, Gain Report, May 2003. Available at: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200305/145885763.pdf>.
- Mooney, H.A. and Drake, J.A.** (1989) Biological invasions: a SCOPE program overview. In: Drake, J.A. Mooney, H.A., di Castri, F., Groves, R.H., Kruger, F.J., Rejmánek, M. and Williamson, M. (eds) *Biological Invasions. A Global Perspective*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 491–508.
- Norse, E.A., McManus, R.E.**, 1980. Environmental Quality 1980: The Eleventh Annual Report of the Council on Environmental Quality. Council of Environmental Quality pp. 31–80.
- Paul J. and Beauchamp E.**, 1993. Nitrogen availability for corn in soils amended with urea, cattle slurry, and soil and composted manures. *Canadian Journal of Soil Science* 73, 253-266.
- Pazos, D.** (2003) Spain: Tomatoes and Products. Annual (2003). USDA Foreign Agricultural Service, Gain Report, June 2003. Available at: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200306/145885865.pdf>.
- Peigne J., Ball B.C., Roger- Estrade J. and David C.**, 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? *Soil Use and Management*, 23: 129-144.
- Penfold C., Miyan M, Reeves T. and Grieson T.**, 1995. Biological farming for sustainable agricultural production. *Australian Journal Of Experimental Agriculture* 35, 849-856.
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T., Tsomondo,**

T., 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agr. Ecosyst. Environ.* 84, 1-20.

Prach, K. and Wade, P.M. (1992) Population characteristics of expansive perennial herbs. *Preslia* 64,45–51.

Putnam A.R., 1987. Allelopathy. Problems and opportunities in weed management, pp. 77-78. In M.A. Altieri and M. Liebmann (ed.) *Weed Management in Agroecosystems*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Raffaelli M., Fontanelli M., Frascioni C., Sorelli F., Ginanni M., and Peruzzi A., 2011. Physical weed control in processing tomatoes in Central Italy. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 26(2); 95–103.

Rao, A.V., & Rao, L.G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55, 207-216.

Rasmussen J. and Ascard J., 1995. Weed control in organic farming systems. In: *Proceedings 13th Long Ashton International Symposium, Ecology and Integrated Farming Systems* (eds DM Glen, MP Greaves & HM Anderson), 49-67. John Wiley & Sons, Chichester, UK.

Rasmussen J., 1992. Testing harrows for mechanical control of annual weeds in agricultural crops. *Weed Research* 32, 267-274.

Rasmussen K. and Rasmussen J., 2000. Barley seed vigour and mechanical weed control. *Weed Research* 40, 219-230.

Rasmussen, I.A., 2004. The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed Res.* 44, 12–20.

Rasmussen, I.A., Askegaard, M., Olesen, J.E., Kristensen, K., 2006. Effects on weeds of management in newly converted organic crop rotations in Denmark. *Agr. Ecosyst. Environ.* 113, 184-195.

Rejmánek, M. (1995) What makes a species invasive? In: Pys'ek, P., Prach, K., Rejmánek, M. and Wade, M. (eds) *Plant Invasions – General Aspects and Specific Problems*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, pp. 3–13.

Rendon-Poblete, E. (1980) Effect of soil water status on yield, quality and root development of several tomato genotypes. PhD dissertation, University of California, Davis, California.

Rice L. 1984. *Allelopathy*. Orlando, Florida: Academic Press Inc. 2nd edition, pp. 422.

Rizvi S. and Rizvi V., 1992 (Eds.) *Allelopathy: Basic and applied aspect*. Chapman and Hall, London, U.K.

Rosenthal S.S., Madoxx D.M. and Brenetti K., 1985. Biological control methods, pp.66-94. In *Principles of Weed Control in California*. Tomson Publications, Fresno.

Salisbury, E.J. (1961) *Weeds and Aliens*. Collins, London.

Schimpf W. and Lundberg- Schimpf T., 2005. *Our Farm. Flying Two Medicinal and Aromatic Herbs* Kelowna. <http://www.bcherbs.net/ourfarm.html> accessed 7/5/05.

Seavers G.P and Wringht K.J., 1995. Potential for control by suppressive cereal cultivars. In: *Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference - Weeds– Brighton, UK, 737-742*.

Sekliziotis, S. (2003) Greece: Tomatoes and Products. Annual 2003. USDA Foreign Agricultural Service, Gain Report, June 2003. Available at: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200306/145885860.pdf>.

Shi, J., & Le Maguer, M. (2000). Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Biotechnology*, 20(4),293-334.

Sibuga, K. P. and J. D. Bandeen. 1980. Effects of various densities of green foxtail (*Setaria viridis* L. Beauv.) and lambsquarters (*Chenopodium album*) on N uptake and yields of corn. *E. Afric. Agric. For. J.* 45:214–221.

Singh, P., & Goyal, G. K. (2008). Dietary lycopene: Its properties and anticarcinogenic effects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7, 255-270.

Sirtioglu, I. (2003) Turkey: Tomatoes and Products. Annual 2003. USDA Foreign Agricultural Service, Gain Report, May 2003. Available at: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200305/145885672.pdf>.

Smith, R.G., Gross, K.L., 2006. Weed community and corn yield variability in diverse management systems. *Weed Sci.* 54, 106–113.

Stonehouse D., Weise S., Sheardown T., Gill R. and Swalton C., 1996. A case study approach to comparing weed management strategies under alternative farming systems in Ontario. *Canadian Journal of Agricultural Economics – Revue Canadienne d'Économie Rurale* 44, 81-99.

Sumption, P., Firth C., Davies, G., 2004. Observations on agronomic challenges during conversion to organic field vegetable production. In: Hopkins A. (Ed.), *Organic Farming: Science and Practice for Profitable Livestock and Cropping*. Proceedings of the BGS/AAB/ COR Conference, Harper Adams University College, Shropshire, UK, 20–22 April 2004; Occasional Symposium No. 37. British Grassland Society, pp. 176–179.

Teyker, R. H., H. D. Hoelzer, and R. A. Liebl. 1991. Maize and pigweed response to nitrogen supply and form. *Plant Soil* 135:287–292.

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D_Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D., Swackhamer, D., 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292, 281–284.

Turner R.J., Davies G., Moorea H., Grundy A.C., Mead A., 2007. Organic weed management: A review of the current UK farmer perspective. *Crop Protection* 26 (2007) 377–382.

Uchinoa H., Iwamaa K., Jitsuyamaa Y., Ichiyamaa K., Sugiuraa E., Yudatea T., Nakamuraa S., Gopalb J, 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under anorganic and rotational cropping system 1. Stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. *Field Crops Research* 127, 9–16.

Ulloa, S.M., Datta, A., Knezevic, S.Z., 2010a. Growth stage influenced differential response of foxtail and pigweed species to broadcast flaming. *Weed Technol.* 24, 319–325.

Ulloa, S.M., Datta, A., Knezevic, S.Z., 2010b. Tolerance of selected weed species to broadcast flaming at different growth stages. *Crop Prot.* 29, 1381–1388.

Van Elsen T. 2000. Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture Ecosystems & Environment* 77, 101-109.

Weibull A.C., Ostman O., Granvist A., 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and conservation* 12, 1335-1355.

Woodward L. and Lampkin N.,1990. Organic agriculture in the United Kingdom. BCPC Monograph no. 45. *Crop Protection in Organic and low input Agriculture*, BCPC, Farnham, UK, 19-29.

Wszelaki, A.L., Doohan, D.J., Alexandrou, A., 2007. Weed control and crop quality in cabbage [*Brassica oleracea* (capitata group)] and tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) using a propane flamer. *Crop Prot.* 26, 134–144.

Zhang Yun, Staab Erik S., Slaughter David C., Gile D. Kens, Downey, Daniel 2012. Automated weed control in organic row crops using

hyperspectral species identification and thermal micro-dosing, *Crop Protection* 41, 96-105.

Zimdahl Robert L. 2005. *Weed-Crop Competition: A Review*, Second Edition. Blackwell Publishing.

Zimdahl, R.L. (1999b) My view. *Weed Science* 47, 1.

Αγγίδης Α. 2006., "ΤΟΜΑΤΑ ΥΠΙΑΙΘΡΙΑ επιτραπέζια και Βιομηχανική - καλλιέργεια – μεταποίηση, 3η έκδοση, εκδόσεις Γαρταγάνη.

Ελευθεροχωρινός Η., 2002. *Ζιζανιολογία*, 2η έκδοση, εκδόσεις Αγρότυπος.

«ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3937 Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις». Εφημερίς της Κυβερνήσεως. 31 Μαρτίου 2011.

<http://www.minagric.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ



Εικόνα 16 : Δίσκοι σποροφύτων



Εικόνα 17: Επιφανειακή ενσωμάτωση λίπανσης



Εικόνα 18: Μεταφύτευση σποροφύτων



Εικόνα 19: Η καλλιέργεια ένα μήνα περίπου μετά τη φύτευση των σποροφύτων



Εικόνα 20: Η καλλιέργεια 35 μέρες από τη μεταφύτευση



Εικόνα 21: Η καλλιέργεια 49 μέρες από τη μεταφύτευση



Εικόνα 22: Η καλλιέργεια 67 μέρες από τη μεταφύτευση



Εικόνα 23: Η καλλιέργεια 14 μέρες πριν τη συγκομιδή

Τα ζιζάνια του αγρού



Εικόνα 24: *Cyperus rotundus*



Εικόνα 25: *Amaranthus retroflexus*



Εικόνα 26: *Sorgum halepense*



Εικόνα 27: *Solanum elaeagnifolium*



Εικόνα 28: *Chenopodium album*



Εικόνα 29: *Convolvulus arvensis*



Εικόνα 30: *Solanum nigrum*



Εικόνα 31: *Datura Stramonium*



Εικόνα 32: *Tribulus terrestris*



Εικόνα 33: *Calendula Arvensis*