



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Επίδραση της οργανικής λίπανσης στην ζιζανιοχλωρίδα σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας για το καλλιεργητικό έτος 2018»



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Χ. ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΗΣ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Παπαστυλιανού Παναγιώτα

ΑΘΗΝΑ 2019

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ – ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΠΜΣ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Χ. ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΗΣ

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΖΙΖΑΝΙΟΧΛΩΡΙΔΑ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΚΟ ΕΤΟΣ 2018»**

**«THE EFFECTS OF THE ORGANIC FERTILIZATION IN WEED FLORA IN PROCESSING
TOMATO CROP FOR THE CROP PRODUCTION YEAR OF 2018»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Κα Παπαστυλιανού Παναγιώτα, επίκουρος καθηγήτρια

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Κος Μπιλάλης Δημήτριος, Αναπληρωτής καθηγητής

Κος Τραυλός Ηλίας, Λέκτορας

Κα Παπαστυλιανού Παναγιώτα, επίκουρος καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και αντικείμενο της ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα στη καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας. Τα πειράματα που έγιναν για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή μελέτη έλαβαν χώρα στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών του Εργαστηρίου Γεωργίας. Τα πειράματα διήρκησαν από τον Απρίλιο έως και τον Αύγουστο του 2018. Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις επαναλήψεις και τέσσερις επεμβάσεις. Στις διαφορετικές επεμβάσεις των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν δύο λιπάσματα οργανικής προέλευσης (κοπριά και το κομπόστ), ένα λίπασμα ανόργανης προέλευσης και το μάρτυρα, (η μεταχείριση δηλαδή που δεν εφαρμόστηκε καμία μέθοδος λίπανσης). 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. Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών ως προς το δείκτη Simpson στην επέμβαση με κομπόστ, ενώ ως προς το δείκτη Shannon και Pielou στον μάρτυρα. Ως κυρίαρχο είδος και στις τέσσερις επεμβάσεις καταγράφηκε το βλήτο (*Amaranthus retroflexus*) ενώ ως δεύτερο κυρίαρχο ζιζάνιο καταγράφηκε η μουχρίτσα (*Echinochloa clus-galli*) με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στα πειραματικά τεμάχια στα οποία έγινε ανόργανη λίπανση. Σύμφωνα με τα δεδομένα της εργασίας παρατηρήθηκε ότι η βιομηχανική τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί με βιολογικό τρόπο χωρίς το οργανικό λίπασμα να υπάρχει 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*, (*Echinochloa clus-galli*)

ABSTRACT

The present study was conducted at the Agricultural University of Athens and its aim was to investigate the effect of organic and inorganic fertilizer on weed flora in processing tomato crop. The experiments for this postgraduate study took place in the experimental field of the Agricultural University of Athens, Laboratory of Agriculture. The experiments lasted from April to August 2018. The experimental design followed was that of randomized complete groups with three replications and four interventions. In the different interventions of the experiment it there were used two fertilizers of organic origin (manure and compost), one fertilizer of inorganic origin and the control, (no fertilization methods were used). During of cultivation period was measured density, species and above- ground biomass in weed flora and was assessed biodiversity for each treatment separately, using the Simpson, Shannon and Pielou diversity index. A greater variety of species was observed for the Simpson index in the compost treatment, while greater variety was observed for Shannon and Pielou for the control treatment. *Amaranthus retroflexus* was observed as the most dominant species in all four operations, while the second dominant weed was the *Echinochloa crus-galli* with high frequency of occurrence in experimental plots with inorganic fertilization . According to the data of this research, it has been observed that processing tomato can be cultivated in organic system without organic fertilizers having 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, (*Amaranthus retroflexus*), (*Echinochloa crus-galli*)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου διατριβής κατά τα έτη 2017-2019 στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε αυτό το σημείο αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου προς όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Πρωτίστως θα ήθελα να απευθύνω ιδιαίτερες ευχαριστίες στην επιβλέπουσα Καθηγήτρια μου κα Παπαστυλιανού Παναγιώτα για την ανάθεση του θέματος της μεταπτυχιακής μου διατριβής, τη συνεχή της καθοδήγηση, τις ουσιώδεις συμβουλές της κατά την εκτέλεση των πειραμάτων, τις διορθώσεις στο κείμενο της διατριβής, τη βοήθεια της στη στατιστική ανάλυση και στη παρουσίαση των αποτελεσμάτων καθώς και την ενθάρρυνση που μου παρείχε σε όλο αυτό το διάστημα.

Επιπροσθέτως θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κο Μπιλάλη Δημήτριο, Αναπληρωτή Καθηγητή για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, τις χρήσιμες και καθοριστικές συμβουλές του καθώς και για την καθοδήγηση του και τις χρήσιμες υποδείξεις και διορθώσεις στο κείμενο της διατριβής και στη στατιστική ανάλυση.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Τραυλό Ηλία, Λέκτορα για τις παρεμβάσεις και διορθώσεις στο κείμενο της διατριβής.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την συνεχή και αμέριστη συμπαράσταση που μου έδειξε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής καθώς και για την ηθική και οικονομική στήριξη που ήταν απαραίτητη για την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού μου.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1. Γενικές πληροφορίες για την καλλιέργεια της τομάτας .	9
1.2. Ιστορική εξέλιξη της τομάτας.....	9
1.3. Βοτανική ταξινόμηση της τομάτας.....	10
1.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά της τομάτας	11
1.4.1. Ριζικό σύστημα	11
1.4.2. Βλαστός	12
1.4.3. Φύλλα.....	13
1.4.4. Άνθη και Ταξιανθίες τομάτας.....	13
1.4.5. Καρπός	14
1.4.6. Σπόρος.....	15
1.5. Εχθροί της καλλιέργειας της τομάτας.....	16
1.6. Φυσιολογικές ανωμαλίες της τομάτας	17
1.7. Διατροφική αξία καρπού τομάτας.....	17
2. Βιομηχανική τομάτα	23
2.1. Στατιστική ανάλυση.....	24
2.2. Κλιματικές απαιτήσεις της βιομηχανικής τομάτας	34
2.3. Εδαφικές απαιτήσεις της βιομηχανικής τομάτας	34
2.4. Ποικιλίες και Υβρίδια της Βιομηχανικής τομάτας.....	36
3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	37
3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	37
3.2. Ορισμός της έννοιας βιολογική γεωργία	39
3.3. Βιοποικιλότητα και βιολογική γεωργία	41

4. ΛΙΠΑΝΣΗ	42
4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	42
4.2. Λίπανση βιομηχανικής τομάτας	43
4.3. Οργανική λίπανση	44
5. ΖΙΖΑΝΙΑ	49
5.1. Ορισμός της έννοιας και γενικά στοιχεία για τα ζιζάνια	49
5.2. Ζιζάνια και βιολογική γεωργία	51
5.3. Διαχείριση ζιζανίων στη βιολογική γεωργία	53
5.4. Προληπτικά μέτρα	55
5.5. Αμειψισπορά	56
5.6. Επιλογή ποικιλίας	56
5.7. Καλλιεργητικές πρακτικές	57
5.8. Μηχανικοί τρόποι διαχείρισης	57
5.9.Θερμική μέθοδος διαχείρισης	58
5.10. Βιολογική μέθοδος διαχείρισης	60
5.11.Επίδραση λίπανσης	61
5.12. Πληθυσμιακοί χαρακτηρισμοί ζιζανίων	62
5.13. Δείκτες ποικιλότητας	63
6. Υλικά και μέθοδοι	64
6.1 Σκοπός του πειράματος	64
6.2. Φυτικό υλικό	65
6.3. Πειραματικό σχέδιο – Επεμβάσεις	66
6.4 Εδαφικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού	69
6.4.1 Σύσταση λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν	70
6.5. Εγκατάσταση καλλιέργειας τομάτας και καλλιεργητικές πρακτικές	71
6.7. Μετεωρολογικά δεδομένα	75

7. Πείραμα	76
7.1. Μέτρηση πυκνότητας ζιζανίων.....	76
7.2. Μέτρηση ξηρού βάρους ζιζανίων	79
7.3. Δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιήθηκαν	81
7.4. Στατιστική επεξεργασία.....	82
8. Αποτελέσματα.....	82
8.1. Μετρήσεις.....	83
8.1.1. 1η μέτρηση ζιζανίων.....	83
8.1.2. 2η Μέτρηση Ζιζανίων	84
8.1.3. 3η Μέτρηση Ζιζανίων	86
8.1.4. 4η Μέτρηση Ζιζανίων	88
8.1.5. 5η Μέτρηση Ζιζανίων	90
8.2. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικές πληροφορίες για την καλλιέργεια της τομάτας

Η τομάτα αποτελεί στη σημερινή εποχή ένα από τα πλέον αγαπητά λαχανικά που είναι απαραίτητο συμπλήρωμα στη διατροφή του ανθρώπου είτε ως νωπό λαχανικό είτε ως μεταποιημένο βιομηχανικό προϊόν ή οικιακό προϊόν. Καλλιεργείται όλο το χρόνο, από την Άνοιξη ως το Φθινόπωρο, σε υπαίθριες καλλιέργειες και κατά τη χειμερινή περίοδο σε θερμοκήπια. Στη πραγματικότητα είναι ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στη κατανάλωση λαχανικών και λόγω του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιείται συγκαταλέγεται στα λαχανικά.

Από τη μία ήπειρο στην άλλη και ξεπερνώντας πολλές εθνικές προκαταλήψεις και εμπόδια, η τομάτα κατάφερε τελικά να καθιερωθεί ως κυρίαρχο, παγκόσμιο λαχανικό που καταναλώνεται όλο το χρόνο νωπή αλλά και σε ακόμα μεγαλύτερες ποσότητες ως μεταποιημένη και συμμετέχει στη καθημερινή δίαιτα του ανθρώπου ως απαραίτητο συστατικό σε τόσα πολλά φημισμένα φαγητά (Αγγίδης 2006).

1.2. Ιστορική εξέλιξη της τομάτας

Η ιστορία της τομάτας ξεκινά γύρω στο 700 μ.Χ όταν καλλιεργούνταν από τους Αζτέκους και τους Ίνκας στην περιοχή Κορδιλιέρα των Άνδεων, η οποία εκτείνεται από το Περού και τον Ισημερινό έως τη Βολιβία. Είναι αυτοφυής πληθυσμός του Μεξικού και του Περού και μεταφέρθηκε στην Ευρώπη από τους Ισπανούς με την ανακάλυψη της Αμερικής. Στην αρχή επικρατούσε η άποψη ότι η χώρα καταγωγής της τομάτας είναι το Περού όμως πλέον είναι αποδεκτή η άποψη ότι η χώρα προέλευσης της τομάτας είναι το Μεξικό από όπου και μεταφέρθηκε στην Ευρώπη τον 16^ο αιώνα. Το όνομα της αρχικά ήταν «TOMALT» στη γλώσσα «NAHVALT», αρχαία μεξικάνικη διάλεκτο, όμως στην Ευρώπη πήρε το όνομα «TOMATA» και η ονομασία αυτή έχει καθιερωθεί. Πρόγονοι της καλλιεργούμενης τομάτας είναι οι άγριες ποικιλίες *Lycopersiconesculentum* var. *Cerasiforme* και var. *pimpinellifolium* που βρίσκονται σε περιοχές της κεντρικής και νοτιοανατολικής Αμερικής (Ολύμπιος, 2001; Αγγίδης, 1996).

Στα μέσα του 16^{ου} αιώνα υπήρχε η προκατάληψη πως οι τομάτες είχαν ερεθιστικές και αφροδισιακές ιδιότητες και για αυτό το λόγο δόθηκε στη τομάτα η ονομασία «Pommed'amour» που σημαίνει το μήλον του έρωτα. Στην Ιταλία για πρώτη φορά ονομάστηκε από τον Mathiolίστην «MediciSemensisCommentarii» ως «Mala aurea» και στη Νάπολη της Νότιας Ιταλίας πήρε το όνομα «Pomod' oro» δηλαδή χρυσό μήλο από το κίτρινο χρώμα των καρπών των πρώτων φυτών τομάτας (Αγγίδης 2006).

Οι πρώτοι βοτανολόγοι, αρχικά, διατηρούσαν μία καχυποψία απέναντι στο φυτό της τομάτας και η αιτία ήταν η ομοιότητα της με το φυτό *Atropabelladonna* το οποίο ανήκει και αυτό στην οικογένεια των Σολανοειδών. Η Μπελαντόνα ή αλλιώς Άτροπος ήταν γνωστή από την Αρχαία Ελλάδα και συνδεόταν με θεραπευτικές, δηλητηριώδεις, ψυχοτρόπες ιδιότητες λόγω της ατροπίνης που περιέχει. Έτσι λοιπόν στην αρχή καλλιεργήθηκε ως καλλωπιστικό φυτό και οι καρποί της θεωρούνταν επικίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων.

Λίγο πριν το 1780 η τομάτα άρχισε να χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου ως λαχανικό ενώ μέχρι το 1900η καλλιέργεια της παρέμεινε κηπευτική σε περιορισμένη έκταση στην Ευρώπη. Η μεγάλη επέκταση της βιομηχανικής καλλιέργειας της τομάτας ξεκίνησε μετά το 1900 όταν οι βιομηχανίες μεταποίησης τομάτας στην Ιταλία άρχισαν να δραστηριοποιούνται για παραγωγή τοματοπολτού και άλλων προϊόντων (Αγγίδης 1996).

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της τομάτας διαδόθηκε το 1818 ως κηπευτική και μετά το πρώτο παγκόσμιο πόλεμο αρχικά στα Δωδεκάνησα και έπειτα στη Νότια Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε για βιομηχανική πρώτη ύλη. Η μεγάλη επέκταση της βιομηχανικής καλλιέργειας της τομάτας ξεκίνησε μετά το 1960 και ιδιαίτερα μετά το 1975 καθώς δημιουργήθηκαν σε ολόκληρη την Ελλάδα σύγχρονες βιομηχανικές μονάδες μεταποίησης της τομάτας με σκοπό την παραγωγή αποφλοιωμένης τομάτας, χυμού, τοματοπολτού και παραγώγων (Αγγίδης 2006).

1.3. Βοτανική ταξινόμηση της τομάτας

Το φυτό της τομάτας ονομάζεται *Solanum lycopersicum* L., συνώνυμες ονομασίες *Lycopersicon esculentum* ή *Lycopersicon lycopersicum* Mill, και ανήκει στην οικογένεια των Σολανιδών (οικογένεια Solanaceae). Είναι ετήσιο φυτό αν και μπορεί να ζήσει πολλά χρόνια και ανήκει όπως και το αγγούρι στα φυτά θερμής εποχής (Πεδιαδιτάκης

1999). Είναι φυτό ποώδες με βιολογικό κύκλο 5-7 μήνες στην Ευρώπη (μονοετής καλλιέργεια), ενώ σε τροπικές περιοχές είναι πολυετής καλλιέργεια (Αγγίδης 1996).

1.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά της τομάτας

1.4.1. Ριζικό σύστημα

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα με αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στη μόνιμη θέση. Επειδή όμως στο θερμοκήπιο κατά κανόνα η τομάτα τις περισσότερες φορές μεταφυτεύεται μία ή περισσότερες φορές, η κεντρική ρίζα κόβεται και καταστρέφεται με αποτέλεσμα το φυτό να αρχίζει να παράγει με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες ακόμη και από το λαιμό του φυτού, πράγμα το οποίο θεωρείται πλεονέκτημα καθώς διευκολύνει τη μεταφύτευση του φυτού ακόμα και με γυμνή ρίζα ή μπάλα χώματος, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι και η ενδεδειγμένη τεχνική καλλιέργειας της τομάτας. Η τομάτα θεωρείται ένα από τα φυτά που μεταφυτεύεται εύκολα γιατί αφενός μεν παράγει νέες ρίζες αφετέρου δε το τραυματισμένο ριζικό σύστημα απορροφά νερό και θρεπτικά στοιχεία που του επιτρέπουν να αποκατασταθεί γρήγορα από τη μεταφυτευτική διαταραχή. Το ότι το φυτό της τομάτας παράγει εύκολα νέες ρίζες από το λαιμό του μας βοηθά να διαπιστώσουμε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ζει και αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα όπως για παράδειγμα εάν παρατηρηθούν εξογκώματα ή εναέριες ρίζες στη περιοχή του λαιμού του φυτού οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η κατάσταση στο ριζόστρωμα είναι προβληματική και μπορεί να οφείλεται είτε σε κακό αερισμό λόγω υπερβολικής υγρασίας, συμπίεσης εδάφους κ.α (Ολυμπίου 2001).



Εικόνα 1.1. Ριζικό σύστημα τομάτας

1.4.2. Βλαστός

Κατά το φύτευμα και μετά την οριζοντιοποίηση των κοτυληδονόφυλλων από το αρχέφυτρο που βρίσκεται μεταξύ τους και που μπορεί κανείς να το δει στο μικροσκόπιο σε τομή παράγεται ο κεντρικός βλαστός (βλαστανούσα κορυφή). Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Η τομάτα έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς βλαστούς και πολλές φορές οι πλευρικοί βλαστοί που βρίσκονται κοντά στη κορυφή του φυτού είναι τόσο ζωνιοί που δύσκολα μπορεί κανείς να διακρίνει ποιος είναι ο κεντρικός και ποιος ο πλευρικός βλαστός.



Εικόνα 1.2. Βλαστός τομάτας

Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά πλήρης. Σε μερικές περιπτώσεις ο βλαστός εμφανίζει κενό στο εσωτερικό του πράγμα το οποίο δεν είναι φυσιολογικό και συνηθέστερα οφείλεται σε προσβολή του φυτού από βακτήρια. Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης, μαλακός αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή χωρίς να ξυλοποιείται και είναι σχετικά εύθραυστος. Όσον αφορά την ανάπτυξη του μήκους του βλαστού καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών (indeterminate) ή με καθορισμένο μήκος (determinate) γεγονός το οποίο είναι πιο συνηθισμένο όταν κλαδεύεται η τομάτα σε

μονοστέλεχο σύστημα (αφαίρεση πλαγίων), οπότε στην πρώτη περίπτωση το μήκος του κεντρικού βλαστού μπορεί να φτάσει 10 ή περισσότερα μέτρα (Ολυμπίου 2001).

1.4.3. Φύλλα

Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα και κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παραφύλλων, με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Ο αριθμός ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο αλλά και το μέγεθος τους ποικίλει ανάλογα με τη ποικιλία αλλά και τη θέση του φύλλου στο βλαστό. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη επάνω στο βλαστό. Η επάνω επιφάνεια τους έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοιχτό πράσινο (Ολύμπιος 2001). Τέλος τα φύλλα φέρουν αδενόφορες τρίχες που εκκρίνουν μια δύσοσμη ουσία η οποία τα προστατεύει από τους εχθρούς του (Αγγίδης 1996; Δημητράκης 1998).



Εικόνα 1.3. Φύλλο τομάτας

1.4.4. Άνθη και Ταξιανθίες τομάτας

Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες από 2-3 άνθη ανά ταξιανθία μέχρι 20 ή και περισσότερα.



Εικόνα 1.4. Άνθος τομάτας

Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία είναι τέλεια αυτογονιμοποιούμενα και ανεμόφιλα με την έννοια πως ο άνεμος τινάζει τα άνθη με αποτέλεσμα την απελευθέρωση της γύρης, την επικονίαση και τη γονιμοποίηση. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελιχθεί σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών του φυτού και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα ανάλογα με την ποικιλία (Ολύμπιος 2001).



Εικόνα 1.5. Άνθος τομάτας

Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει και ένα άνθος το οποίο φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με 5 ενωμένα πέταλα και 5 στήμονες ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Η ωθήκη είναι πολύχωρη (2-7 χώρους) και κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια (Ολυμπίου 2001).

1.4.5. Καρπός

Ο καρπός της τομάτας είναι ράγα με χρώμα κόκκινο, ρόδινο ή κίτρινο και έχει 4-10 χώρους. Αποτελείται από το φλοιό τη σάρκα τους ιστούς και τους σπόρους. Το πάχος του φλοιού αυξάνεται στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης του καρπού και μετά λεπταίνει και απλώνει κατά το στάδιο της ωρίμανσης. Η σάρκα σχηματίζεται στους χώρους των κελιών και είναι πλούσια σε χυμό ανάλογα με τη ποικιλία. Ο χυμός αυτός χρησιμοποιείται στη μεταποίηση από τις βιομηχανίες κονσερβών.

Ο χυμός περιέχει 3-6% στερεά συστατικά και μέσα στους χώρους σε μια ζελατινώδη ουσία βρίσκονται οι σπόροι πολλοί ή λίγοι σε αριθμό ανάλογα με την ποικιλία της

τομάτας. Όταν ο καρπός είναι ώριμος και ζουμερός έχει έντονο κόκκινο χρώμα. Ο χρωματισμός των καρπών της τομάτας οφείλεται σε δύο χρωστικές την καροτίνη (κίτρινο) και την λικοπίνη (κόκκινη) και επηρεάζεται από τη σχέση των χρωστικών αυτών και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος είναι 18-25°C. Στα άγρια φυτά ο καρπός έχει διάμετρο 1-2 εκατοστά αλλά στα περισσότερα ήμερα είναι αρκετά μεγαλύτερος περίπου 5-10 εκατοστά (Αγγίδης 1996; Δημητράκης 1998).



Εικόνα 1.6. καρπός τομάτας

1.4.6. Σπόρος

Είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος και έχει χρώμα κίτρινο καφέ χρυσαφένιο και η επιφάνεια του καλύπτεται με τριχοειδείς αποφύσεις που του δίνουν μία μεταξώδη επιφάνεια που κάνουν τον σπόρο της τομάτας να διαφέρει από το σπόρο της πιπεριάς και της μελιτζάνας. Η επιφάνεια του εξωτερικά έχει ένα γκριζοκίτρινο χρώμα και καλύπτεται από χρώμα γκριζό ή αργυρό. Το μέγεθος των σπόρων της τομάτας είναι μικρό και έχει διάμετρο 3-5 mm. Στο εσωτερικό του ο σπόρος φέρει ένα κυρτό (σπειροειδές) έμβρυο που περιβάλλεται από ένα μικρό ενδοσπέρμιο. Η βλαστικότητα του σπόρου της τομάτας διατηρείται τουλάχιστον 4 χρόνια μετά τη συγκομιδή του εάν έχει αποθηκευτεί κάτω από κανονικές συνθήκες. Εάν όμως ο σπόρος της τομάτας έχει αποθηκευτεί κάτω από συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και χαμηλής περιεκτικότητας των σπόρων σε υγρασία τότε η βλαστική του ικανότητα μπορεί να διατηρηθεί και για περισσότερο από 10 χρόνια. Ένα γραμμάριο σπόρου έχει περίπου 450 σπέρματα (Ολυμπίου 2001).



Εικόνα 1.7. Σπόρος τομάτας

Η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών αλλά αποδίδει καλύτερα σε εδάφη τα οποία έχουν σταθερή δομή, υψηλό βαθμό υδατοικανότητας, με πολύ καλή στράγγιση και τα οποία είναι πλούσια σε οργανική ουσία. Αναπτύσσεται σε έδαφος αμμοπηλώδες ή το πολύ πηλοαμμώδες το οποίο πρέπει να στραγγίζει καλά, να είναι πλούσιο σε οργανική ουσία και το ΡΗτου να βρίσκεται μεταξύ 6 – 6,5. Για πρώιμη παραγωγή μπορούν να χρησιμοποιούνται και τα ελαφρά αμμώδη εδάφη αλλά τα εδάφη αυτά είναι φτωχά με χαμηλή εναλλακτική ικανότητα, χαμηλό βαθμό υδατοικανότητας, φτωχή διαβροχή κατά το πότισμα με το σύστημα στάγδην. Τα αμμώδη πλεονεκτούν όσον αφορά το χρόνο παραγωγής. Η σχετική υγρασία θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 65-75%. Η σχετική υγρασία δεν θα πρέπει να αφεθεί κάτω από 60% αλλά ούτε και να υπερβεί το 80% καθώς και στις δύο περιπτώσεις θα υπάρξουν συνέπειες για την καλλιέργεια της τομάτας. Στην πρώτη περίπτωση θα έχουμε πρόβλημα ανθόρροιας και καρπόρροιας ενώ στη δεύτερη περίπτωση υπάρχει ευνοϊκό περιβάλλον για ανάπτυξη ασθενειών και δημιουργούνται προβλήματα γονιμοποίησης (Πεδιαδιτάκης 1999).

1.5. Εχθροί της καλλιέργειας της τομάτας

Οι κυριότεροι ζωικοί εχθροί της τομάτας είναι οι εξής :

- Διάφορα είδη αφίδων τα οποία προσβάλλουν φύλλα αλλά και νεαρούς καρπούς
- Φυλλορύκτης της τομάτας που προσβάλλει το μεσόφυλλο και προκαλεί στοές-*Liriomyzasolani*
- Αλευρώδης που προσβάλλει τα φύλλα- *Trialeurodesvaporariorum*
- Νηματώδεις που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα – *Meloidogynespp.* , *Heteroderarostochiensis*

- Σιδηροσκώληκες που προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους – *Agriotesobscures*
- Θρίπες που προσβάλλουν τα φύλλα και μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις – *Thripstabaci*
- Τετράνυχος που προσβάλλει κυρίως τα φύλλα – *Tetranychusurticae*

1.6. Φυσιολογικές ανωμαλίες της τομάτας

Οι σοβαρότερες φυσιολογικές ανωμαλίες της τομάτας είναι οι εξής:

- Σχίσσιμο ή σχάσιμο του καρπού
- Γωνιώδης καρπός (Boxy fruit)
- Παραμόρφωση του καρπού (Cat face and Misshapen fruit)
- Λέπτυνση της κορυφής
- Συστροφή των νεαρών φύλλων της κορυφής
- Ξηρή σήψη κορυφής καρπού (Blossom -endrot)
- Εσωτερική κασάνωση του καρπού (Internal Browning or Bronzing)
- Γκρίζα τοιχώματα καρπού (Graywall)
- Ανομοιόμορφη (κηλιδωτή) ωρίμανση του καρπού (Blotchyripening)
- Μαστοειδής καρπός
- Ηλιόκαυμα
- Χείμερα

1.7. Διατροφική αξία καρπού τομάτας

Βασικό συστατικό της τομάτας είναι το νερό, από το οποίο αποτελείται κατά 94 έως 95 % κ.β.. Το υπόλοιπο της τομάτας αποτελούν τα υπόλοιπα διατροφικά συστατικά, σάκχαρα, πρωτεΐνες, βιταμίνες, οξέα, ίνες και ιχνοστοιχεία. Από άποψη θερμιδικής αξίας, μία μέτρια τομάτα (~150g) έχει 35 θερμίδες, ενώ περιέχει σειρά σημαντικών ιχνοστοιχείων (μαγνήσιο, κάλιο, ασβέστιο, φώσφορο), βιταμινών και αντιοξειδωτικών ουσιών. Η θρεπτική αξία της τομάτας μπορεί να αυξηθεί κατά τη μεταποίησή της, τόσο λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης (αφού η επεξεργασία της τομάτας αφορά συνήθως την συμπύκνωση του χυμού της), όσο και λόγω χημικών διαφοροποιήσεων

στο κατεργασμένο προϊόν σε σχέση με το νωπό. Από το 5% περίπου των ολικών στερεών της τομάτας, το 1 % αντιστοιχεί στο φλοιό και στους σπόρους (Gould, 1992).

Πίνακας 1.1 Σύσταση καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Rls. 27)

Σύσταση τομάτας (μ.μ. / 100g)		
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Νερό (g)	94,5	87,88
Ενέργεια (kcal)	18	38
Πρωτεΐνες (g)	0,88	1,65
Λίπος (g)	0,20	0,21
Τέφρα (g)	0,50	1,28
Υδατάνθρακες (g)	3,89	8,98
Διαιτητικές ίνες (g)	1,20	1,90
Σάκχαρα (g)	2,63	4,83

Οι υδατάνθρακες, υπό τη μορφή σακχάρων, αποτελούν την επικρατέστερη κατηγορία συστατικών στα στερεά της τομάτας, καθώς τα αναγωγικά σάκχαρα (στα οποία κυρίως ανήκουν τα σάκχαρα της τομάτας) αποτελούν 50 έως 65% των διαλυτών στερεών του καρπού της τομάτας. Η γλυκόζη και η φρουκτόζη βρίσκονται σε περίπου ίσες ποσότητες, ενώ μια άλλη κατηγορία σακχάρων, οι πολυσακχαρίτες, αποτελούν το 0,7 % του χυμού της τομάτας. Τους πολυσακχαρίτες της τομάτας αποτελούν κατά 50% οι πηκτίνες και οι αραβινογαλακτάνες, κατά 25% οι ξυλάνες και οι αραβινοξυλάνες και κατά 25% η κυτταρίνη (Miladietal., 1969).

Οι πηκτίνες ευθύνονται για την σαρκώδη υφή του καρπού της τομάτας και παίζουν σημαντικό ρόλο στην τελική υφή του προϊόντος της τομάτας. Στην αρχή, το αδιάλυτο συστατικό πρωτοπηκτίνη, συνδεδετικό των κυττάρων του καρπού, σχηματίζεται, πριν, με

την πάροδο του χρόνου ωρίμασης, ωριμάσει σε πηκτίνη, η οποία, με τη σειρά της, αποδομείται περαιτέρω σε διαλυτά συστατικά, εξαιτίας ενζύμων που εμπεριέχονται στον καρπό και παραμένουν ενεργά ακόμα και μετά τη συγκομιδή και κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Ο χρόνος μετατροπής της πρωτοπηκτικής σε πηκτίνη συντελείται κατά τα τελευταία στάδια ωρίμασης της τομάτας, για αυτό και η βιομηχανία επεξεργασίας τομάτας προτιμάει τις καλά ωριμασμένες, κόκκινες τομάτες (Gould, 1992).

Πίνακας 1.2 Σύστασησακχάρωνκαρπούτομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε σάκχαρα (g/100g)		
ΣΑΚΧΑΡΟ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Γλυκόζη	1,25	2,45
Φρουκτόζη	1,37	2,38

Ο καρπός της τομάτας, όπως και τα προϊόντα αυτού, αποτελούν πλούσια πηγή βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ), από τις σημαντικότερες για τον άνθρωπο.

Πίνακας 1.3 Σύστασηβιταμινώνκαρπούτομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε βιταμίνες (μ.μ./100g)			
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	μ.μ.	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Ασκορβικό οξύ, C	Mg	23	10,6
Θειαμίνη, B1	Mg	0,037	0,025
Ριβοφλαβίνη, B2	Mg	0,019	0,08
Νιασίνη, B3	Mg	0,594	1,466
Παντοθενικό οξύ, B5	Mg	0,089	0,44

Πυριδοξίνη, Β6	Mg	0,08	0,126
Φολικό ολικό, Β9	mg	15	11
Βιταμίνη Α (RAE)	mg	42	26
Λυκοπένιο	Mg	2,57	21,75
Λουτεΐνη&Ζεαξανθίνη	mg	123	0
α-τοκοφερόλη, Ε	Mg	0,54	1,97
Βιταμίνη Κ, φυλλοκινόνη	mg	7,9	3,4

Σε έναν καρπό τομάτας η μέση περιεκτικότητα ασκορβικού οξέος είναι περίπου 23 mg / 100g καρπού (νωπό βάρος). Επίσης, σημαντικές για την ανθρώπινη διατροφή ποσότητες βιταμίνης Α βρίσκονται στον καρπό της τομάτας, κυρίως με τη μορφή καροτενίου και βιταμινών συμπλέγματος Β (Gould, 1992).

Το γλουταμινικό οξύ και αμέσως μετά το ασπαρτικό οξύ αποτελούν τα πιο σημαντικά από τα 19 διαλυτά αμινοξέα που απαντώνται στο φρέσκο χυμό τομάτας (Miladietal., 1969). Η αποικοδόμηση και μερική υδρόλυση που υφίστανται οι πρωτεΐνες κατά την επεξεργασία του χυμού της τομάτας επηρεάζουν την περιεκτικότητα αυτού σε ελεύθερα αμινοξέα. Συγκεκριμένα, αυξάνονται περισσότερο το γλουταμινικό και το ασπαρτικό οξύ, ενώ ακολουθούν η θρεονίνη, η αλανίνη και η φαινυλαλανίνη. Λόγω της απαμίνωσης που λαμβάνει χώρα κατά την επεξεργασία, το ασπαραγινικό οξύ και η γλουταμίνη χάνονται καθώς μετασχηματίζονται σε γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ ή και σε καρβοξυλικό οξύ της πυρρολιδόνης (Gould, 1992).

Πίνακας 1.4 Σύσταση αμινοξέων (10 επικρατέστερα) καρπού τομάτας (Πηγή: USDA NationalNutrientDatabasefor Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε αμινοξέα (g/100g)		
AMINOΞΥ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Γλουταμινικό οξύ	0,431	0,658

Ασπαρτικό οξύ	0,135	0,206
Θρεονίνη	0,027	0,037
Λυσίνη	0,027	0,048
Φαινυλαλανίνη	0,027	0,034
Αλανίνη	0,027	0,052
Σερίνη	0,026	0,039
Λευκίνη	0,025	0,046
Αργινίνη	0,021	0,032
Γλυκίνη	0,019	0,027

Στον καρπό της τομάτας συναντάται ως επικρατέστερο το κιτρικό οξύ, ακολουθούμενο από το μηλικό οξύ (Belitzetal., 2006). Κατά το στάδιο αλλαγής του χρώματος έχει παρατηρηθεί η μέγιστη συγκέντρωση οργανικών οξέων, ενώ κατά την επεξεργασία του τοματοχυμού έχει παρατηρηθεί αύξηση της ολικής οξύτητας. Συγκεκριμένα, έχει καταγραφεί αύξηση της περιεκτικότητας σε οξικό οξύ κατά 32%, κυρίως λόγω οξείδωσης αλδευδών και αλκοολών, καθώς και απαμίνωσης αμινοξέων (Crean, 1966). Στα οξέα αποδίδεται μεγάλο μέρος της γεύσης της τομάτας, ενώ και η ολική οξύτητα του τελικού προϊόντος λαμβάνεται ως δείκτης ικανοποιητικής επεξεργασίας (Lambethetal., 1964). Τέλος, η αναλογία των οξέων προς τα σάκχαρα συγκαταλέγεται στους σημαντικούς παράγοντες αξιολόγησης του προϊόντος.

Πίνακας 1.5 Σύσταση οξέων καρπούτομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε οξέα (g/100g)		
ΟΞΥ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ

Κιτρικό	60,92	66,92
Μηλικό	3,72	5,39
Γαλακτικό	1,37	1,46
α-κετογλουταρικό	1,10	0,53
Οξικό	1,06	1,56
Καρβοξυλικό της πυρρολιδόνης	0,81	8,10
Ηλεκτρικό	0,60	0,49

Από τα λιπόφιλακαροτενοειδή συστατικά της τομάτας, κυρίαρχο είναι το λυκοπένιο. Πρόκειται για πολυακόρεστο υδρογονάνθρακα που, όπως προαναφέρθηκε, αποδίδει το βαθύ κόκκινο χρώμα στη τομάτα και αποτελεί ένα από τα πιο ισχυρά αντιοξειδωτικά φυτικής προέλευσης. Βιοσυντίθεται μόνο σε φυτικούς οργανισμούς και η λήψη του από τους ανθρώπους γίνεται αποκλειστικά με την τροφή και ειδικότερα με την κατανάλωση τομάτας και επεξεργασμένων υποπροϊόντων της. Αποτελεί, δε, πρόδρομη ένωση όλων των καροτενοειδών.

Ο καρπός της τομάτας περιέχει μεταλλικά στοιχεία σε ποσοστό 0,3 έως 0,6%, με τα κυριότερα από αυτά να είναι το κάλιο, το μαγνήσιο, ο φώσφορος, το ασβέστιο και το νάτριο (Belitzetal., 2006).

Πίνακας 1.6 Σύσταση ανόργανων αλάτων καρπού τομάτας (Πηγή: USDA NationalNutrientDatabasefor Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε ανόργανα άλατα (g/100g)		
ΑΝΟΡΓΑΝΟ ΑΛΑΣ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Ασβέστιο, Ca	10	18
Σίδηρος, Fe	0,27	1,78

Μαγνήσιο, Mg	11	23
Φωσφόρος, P	24	40
Κάλιο, K	237	439
Νάτριο, Na	5	28
Ψευδάργυρος, Zn	0,17	0,36
Χαλκός, Cu	0,059	0,287
Μαγγάνιο, Mn	0,114	0,169
Φθόριο, F	0,002	0
Σελήνιο, Se	0	0,7

2. Βιομηχανική τομάτα

Η βιομηχανική επεξεργασία και μεταποίηση της τομάτας ξεκίνησε στις Η.Π.Α και στις ανεπτυγμένες χώρες της Ευρώπης ξεκίνησε από το 1920 ενώ αργότερα τα επόμενα χρόνια δόθηκε μεγάλη ώθηση στην επέκταση της καλλιέργειας της τομάτας, δημιουργήθηκαν νέες ποικιλίες κατάλληλες για βιομηχανική χρήση και δημιουργήθηκαν διάφορα προϊόντα τομάτας βιομηχανικής παραγωγής. Καλλιεργείται για τον καρπό της που χρησιμοποιείται για τη διατροφή του ανθρώπου ως νωπός, συμπυκνωμένος χυμός, αποφλοιωμένα τοματάκια ολόκληρα ή κομμένα σε κονσέρβα, τοματοπολτός, φυσικός χυμός τομάτας, αποξηραμένο προϊόν σε σκόνη, κέτσαπ και πούλπα τομάτας. Ως βιομηχανική τομάτα ορίζεται κάθε καλλιέργεια της οποίας οι καρποί προορίζονται για χρήση σε βιομηχανική επεξεργασία και παραγωγή αντίστοιχων βιομηχανικών υποπροϊόντων. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα έχει ιδιαίτερη σημασία ως βιομηχανικός κλάδος.

Κατά Gould (1992) τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει μια ποικιλία τομάτας για να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανική είναι τα εξής:

- Ταυτόχρονη καρπόδεση των φυτών και ωρίμαση των καρπών.
- Δυνατότητα καρπόδεσης σε ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών.
- Ανθεκτικότητα στις ασθένειες και τους εχθρούς της τομάτας.
- Υψηλή παραγωγικότητα και υψηλό ποσοστό καρπών ανώτερης κατηγορίας.
- Καταλληλότητα για μηχανική συγκομιδή και μαζική μεταφορά.
- Κατά την συγκομιδή πρέπει ο κάλυκας να παραμένει στο φυτό.
- Ομοίμορφο μέγεθος καρπών και βάρος μεταξύ 50 και 90 g.
- Ολικά στερεά από 5,5 έως 8,5 %.
- Διαλυτά στερεά από 4,5 έως 7,5 %.
- Οξύτητα από 0,35 έως 0,55 %.
- Χαμηλό pH (μέγιστο 4,4)
- Περιεκτικότητα σε βιταμίνη C πάνω από 20 mg / 100 g.
- Εάν πρόκειται για τομάτες κονσερβοποίησης, εύκολη αποφλοίωση και καλή μηχανική αντοχή κατά την επεξεργασία.
- Εάν πρόκειται για τομάτες για χυμό, μεγάλη συνεκτικότητα μετά την επεξεργασία.

Γενικά καρποί με έντονο κόκκινο χρώμα, σαρκώδεις και σφιχτούς ιστούς χωρίς λευκές ίνες στο κεντρικό μέρος, εύκολη αποφλοίωση και τη χαρακτηριστική γέυση της τομάτας αναλλοίωτη πριν και μετά την επεξεργασία

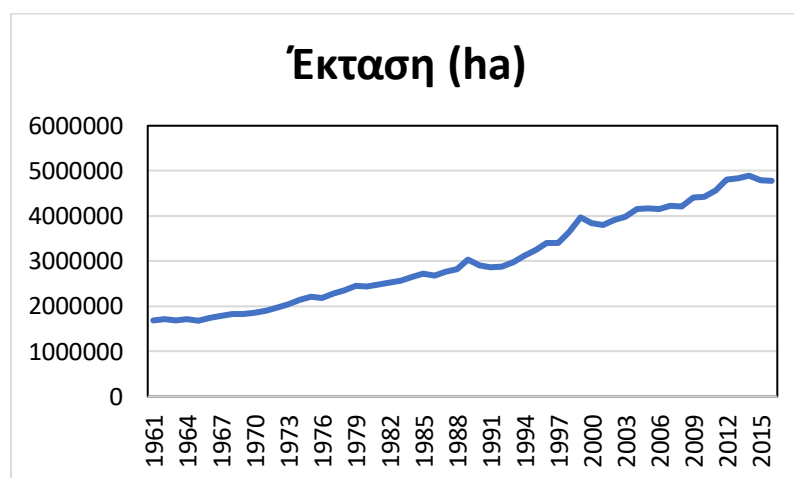
2.1. Στατιστική ανάλυση

Στην παρούσα ενότητα θα γίνει παρουσίαση ορισμένων ουσιαστικών στατιστικών δεδομένων σχετικά με την καλλιέργεια και την παραγωγή της τομάτας. Η ανάλυση θα αφορά διαφορετικές περιοχές ανά τον πλανήτη και τα χαρακτηριστικά της α) καλλιεργούμενης έκτασης σε εκτάρια (ha), β) απόδοσης της καλλιέργειας σε εκατόγραμμα ανά εκτάριο (hg/ha) και γ) παραγωγής σε τόνους. Τα δεδομένα αντλούνται από τον διαδικτυακό χώρο Faostat¹, τον ιστότοπο απόθεσης στατιστικών

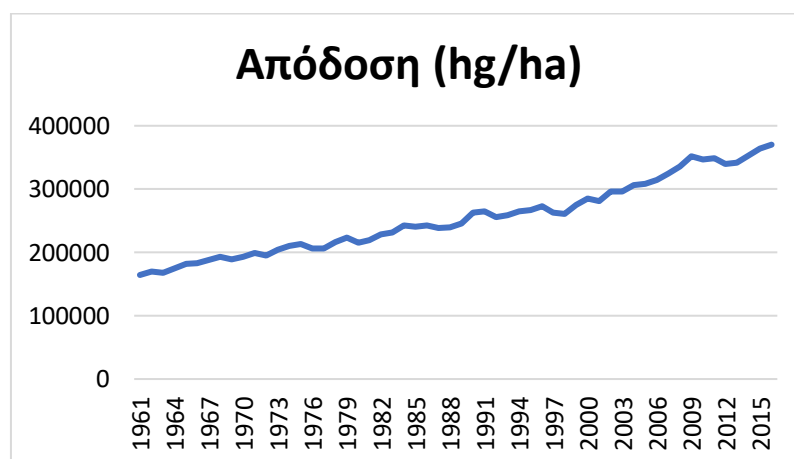
¹FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

δεδομένων της FAO (Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας, η εξειδικευμένη διεύθυνση του ΟΗΕ για την πρωτογενή παραγωγή στον τομέα της γεωργίας).

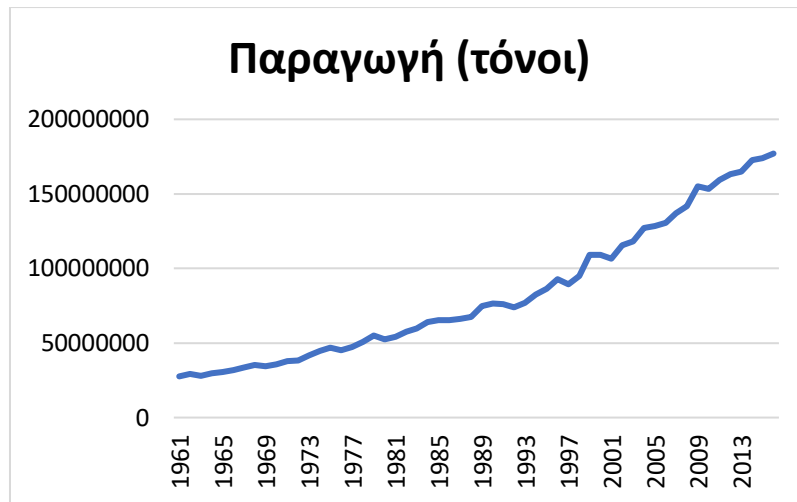
Πριν εξειδικευτεί η παρουσίαση των στατιστικών δεδομένων ανά περιοχή, θα παρατεθούν τα στοιχεία αναφορικά με την παγκόσμια παραγωγή τομάτας. Όπως γίνεται φανερό από τα διαγράμματα που ακολουθούν, η παραγωγή της τομάτας έχει αυξηθεί ιδιαίτερος την τελευταία 50ετία, καθώς, τόσο η καλλιεργούμενη έκταση, όσο και η απόδοση των καλλιεργειών, έχουν υπερδιπλασιαστεί από τη δεκαετία του '60, με αποτέλεσμα η παραγόμενη ποσότητα τομάτας να έχει αυξηθεί εκθετικά.



Διάγραμμα 2.1 Παγκόσμια έκταση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

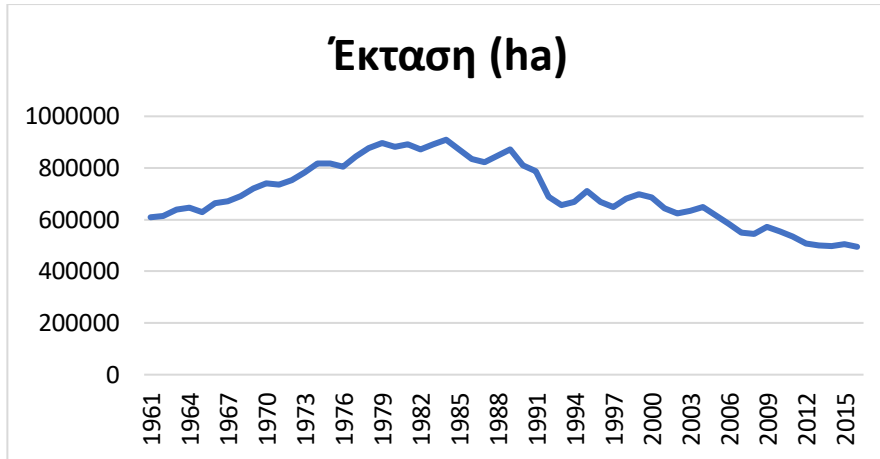


Διάγραμμα 2.1 Παγκόσμια απόδοση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

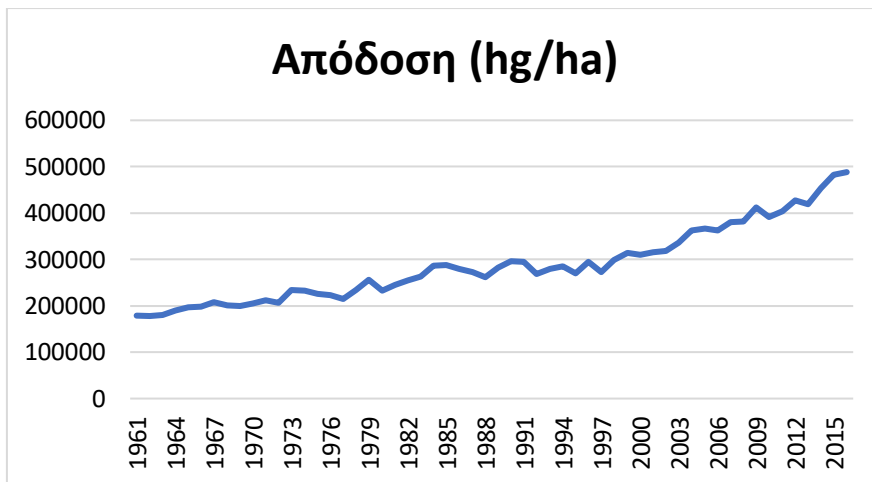


Διάγραμμα 2.2 Παγκόσμια παραγωγή τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

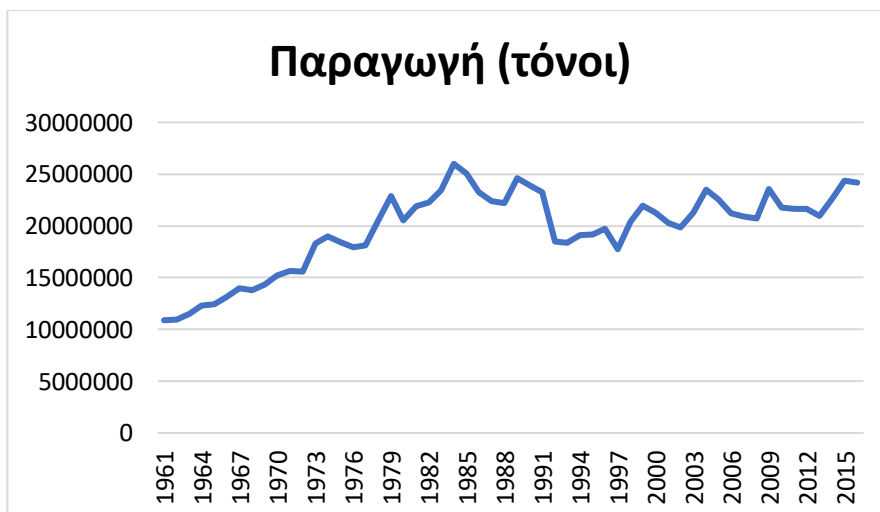
Συνεχίζοντας με πρώτη περιοχή αυτήν την Ευρώπη, στην οποία και ανήκει η Ελλάδα, τα διαγράμματα που απεικονίζουν τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά της παραγωγής τομάτας δείχνουν μια διαφορετική πορεία από το παγκόσμιο γίνεσθαι. Συγκεκριμένα, στα μέσα της δεκαετίας του '80, η παραγωγή τομάτας στην Ευρώπη έδειξε μια σχετική επιβράδυνση στην ανάπτυξη, σε σχέση τουλάχιστον με την παγκόσμια παραγωγή. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ξεκίνησαν μια εξαιρετικά πτωτική πορεία κατά τη δεκαετία του '80, εποχή που τα προγράμματα επιδοτήσεων από την τότε Ε.Ο.Κ. οδήγησαν σε μια γενική ανακατάταξη των καλλιεργειών στις χώρες της ένωσης τουλάχιστον. Επιπροσθέτως, η καλλιέργεια σε θερμοκήπια και άλλες ειδικές εγκαταστάσεις (π.χ. υδροπονική) έχει συμβάλλει στην αύξηση της αποδοτικότητας των καλλιεργειών, όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα, γεγονός που πιθανώς να αποδέσμευσε εκτάσεις καλλιέργειας τομάτας για άλλες χρήσεις.



Διάγραμμα 2.4 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT)



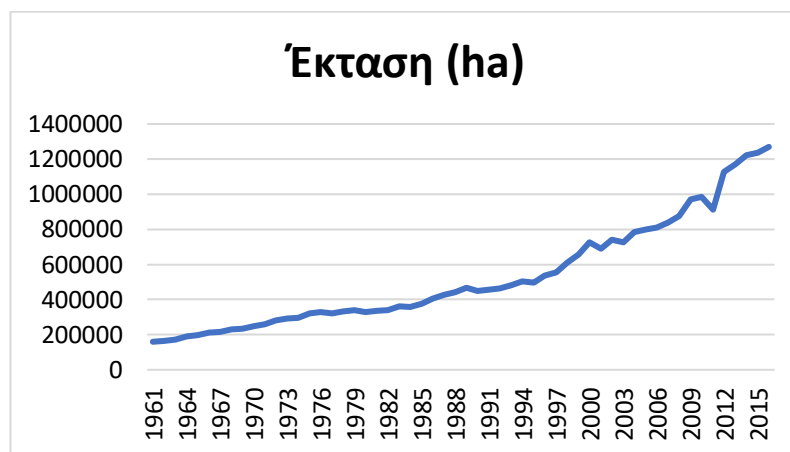
Διάγραμμα 2.3 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT)



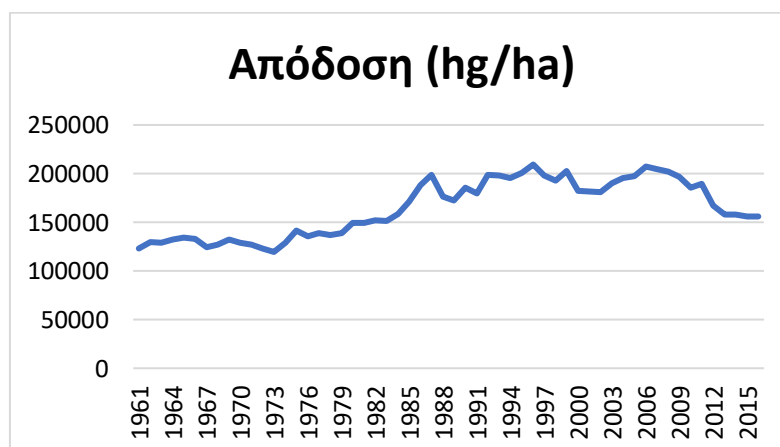
Διάγραμμα 2.4 Παραγωγή τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT)

Η ταυτόχρονα μειωτική πορεία των καλλιεργούμενων εκτάσεων και αυξητική πορεία της αποδοτικότητας της καλλιέργειας τομάτας έχουν οδηγήσει σε μια σχετικά σταθερή τάση της παραγόμενης ποιότητας τομάτας τις τελευταίες 3 δεκαετίες.

Περνώντας νοτιότερα και στην Αφρικανική ήπειρο, οι δείκτες είναι μάλλον αντίστροφοι από την κατάσταση στην Ευρώπη. Εδώ και μισό αιώνα, οι εκτάσεις στις οποίες καλλιεργείται η τομάτα αυξάνονται, σχεδόν με ελαφρά εκθετικό ρυθμό, βάση του σχήματος του αντίστοιχου διαγράμματος, όμως η αποδοτικότητα των καλλιεργειών αυτών όχι μόνο δεν ακολουθούν αντίστοιχη ανάπτυξη, αλλά πέρα από ένα «σκαλοπάτι» προς τα πάνω τη δεκαετία του '80, οι τάσεις είναι προς την κάμψη της.

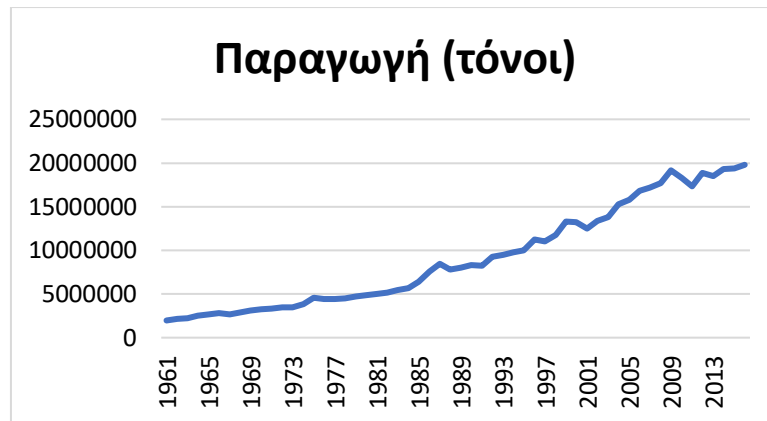


Διάγραμμα 2.7 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT)



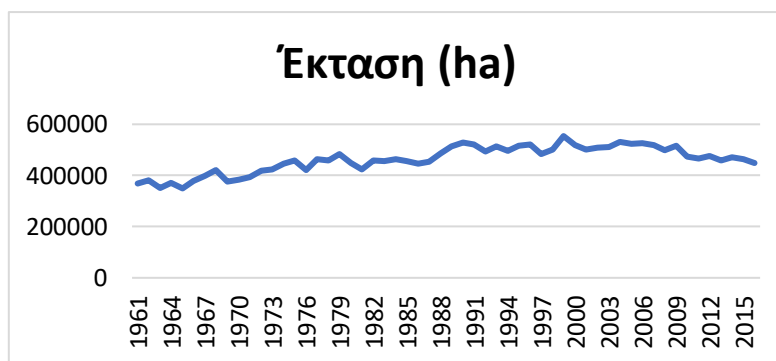
Διάγραμμα 2.5 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT)

Παρ' όλα αυτά, η παραγωγή ακολουθεί σαφώς αυξητική πορεία, κυρίως λόγω της ραγδαίας αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων.



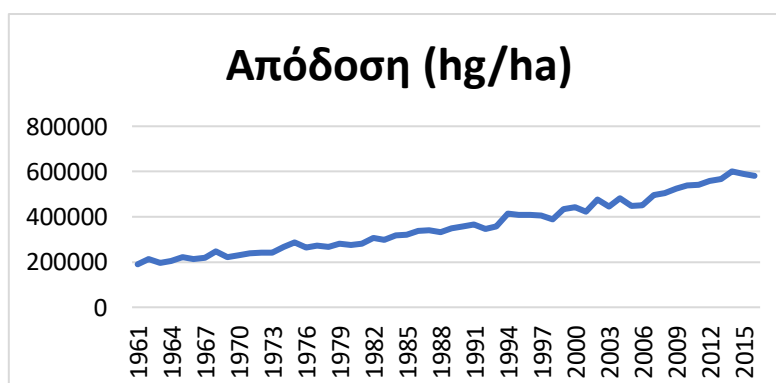
Διάγραμμα 2.6 Παραγωγή τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT)

Σε ότι αφορά την Αμερικανική ήπειρο, την «πατρίδα» της τομάτας, τα στοιχεία δείχνουν μια παραπλήσια με την Ευρώπη πορεία, χωρίς, βέβαια, την απότομη κάμψη της δεκαετίας του 1980.



Διάγραμμα 2.7 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT)

Κι εδώ έχουμε μια ελαφρά κάμψη των καλλιεργούμενων εκτάσεων, όμως η σαφής αύξηση της αποδοτικότητας των καλλιεργειών έχει οδηγήσει σε αντίστοιχη μεγάλη αύξηση στην παραγωγή.

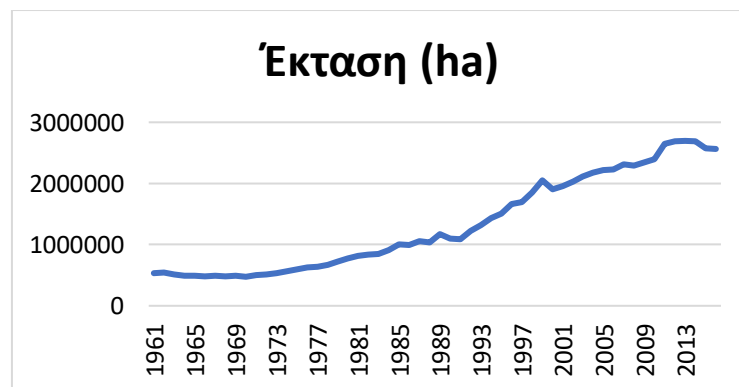


Διάγραμμα 2.8 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT)

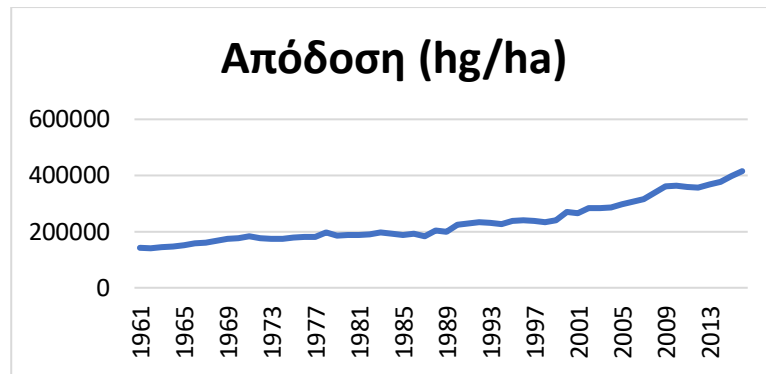


Διάγραμμα 2.9 Παραγωγή τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT)

Σε ότι αφορά την Ασιατική ήπειρο, τα δεδομένα είναι τα πιο θετικά από όλες τις περιοχές του κόσμου, καθώς τόσο οι καλλιεργούμενες εκτάσεις, όσο και η απόδοση των καλλιεργειών αυτών έχουν σημαντικά αυξητική πορεία, ειδικά από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 (με μια ελαφρά κάμψη, βέβαια, στις εκτάσεις μετά το 2014, η οποία δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν είναι δομική και θα επιμείνει).



Διάγραμμα 2.13 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT)

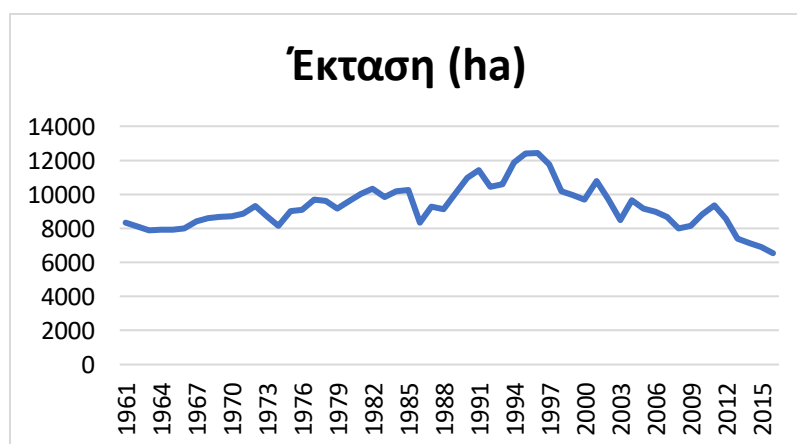


Διάγραμμα 2.10 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT)

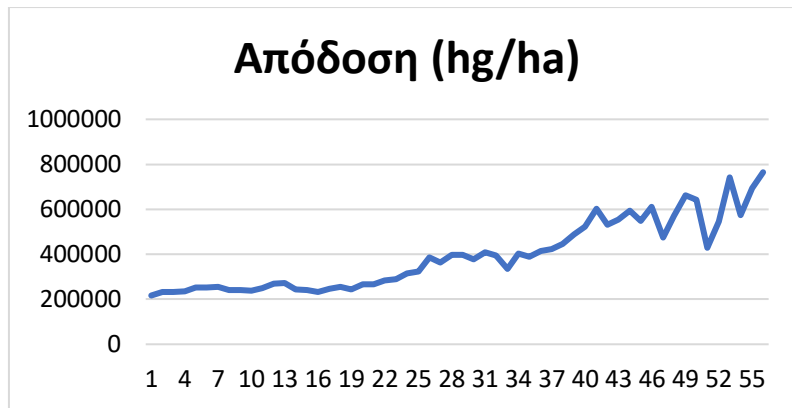


Διάγραμμα 2.11 Παραγωγή τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT)

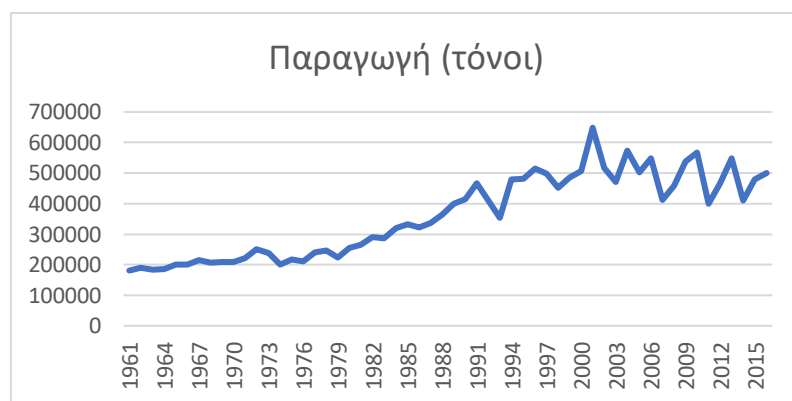
Τέλος, στην Ωκεανία έχουμε και πάλι μια κατάσταση που ομοιάζει με την Αμερικανική και Ευρωπαϊκή ήπειρο, αν και εδώ η παραγωγή δείχνει μια σταθεροποιητική προς μειωτική τάση τις τελευταίες δύο δεκαετίες.



Διάγραμμα 2.12 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT)



Διάγραμμα 2.13 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT)



Διάγραμμα 2.14 Παραγωγή τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT)

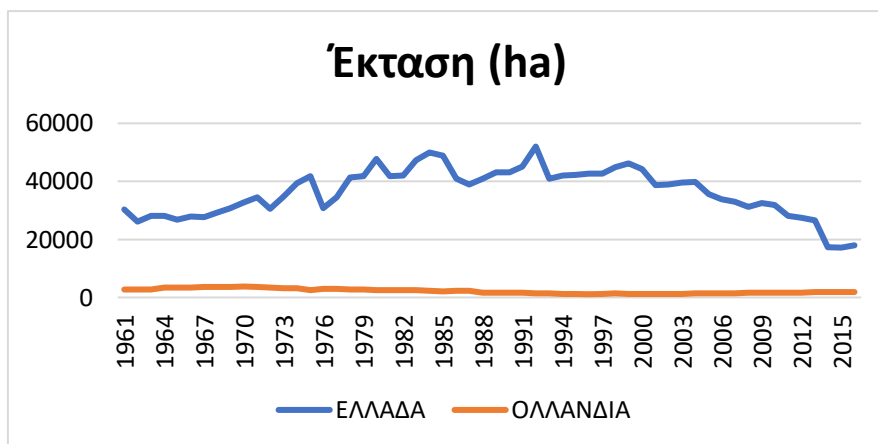
Κλείνοντας την παρουσίαση των στατιστικών δεδομένων για την καλλιέργεια της τομάτας, είναι σημαντική η αναφορά στα στοιχεία της Ελληνικής πραγματικότητας. Μάλιστα θα γίνει αντιπαράθεση με την αντίστοιχη κατάσταση στην Ολλανδία, μία από τις κορυφαίες χώρες αγροτικούς παραγωγούς στην Ευρώπη². Η τομάτα στην Ελληνική γεωργία έχει πάρει, δυστυχώς (με βάση τη δυναμική που παρουσιάστηκε προηγουμένως), μια αρνητική πορεία. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις μειώνονται με ταχύτητα, ενώ η αποδοτικότητα δεν ακολουθεί την αυξητική πορεία άλλων σύγχρονων περιοχών του «δυτικού» κόσμου. Αποτέλεσμα είναι και η παραγωγή της τομάτας να έχει πέσει δραματικά, υποχρεώνοντας την Ελληνική οικονομία σε αθρόες εισαγωγές³.

²Protagon: Η μικρή Ολλανδία με το μεγάλο (αγροτικό) θαύμα, στο <https://www.protagon.gr/themata/i-mikri-ollandia-trofodotria-tis-anthrwpotitas-44341479471>

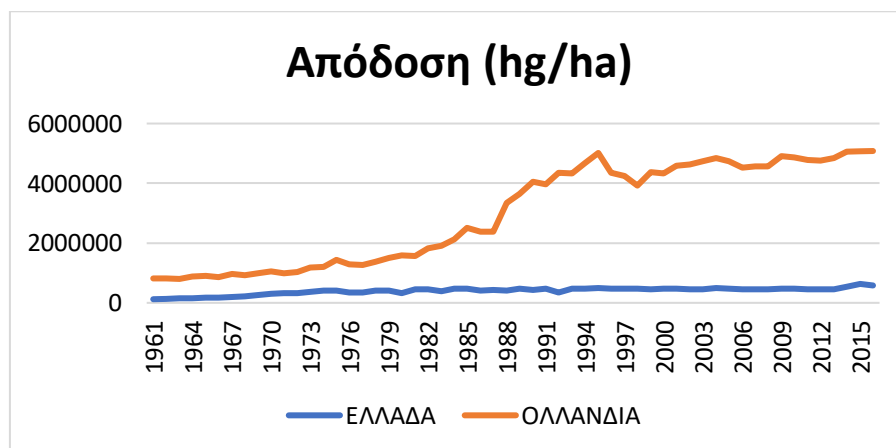
³ Καθημερινή: Το ελληνικό παράδοξο με την ντομάτα, στο <http://www.kathimerini.gr/452794/article/epikairothta/ellada/to-ellhniko-parado3o-me-thn-ntomata>

Αντιθέτως, στην Ολλανδία, με υποπολλαπλάσιες καλλιεργούμενες εκτάσεις και έχοντας καταφέρει να εκτινάξουν την απόδοση ανά στρέμμα, έχουν καταφέρει να έχουν την ίδια σχεδόν παραγωγή με την Ελλάδα, αλλά με σημαντικά χαμηλότερα κόστη.

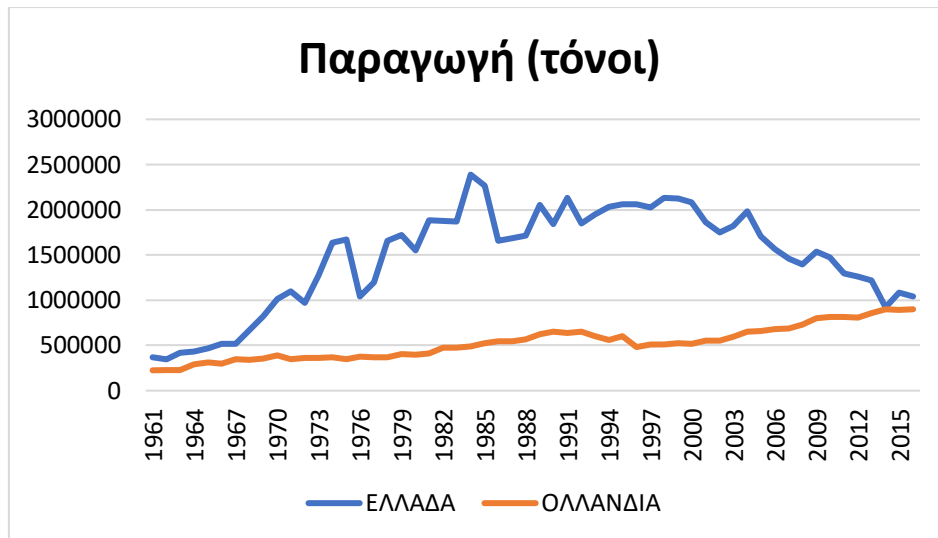
Αυτή η ειδοποιός διαφορά καθιστά απαραίτητη την έρευνα στην Ελλάδα πάνω στους τρόπους αύξησης της απόδοσης της καλλιέργειας τομάτας.



Διάγραμμα 2.19 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Έκταση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)



Διάγραμμα 2.20 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Απόδοση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)



Διάγραμμα 2.21 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Παραγωγή τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

2.2. Κλιματικές απαιτήσεις της βιομηχανικής τομάτας

Η βιομηχανική τομάτα είναι πολύ ευαίσθητη στο κρύο και σε θερμοκρασίες κοντά ή κάτω από 0°C περνά από το στάδιο της αδράνειας στο θάνατο του φυτού (στους -2°C). Απαιτείται τουλάχιστον ένα διάστημα 4 μηνών ελεύθερο από παγετό έτσι ώστε να ολοκληρώσει το βιολογικό του κύκλο το φυτό. Ο σπόρος φυτρώνει σε θερμοκρασίες $12-13^{\circ}\text{C}$ όμως η άριστη θερμοκρασία βρίσκεται μεταξύ $23-24^{\circ}\text{C}$ (ημέρα) και 14°C (νύχτα). Όταν οι θερμοκρασίες ξεπερνούν τους 33°C παρατηρείται μειωμένο δέσιμο και ανεπαρκής σχηματισμός των χρωστικών του καρπού. Σε θερμοκρασίες πάνω από 35°C κάθε βλαστική δράση σταματά. Ο σχηματισμός λυκοπίνης (κόκκινο χρώμα) ευνοείται σε θερμοκρασίες $16-21^{\circ}\text{C}$ και σταματά σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από $30-32^{\circ}\text{C}$. Οι αποδόσεις δεν ευνοούνται από υψηλές θερμοκρασίες τον Αύγουστο και παρατεταμένες βροχοπτώσεις τον Ιούλιο.

2.3. Εδαφικές απαιτήσεις της βιομηχανικής τομάτας

Καλλιεργείται σε όλα σχεδόν τα εδάφη που δεν είναι υγρά αλλά προτιμά εδάφη μέσης σύστασης που είναι ελαφρά, βαθιά, γόνιμα και στραγγερά. Εάν δεν μας ενδιαφέρει η πρωιμότητα για μεγάλη απόδοση πρωτιμούνται τα εδάφη τα οποία είναι πηλώδη, αργιλοπηλώδη ή βαρύτερα εδάφη, τα οποία έχουν μεγάλη υδατοικανότητα και

απορροφούν και συγκρατούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων όπως φωσφόρου και καλίου. Για την καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας εδάφη με ελαφρά κλίση είναι επιθυμητά. Όταν χρησιμοποιούνται εδάφη με μέτρια και απότομη κλίση θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τη διατήρηση του εδάφους και της υγρασίας. Το επίπεδο έδαφος μπορεί να έχει προβλήματα διάβρωσης αλλά μπορεί να έχει πρόβλημα απόπλυσης και στράγγισης. Εάν το υπέδαφος είναι διαπερατό και επιτρέπει άμεση στράγγιση δεν χρειάζεται να ληφθεί πρόνοια για υποστράγγιση. Σε όλες τις περιπτώσεις είναι επιθυμητή η μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία καθώς και σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Καλύτερες αποδόσεις έχουν τα εδάφη που το ΡΗ είναι ελαφρά όξινο ή ουδέτερο. Το ΡΗ επιδρά επίσης στην πρόσληψη από τα φυτά των διάφορων θρεπτικών στοιχείων. Σε χαμηλό ΡΗ ελαττώνεται η αφομοιωσιμότητα του φωσφόρου και δημιουργούνται καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου. Σε πολύ υψηλό ΡΗ σημειώνεται έλλειψη μαγγανίου και σιδήρου. Τέλος το ΡΗ επηρεάζει την συσσώρευση και δράση των μικροοργανισμών του εδάφους και την ανάπτυξη των ασθενειών.

Αναφορικά με το ιστορικό του χωραφιού θα πρέπει να αποφεύγονται αγροί στους οποίους

- ✓ Έχει καλλιεργηθεί τομάτα τα τρία τελευταία χρόνια
- ✓ Έχουν πρόσφατα καλλιεργηθεί φυτά της οικογένειας των Σολανωδών όπως πιπεριές, πατάτες και μελιτζάνες
- ✓ Έχουν εκδηλωθεί ασθένειες όπως το βακτηριακό έλκος, η αλτερναρίωση, ο κηλιδωτός μαρασμός και ο ιός του μωσαικού της αγγουριάς
- ✓ Βρίσκονται παρακείμενες καλλιέργειες κολοκυνθοειδών λαχαμικών και καλλωπιστικών φυτών
- ✓ Φύονται πολλά ζιζάνια, ιδιαίτερα πολυετή (Gould 1992).

2.4. Ποικιλίες και Υβρίδια της Βιομηχανικής τομάτας

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ποικιλιών και υβριδίων τομάτας που ευδοκιμούν σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος και ο καρπός τους είναι κατάλληλος για νωπή κατανάλωση ή για βιομηχανική επεξεργασία ή και για τις δύο αυτές χρήσεις. Οι ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας διακρίνονται από το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα του καρπού, την πρωιμότητα, το ύψος του φυτού, τη σύγχρονη ή σταδιακή ωρίμανση των καρπών, την πυκνότητα του φυλλώματος και την ανθεκτικότητα σε ασθένειες.

Οι ποικιλίες που είναι κατάλληλες για βιομηχανική χρήση θα πρέπει :

- ✓ Να έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρα (Brix) και χαμηλή οξύτητα
- ✓ Οι καρποί να διακρίνονται για το ζωνρό κόκκινο χρώμα τους
- ✓ Να αντέχουν στη μεταφορά
- ✓ Να είναι παραγωγικές και ανθεκτικές στις ασθένειες
- ✓ Ο καρπός να είναι λείος στην επιφάνεια του, χωρίς πτυχώσεις

Οι περισσότερο διαδεδομένες, τα τελευταία χρόνια, ποικιλίες ή υβρίδια τομάτας που καλλιεργούνται στην Ελλάδα για βιομηχανική χρήση είναι οι παρακάτω:

- RIO GRADE
- HEINZ
- PRENIUM
- SONORA
- RED BALL
- TITAN
- ZOOM

Σύμφωνα με τον Gould (1992) τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει μια ποικιλία τομάτας για να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανική τομάτα είναι τα εξής ακόλουθα:

- ✓ Ταυτόχρονη καρπόδεση των φυτών και ωρίμανση των καρπών
- ✓ Δυνατότητα καρπόδεσης σε ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών
- ✓ Ανθεκτικότητα στις ασθένειες και τους εχθρούς της τομάτας
- ✓ Υψηλή παραγωγικότητα και υψηλό ποσοστό καρπών ανώτερης κατηγορίας
- ✓ Καταλληλότητα για μηχανική συγκομιδή και μαζική μεταφορά

- ✓ Κατά τη συγκομιδή πρέπει ο κάλυκας να παραμένει στο φυτό
- ✓ Ομοίμορφο μέγεθος καρπών και βάρος μεταξύ 50 και 90 g
- ✓ Ολικά στερεά από 5,5 μέχρι 8,5 %
- ✓ Διαλυτά στερεά από 4,5 έως 7,5 %
- ✓ Οξύτητα από 0,35 μέχρι 0,55 %
- ✓ Χαμηλό ΡΗ μέγιστο 4,4
- ✓ Περιεκτικότητα σε βιταμίνη C πάνω από 20 mg / 100 g
- ✓ Εάν πρόκειται για τομάτες κονσερβοποίησης, εύκολη αποφλοιώση και καλή μηχανική αντοχή κατά την επεξεργασία
- ✓ Εάν πρόκειται για τομάτες με χυμό, μεγάλη συνεκτικότητα μετά την επεξεργασία
- ✓ Γενικά καρποί με έντονο κόκκινο χρώμα, σαρκώδεις και σφιχτούς ιστούς χωρίς λευκές ίνες στο κεντρικό μέρος, εύκολη αποφλοιώση και τη χαρακτηριστική γεύση της τομάτας αναλλοίωτη πριν και μετά την επεξεργασία

3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Εδώ και μια σημαντική χρονική περίοδο, η βιολογική γεωργία έχει αποτελέσει έναν άκρως αναπτυξιακό κλάδο της γεωργίας. Ο ορισμός και η εξήγηση περί του τι ακριβώς είναι η βιολογική γεωργία έχουν πολλαπλές ερμηνείες και μορφές, όλες όμως οι απόψεις συγκλίνουν στο ότι ως βιολογική γεωργία ορίζεται το σύστημα εκείνο της γεωργίας το οποίο βασίζεται σε μια ολική διαχείριση του εκάστοτε οικοσυστήματος και δεν εξαρτάται από τις εξωτερικές γεωργικές εισροές. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα σύστημα που βασίζεται στη διερεύνηση των πιθανών περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων από την απαλλαγή της γεωργίας από τη χρήση μη φυσικών (συνθετικών) εισροών, συμπεριλαμβανομένων λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και κτηνιατρικών φαρμάκων, γενετικά τροποποιημένων σπόρων και συντηρητικών και προσθέτων. Κατά τη βιολογική γεωργία εξετάζεται η αντικατάσταση όλων των παραπάνω με πρακτικές και μεθόδους μακροπρόθεσμης διαχείρισης της εκάστοτε τοποθεσίας καλλιέργειας, με στόχο τη διατήρηση και, μακροπρόθεσμα, αύξηση της

γονιμότητας του εδάφους, καθώς και τη φυσική πρόληψη των παρασίτων και των ασθενειών. (Βλασσοπούλου, 2017)

Σε παγκόσμιο επίπεδο, σημαντική διακρατική οντότητα για την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας αποτελεί η επιτροπή του Codex Alimentarius, που υπάγεται στον FAO και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και σύμφωνα με την οποία:

«Η βιολογική γεωργία πρόκειται για ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης της παραγωγής, το οποίο προωθεί και ενισχύει την υγεία των αγροικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένης της βιοποικιλότητας, των βιολογικών κύκλων και της βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους, ενώ προκρίνει τη χρήση πρακτικών διαχείρισης, κατά προτίμηση με τη χρήση εξωγεωργικών εισροών, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι περιφερειακές συνθήκες απαιτούν τοπικά προσαρμοσμένα συστήματα, κάτι που επιτυγχάνεται με τη χρήση, όπου είναι δυνατόν, γεωπονικών, βιολογικών, και μηχανικών μεθόδων, σε αντιδιαστολή με τη χρήση συνθετικών υλικών, για την εκπλήρωση οποιασδήποτε συγκεκριμένης λειτουργίας εντός του συστήματος». (Επιτροπή Codex Alimentarius)

Κατά τον FAO, οι βασικές κινητήριες δυνάμεις που συνδράμουν στην ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας είναι οι εξής τρεις:

Αγορά και Καταναλωτές: Τελικός στόχος της βιολογικής γεωργίας είναι η παροχή ποιοτικών προϊόντων στους καταναλωτές, τηρώντας παράλληλα τις βασικές αρχές του ορισμού της. Οπότε, πρέπει να είναι σαφώς προσανατολισμένη προς τους καταναλωτές και την αγορά και τα προϊόντα της να προσδιορίζονται πλήρως μέσω της αντίστοιχης πιστοποίησης και της κατάλληλης σήμανσής, ώστε οι καταναλωτές να λαμβάνουν μια συνειδητή απόφαση σχετικά με την προέλευση (παραγωγή, επεξεργασία, διαχείριση) των τροφίμων τους. Η συνειδητή αυτή επιλογή είναι που καθιστά τον καταναλωτή ισχυρό παράγοντα επιρροής πάνω στην εξέλιξη της βιολογικής παραγωγής.

Κεντρικές και Κρατικές Υπηρεσίες: Οι στόχοι της βιολογικής γεωργίας πρέπει να αποτελέσουν προτεραιότητα των κεντρικών, κρατικών, αλλά και διακρατικών οργανισμών, όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, της οποίας πολλά κράτη μέλη στο πλαίσιο της προώθησης της βιολογικής γεωργίας και εν τέλει την παραγωγή περιβαλλοντικών αγαθών και υπηρεσιών παραχωρούν επιδοτήσεις και προωθούν έργα και κανονισμούς.

Η προτεραιοποίηση της βιολογικής γεωργίας στον κρατικό και διακρατικό σχεδιασμό αποτελεί σημαντικό βήμα στην προώθησή της.

Αγροτικές εκμεταλλεύσεις: Η βιολογική γεωργία αφορά σε πρώτο επίπεδο, όπως είναι φυσικό, τους γεωργούς, για αυτό και είναι βασική κινητήριος δύναμη πίσω από την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας οι ίδιοι οι επαγγελματίες και επιχειρηματίες αγρότες. Αγρότες ανά την υφήλιο θεωρούν πλέον τη βιολογική γεωργία ως βασικό παράγοντα στην εξέλιξη του επαγγέλματός τους και την εξασφάλιση πολλαπλών ωφελειών, όπως η μείωση των εξόδων εισροών, η ασφάλεια των τροφίμων, τόσο για τους πελάτες τους, όσο και για τους ίδιους και τις οικογένειές τους, και, εν γένει, η καλύτερη αποτελεσματικότητα της γεωργικής εκμετάλλευσής τους. Οι αγρότες είναι αυτοί οι οποίοι πρέπει πρώτοι να πιστέψουν στην βιολογική γεωργία, έτσι ώστε αυτή να αποκτήσει δυναμική και να αναπτυχθεί και εξελιχθεί.

3.2. Ορισμός της έννοιας βιολογική γεωργία

Σύμφωνα με τον ορισμό της IFOAM είναι ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης που στόχο 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 ρυπαίνουν το περιβάλλον. 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 Ε.Ε.

Οι στόχοι της Βιολογικής Γεωργίας και Κτηνοτροφίας σύμφωνα με τους κανονισμούς που διέπουν τη βιολογική γεωργία είναι οι εξής :

- 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.
- Με χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (Γ.Τ.Ο) ή και προϊόντων που παράγονται από αυτούς.
- Προστασία της υγείας των αγροτών από την έκθεση 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 (Γ.Τ.Ο) ή και προϊόντων που παράγονται από αυτούς.

Είναι σημαντικό για όποιον ασχολείται με τη βιολογική γεωργία πως τα προϊόντα, και ειδικά τα βιομηχανικά, των καλλιεργειών αυτών οφείλουν «να τυγχάνουν έγκυρης πιστοποιητικής υποστήριξης τόσο στην παραγωγή τους όσο και στη μεταποίηση τους όπου πρέπει να συνταχθούν πρότυπα βιολογικής διαχείρισης και συστημάτων περιβαλλοντικής πιστοποίησης». (Μπιλάλης, 2013)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, στο ευρύτερο πλαίσιο της στόχευσής της για την προστασία του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη, έχει εκδώσει τον κανονισμό Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007, ο οποίος καταδεικνύει τις αρχές της βιολογικής γεωργίας, αλλά και τους βασικούς κανόνες της. Οι βασικές αρχές είναι οι παρακάτω:

- Επιδιώκεται η συντήρηση, αλλά και βελτίωση της οργανικής ύλης του εδάφους, ειδικά χαρακτηριστικών όπως η φυσική γονιμότητα και η βιοποικιλότητα, ενώ πρέπει να αποφευχθούν φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους.
- Στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί η χρήση μη ανανεώσιμων πόρων.
- Τα ζωικά και φυτικά υπολειμματικά παράγωγα της παραγωγικής διαδικασίας πρέπει να ανακυκλώνονται μέσα από την επανεισδοχή τους στην παραγωγή.
- Κάθε απόφαση που αφορά τις καλλιεργητικές μεθόδους και διαδικασίες πρέπει να λαμβάνεται με βάση τις επιπτώσεις της στην τοπική οικολογική ισορροπία.
- Τα φυτά πρέπει να προστατεύονται από ασθένειες και εχθρούς μέσω της πρόληψης, με μέτρα όπως α) αμειψισπορά, β) μηχανικές μέθοδοι, γ) επιλογή ανθεκτικών ειδών φυτών κλπ..

3.3. 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 αροτριάων 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 (Frieben and Korke, 1995), ενώ ήταν το 1/3 σε συμβατική καλλιέργεια σιτηρών (Hald, 1999).

4. ΛΙΠΑΝΣΗ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Η γεωργία υπήρξε μια βασική παράμετρος της ανάπτυξης του ανθρώπινου πολιτισμού, καθώς η αναζήτηση εύφορων εδαφών οδήγησε και στην εγκατάσταση σε περιοχές γύρω από αυτά και, εν τέλει, στην ανάπτυξη των ανθρωπίνων κοινοτήτων και πρώτων οικισμών. Όμως, τα καλλιεργούμενα αυτά εδάφη, μετά από συνεχείς περιόδους καλλιέργειας, είχαν μειούμενη αποδοτικότητα. Ήδη από την αρχαιότητα είχε ανακαλυφθεί ως λύση σε αυτό το πρόβλημα η χρήση κοπριάς ως μέσο λίπανσης. Στην Αρχαία Ελλάδα, ο Θεόφραστος (372-287 π.Χ.) πρότεινε τη χρήση της κοπριάς, ενώ ο Αριστοτέλης (350 π.Χ.) είχε αναπτύξει τη θεωρία πως τα οργανικά υλικά του εδάφους αποτελούν και τροφή για τα φυτά, για αυτό και η κοπριά συνεπικουρούσε στην αποδοτικότητα των καλλιεργειών. Αυτή η πεποίθηση παρέμεινε ως κύρια θεωρία της λίπανσης για πολλούς αιώνες, μέχρι ο Liebig (1840) να καθιερώσει τη σύγχρονη άποψη πως τα φυτά θρέφονται με ανόργανα στοιχεία. Συγκεκριμένα, αναγνώρισε δέκα (10)

ανόργανα στοιχεία, τα C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg και Fe, εκ των οποίων ο άνθρακας, το οξυγόνο και το υδρογόνο προέρχονται από τον αέρα και το νερό, αλλά όλα τα άλλα προέρχονται από το έδαφος και άλατα που βρίσκονται σε αυτό. Επίσης, αναγνώρισε τις διαφορετικές ανάγκες των διαφόρων ειδών φυτών, οι οποίες μπορούν να καλυφθούν με την προσθήκη κατάλληλων υλικών. (Μακρίδης, 2017)

4.2. Λίπανση βιομηχανικής τομάτας

Η λίπανση της τομάτας είναι ένα σημαντικό μέρος της παραγωγής της, καθώς πρόκειται για καλλιέργεια μεγάλης παραγωγικότητας, άρα έχει και ανάγκη από μεγάλες ποσότητες θρεπτικών συστατικών. Οι απαιτήσεις κάθε ποικιλίας διαφέρουν και εξαρτώνται, επίσης, από τη γονιμότητα του χωραφιού, για αυτό και πρέπει να προηγείται ανάλυση του εδάφους και φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Γενικά η βιομηχανική τομάτα χρειάζεται ισοδύναμες ποσότητες των τριών βασικών στοιχείων (άζωτο, φώσφορο και κάλιο) και συνιστάται χορήγηση 20-24 μονάδων αζώτου, φωσφόρου και καλίου, καθώς και 4 μονάδων μαγνησίου (Τσαπικούνης, 1997). Ακολουθεί επεξήγηση των βασικότερων συστατικών της λίπανσης:

- **Άζωτο:** Αποτελεί τον βασικό παράγοντα αύξησης της βλάστησης και απόδοσης του φυτού. Μεταξύ άλλων, το ύψος και η επιφάνεια των φύλλων και ο αριθμός των ανθών επηρεάζονται από το άζωτο, ενώ σε συνδυασμό με το κάλιο καθορίζουν την ισορροπία της γεύσης των καρπών. Η σωστή διαχείριση του αζώτου είναι σημαντική για τη βιομηχανική τομάτα, καθώς επηρεάζει την επιδιωκόμενη ταυτόχρονη ωρίμαση των καρπών.
- **Φώσφορο:** Κύρια σημεία της ανάπτυξης του φυτού που επηρεάζονται από την ποσότητα φωσφόρου είναι η αύξηση του ριζικού συστήματος και το γέμισμα των καρπών. Πρέπει η λίπανση με φώσφορο να γίνεται εν γνώσει της ποσότητάς του στο έδαφος, καθώς αυξημένος φώσφορος οδηγεί σε ανομοιόμορφο χρωματισμό και υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών (Τσαπικούνης, 1997).
- **Κάλιο:** Το κάλιο επηρεάζει θετικά σχεδόν όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ανάπτυξης και της απόδοσης των φυτών της τομάτας, η οποία είναι καλιόφιλο φυτό. Ένας τόνος τομάτας (καρπός) μπορεί να περιέχει έως και 2.9 κιλά καλίου, άρα μια υποθετική καλλιέργεια απόδοσης 5 τόνων ανά στρέμμα

αποσπά πάνω από 11 κιλά κάλιο ανά στρέμμα από το έδαφος. Ακόμα και λαμβάνοντας υπόψη το υπάρχον κάλιο το έδαφος, απαιτείται ικανοποιητική λίπανση με κάλιο (Τσαπικούνης, 1997).

- Λοιπά ιχνοστοιχεία: Μεταξύ των λοιπών ιχνοστοιχείων που επηρεάζουν την ανάπτυξη της τομάτας είναι το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το θείο, το βόριο, το μαγγάνιο, ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος (Gould, 1992).

4.3. Οργανική λίπανση

Βασικό χαρακτηριστικό της βιολογικής γεωργίας είναι η χρήση εισροών στην καλλιεργητική διαδικασία οι οποίες συνεισφέρουν σε μια ανανεωτική κυκλικότητα στο οικοσύστημα και δεν διαταράσσουν τις ισορροπίες σε αυτό. Η χρήση χημικών λιπασμάτων παραβιάζει αυτήν την αρχή, καθώς ο πρόσκαιρος εμπλουτισμός με τα απαραίτητα ιχνοστοιχεία μέσω μη φυσικών λιπασμάτων δεν συνεισφέρει στην αειφορία του τοπικού οικοσυστήματος και εισάγει ουσίες ξένες προς αυτό ή σε μη ισορροπημένες ποσοστώσεις.

Για αυτό και η επιστροφή στη χρήση οργανικών υλών για την λίπανση, τουλάχιστον στο πλαίσιο της βιολογικής γεωργίας, έχει επανέλθει στο προσκήνιο, με τις απαραίτητες για τις σημερινές ανάγκες επιστημονικές και τεχνικές βελτιώσεις (έναντι της προαναφερθείσας απλά εμπειρικής χρήσης κοπριάς). Η λίπανση με οργανικές ύλες προσφέρει μια σειρά πλεονεκτημάτων, όπως (Δέδε, 2015):

- Εμπλουτισμός του εδάφους, τόσο με θρεπτικά στοιχεία, όσο και με οργανικές ουσίες.
- Τα θρεπτικά στοιχεία εμπεριέχονται σε οργανικές ενώσεις, άρα αποδεσμεύονται πιο αργά, προφυλάσσοντας εν πολλοίς από την έκπλυση ή εξάτμιση τους στο ευρύτερο περιβάλλον.
- Βελτίωση των όρων ανάπτυξης ζωικών οργανισμών (όπως έντομα και γεωσκώληκες) και μικροοργανισμών στο έδαφος, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την αειφορία του οικοσυστήματος.

- Η δομή του εδάφους διατηρείται ή βελτιώνεται ως προς τα χαρακτηριστικά που ευνοούν την φυτική ανάπτυξη, δηλαδή την δυνατότητα πρόσληψης νερού από το φυτό, τον αερισμό των ριζών και την θερμοκρασία του εδάφους.

Τα ως άνω, άλλωστε, είναι και στη βάση του αντίστοιχου Ευρωπαϊκού Κανονισμού (Κανονισμός (ΕΚ) 834/2007), καθώς στις αρχές της βιολογικής γεωργίας συμπεριλαμβάνονται τόσο η προστασία (διατήρηση και ανάπτυξη) του εδαφικού ζωικού υλικού, όσο και η προστασία της δομής του ίδιου του εδάφους και των επιμέρους χαρακτηριστικών του, με σκοπό, εν τέλει, την προστασία της φυσικής γονιμότητας του εδάφους.

Για την επίτευξη των ως άνω στόχων, σε μια βιολογική καλλιέργεια χρησιμοποιούνται ουσιαστικά δύο γενικές κατηγορίες υλικών οργανικής λίπανσης, τα οργανικά λιπάσματα καθεαυτά και τα φυτά χλωρής λίπανσης, για τα οποία παρατίθενται παρακάτω σχετικές πληροφορίες:

Στην κατηγορία των οργανικών λιπασμάτων ανήκουν τα φυσικά οργανικά υλικά, τα οποία περιλαμβάνουν εκείνα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικά στοιχεία με τη μορφή οργανικών ενώσεων, ενώ, παράλληλα, είναι ελεύθερα τοξικών ουσιών και παθογόνων μικροοργανισμών (Σιδηράς, 1997). Βασικότερες οικογένειες οργανικών λιπασμάτων αποτελούν οι κοπριές ζώων και τα διάφορα είδη χωνευμένων φυτικών υπολειμμάτων (κομπόστ). Τα είδη των εδαφοβελτιωτικών υλών και λιπασμάτων τα οποία επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία με βάση τους αντίστοιχους κανονισμούς της Ε.Ε. ((ΕΟΚ) αριθ. 2092/91, (ΕΚ) αριθ. 2003/2003 και (ΕΚ) αριθ. 834/2007) περιλαμβάνουν τα παρακάτω:

«Σύνθετα προϊόντα ή προϊόντα που περιέχουν αποκλειστικά κοπριά αγροτικών ζώων. Αποξηραμένη κοπριά αγροτικών ζώων και πουλερικών. Κομποστοποιημένη κοπριά αγροτικών ζώων και πουλερικών. Υγρά απεκκρίματα ζώων. Ζωικά υποπροϊόντα όπως αιματάλευρο (ξηρό αίμα), άλευρο οπλών, άλευρο κεράτων, οστεάλευρο ή αποζελατινοποιημένο οστεάλευρο, ιχθυάλευρο, κρεατάλευρο, φτερά, μαλλί, γούνα, τρίχωμα. Οικιακά απορρίμματα που έχουν υποστεί λιπασματοποίηση ή ζύμωση. Τύρφη. Περιττώματα γαιοσκωλήκων και εντόμων. Μείγματα φυτικών υλών που έχουν υποστεί λιπασματοποίηση (κόμποστ). Προϊόντα και παραπροϊόντα φυτικής προέλευσης. Φύκια και προϊόντα φυκιών. Πριονίδια και θρύμματα ξύλου. Κομποστοποιημένοι φλοιοί

δένδρων. Μαλακά φωσφορικά ορυκτά. Φωσφορικό αργίλιο-ασβέστιο. Ακατέργαστα άλατα καλίου ή καϊνίτης. Θεικό κάλιο περιέχον άλατα μαγνησίου. Βινάσση και εκχυλίσματα βινάσσης. Ανθρακικό ασβέστιο. Ανθρακικό μαγνήσιο. Θεικό ασβέστιο (γύψος). Υποπροϊόν παραγωγής ζάχαρης από ζαχαρότευτλα. Χλωριούχο νάτριο από ορυκτά άλατα.»

Τα ως άνω υλικά αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της αντίστοιχης λίστας και όλα πρέπει να προέρχονται είτε από φυσικές πηγές (τα διάφορα άλατα), είτε από μη χημικά ή άλλως επεξεργασμένες φυτικές πηγές, είτε από ζώα μη εντατικοποιημένης εκτροφής, ενώ στα περισσότερα επιβάλλονται συγκεκριμένες ανώτερες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις σε συγκεκριμένες ύλες.

Σε ότι αφορά τις κύριες πηγές ζωικών οργανικών λιπασμάτων, τις φρέσκιας και ρευστής μορφής κοπριάς, στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι συγκεντρώσεις σε βασικά συστατικά των πλέον διαδεδομένων μορφών κοπριάς.

Πίνακας 4.1 Σύσταση διαφόρων ειδών κοπριάς σε μικροστοιχεία (Σιδηράς, 1997)

Μέση σύσταση φρέσκιας κοπριάς σε μικροστοιχεία (%)						
	Οργανική ουσία	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Βόδι	20	0,40	0,16	0,50	0,45	0,10
Άλογο	25	0,60	0,28	0,53	0,25	0,14
Πρόβατο	32	0,80	0,23	0,67	0,33	0,18
Χοίρος	18	0,55	0,76	0,50	0,40	0,20
Κότα	17	1,30	1,10	0,60	3,40	-
Μέση σύσταση ρευστής κοπριάς σε μικροστοιχεία (g/m³)						
	Cu	Na	Mn	Zn	B	Mo

Βόδι	2,8	450	54	14	2,7	0,12
Χοίρος	5,2	1200	21	28	2,7	0,13
Κότα	5,8	380	36	27	2,8	0,26

Σε ότι αφορά τα κομπόστ, αυτά μπορούν να δημιουργηθούν προέρθουν, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω με την παράθεση των επιτρεπόμενων υλικών χρήσης για λίπανση σε βιολογικές καλλιέργειες, αξιοποιώντας διάφορες οργανικές ύλες, οι οποίες προέρχονται από διάφορα υποπροϊόντα γεωργικών και άλλων δραστηριοτήτων (άχυρα, φύλλα, οικιακά απορρίμματα, χορτοκοπές, κ.ά.) Η κομποστοποίηση αφορά, ουσιαστικά, την χώνευση ή αερόβια αποδόμηση οργανικών υλών σε μια τελική μορφή που αποτελείται από σταθερές ουσίες, χούμο και σύμπλοκα αργιλο-χουμικής σύστασης (Σιδηράς, 1997). Η κομποστοποίηση περιλαμβάνει και την ανάπτυξη θερμοκρασιών αρκετά υψηλών ώστε να καταστραφούν τυχόν παθογόνοι μικροοργανισμοί και σπόροι ζιζανίων μέσα στην αρχική οργανική ύλη. Αναφορικά με την αρχική αυτή ύλη, θα πρέπει να έχει ορισμένα χαρακτηριστικά, ώστε να είναι δυνατή η βέλτιστη δυνατή τελική σύσταση **του κομπόστ**. Αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν (Σιδηράς, 1997):

- Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία: 15-30 % κατ' όγκο
- Περιεκτικότητα σε αέρα: 30-50 % κατ' όγκο
- Περιεκτικότητα σε νερό: 40-60 % κατ' όγκο
- Αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C:N): 20-30 : 1
- Τιμές pH: 6-8

Τέλος, σε ότι αφορά την κατηγοριοποίηση των κομπόστ ανάλογα με την ποιότητα, αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ποιότητας οι οποίες εξαρτώνται από την σύσταση της ξηράς ουσίας σε οργανική ουσία και άζωτο, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.2 Κατηγορίες ποιότητας **κομπόστ**(Σιδηράς, 1997)

	% επί ξηράς ουσίας	pH	Άλατα		
--	--------------------	----	-------	--	--

Κατηγορία Ποιότητας	Οργανική ουσία	Άζωτο			Ξηρά Ουσία	Μήκος Τεμαχιδίων
1η	>40	1.1. - 1.5				
2η	30-40	0.6 - 1.0	5.5 - 7.0	Max 10 g KCl/l	Min 35%	Min 90% ≤ 50mm
3η	20-30	0.3 - 0.5				

Η χρήση φυτών χλωρής λίπανσης για την λίπανση βιολογικών καλλιεργειών πραγματοποιείται μέσω της σποράς ετήσιων φυτών (αγρωστώδη και ψυχανθή) την περίοδο του φθινοπώρου, ώστε κατά την περίοδο πλήρους άνθησής τους την άνοιξη, αυτά να ενσωματωθούν με μηχανικές διεργασίες στο έδαφος. Με αυτόν τον τρόπο, το έδαφος εμπλουτίζεται με οργανικές ουσίες και θρεπτικά συστατικά, βελτιώνεται η δομή του, αντιμετωπίζονται τα ζιζάνια και γενικά ενθαρρύνεται η βιολογική δραστηριότητα. (Σιδηράς, 1997).

Πίνακας 4.3 Συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών κατά τη φάση της άνθησης σε φυτά κατάλληλα για χλωρή λίπανση (Σιδηράς, 1997)

Είδη φυτών κατάλληλων για χλωρή λίπανση	Θρεπτικά Συστατικά					Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
	N (%)	P (%)	K (%)							
ΑΓΡΩΣΤΩΔΗ										
Βρώμη	1,65	0,10	1,60	0,25	0,17	11	7	102		
Σίκαλη	1,22	0,08	1,40	0,18	0,14	15	6	53		
Κριθάρι	1,34	0,10	1,60	0,37	0,17	17	8	98		
ΨΥΧΑΝΘΗ										
Βίκος	2,02	0,13	2,10	0,86	0,27	26	9	61		
Λαθούρι	2,23	0,10	2,90	0,39	0,19	22	11	52		

Φακή	2,09	0,12	1,75	0,84	0,35	38	12	119
Ρεβίθι	2,58	0,18	1,95	1,39	0,89	35	13	81
Λούπινο	1,91	0,16	2,50	0,59	0,39	66	14	359
Ερυθρό τριφύλλι	1,94	0,10	1,90	1,09	0,32	35	23	43
Λευκό τριφύλλι	1,94	0,10	1,90	0,95	0,36	21	14	95
Μηδική	2,10	0,18	2,10	1,10	0,38	38	26	88

5. ZIZANIA

5.1. Ορισμός της έννοιας και γενικά στοιχεία για τα ζιζάνια

Ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία υπάρχουν και χρησιμοποιούνται πολλοί διαφορετικοί όροι για τα ζιζάνια ανάλογα με το επιστημονικό πεδίο που αναφέρεται ή εξετάζει κανείς.

Στη γεωργία γενικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ο εξής ορισμός: ζιζάνιο είναι κάθε φυτό όπου αναπτύσσεται εκεί όπου δεν είναι επιθυμητό (Salisbury 1961, Ελευθεροχωρινός 2002) ή τα φυτά που αποτελούν ενόχληση για την καλλιέργεια μας (Harper 1960).

Τα ζιζάνια ανάλογα με το 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 χρόνο αναπτύσσονται σε ροζέτα και τον δεύτερο ανθίζουν και παράγουν σπόρο) και τα πολυετή τα οποία έχουν βιολογικό κύκλο μεγαλύτερο των δύο ετών. Εκείνα είναι και τα οποία αποτελούν το μεγαλύτερο πρόβλημα στο γεωργικό χώρο καθώς είναι πολύ δύσκολο να εξοντωθούν και αναπαράγονται με γρήγορο ρυθμό εγγενώς και αγενώς. Επιπροσθέτως τα ζιζάνια ανάλογα με τον τύπο ανάπτυξης μπορούν να διακριθούν σε ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη, ενώ ανάλογα με τη μορφολογία των φύλλων τους διακρίνονται σε στενόφυλλα (αγρωστώδη) και πλατύφυλλα. Τέλος σύμφωνα με το οικολογικό τους περιβάλλον μπορούν να ταξινομηθούν σε ζιζάνια καλλιεργειών, βοσκών, δασών και υδατοσυλλογών (Ελευθεροχωρινός 2002).

Τα ζιζάνια διαθέτουν κάποια χαρακτηριστικά που τα καθιστούν ίσως το σημαντικότερο εχθρό της καλλιέργειας. Παρακάτω αναφέρονται οι βλαβερές επιπτώσεις των ζιζανίων στις γεωργικές καλλιέργειες.

1. Ανταγωνισμός με την καλλιέργεια για νερό, φως, θρεπτικά στοιχεία και χώρο.
2. Αύξηση του κόστους της προστασίας της καλλιέργειας καθώς τα ζιζάνια είναι ξενιστές πολλών ασθeneιών και παρασίτων.
3. Μείωση της ποιότητας της καλλιέργειας καθώς οι σπόροι ζιζανίων συγκομίζονται μαζί με την καλλιέργεια.
4. Μείωση της ποιότητας των ζώων διότι μέσω της βοσκής τους μπορούν να δηλητηριαστούν και να έχουμε υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων που παράγονται από τα ζώα.
5. Αύξηση του κόστους διαχείρισης και παραγωγής των ζιζανίων καθώς στα πλαίσια ελέγχου των ζιζανίων υπάρχει κόστος για τον καθαρισμό των σπόρων και για τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση αυτών.
6. Διαχείριση του νερού για τυχόν παρεμπόδιση του νερού μέσα από τα αρδευτικά κανάλια.
7. Υγεία του ανθρώπου καθώς κάποια είδη ζιζανίων έχουν επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου στο δέρμα αλλά και στο πεπτικό σύστημα.
8. Μείωση της αξίας της γης διότι υπάρχει κόστος αποκατάστασης της γης από πολυετή ζιζάνια και μικρότερη επιλογή καλλιεργειών.
9. Αισθητική αξία με την ύπαρξη ζιζανίων σε πάρκα και χώρους αναψυχής (Zimbal 1999a). Παρά το γεγονός ότι τα ζιζάνια αποτελούν και συγκαταλέγονται σε σοβαρούς εχθρούς των καλλιεργειών δεν παρουσιάζουν μόνο μειονεκτήματα αλλά και πλεονεκτήματα. Η παρουσία των ζιζανίων στις γεωργικές καλλιέργειες επιφέρει και κάποια πολύ θετικά αποτελέσματα για παράδειγμα 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).

5.2. 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 χωραφίου (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).

5.3. 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 εκάστοτε 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 – σκάλισμα. Σύμφωνα με έναν βιοκαλλιεργητή βοτάνων στο Καναδά (Schipmf and Lundberg – Schipmf, 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 5.1. : Μέθοδοι μη – χημικής διαχείρισης ζιζανίων (based on Korke, 2000)

<u>Έμμεσες μέθοδοι</u>	<u>Άμεσες μέθοδοι</u>
<u>Εναλλαγή καλλιεργειών</u> Ανταγωνισμός Αλληλοπάθεια	<u>Μηχανικός τρόπος</u> Βοτάνισμα Ποικίλες κατεργασίες Φρεζάρισμα Επιστρώματα
<u>Υγιεινή του χώρου</u> Καθαρισμός των σπόρων Απολύμανση των μηχανημάτων και των εργαλείων	<u>Θερμική μέθοδος</u> Φλόγιστρα Με ατμό Υπέρυθρες
<u>Καλλιέργεια του εδάφους</u> Κατεργασία του εδάφους (αναστροφή ή μη αναστροφή του εδάφους) Ηλιοαπολύμανση	<u>Βιολογική μέθοδος</u> Βόσκησι ζώων Βίο - ζιζανιοκτόνα, χρήση μικροοργανισμών ως παθογόνα των ζιζανίων

Εξέλιξη της ανταγωνιστικότητας

Ποιότητα του σπόρου

Μορφολογία και πρωιμότητα των ποικιλιών

Πυκνότητα καλλιέργειας, απόσταση γραμμών, κατεύθυνση σποράς

Στρατηγική λίπανσης και άρδευσης

5.4. 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 έκταση 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 (Reigne 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.

5.5. 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).

5.6. 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 ζωντανές 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).

5.7. 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).

5.8. Μηχανικοί τρόποι διαχείρισης

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 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 καλλιέργειες. 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 διαχείριση 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 (Reigne 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.

5.9.Θερμική μέθοδος διαχείρισης

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 - φύτρωμα) 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 - φύτρωμα) 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).

5.10. Βιολογική μέθοδος διαχείρισης

Η βιολογική μέθοδος διαχείρισης των ζιζανίων συνίσταται στη χρήση μικροοργανισμών (μύκητες και βακτήρια), τα οποία εφαρμόζονται όπως και τα συνθετικά ζιζανιοκτόνα με ψεκάσμο. 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 κώνειο (*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*.

5.11.Επίδραση λίπανσης

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 σκεπτικό 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.

5.12. 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 ενδιαιτήματος (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).

5.13. 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 ομαλότητας των ειδών. Ο πιο δημοφιλής δείκτης είναι ο Shannon – Wiener με τον τύπο: $H = -\sum^s P \ln P$ 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: $D = 1/\sum p_i^2$ 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 ομαλότητας Pielou index: $J = H'/\ln S$ και ο δείκτης που αφορά τον πλούτο των ειδών Richness index ή αλλιώς Margalef index : R ή $DMg = (S-1)/\ln N$.

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.

6. Υλικά και μέθοδοι

6.1 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της επίδρασης της οργανικής λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα της καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Για την εκπόνηση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής εγκαταστάθηκε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας 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 συγκεκριμένος αγρός του Πανεπιστημίου καλλιεργείται με τις μεθόδους Βιολογικής Γεωργίας από το 1995. Η υπό μελέτη καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας έλαβε χώρα από τον Απρίλιο 2018 έως και τον Αύγουστο του 2018. Από την βιβλιογραφική αναφορά που προηγήθηκε, τόσο γενικά για τη τομάτα, όσο και για τη βιομηχανική της εκμετάλλευση, καθώς και με βάση τη σύντομη αναφορά στις αρχές της βιολογικής γεωργίας, έγινε μια πρώτη αποτύπωση της σημαντικότητας της τομάτας στη σύγχρονη γεωργία.

Επειδή στην Ελλάδα δεν υπάρχει εκτενής έρευνα και βιβλιογραφία πάνω στην καλλιέργεια της τομάτας και τη βελτιστοποίηση αυτής, το πείραμα στο οποίο βασίζεται η παρούσα εργασία, και κατ' επέκταση η ίδια η εργασία, έχουν ως σκοπό την

καταγραφή βασικών δεδομένων σχετικά με την επιρροή που ασκεί ένας από τους συνήθεις παράγοντες της γεωργίας στη συγκεκριμένη περίπτωση η λίπανση στη ζιζανιοχλωρίδα, ειδικότερα η οργανική, και, μετέπειτα, η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις δυνατότητες βελτίωσης της καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα.

Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τους συντελεστές, τη διενέργεια και τα αποτελέσματα του πειράματος, καθώς και τη συζήτηση και τα συμπεράσματα πάνω σε αυτά, παρατίθενται στο δεύτερο μέρος της παρούσας εργασίας.

6.2. Φυτικό υλικό

Παραχωρήθηκαν 6 δίσκοι με σποριόφυτα τομάτας βιομηχανικής χρήσης από τη βιομηχανία μεταποίησης τομάτας «Δ. Νομικός Α.Ε.». Το υβρίδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Heinz 3402.

Πίνακας 6.1 Χαρακτηριστικά υβριδίου τομάτας Heinz 3402 (HeinzCompany, 2013).

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Ωρίμαση – Συγκομιδή	Μεσοπρώιμη (120 ημέρες), μηχανική συγκομιδή
Τύπος βλάστησης	Μεγάλοςημέρων θάμνος
Καρπός	Λείοι, ομοιόμορφοι, \cong 66 g, °Brix = 5,1 κατά μέσο όρο.
Ανθεκτικότητες	<i>Verticillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , Κομβονηματώδεις (<i>Meloidogyne sp.</i>) και <i>Pseudomonas syringae</i> .
Προσαρμοστικότητα	Υπό ξηρές αλλά και υγρές συνθήκες αγρού δίνει άριστες αποδόσεις. Οι καρποί διατηρούνται καλά χάρη στο χαρακτηριστικό της παρατεταμένης διατήρησης στον αγρό του υβριδίου.





Εικόνα 6.1 Σποριόφυτα τομάτας υβριδίου Heinz 3402

6.3. Πειραματικό σχέδιο – Επεμβάσεις

Στην συγκεκριμένη μελέτη εξετάστηκε η επίδραση ενός μόνο παράγοντα, αυτού της λίπανσης και πιο συγκεκριμένα τέσσερα διαφορετικά είδη λίπανσης, οπότε το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Υπήρχαν τρεις επαναλήψεις και κάθε επανάληψη είχε από τέσσερις επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην εν λόγω πειραματική μελέτη ήταν οι εξής: Μάρτυρας (A1), Αιγοπροβειακομποστοποιημένη κοπριά (A2), Βιολογικό λίπασμα BIOGEN (A3), NPK 40-0-0 (A4). Στο σύνολο υπήρχαν 12 πειραματικά τεμάχια όπου το καθένα είχε 28m². Οι αποστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0,5 m μεταξύ των γραμμών και 0,5 m επί της γραμμής. Τα σποριόφυτα που μεταφυτεύτηκαν ήταν συνολικά 960. Ο συνολικός αριθμός των πειραματικών τεμαχίων ήταν 12. Ο αγρός είχε διαστάσεις 32m × 12m, δηλαδή το εμβαδόν του ήταν 160m². Κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 9,5m²(4,75m × 2m).

Πίνακας 6.2: Πειραματικός αγρός

		5m	5m	1m	5m	5m	1m	5m	5m							
		COMPOST	CONTROL	Δ Ι Α Δ Ρ Ο Μ Ο Σ	Manule	NPK	Δ Ι Α Δ Ρ Ο Μ Ο Σ	NPK	Manule							
2m																
4m																
		NPK	Manule	COMPOST	CONTROL	CONTROL	COMPOST	CONTROL	COMPOST							
2m																
		10m			10m			10m								
											32m					

NPK	
MANULE	
COMPOST	
CONTROL	

Στο τεμάχιο με το μάρτυρα (τεμάχιο A1) δεν έγινε καμία επέμβαση με λίπανση καθώς αποτελούσε την επέμβαση- μάρτυρα. Στο τεμάχιο με την πρώτη οργανική λίπανση (τεμάχιο A2) χρησιμοποιήθηκε το κομπόστ, δηλαδή η αιγοπροβειακομποστοποιημένη κοπριά όπου χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 20 λίτρα. Σαν ανόργανη λίπανση χρησιμοποιήθηκε βιολογικό λίπασμα στο τεμάχιο (A3) όπου χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 30 λίτρα βιολογικού λιπάσματος Biogen, ενώ τέλος σαν ανόργανη λίπανση στο τεμάχιο (A4) χρησιμοποιήθηκε λίπασμα ουρίας, NPK 40-0-0 το οποίο εφαρμόστηκε επιφανειακά στη καλλιέργεια της τομάτας και χρησιμοποιήθηκαν 0,5 λίτρα από το σκεύασμα COMPOENPEKA 40-0-0.



Εικόνα 6.2 : Η χρησιμοποιούμενη λίπανση ουρίας (NPK 40-0-0).

6.4 Εδαφικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Το έδαφος του πειραματικού αγρού έπειτα από ανάλυση που διενεργήθηκε χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες (CL).

CaCO ₃	15,99%	Μαργώδες
Οργανική Ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO	104,3ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na	110ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH	7,29ppm	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλοπηλλώδες

6.4.1 Σύσταση λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν

Βιολογικό λίπασμα «Biogen»

Άζωτο (N)	Ολικό 7% (οργανικό 100 %)
Φωσφόρος (P ₂ O ₅)	Ολικό 4% (διαλυτός στο ουδέτερο κίτρικό αμμώνιο 65%, υδατοδιαλυτός 60%)
Κάλιο (K ₂ O)	7% (υδατοδιαλυτό 100%)
Μαγνήσιο (MgO)	2%
Βόριο (B)	0,2%
Οργανική Ύλη	33%

Ανόργανο λίπασμα «COMPOENPEKA 15-15-5S»

Άζωτο (N)	Ολικό 15% (6,5% νιτρικό, 8,5% αμμωνιακό)
Φωσφόρος (P ₂ O ₅)	15% (υδατοδιαλυτός 10%)
Κάλιο (K ₂ O)	15% (υδατοδιαλυτό 100%)
Θείο (S)	5% (υδατοδιαλυτό 4%)

6.5. Εγκατάσταση καλλιέργειας τομάτας και καλλιεργητικές πρακτικές

Στις 22 Απριλίου πραγματοποιήθηκε άροση του πειραματικού αγρού σε βάθος 25cm και καταστροφή ζιζανίων που υπήρχαν σε αυτόν. Στις πραγματοποιήθηκε η παραλαβή των σποριόφυτων τομάτας από την εταιρεία και ακολουθήθηκαν όλες οι καλλιεργητικές πρακτικές έτσι ώστε το πειραματικό αγροτεμάχιο να προετοιμαστεί για την μεταφύτευση σποριόφυτων. Συγκεκριμένα παραλάβαμε 6 δίσκους σποριόφυτων τομάτας βιομηχανικής χρήσης από τη βιομηχανία μεταποίησης τομάτας ΝΟΜΙΚΟΣ Α.Ε και το υβρίδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Heinz 3402. Μέσα στις καλλιεργητικές πρακτικές που έλαβαν χώρα ήταν το φρεζάρισμα, η χάραξη του αγροτεμαχίου και η διασπορά και η ενσωμάτωση των λιπασμάτων (ανάλογα με τη κάθε επέμβαση). Η προετοιμασία του αγρού έγινε από τις 22 έως τις 26 Απριλίου όπου και μία ημέρα μετά στις 27 Απριλίου 2018 πραγματοποιήθηκε και η φύτευση των σποριόφυτων τομάτας στον πειραματικό αγρό. Οι αποστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0,5 m μεταξύ των γραμμών και 0,5 m επί της γραμμής. Τα σποριόφυτα που μεταφυτεύτηκαν ήταν συνολικά 960.



Εικόνα 6.3.: Τα σποριόφυτα τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα (υβρίδια Heinz 3204).



Εικόνα 6.4: Χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου.



Εικόνα 6.5: Εγκατάσταση συστήματος άρδευσης (στάγδην άρδευση).



Εικόνα 6.6: Εγκατάσταση συστήματος άρδευσης (στάγδην άρδευση).



Εικόνα 6.7: Εγκατάσταση συστήματος άρδευσης (στάγδην άρδευση).

Μετά τη φύτευση των σποριόφυτων και σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης του πειράματος μέχρι και τη συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν αρδεύσεις με το σύστημα της στάγδην άρδευσης και πραγματοποιήθηκαν σκαλίσματα και βοτανίσματα για την αντιμετώπιση ζιζανίων. Οι καιρικές συνθήκες και η ικανότητα συγκράτησης του νερού από το έδαφος καθόρισαν τη συχνότητα της άρδευσης. Συνολικά για το πειραματικό αγρό καταναλώθηκαν 350m³ νερού για τα ποτίσματα. Η πρώτη κοπή τομάτας έγινε στις 30 Ιουλίου 2018. Συνολικά η καλλιέργεια διήρκησε πέντε μήνες.



Εικόνα 6.8: Εγκατάσταση καλλιέργειας τομάτας



Εικόνα 6.9: Μεταφτευμένα σποριόφυτα στο πειραματικό αγρό



Εικόνα 6.10: Εφαρμογή λιπασμάτων



Εικόνα 6.11.: Εφαρμογή λιπασμάτων



Εικόνα 6.12: Σκάλισμα πειραματικού αγρού

6.7. Μετεωρολογικά δεδομένα

Παρουσιάζονται οι τιμές της μέσης θερμοκρασίας καθώς και της ελάχιστης και μέγιστης υγρασίας, που παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες της καλλιέργειας. Επιπλέον, σημειώνονται οι τιμές της μέσης βροχόπτωσης από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο. Τα δεδομένα προέρχονται από την εθνική μετεωρολογική υπηρεσία.

Πίνακας 6.4. Οι καιρικές συνθήκες την περίοδο της καλλιέργειας.

Μήνα	Μέση Θερμοκρασία θ (°C)	Μέγιστη Υγρασία	Ελάχιστη Υγρασία
Απρίλιος	19,0	94%	22%
Μάιος	22,1	94%	22%
Ιούνιος	24,9	94%	19%
Ιούλιος	27,5	94%	21%

Πίνακας 6.5. Η μέση βροχόπτωση την περίοδο της καλλιέργειας

Μήνα	Μέση βροχόπτωση (mm)
Απρίλιος	1,5
Μάιος	23,8
Ιούνιος	34,9
Ιούλιος	32,4

7. Πείραμα

7.1. Μέτρηση πυκνότητας ζιζανίων

Για τη μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων καθώς και τη μέτρηση των ειδών των ζιζανίων που υπήρχαν στο πειραματικό αγρό χρησιμοποιήθηκε πλαίσιο το quadratto

οποίο ήταν το 1/10 του m². Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν έγιναν 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 μετρήσεις της ζιζανιοχλωρίδας στις εξής ημερομηνίες:

1η μέτρηση: 24 Μαΐου 2018

2η μέτρηση: 1 Ιουνίου 2018

3η μέτρηση: 9 Ιουνίου 2018

4η μέτρηση: 19 Ιουλίου 2018

5η μέτρηση: 31 Ιουλίου 2018

6η μέτρηση: 25 Αυγούστου 2018



Εικόνα 7.1: σκάλισμα ζιζανίων



Εικόνα 7.2: σκάλισμα ζιζανίων



Εικόνα 7.3: σκάλισμα ζιζανίων

7.2. Μέτρηση ξηρού βάρους ζιζανίων

Παράλληλα με τη μέτρηση πυκνότητας ζιζανίων, κοβόταν το υπέργειο τμήμα του κάθε είδους 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. Στο σύνολο πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις ξηρού βάρους ζιζανίων στις εξής ημερομηνίες:

1^η μέτρηση: 24 Μαΐου 2018

2^η μέτρηση: 1 Ιουνίου 2018

3^η μέτρηση: 9 Ιουνίου 2018

4^η μέτρηση: 19 Ιουλίου 2018

5^η μέτρηση: 31 Ιουλίου 2018

6^η μέτρηση: 25 Αυγούστου 2018

Επίσης πραγματοποιήθηκαν και 5 μετρήσεις νωπού βάρους ζιζανίων με τη χρήση quadrat οι οποίες διενεργήθηκαν στις εξής ημερομηνίες:

1^η μέτρηση: 23 Μαΐου 2018

2^η μέτρηση: 31 Μαΐου 2018

3^η μέτρηση: 8 Ιουνίου 2018

4^η μέτρηση: 18 Ιουλίου 2018

5^η μέτρηση: 30 Ιουλίου 2018

6^η μέτρηση: 24 Αυγούστου 2018



Εικόνα 7.4: Μέτρηση Ζιζανιοχλωρίδας με χρήση του “quadrat”

7.3. Δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιήθηκαν

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 μίας 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...s) η (θεωρητική) πιθανότητα ένα άτομο να ανήκει στο 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:

$$D = 1 / \left\{ \sum_{i=1}^s n_i(n_i - 1) / N(N - 1) \right\},$$

όπου n είναι ο συνολικός αριθμός των οργανισμών ενός συγκεκριμένου είδους και N ο συνολικός αριθμός όλων των ειδών.

Οι δείκτες Shannon και Simpson είναι οι δύο πιο διαδεδομένοι δείκτες για την εξέταση του συνόλου των χαρακτηριστικών μίας κοινότητας. Άλλοι δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιήθηκαν είναι ο δείκτης ομαλότητας Pielou index και ο δείκτης Richness index ή Margalef index

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 μία κοινότητα δηλαδή πόσα άτομα από κάθε είδος και πληροφορεί αν υπάρχουν πολλά σπάνια είδη και μερικά κοινά ή αν τα

περισσότερα είδη αντιπροσωπεύονται από περίπου ίσο αριθμό ατόμων για αυτό και ονομάζεται δείκτης ομαλότητας

7.4. Στατιστική επεξεργασία

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε ανάλυση διασποράς ANOVA και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι JMP2008. Η ανάλυση των δεικτών ποικιλότητας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού BIO-DAP και DIVERCITY.

8. Αποτελέσματα

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

<u>Επιστημονικές ονομασίες</u>	<u>Οικογένειες</u>	<u>Κοινές ονομασίες</u>	<u>Βιολογικός κύκλος</u>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Τραχύ Βλήτο	Ετήσιο
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae	Μουχρίτσα	Ετήσιο
<i>Chenopodium Album</i>	Amaranthaceae	Χηνοπόδιο- λουβουδιά	Ετήσιο
<i>Arctium lappa</i>	Asteraceae	Κολιτσίδα	Ετήσιο
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	Περιπλοκάδα	Πολυετές

<i>Vicia sativa</i>	Fabaceae	Βίκος	Ετήσιο
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Solanaceae	Γερμανός	Διετές - πολυετές
<i>Tribulus terrestris</i>	Zygophyllaceae	Τριβόλι	Πολυετές
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	Κύπερη	Πολυετές
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	Αγριάδα	Πολυετές
<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	Τάτουλας	Ετήσιο

Εικόνα : ζιζάνια του πειραματικού αγρού

8.1. Μετρήσεις

8.1.1. 1η 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)

		SS	DF	MS	F	p
Μέτρηση 1	Λίπανση	2877.67	3	959.22	0.42552	0.740113
	Σφάλμα	18034.00	8	2254.25		

Παρατηρούμε πως στη πρώτη μέτρηση 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 εμφανίζεται 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.

Επιστημονικές ονομασίες	NPK	COMPOST	MANULE	CONTROL
<i>Amaranthus retroflexus</i>	32	22	63	52
<i>Echinochloa crus-galli</i>	23	13	25	34
<i>Chenopodium Album</i>	2	1	6	2
<i>Arctium lappa</i>	0	0	1	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0
<i>Vicia sativa</i>	3	5	4	7
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	2	0	0	4
<i>Tribulus terrestris</i>	0	0	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	0	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	0	1	0	0
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0	0
#of individuals (N)	62	42	99	101
#of species (S)	5	5	5	6

Πίνακας 8.1: Πυκνότητα των ζιζανίων στην πρώτη μέτρηση

8.1.2. 2η 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)

		SS	DF	MS	F	p
Μέτρηση 2	Λίπανση	327.00	3	109.00	0.5117	0.685366
	Σφάλμα	1704.00	8	213.00		

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 εμφανίζει 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 *Echinochloa crus-galli* 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.

Επιστημονικές ονομασίες	NPK	COMPOST	MANULE	CONTROL
<i>Amaranthus retroflexus</i>	28	22	21	21
<i>Echinochloa crus-galli</i>	12	13	15	29
<i>Chenopodium Album</i>	4	1	5	1
<i>Arctium lappa</i>	0	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0
<i>Vicia sativa</i>	0	5	5	3
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0	0	0	0
<i>Tribulus terrestris</i>	1	0	1	0
<i>Cyperus rotundus</i>	1	0	1	2
<i>Cynodon dactylon</i>	0	1	0	0
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0	0
#of individuals (N)	46	42	48	56
#of species (S)	5	5	6	5

Πίνακας 8.2: Πυκνότητα των ζιζανίων στην δεύτερη μέτρηση

8.1.3. 3η Μέτρηση Ζιζανίων

Με βάση την ανάλυση διασποράς 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)

		SS	DF	MS	F	p
Μέτρηση 3	Λίπανση	641.583	3	213.861	0.48376	0.702774
	Σφάλμα	3536.667	8	442.083		

Παρατηρούμε πως στην τρίτη μέτρηση 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 *Echinochloa crus-galli* 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.

Επιστημονικές ονομασίες	NPK	COMPOST	MANULE	CONTROL
<i>Amaranthus retroflexus</i>	3	4	4	12
<i>Echinochloa crus-galli</i>	3	4	4	15
<i>Chenopodium Album</i>	2	0	1	2
<i>Arctium lappa</i>	0	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0
<i>Vicia sativa</i>	2	3	1	7
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	0	0	1
<i>Tribulus terrestris</i>	0	1	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	2	0	1	2
<i>Cynodon dactylon</i>	2	0	2	1
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0	0
#of individuals (N)	15	12	13	40
#of species (S)	7	4	7	7

Πίνακας 8.3: Πυκνότητα των ζιζανίων στην τρίτη μέτρηση

8.1.4. 4η Μέτρηση Ζιζανίων

Με βάση την ανάλυση διασποράς 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)

		SS	DF	MS	F	p
Μέτρηση 4	Λίπανση	60.667	3	20.222	0.31597	0.813695
	Σφάλμα	512.000	8	64.000		

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 *Echinochloa crus-galli* 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 8.4: Πυκνότητα των ζιζανίων στην τέταρτη μέτρηση

Επιστημονικές ονομασίες	NPK	COMPOST	MANULE	CONTROL
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2	1	1	3
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0	4	2	1
<i>Chenopodium Album</i>	2	1	2	3
<i>Arctium lappa</i>	0	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	2	1	3	4
<i>Vicia sativa</i>	2	2	4	5
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	0	0	1
<i>Tribulus terrestris</i>	1	1	0	1
<i>Cyperus rotundus</i>	2	0	1	0
<i>Cynodon dactylon</i>	0	0	0	0
<i>Datura stramonium</i>	14	6	7	10
#of individuals (N)	26	16	20	28
#of species (S)	8	7	7	8

8.1.5. 5η Μέτρηση Ζιζανίων

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

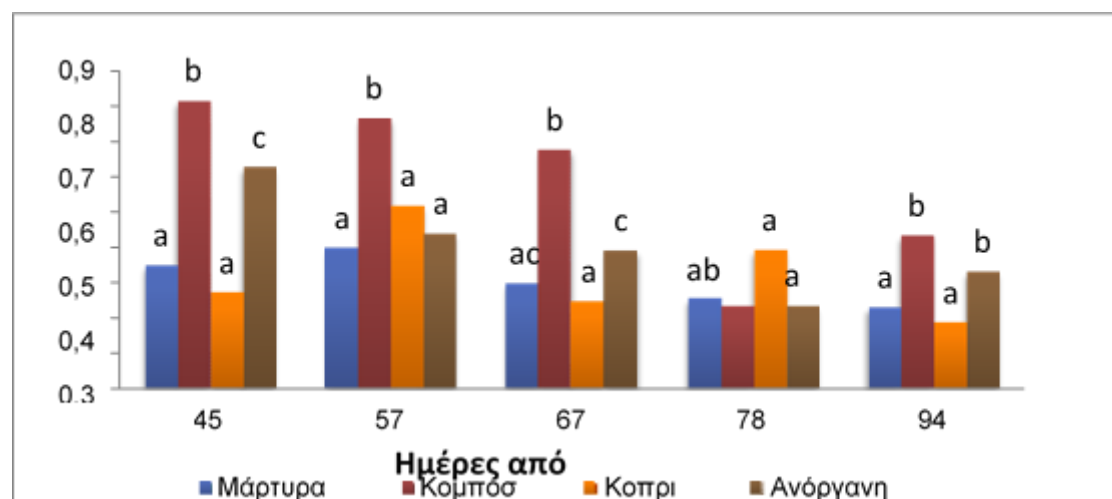
Πίνακας 19: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των ζιζανίων για επίπεδο σημαντικότητας $p = 5\%$ (WD: πυκνότητα ζιζανίων)

		SS	DF	MS	F	p
Μέτρηση 5	Λίπανση	910.667	3	303.556	0.701052	0.577405
	Σφάλμα	3464.000	8	433.000		

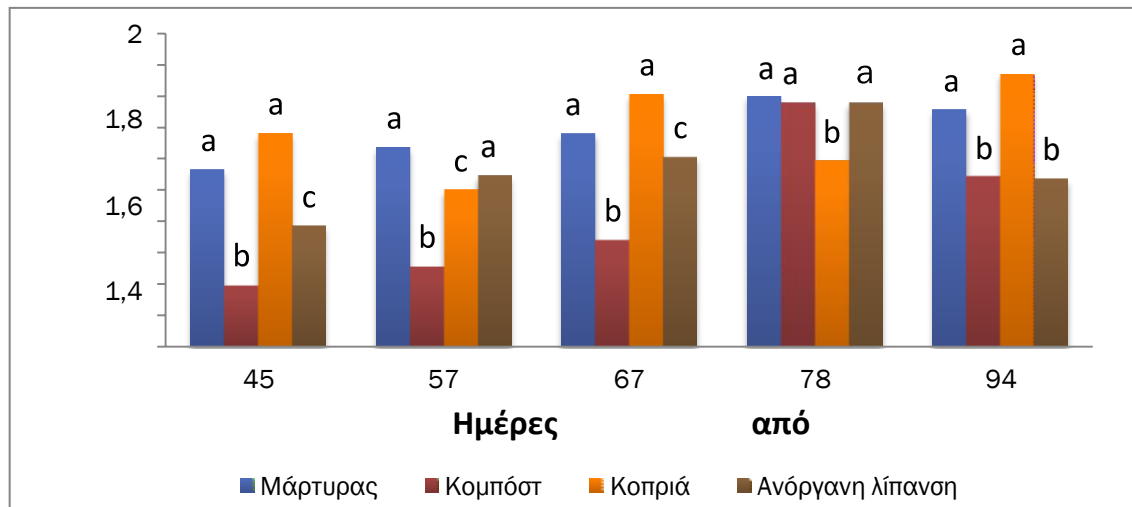
Παρατηρούμε στην πέμπτη μέτρηση όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης των ζιζανίων στις δύο επεμβάσεις με οργανική λίπανση και στον μάρτυρα το συνεχίζει να κυριαρχεί στην πυκνότητα των ζιζανίων με μεγαλύτερη συχνότητα να εμφανίζει αυτή τη φορά στο κομπόστ. Στην περίπτωση της επέμβασης με ανόργανη λίπανση, το πολυετές ζιζάνιο *Vicia sativa* 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. 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 8.5: Πυκνότητα των ζιζανίων στην πέμπτη μέτρηση

Επιστημονικές ονομασίες	NPK	COMPOST	MANULE	CONTROL
<i>Amaranthus retroflexus</i>	3	0	2	3
<i>Echinochloa crus-galli</i>	7	1	1	2
<i>Chenopodium Album</i>	0	3	1	1
<i>Arctium lappa</i>	0	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0
<i>Vicia sativa</i>	4	2	2	1
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0	0	0	0
<i>Tribulus terrestris</i>	2	0	0	1
<i>Cyperus rotundus</i>	0	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	1	5	0	0
<i>Datura stramonium</i>	0	2	7	2
#of individuals (N)	17	13	13	10
#of species (S)	5	5	5	6

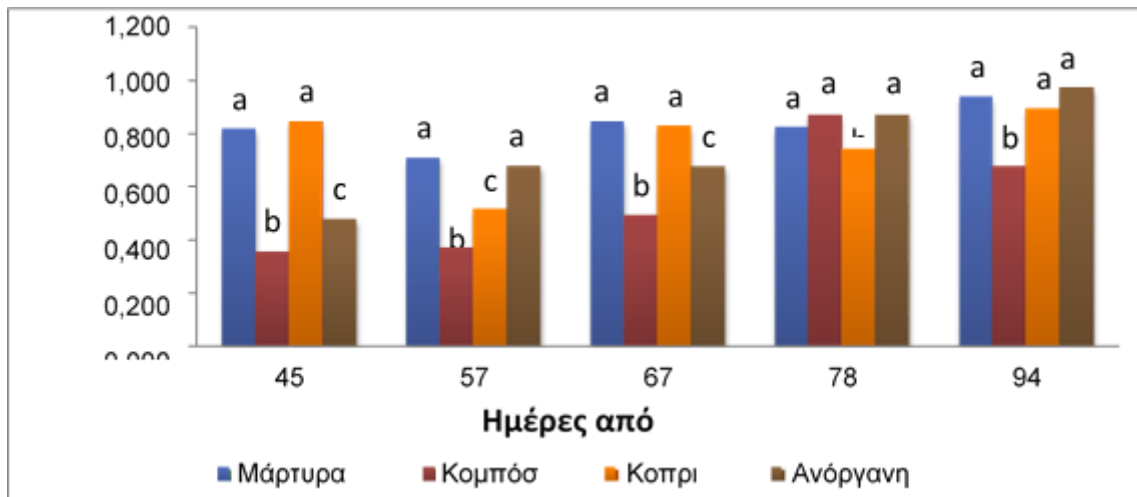


Διάγραμμα 8.1: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Simpson κατά τη διάρκεια του πειράματος

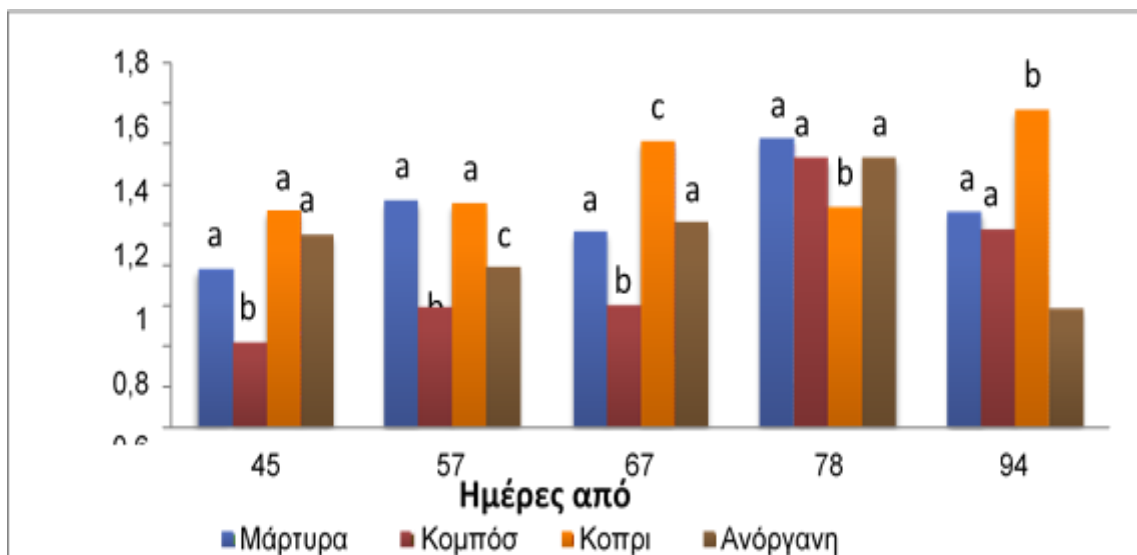


Διάγραμμα 8.2: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Shannon κατά τη διάρκεια του πειράματος.

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 κατανομημένα 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 8.3: Η πορεία εξέλιξης του δείκτη Pielou κατά τη διάρκεια του πειράματος.



Διάγραμμα 8.4: 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

8.2. 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 οργώματος 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 κοπριά 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 δίδυμες 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 σκαλίσματα- βοτανίσματα.

Επίσης, παρατηρήθηκε αυξημένο ξηρό βάρος στην επέμβαση με κοπριά κατά τις 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. 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 al. (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 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 αζώτου. Η προσθήκη των υψηλότερων μονάδων αζώτου 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 αποδεκτά 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.

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.

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

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

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).

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-

Αγγίδης Α.Δ., 1996. « Τομάτα υπαίθρια, επιτραπέζια, βιομηχανική-Καλλιέργεια, αξιοποίηση», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Δημητράκης, Κ.Γ., 1998. «Λαχανοκομία», Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.

Ολύμπιος, Χ.Μ., 2001. «Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Πεδιαδιτάκης Γ., 1999, Λαχανοκομία 2 , Ηράκλειο.

Zimdahl Robert L. (1999) *Myview*. *Weedscience* 47,1.

Αγγίδης Α. 2006., τομάτα υπαίθρια, επιτραπέζια και Βιομηχανική-καλλιέργεια – μεταποίηση, 3^η έκδοση, εκδόσεις Γαρταγάνη.

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

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

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

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- Schipmf 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. Beav.) 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.

