

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE *of* CRETE
SCHOOL *of* AGRICULTURE
FOOD AND NUTRITION
DEPARTMENT *of* AGRICULTURE

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΦΥΤΑ
ΤΟΜΑΤΑΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ»

ΛΕΟΝΤΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ, 2018

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ,
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ,
2017-2018

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΔΡ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΠΑΠΑΔΑΚΗ

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΑΥΤΟ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΕΨΗΣ ΦΥΤΩΝ –
ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ, ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΟΥ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στα εργαστήριο εδαφολογίας και θρέψης φυτών-γονιμότητας εδαφών του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Αναστασία Παπαδάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο εργαστήριό της, την καθοδήγηση και την υπομονή της και που μοιράστηκε μαζί μου τις γνώσεις της και που μου έδωσε την ευκαιρία να φέρω σε πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Λαδωμένου Καλλιόπη για την επιστημονική βοήθεια, τις γνώσεις και τον χρόνο της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	9
1.2 ΚΛΑΔΕΜΑ	9
1.3 ΑΡΔΕΥΣΗ	10
1.4 ΔΙΠΛΗΣΗ	10
1.5 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	10
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	11
ΕΧΘΡΟΙ11	
ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	12
ΙΟΙ 13	
1.6 ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	13
2 ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	15
2.1 ΕΙΔΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ	15
2.2 ΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ.....	16
3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	20
3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΛΙΟ	20
3.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΦΥΤΟΥ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΥΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΛΙΟΥ	21
3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ	22
4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	23
4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	23
4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	25
4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	26
4.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	27
4.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	28
ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΟ ΧΥΜΟ ΤΟΜΑΤΑΣ	34
ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	34
5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΥΤΗΣΗ	37
4.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΥΨΟΥΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	37
4.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ	38

4.8	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΚΑΡΙΠΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ	39
4.9	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	39
4.10	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΛΙΟΥ ΚΑΙ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΤΟΜΑΤΑΣ.....	41
4.11	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ	42
4.12	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	46
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η επίδραση της οργανικής και της ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη και στην απόδοση της θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας ποικιλίας formula. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν στο γυάλινο θερμοκήπιο του αγροκτήματος στο τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Κρήτης. Στο πείραμα λίπανσης υπήρχαν 8 διαφορετικές επεμβάσεις με τέσσερα φυτά η κάθε επέμβαση και τέσσερις επαναλήψεις όλων των επεμβάσεων. Οι επεμβάσεις περιείχαν οργανικό υλικό αλλά και χημικό λίπασμα με διαφορετικές δόσεις καλίου η κάθε μια και σταθερό άζωτο και φώσφορο σε ορισμένες επεμβάσεις. Πρωτύτερα της έναρξης της μεταφύτευσης, έγινε η εφαρμογή του οργανικού υλικού και το σκέτου εδάφους στις γλάστρες σύμφωνα με τις προκαθορισμένες δόσεις πριν την μεταφύτευση των φυτών τομάτας τέλος έγινε η εφαρμογή του χημικού λιπάσματος μέσω του νερού ποτίσματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν διαφορές μεταξύ της οργανικής και της ανόργανης λίπανσης ως προς τις αναλύσεις του εδάφους, την φυλλοδιαγνωστική, τις παρατηρήσεις παραγωγής και τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις. Η επίδραση της οργανικής αλλά και της ανόργανης λίπανσης επηρέασαν θετικά την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία στην ανάπτυξη, στην απόδοση και σε μορφολογικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. Τέλος με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος το ορθότερο αποτέλεσμα θα ήταν η εφαρμογή οργανικού υλικού με τις μικρότερες δόσεις καλίου με σταθερό άζωτο και φώσφορο και η εφαρμογή της συνήθους χημικής λίπανσης.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of organic and inorganic fertilization on the growth and yield of the cultivation of tomato plant variety formula. The tomato plants were cultivated in the glasshouse of the farm at the Technological Educational Institute of Crete. The experimental layout included eight treatments with four plants or each and four. The treatments contained organic material and chemical fertilizer with different dosages each. The organic material was applied to the pots, before transplanting the tomato plants and the chemical fertilizer through fertigation. The results showed differences between organic and inorganic fertilization in soil analyzes, leaf nutrient status, production observations and macroscopic observation. Both organic and inorganic fertilization has positively influenced the nutrient content of growth, yield and morphological characteristics of the crop when compared with the control plants. Finally, based on the results of the experiment, the best result obtained from the combination of organic and inorganic fertilization in greenhouse tomato plants.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η τομάτα (*solanum lycopersicum*) ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών (*Solanaceae*). Είναι ποώδες λαχανικό, πολυετές όταν καλλιεργείται σε περιοχές που αυτό φύεται, σε αντίθεση όταν καλλιεργείται σε εύκρατα και ηπειρωτικά κλίματα είναι ετήσιο. Η τομάτα είναι λαχανικό μεταφύτευμένο. Το ριζικό σύστημα του φυτού είναι θυσανώδες έπειτα από το σπάσιμο της κεντρικής ρίζας μετά την μεταφύτευση. Σχηματίζει έναν κεντρικό βλαστό πάνω στο οποίο υπάρχουν τα φύλλα και οι ταξιανθίες (Ολύμπιος, 2015). Ο βλαστός είναι συμπαγής στο εσωτερικό του με κυλινδρικό σχήμα. Αρχικά είναι τρυφερός και με το πέρασμα του χρόνου σκληραίνει όμως δεν ξυλοποιείται, με αποτέλεσμα να γίνεται απαραίτητη η υποστύλωση του φυτού διότι ο βλαστός αδυνατεί να συγκρατήσει την βιομάζα του (Κανάκης, 2003). Τα φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα και διατάσσονται ελικοειδώς πάνω στο βλαστό, ενώ το κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων (3, 4 η 5) παράφυλλων και ένα επάκριο φυλλάριο (Κανάκης, 2003). Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα κατά κανόνα αυτογονιμοποιούμενα, ενώ μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να υπάρξει σταυρογονιμοποίηση. Η πρώτη ταξιανθία εμφανίζεται μεταξύ του 3^{ου} με 5^{ου} φύλλου, ενώ στην συνέχεια η ταξιανθία εμφανίζεται σε κάθε τρίτο φύλλο (Κανάκης, 2003).

1.2 Κλάδεμα

Το κλάδεμα που εφαρμόζεται στην καλλιέργεια της τομάτας αφορά στην αφαίρεση των ξηρών φύλλων, καθώς και στην συχνή αφαίρεση των πλευρικών βλαστών. Το οποίο πραγματοποιείται για να διατηρηθεί η μονοστέλεχη ανάπτυξη του φυτού και για την αποφυγή της πυκνής βλάστησης, εάν δεν πραγματοποιηθεί το κλάδεμα οι πιθανότητες για κακή καρποφορία της καλλιέργειας θα είναι υψηλές, συμπεριλαμβανομένου και σε αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών. Όμως σε αυτοκλαδεύμενες ποικιλίες αφήνονται οι πλευρικοί βλαστοί που βρίσκονται στην κορυφή για να παραταθεί η περίοδος συγκομιδής. Τέλος αφαιρούνται οι ριζίτες (είναι η βλάστηση του υποκειμένου στο σημείο του εμβολιασμού) και τα φύλλα από τις ταξιανθίες για την καταπολέμηση της δυσμενής επίδρασης της καρπόδεσης (Κανάκης, 2003).

1.3 Άρδευση

Άκρος σημαντική είναι η σωστή άρδευση για την καλλιέργεια της τομάτας, με αποτέλεσμα την σωστή απόδοση και την παραγωγή ποιοτικών καρπών. Σε περίπτωση λειψυδρίας, τα αποτελέσματα στην καλλιέργεια θα είναι εμφανή, διότι θα υπάρξει μείωση των αποδόσεων και υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών. Το σύμπτωμα της ξηρής κορυφής και η απόκτηση επιμήκους σχήματος του καρπού, είναι κάποια ακόμη από τα αποτελέσματα που εμφανίζει η καλλιέργεια από την έλλειψη νερού. Η στάγδην άρδευση έχει αποδειχτεί πως είναι το ιδανικότερο και αποδοτικότερο σύστημα της σωστής άρδευσης για την συγκεκριμένη καλλιέργεια, διότι εξασφαλίζει την αποτελεσματική χρήση του νερού και πραγματοποιείται ο έλεγχος της αλατότητας (Ολύμπιος, 2015).

1.4 Λίπανση

Αρχικά στην προετοιμασία του εδάφους εφαρμόζεται η ενσωμάτωση της κοπριάς ή άλλης οργανικής ουσίας. Στην βασική λίπανση εμπλουτίζεται το έδαφος με το παρακάτω λίπασμα : 11 μονάδες N (Άζωτο), 15 μονάδες P (Φωσφόρος), 15 μονάδες K (Κάλιο) και 4,8 μονάδες MgO (μαγνήσιο). Έπειτα κατά την διάρκεια της καλλιέργειας εφαρμόζεται και η επιφανειακή λίπανση σε 2 με 3 δόσεις, έτσι δίνεται στη καλλιέργεια ένα μέρος του αζώτου του καλίου και του φωσφόρου που είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του. Σημαντικό ρολό σε πολλές λειτουργίες του φυτού έχει το κάλιο, όπως είναι το χρώμα, η γεύση, και η ποιότητα του καρπού (Κανάκης, 2003).

Το υπερβολικό άζωτο προκαλεί μαλάκωμα των καρπών, καθυστέρηση της ωρίμανσης, μείωση της παραγωγής λόγω παράτασης της άνθησης και αυξάνεται η ευαισθησία στους παθογόνους μικροοργανισμούς. Μεγάλες ποσότητες φωσφόρου προκαλούν την αύξηση του ποσοστού κούφιων καρπών και μεγάλο ποσοστό ανομοιόμορφων χρωματισμένων καρπών. Επομένως η καλλιέργεια της τομάτας απαιτεί ισχυρή αλλά ισορροπημένη λίπανση (Ολύμπιος, 2015).

1.5 Εχθροί και ασθένειες τομάτας

Υπάρχουν αρκετοί εχθροί και ασθένειες που προσβάλλουν τη καλλιέργεια της τομάτας. Οι προσβολές αυτές οφείλονται είτε σε μυκητολογικές, είτε σε βακτηριολογικές, είτε σε εντομολογικές προσβολές καθώς οφείλονται και σε ιώσεις. Τέλος υπάρχουν και οι φυσιολογικές ασθένειες.

Φυσιολογικές ασθένειες

Μια από τις φυσιολογικές ασθένειες της τομάτας είναι η λέπτυνση κορυφής. Η ασθένεια αυτή του φυτού οφείλεται σε προσβολές από τον ιό του μωσαϊκού του καπνού η από την υψηλή σύσταση του εδάφους σε άλατα (Ιμπραχίμ, 2013).

Ακόμα μια φυσιολογική ασθένεια που προσβάλλει την καλλιέργεια της τομάτας είναι το ηλιόκαυμα, το χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι εμφάνιση κηλίδων πάνω στους καρπούς με την μορφή εγκαύματος. Το αίτιο της ασθένειας που είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση του είναι η απευθείας έκθεση των καρπών στον ήλιο (Ιμπραχίμ, 2013).

Το σχίσσιμο των καρπών εμφανίζεται συχνά στην καλλιέργεια της τομάτας, που οφείλεται στις μεγάλες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στους καρπούς σε συνδυασμό με έντονες διακυμάνσεις της υγρασίας (Ιμπραχίμ, 2013).

Το αποτέλεσμα της εσωτερικής καστανώσης προέρχεται από την προσβολή του φυτού της τομάτας από τον ιό του μωσαϊκού του καπνού και από την υπερβολική αζωτούχο και φωσφορικής λίπανσης. Καταπολεμάται με μετρά αντιμετώπισης που χρησιμοποιούνται κατά του ιού. Τα γκρίζα τοιχώματα όσο και η ανομοιόμορφη κηλιδωτή ωρίμανση σχετίζονται με πολλούς και διάφορους παράγοντες όπως είναι η θρέψη του φυτού, η θερμοκρασία, η άρδευση και η ευπάθεια της καλλιέργειας, αντιμετωπίζεται με χρήση ποικιλιών που είναι λιγότερο ευπαθείς, καθώς αντιμετωπίζεται και με την σωστή λίπανση του φυτού (Ιμπραχίμ, 2013).

Επίσης μια φυσιολογική ασθένεια είναι η παραμόρφωση καρπών. Το αίτιο της ασθένειας αυτής είναι οι διάφοροι τραυματισμοί των ανθέων ή των νεαρών καρπών, οι αντίξοες συνθήκες κατά την άνθηση καθώς και ζημιές από μυζητικά έντομα η από ορμονικά σκευάσματα (Ιμπραχίμ, 2013).

Τέλος μια από τις φυσιολογικές ασθένειες της τομάτας είναι ο γωνιώδης καρπός. Η ανωμαλία αυτή οφείλεται στην ανεπαρκή τροφοδοσία του φυτού με Κ και εμφανίζεται με το σχηματισμό καρπών που είναι γωνιώδεις και δεν έχουν το φυσιολογικό σχήμα για την ποικιλία και έχουν βάρος πιο ελαφρύ σε σχέση με τους υπόλοιπους κανονικούς καρπούς (Ιμπραχίμ, 2013).

Εχθροί

Ο πιο σοβαρός εχθρός της τομάτας είναι το μικρό λεπιδόπτερο *Tuta absoluta*.

Ιδιαίτερα επικίνδυνο έντομο, σε έντονες προσβολές μπορεί να καταστραφεί ολόκληρη η φυλλική επιφάνεια μέσα σε λίγες μέρες, προκαλώντας καθολική ξήρανση των φυτών και ολική απώλεια παραγωγής (Παναγόπουλος, 1995).

Ένας ακόμη σοβαρός εχθρός της τομάτας είναι ο αλευρώδης. Τα δυο είδη αλευρώδη που προσβάλουν την καλλιέργεια είναι ο αλευρώδης θερμοκηπίου *Trialeurodes vaporariorum* και ο αλευρώδης του καπνού *Bremisia tabaci*. Τα φύλλα της τομάτας κολλάνε διότι οι προνύμφες εκκρίνουν μελίτωμα και τρέφονται από τα φύλλα με αποτέλεσμα να καθυστερεί η ανάπτυξη τους. Επίσης ο αλευρώδης είναι φορέας ιών (Παναγόπουλος, 1995).

Οι υπόλοιποι εχθροί της τομάτας που δεν προκαλούν ολέθριες απώλειες στην καλλιέργεια και η αντιμετώπιση τους είναι πιο εύκολη είναι οι εξής: οι νηματώδεις, οι κάμπιες (*Helionthisarmigea*, *Spodopteralittoralis*), οι αφίδες (*Myzus persicae*), ο τετράνυχος (*Tetranychusurticae*, *T. turkestanii*), το ακάρι (*Aculopos lycopersici*), οι βρωμούσες (*Nezara viridula*) και οι θρίπες (*Thripstabaci*, *Frahklini ellaoccidentalis*) (Παναγόπουλος, 1995).

Ασθένειες

Οι μυκητολογικές ασθένειες που προσβάλουν πιο συχνά την τομάτα είναι ο περονόσπορος (*Phytophthora infenstans*). Ο περονόσπορος προσβάλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία είναι υψηλή. Καταπολεμάται με προληπτικούς ψεκασμούς και θεραπευτικούς καθώς και με την μείωση της υγρασίας (Παναγόπουλος, 1995).

Το ωίδιο (*Leveillula Taurica*) προσβάλει κυρίως τα κατωτέρα φύλλα της τομάτας, εννοείται σε υψηλές θερμοκρασίες και καταπολεμάται με ωιδιοκτόνα (Παναγόπουλος, 1995).

Ο βοτρυτής (*Botrytis cinerea*) ή τεφρά σήψη αναπτύσσεται σε εξασθενημένους η νεκρούς φυτικούς ιστούς. Προσβάλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη σε θερμοκρασίες μικρότερες από 18°C. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς αλλά και με την βελτίωση της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο (Παναγόπουλος, 1995).

Η αλτεναρίωση (*Alternaria solani*) προσβάλει τα υπέργεια μέρη των φυτών σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Καταπολεμάται με προληπτικούς ψεκασμούς, με την χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και με την καταστροφή των υπολειμμάτων καλλιέργειών. Στην συνέχεια αναφέρονται και άλλες μυκητολογικές ασθένειες της τομάτας οι οποίες δεν προκαλούν σημαντικά προβλήματα και η αντιμετώπιση τους είναι πιο εύκολη. Αυτές είναι η βερτισιλίωση (*Verticillium dahliae*), η κλαδοσπορίαση (*Cladosporium fulvum*), το φουζάριο

(*Fuzarium oxysporum f.sp lycopersia*), η φυτοφθόρα (*Phytophthora capsica*, *P. Parasitica* *Citrophthora criptogea*), η σήψη λαιμού και ρίζων (*Fuzarium oxysporum f.sp radialis lycopersici*), η ριζοκτονία (*Rhizoctonia solani*), η σκληρωτινίαση (*Sclerotinia sclerotiorum*), η Ανθράκωση (*Colletotrichum spp*) και η σκληρωτίαση (*Sclerotium rolfsii*).

Ενώ οι ασθένειες που προκαλούνται από βακτήρια είναι το Βακτηριακό έλκος (*Clavibacter michiganensis*), η Βακτηριακή μάρανση (*Ralstonia solanaceatum*), η Νέκρωση ή σήψη της εντεριώνης (*Pseudomonas viriditlora*, *P. Corrugate*, *P. Cichori*, *P. Fluorescens biovars*, *Erwinia carotovora*), η Βακτηριακή στιγματώση (*Pseudomonas syringae*), και η Βακτηριακή κηλίδωση (*Xanthomonas campestris*). Η πιο σοβαρή ασθένεια από τις βακτηριολογικές ασθένειες είναι το βακτηριακό έλκος. Τα σοβαρότερα συμπτώματα οφείλονται στην προσβολή των αγγείων του ξύλου. Τα νεαρά φυτά παρουσιάζουν συνήθως μαρασμό και στο τέλος αποξηραίνονται, ενώ στα μεγαλύτερα φυτά παρατηρείται κυρίως πιο αργός μαρασμός. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης της ασθένειας είναι 24-28°C, ωστόσο αναπτύσσεται σε ελάχιστη θερμοκρασία 1°C και μέγιστη 35°C (Τζάμος, 2007).

Ιοί

Οι ιοί είναι νουκλεοπρωτεΐνες, υπομικροσκοπικές, μολυσματικές και δυνητικά νοσολογικές οντότητες που αναπαράγονται σε ζωντανά κύτταρα . Μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες στα φυτά. Παρακάτω αναφέρονται οι ιοί που προσβάλλουν την τομάτα (Τζάμος, 2007)

- Ιός του κίτρινου καρουλίσματος των φύλλων της τομάτας.
- Ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας.
- Ιός του θαμνώδους νανισμού της τομάτας.
- Ιός του μωσαϊκού του καπνού.
- Ιός του μωσαϊκού της τομάτας.
- Ιός του ίκτερου των νεύρων της τομάτας (Τζάμος, 2007).

1.6 Εδαφοκλιματικές συνθήκες

Η καλλιέργεια της τομάτας είναι ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι 38°C) και σε χαμηλές (μέχρι 10-12°C). Ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του φυτού είναι από 21°C μέχρι 24°C (Κανάκης, 2003).

Η τομάτα καλλιεργείται σε όλα σχεδόν τα εδάφη που δεν είναι υγρά και που η φυσική τους σύσταση επηρεάζει ευνοϊκά όλους τους παράγοντες, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την κανονική ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών. Προτιμά εδάφη μέσης σύστασης, ελαφρά, βαθιά γόνιμα με ικανοποιητική στράγγιση. Καλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται σε εδάφη ελαφρά όξινης η ουδέτερης αντίδρασης (Ολύμπιος, 2001).

Η υπερβολική υγρασία δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών, επίσης επιδρά αρνητικά στην φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών. Η έλλειψη της κανονικής υγρασίας επιβραδύνει τη βλάστηση και την καρπόδεση των φυτών (Ολύμπιος, 2015).

2 ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα οργανικά υλικά είναι το σύνολο της φυτικής και ζωικής προέλευσης, υπολειμμάτων η απορριμμάτων που ενσωματώνονται στο έδαφος, όπως για παράδειγμα ρίζες, φύλλα, βλαστοί διάφοροι ζωντανοί η νεκροί οργανισμοί και η κοπριά.

2.1 Είδη οργανικών υλικών που εφαρμόζονται στα εδάφη

Τα οργανικά υλικά προέρχονται από υπολείμματα φυτών και ζώων, περιλαμβάνουν όμως και όλους τους ζωντανούς μικροοργανισμούς του εδάφους, οι οποίοι αποσυνθέτουν τα υπολείμματα στα συστατικά τους, καθώς και υπολείμματα από προϊόντα χημικών διασπάσεων, αλλά και συνθέσεων, νέων ενώσεων, που αποτελούν τον καλούμενο χούμο.

Κοπριά ζώων: Συνίσταται από μείγμα των περιττωμάτων και της στρωμνής τους. Η προέλευση της πρέπει να είναι αποκλειστικά από εκτατική εκτροφή ζώων. Η σύσταση της ποικίλλει και εξαρτάται από το είδος του ζώου και τα υλικά διατροφής του, καθώς και από το τρόπο διατήρησης και το βαθμό ζύμωσης της (Κανάκης, 2003).

Δημοτικά απόβλητα: Τα υλικά αυτά μπορούν να οριστούν ως οργανικά στερεά απόβλητα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από κατάλληλες διεργασίες επεξεργασίας υλός λυμάτων που οδηγούν σε σταθεροποίηση υλός όπως κομποστοποίηση. Η λάσπη αποχέτευσης είναι μερικώς επεξεργασμένη υλός που συσσωρεύεται και αποθηκεύεται σε σηπτική δεξαμενή (Goss et al, 2013).

Χλωρή λίπανση: Συνιστάται η καλλιέργεια φυτών εδαφοκάλυψης και η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος. Η επιλογή του κατάλληλου είδους φυτικής μάζας γίνεται με βάση το κλίμα της περιοχής, το pH, το έδαφος και την αντοχή του σε έντομα και ασθένειες. Η ενσωμάτωση των φυτών γίνεται κατά την περίοδο της άνθησης τους κατά την οποία έχουμε τη μέγιστη ποσότητα πράσινης φυτικής μάζας (Κανάκης, 2003).

Υπολείμματα τροφών και σκουπίδια: η χρήση τους πρέπει να είναι ελεγχόμενη και η συγκέντρωσή τους σε βαρέα μέταλλα να μην υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια (Goss et al, 2013).

Απόβλητα από βιομηχανική διαδικασία: Αιματάλευρο, άλευρο οπλών, κεράτων, ζωική τέφρα, ιχθυάλευρο, κρεατάλευρο, άλευρο από φτερά, τρίχες και ξύσματα δέρματος, υπολείμματα από μαλλί, τρίχες, γούνα ζώων, γαλακτοκομικά προϊόντα, άλευρο πλακούντα ελαιούχων σπόρων. Μεγάλη ποσότητα παράγεται ετησίως, αλλά μόνο ένα μικρό ποσοστό

εφαρμόζεται στο έδαφος (Goss et al, 2013).

2.2 Τα θρεπτικά συστατικά των ζωικών και φυτικών υπολειμμάτων

Η προσθήκη της οργανικής ουσίας στο έδαφος έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τη δομή του εδάφους, αυξάνει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και έχει σπουδαία συγκριτικά πλεονεκτήματα για το περιβάλλον. Ακολουθώντας ορθολογική διαχείριση της θρέψης των φυτών δίνει αύξηση της παραγωγής σε καλλιέργειες επειδή μπορεί να βελτιώσει ουσιαστικά και να ενδυναμώσει τη θρέψη των φυτών και να βελτιώσει τη γονιμότητα του εδάφους και την αποθήκευση του άνθρακα. Με τη χρήση της οργανικής ουσίας, έχουμε βελτίωση των φυσικοχημικών και βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους περιλαμβάνουν την περιεκτικότητα του εδαφικού διαλύματος σε θρεπτικά στοιχεία, διάφορες φυτορυθμιστικές ουσίες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών, τη συνεκτικότητα, τη υδατοϊκανότητα, το πορώδες κ.α. Ενώ στις βιολογικές ιδιότητες εντάσσεται ο πλούτος της εδαφικής πανίδας που αποτελείται από πλήθος εδαφόβιων μικροοργανισμών και γαιοσκωλήκων (Branca et al, 2013).

Η εφαρμογή κάθε οργανικού λιπάσματος στο έδαφος γίνεται με πρωταρχικό σκοπό να αυξηθούν τα θρεπτικά του στοιχεία. Ένας από τους πλουσιότερους φορείς μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων του εδάφους είναι η κοπριά. Η κοπριά ανάλογα από το είδος των ζώων από τα οποία προέρχεται (αιγοπρόβατα, βοοειδή, χοίροι) περιέχει και διαφορετική αναλογία θρεπτικών στοιχείων. Η σύσταση της κοπριάς σε θρεπτικά στοιχεία επηρεάζεται από το είδος των ζώων, την ηλικία τους, το σύστημα ενσταυλισμού, την ποσότητα και το είδος της τροφής που καταναλώνουν και από το είδος της αχυροστρωμνής των σταύλων. Στους πίνακες 1 και 2 που ακολουθούν καταγράφεται η μέση οργανική και ανόργανη σύσταση, μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων, της ζωικής κοπριάς (Σινάνης, 2003).

Επίσης, κάνοντας χλωρές λιπάνσεις και αμειψισπορές αυξάνεται η οργανική ουσία και τα ποσοστά αζώτου μέσω της βιολογικής αζωτοδεσμεύσεις των ψυχανθών, περιορίζεται η έκλυση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και γίνεται καλύτερη αξιοποίηση αυτών από τα φυτά, λόγω των διαφορετικών απαιτήσεων που έχουν και της διαφορετικής ανάπτυξης της ριζόσφαιρας κάθε είδους. Εδάφη που περιέχουν υψηλά ποσοστά οργανικών υλικών εξασφαλίζουν μακροχρόνια αλλά και σταθερή πηγή αζώτου και άλλων θρεπτικών στοιχείων στα φυτά, παρουσιάζοντας σπάνια τροφοπένιες. Επίσης με την προσθήκη της οργανικής ουσίας μπορεί να γίνει η επαναφορά της γονιμότητας, σε υποβαθμισμένα και κακής

σύστασης εδάφης (Κανάκης, 2003).

Πίνακας 1. Μέση ανόργανη σύσταση (%) της κοπριάς διαφόρων ζώων (Κανάκης, 2003 και Θερίος, 2005).

ΕΙΔΗ ΖΩΩΝ	N	P	K	Ca	Mg
Βόδι	0.3	0.18	0.50	0.13	0.1
Αλογο	0.68	0.1	0.53	0.25	0.14
Πρόβατο	1,4	0.21	0.67	0.33	0.18
Γουρούνι	0.55	0.76	0.50	0.4	0.2
Κότα	1.56	0.4	0.60	3.40	

Πίνακας 2. Μέση περιεκτικότητα της κοπριάς σε ιχνοστοιχεία (mg/kg) (Σπαθαράκης, 2015).

Ιχνοστοιχεία	Φρέσκια κοπριά	Ξηρή κοπριά
Βόριο	3,5	18,50
Κοβάλτιο	0,2	1,0
Χαλκός	2,0	13,0
Μαγγάνιο	43,8	209,0
Μολυβδαίνιο	0,13	1,5
Ψευδάργυρος	16,4	89,0

Τα φυτά μιας καλλιέργειας, από τη φύση τους πρέπει να έχουν συσσωρεύσει άζωτο και κάλιο σε ποσότητα κυμαινόμενη μεταξύ 1 και 4% του ξηρού βάρους τους. Η συγκέντρωση του φωσφόρου στους βλαστούς κυμαίνεται από 0,2 έως 0,4% του ξηρού βάρους. Οι καλλιέργειες που προορίζονται για ζωοτροφές τείνουν να περιέχουν περισσότερο άζωτο και φώσφορο απ' ό τι τα δημητριακά (Πίνακας 3). Προκειμένου να καλυφτούν αυτές οι θρεπτικές απαιτήσεις εφαρμόζονται στο έδαφος οργανικά εδαφοβελτιωτικά. Τα υλικά αυτά προέρχονται άμεσα από φυτικό υλικό ή έμμεσα, όπως την κοπριά από ζώα ή από άλλες πηγές (Goss et al., 2013).

Πίνακας 3. Κατά προσέγγιση ποσότητες μακροθρεπτικών συστατικών που υπάρχουν σε ορισμένες γεωργικές καλλιέργειες κατά τη συγκομιδή, σε κοπριές ζώων και πουλερικών, βιομηχανικά και δημοτικά απόβλητα, εκφραζόμενη σε gkg^{-1} ξηράς ουσίας (Goss et al., 2013).

Πηγή	Περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά gkg^{-1}			Θρεπτική αναλογία
	N	P	K	N:P:K
Καλαμπόκι (<i>Zea mays L.</i>)	13,5	1,8	14,1	7,5:1:7,8
Σιτάρι (<i>Triticum aestivum L.</i>)	12,4	1,3	13,8	9,5:1:10,6
Βρώμη (<i>Avena sativa L.</i>)	9,0	1,8	16,9	5,0:1:9,4
Σόγια (<i>Glycine max L. Merr.</i>)	31,7	3,8	15,4	8,4:1:4,1
Μηδική (<i>Medicago sativa L.</i>)	39,9	3,3	29,3	12,1:1:8,9
Απόβλητα αστικών λυμάτων (υγρό)	34,0	7,3	1,1	4,7:1:0,2
Απόβλητα αστικών λυμάτων (αερόβια)	1,2	0,6	0	2,0:1:0
Απόβλητα αστικών λυμάτων (αναερόβια)	2,8	1,4	0	2,0:1:0

Η περιεκτικότητα των διαφορετικών θρεπτικών στοιχείων (κυρίως N και P) ποικίλει ανάλογα με τα είδη των καλλιεργειών, τα μέρη των φυτών που ενσωματώνονται, το στάδιο ανάπτυξης κατά την ενσωμάτωση, τη γονιμότητα του εδάφους και τις φυσικές συνθήκες.

Ο MJ Goss αναφέρει στο άρθρο του ότι οι Plam συνέκριναν τις ποσότητες του N από υπολείμματα καλλιεργειών, φύλλα, βλαστούς και ρίζες από διαφορετικές καλλιέργειες και βρήκαν μέσες τιμές N μικρότερες από 2% με λίγα δείγματα να έχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Αντίθετα, η συγκέντρωση του N σε φρέσκα φύλλα μπορεί να κυμαίνεται από 1 έως 5,5% (μέση τιμή >3%) με τις μεγαλύτερες τιμές να βρίσκονται στα φύλλα των οικογενειών *Fabaceae* και *Asteraceae* (μέση συγκέντρωση 3,5%). Οι συγκεντρώσεις P στη πλειονότητα των υπολειμμάτων των καλλιεργειών, φύλλων, μίσχων και ριζών είναι μικρότερες από 0,15% P με λίγα παραδείγματα να υπερβαίνουν το 0,2%. Τα φρέσκα φύλλα ενδέχεται να περιέχουν περισσότερο από 0,15% P αλλά οι μέγιστες τιμές δεν υπερβαίνουν από 0,50% (Goss et al, 2013).

Ο χρόνος και ο ρυθμός απελευθέρωσης των θρεπτικών συστατικών που εφαρμόζονται σε οργανική μορφή εξαρτώνται από τη φύση των ίδιων των υλικών καθώς και από το κλίμα και τις πρακτικές διαχείρισης του εδάφους. Μπορεί επίσης να υπάρχει ένα υπόλοιπο ποσοστό θρεπτικών συστατικών από τις προηγούμενες εφαρμογές οργανικών υλικών που δεν έχει πλήρως ανοργανοποιηθεί στα επόμενα χρόνια. Αυτό αποτελεί πρόβλημα στον ακριβή υπολογισμό σχετικά με το ποσό των θρεπτικών στοιχείων που απαιτείται και τότε πρέπει να εφαρμοστεί ώστε να συγχρονιστεί η διαθεσιμότητα τους με τις ανάγκες των φυτών. Συνεπώς υπάρχει ένας σημαντικά μεγαλύτερος κίνδυνος να χαθούν τα θρεπτικά συστατικά στο ευρύτερο περιβάλλον από τα οργανικά εδαφοβελτιωτικά παρά από τα ανόργανα λιπάσματα (Goss et al, 2013).

3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΕΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

3.1 Γενικά στοιχεία για το κάλιο

Το Κάλιο (K) και στα αγγλικά Potassium είναι ένα ευκίνητο στοιχείο και είναι ένα από τα βασικά θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών, που το προσλαμβάνουν από το έδαφος σε ποσότητες μικρότερες μόνο από εκείνες του αζώτου και ίσως και του ασβεστίου. Η ολική του περιεκτικότητα κυμαίνεται μεταξύ 1-2% στα εδάφη. Υπάρχουν τρεις μορφές καλίου (Σινάνης, 2003).

1. Το ανταλλάξιμο και υδατολυτό κάλιο.
2. Βραδέως διαθέσιμο κάλιο.
3. Μη ανταλλάξιμο κάλιο.

Ο ρόλος του καλίου είναι πολύ σημαντικός διότι, συμμετέχει στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, στη σύνθεση των πρωτεϊνών και στον μεταβολισμό του Αζώτου. Ρυθμίζει το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματιών. Προωθεί την αύξηση των μεριστωματικών ιστών και έχει σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του καρπού και βοηθά το φυτό να αντέχει στις ασθένειες. Ελλείψεις Καλίου παρατηρούνται συνήθως σε αμμώδη και οργανικά εδάφη και αυτό γιατί ο Ιλλίτης και ο Βερμικουλίτης έχουν υψηλή ικανότητα δέσμευσης των ιόντων Καλίου. Το Κάλιο ανταγωνίζεται το Ca και το Mg (Σινάνης, 2003).

Το κάλιο υπεισέρχεται στη δομή οργανικών ενώσεων, αλλά βρίσκεται στα φυτά με μορφή ιόντων. Βρίσκεται κυρίως στα μεριστώματα και στα νεαρά φύλλα. Επιδρά στη φυσιολογική ισορροπία των κολλοειδών του πρωτοπλάσματος και παίζει ρόλο στην κίνηση του νερού μέσα στα φυτά. Αυξάνει την ικανότητα του κυτοπλάσματος να συγκρατεί νερό, την ένταση της φωτοσύνθεσης και παίρνει μέρος στη λειτουργία των στοματιών. Επεμβαίνει καταλυτικά σ' όλες σχεδόν τις βιοχημικές αντιδράσεις ενεργοποιώντας τα ένζυμα (μεταβολισμό υδατανθράκων και μεταφορά αμύλου, μεταβολισμό N και σύνθεση πρωτεϊνών). Ελέγχει και ρυθμίζει τη δραστηριότητα διαφόρων απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων. Επίσης μετακινείται εύκολα και γρήγορα μέσα στα φυτά. Το κάλιο συγκεντρώνεται κυρίως μέσα στα κύτταρα, ενώ το εξωτερικό μέσο περιέχει σημαντικά λιγότερο κάλιο (Γσικαλάς, 2003).

3.2 Παράγοντες φυτού και εδάφους που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα καλίου

Οι κυριότεροι παράγοντες του εδάφους που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα καλίου είναι οι εξής:

- Είδη ορυκτών της αργίλου.
- Ικανότητα εναλλαγής κατιόντων του εδάφους.
- Ποσότητα εναλλακτικού καλίου.
- Ικανότητα δέσμευσης καλίου.
- Κάλιο υπεδάφους και βάθος ρίζων.
- Υγρασία εδάφους.
- Θερμοκρασία εδάφους.
- Αερισμός εδάφους.
- pH του εδάφους.
- Περιεκτικότητα Ca και Mg του εδάφους.
- Σχετικές ποσότητες άλλων θρεπτικών στοιχείων.
- Κατεργασία εδάφους.
- Απώλειες καλίου με έκλυση (Τσικαλάς, 2003).

Οι παράγοντες του φυτού που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα του καλίου είναι οι εξής:

- Ικανότητα εναλλαγής κατιόντων των ρίζων.
- Ριζικό σύστημα και καλλιέργεια.
- Ποικιλία και υποκείμενο.
- Πληθυσμός φυτών και διάστημα.
- Επίπεδο απόδοσης.
- Ο παράγοντας χρόνος (Τσικαλάς, 2003).

3.3 Επίδραση του καλίου στην καλλιέργεια τομάτας

Η τομάτα είναι καλιόφιλο φυτό, πράγμα που σημαίνει ότι έχει υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο. Η λίπανση της τομάτας με σύνθετα λιπάσματα που περιέχουν θειικό κάλιο, οδηγούν στην ενεργοποίηση ενζύμων που προάγουν την παραγωγή αμινοξέων, πρωτεϊνών και βιταμινών που βελτιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (εμφάνιση, γεύση, άρωμα) των καρπών, αυξάνουν την προστασία των φυτών έναντι σε ασθένειες και αντίξοες καιρικές συνθήκες όπως είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες ή η ξηρασία, αυξάνουν τη συνεκτικότητα των καρπών επιδρώντας θετικά στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς τους, τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους. Όταν υπάρχει έλλειψη τότε συνήθως εμφανίζεται περιφερειακή χλώρωση και νέκρωση των φύλλων. Στην τομάτα συχνά εμφανίζεται ένας πράσινος δακτύλιος στην περιοχή του ποδίσκου. Μεσαίες δόσεις καλίου στην καλλιέργεια της τομάτας προκαλούν αυξημένη παραγωγή φυτών με ποιοτικά μέτριους καρπούς σε γεύση και χρώμα ενώ πιο μεγάλες δόσεις καλίου βελτιώνουν την ποιότητα, το σχήμα, τη συνεκτικότητα και την ομοιομορφία στο χρώμα του καρπού. Επίσης με την βοήθεια του καλίου μειώνονται οι αρνητικές επιδράσεις που μπορούν να προκύψουν από την υπερβολική αζωτούχο λίπανση. Η αυξημένη όμως καλιούχος λίπανση συχνά προκαλεί τροφοπένια μαγνησίου στην τομάτα λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ των δυο θρεπτικών στοιχείων, και για να προκύψει ένα ομοιόμορφο αποτέλεσμα στην καλλιέργεια πρέπει οι ποσότητες του διαθέσιμου καλίου στο έδαφος να είναι υπερδιπλάσιες από το μαγνήσιο. Αντίθετα η μειωμένη καλιούχος λίπανση προκαλεί περιφερειακή χλώρωση και νέκρωση των φύλλων, ξεκινώντας πρώτα από τα ηλικιωμένα φύλλα. Επίσης προκαλείται και ανομοιομορφία του χρώματος στους καρπούς της τομάτας (Στυλιανίδης, 2002). Οι Wang et al, μελέτησαν την επίδραση του καλίου στα γευστικά συστατικά των καρπών τομάτας τύπου cherry. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μεσαίες δόσεις καλίου βελτιώνουν την γεύση της τομάτας ενώ στις τομάτες που δεν έχει εφαρμοστεί λίπανση με κάλιο ή σε τομάτες που έχουν λιπανθεί με μεγάλες δόσεις καλίου έχουν φτωχή γεύση εξαιτίας των ανεπιθύμητων επίπεδων των συστατικών της γεύσης (Wang et al, 2009).

4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Χαρακτηριστικά του εδάφους

Αρχικά πάρθηκε κάποια ποσότητα καθαρού εδάφους που προοριζόταν για το πείραμα λίπανσης και στην συνέχεια μεταφέρθηκε στο εργαστήριο της εδαφολογίας για ανάλυση. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε για το συμπέρασμα του επίπεδου των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους, καθώς και για την γενική κατάσταση του εδάφους, έτσι ακολούθησαν οι παρακάτω αναλύσεις και τα αποτελέσματα των παρακάτω αναλύσεων.

1. Μηχανική ανάλυση εδάφους
2. Προσδιορισμός ελευθέρου ανθρακικού ασβεστίου
3. Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας
4. Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και pH
5. Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου καλίου
6. Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου
7. Προσδιορισμός του φαινομενικού ειδικού βάρους

Τα αποτελέσματα του σκέτου εδάφους είχαν τα εξής χαρακτηριστικά, η τιμή της μηχανικής ανάλυσης ήταν Άργιλος + ιλύς = 20 g%, Άργιλος=12 g %, Άμμος =80 g% και Ιλύς = 8 g%. Ενώ η τιμή του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου ήταν 11,76 g%, η περιεκτικότητα της οργανικής ουσίας κυμαίνονταν στο ποσοστό 2,6 g%, το pH είχε τιμή 7,78 και η ηλεκτρική αγωγιμότητα 2,44 ms. Ακόμα η συγκέντρωση του καλίου στο έδαφος ήταν 1000 mgK/100g εδάφους, ενώ η συγκέντρωση του φωσφόρου ήταν 85,4 mgP στο έδαφος. Τέλος η τιμή της φαινομενική πυκνότητας ήταν 1,2 g/cm.

Αφού ολοκληρωθήκαν οι παραπάνω αναλύσεις, ένα μηνά περίπου, μετά από την φυτρώσει των σπόρων έγινε η μεταφύτευση των φυτών σε γλάστρες 4 λίτρων. Στο πείραμα λίπανσης υπήρχαν 8 επεμβάσεις με 4 φυτά τομάτας η καθεμία και 4 επαναλήψεις όλων των επεμβάσεων. Ο συνολικός αριθμός των φυτών ήταν : $8*4*4 = 128$ φυτά. Αφού έγινε η μεταφύτευση ακολούθησε οι τυχαιοποίηση βασισμένη στο σχέδιο των πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη (Randomized complete block design, RCBD) (Πίνακας 5). Οι γλάστρες μέσα περιείχαν τις προκαθορισμένες δόσεις των οργανικών στοιχείων (Πίνακας 6). Οι δόσεις των λιπασμάτων για την κάθε επέμβαση ξεχωριστά προσδιορίστηκαν μετά από υπολογισμούς των αναλογίων καλίου, φωσφόρου και αζώτου

(Πίνακας 7). Από τις 19 Μάιου έως της 10 Ιουλίου ακολούθησαν 15 υδρολιπάνσεις στα φυτά τις τομάτας. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν K₂S₀₄, NH₄N₀₃, H₃P₀₄. Ταυτόχρονα όμως από την ημέρα της μεταφύτευσης έως και την λήξη του πειράματος λίπανσης, τα φυτά της τομάτας ποτίζονταν καθημερινά και μόνο πρωινές ώρες για την αποφυγή οποιασδήποτε ανωμαλίας λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών. Το πότισμα γινόταν με πολύ μεγάλη προσοχή έτσι ώστε το νερό να εισέρχεται στο έδαφος της γλάστρας και όχι τόσο στα φύλλα για την αποφυγή της ανάπτυξης της ασθένειας του βοτρυτή λόγω της υγρασίας.

Πίνακας 5. Σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων σε ελεύθερη διάταξη

Επανάληψη I	Επανάληψη II	Επανάληψη III	Επανάληψη IV
5 XXXX	3 XXXX	7 XXXX	1 XXXX
1 XXXX	4 XXXX	1 XXXX	3 XXXX
2 XXXX	8 XXXX	6 XXXX	2 XXXX
8 XXXX	7 XXXX	4 XXXX	8 XXXX
7 XXXX	1 XXXX	5 XXXX	4 XXXX
3 XXXX	5 XXXX	2 XXXX	5 XXXX
6 XXXX	6 XXXX	8 XXXX	6 XXXX
4 XXXX	2 XXXX	3 XXXX	7 XXXX

Πίνακας 6. Επεμβάσεις του πειράματος λίπανσης.

Επεμβάσεις	Λίπανση	Δόσεις
1	Οργανικό υλικό	100ppm K
2	Οργανικό υλικό	400ppm K
3	Οργανικό υλικό	100ppm K + 200ppm N + 50ppm P
4	Οργανικό υλικό	400ppm K + 200ppm N + 50ppm P
5	Χημικό λίπασμα	100ppm K + 200ppm N + 50ppm P
6	Χημικό λίπασμα	400ppm K + 200ppm N + 50ppm P
7	Χημικό λίπασμα	280ppm K + 150ppm N + 50ppm P
8	Έδαφος	

Πίνακας 7. Ποσότητες λιπασμάτων σε κάθε επέμβαση.

Επεμβάσεις	K ₂ SO ₄ (g/40L)	NH ₄ NO ₃ (g/40L)	H ₃ PO ₄ (ml/40L)
1			
2			
3		24	4.3
4		24	4.3
5	5.2	14.4	2.4
6	20.8	14.4	2.4
7	14.4	9.6	2.4
8			

4.2 Περιγραφή οργανικού υλικού

Το παραγόμενο οργανικό υλικό προέκυψε από ηλιακή ξήρανση νωπής κοπριάς χοίρων, με προσθήκη υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Στη συνέχεια το τελικό προϊόν ξήρανσης κομποστοποιήθηκε. Κατασκευάστηκαν τρεις δεξαμενές από σκυρόδεμα, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι διαρροές. Στην πρώτη δεξαμενή σκυροδέματος προστέθηκε φρέσκια κοπριά χοίρων. Αυτή η ηλιακή διαδικασία ξήρανσης κράτησε έξι μήνες.

Στην δεύτερη δεξαμενή σκυροδέματος προστέθηκε φρέσκια κοπριά αγελάδας. Η διαδικασία αυτής της ηλιακής ξήρανσης διήρκεσε τρεις μήνες. Στην τρίτη δεξαμενή σκυροδέματος προστέθηκαν φρέσκα φύλλα ελιάς, αυτή η διαδικασία κράτησε επτά μήνες. Μετά την διαδικασία ηλιακής ξήρανσης, τα τρία διαφορετικά υλικά που ήταν αποξηραμένα κομποστοποιήθηκαν, στις δεξαμενές σκυροδέματος για να αποφευχθούν τυχόν διαφορές. Αυτή η διαδικασία κομποστοποίησης είχε διάρκεια πέντε μήνες. Το οργανικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα λίπανσης, περιείχε υψηλές ποσότητες καλίου αλλά και χαμηλότερες ποσότητες αζώτου και φωσφόρου.

4.3 Εγκατάσταση του πειράματος

Το πείραμα λίπανσης πραγματοποιήθηκε στο γυάλινο θερμοκήπιο του αγροκτήματος στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. Αρχικά έγινε η οργάνωση και ο προγραμματισμός του πειράματος. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν σπόροι ποικιλίας *formula*. Η φύτευση των σπόρων έγινε στις 30-3-17 σε υπόστρωμα τύρφης στους δίσκους σποράς, χρησιμοποιήθηκαν 9*5 δίσκοι σποράς και ένας σπόρος σε κάθε θέση. Αφού πραγματοποιήθηκε η σπορά οι δίσκοι τοποθετήθηκαν πάνω σε πάγκο ποτίσματος οπού έγινε και το πρώτο τους πότισμα (Εικόνα 1). Επιπρόσθετα μέχρι την μεταφύτευση οι σπόροι ελεγχόταν και ποτίζονταν καθημερινά. Επίσης ακολούθησε η προετοιμασία του θερμοκηπίου και μεταφέρθηκαν στο πειραματικό χώρο τα απαραίτητα υλικά για την έναρξη του πειράματος (κόσκινο, γλάστρες 4 λίτρων, οργανικό υλικό, διαφορά γεωργικά εργαλεία χειρός, βαρέλι 40 λίτρων). Έπειτα ακολούθησε η τοποθέτηση του εδάφους και του οργανικού υλικού στις γλάστρες σύμφωνα με τις προκαθορισμένες δόσεις, αφού προηγήθηκε η τυχαιοποίηση. Η μεταφύτευση των φυτών έγινε στις 15-5-17.



Εικόνα 1: Δίσκοι τοποθετημένοι σε πάγκο ποτίσματος

4.4 Καλλιεργητικές επεμβάσεις

Αρχικά τα φυτά τομάτας ποτίζονταν κάθε δυο μέρες, στη συνέχεια όμως αφού αναπτυχθήκαν, ποτίζονταν κάθε μέρα, ταυτόχρονα ακολουθήσαν και 15 υδρολιπάνσεις. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης τους, υποστύλωθηκαν αφού εφαρμόστηκε και το κατάλληλο κλάδεμα (Εικόνα 2). Όμως στην διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου εμφανίστηκαν προσβολές από το μικρό λεπιδόπτερο *tuta absoluta*, επομένως για την καταπολέμηση του εντόμου ακολουθήσαν τρεις επεμβάσεις φυτοπροστασίας. Ο πρώτος ψεκασμός έγινε με βιολογικό εντομοκτόνο που ονομάζεται βάκιλος στις 5 Ιουνίου ενώ ο δεύτερος ακολούθησε μετά από οχτώ ημέρες με το ίδιο εντομοκτόνο. Τέλος μετά από 14 ημέρες ολοκληρώθηκε ψεκασμός με το laser που είναι εντομοκτόνο επαφής και στομάχου.



Εικόνα 2 : Υποστύλωση και κλάδεμα στην τομάτα.

4.5 Μετρήσεις αξιολόγησης ανάπτυξης των φυτών τομάτας και αναλύσεις εδάφους

Στο πλάνο μας ήταν να πάρουμε δείγματα εδάφους και δείγματα φύλλων για ανάλυση σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Συνολικά έγιναν 3 δειγματοληψίες, η πρώτη δειγματοληψία έγινε στην αρχή της ανάπτυξης της καλλιέργειας, η δεύτερη στο μεσαίο στάδιο ανάπτυξης του πειράματος και η τρίτη στο τέλος της ανάπτυξης της καλλιέργειας. Εκτός από τις δειγματοληψίες, πάρθηκαν και μακροσκοπικές παρατηρήσεις που αφορούσαν το ύψος των φυτών, τα φύλλα των φυτών τομάτας καθώς και τους καρπούς που θα έδινε το κάθε φυτό. Οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν ταυτόχρονα με τις δειγματοληψίες εδάφους και φύλλων. Για την αξιολόγηση της ανάπτυξης των φυτών εφαρμοστήκαν οι παρακάτω μετρήσεις, οι εδαφολογικές αναλύσεις και οι αναλύσεις φύλλων. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν το ύψος των φυτών, τον αριθμό των φύλλων, το πάχος των καρπών καθώς και το βάρος των καρπών. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι μετρήσεις που αποσκοπούν στην ανάπτυξη των φυτών.

Ύψος των φυτών : Η καταμέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε με την χρησιμοποίηση ενός μέτρου για την εκτίμηση του ύψους του κάθε φυτού και στην συνέχεια καταγράφηκε το ύψος σε μια κάτοψη του θερμοκηπίου που είχε σχεδιαστεί ειδικά για την παραπάνω μέτρηση των φυτών.

Αριθμός φύλλων : Σε κάθε φυτό τομάτας μετρήθηκε με προσοχή από την βάση του φυτού το πρώτο φύλλο έως και το τελευταίο φύλλο της κορυφής. Τέλος τα αποτελέσματα για τον αριθμό των φύλλων καταγράφηκαν σε ένα πλάνο που είχε ετοιμαστεί ειδικά για την μέτρηση αυτή.

Το πάχος καρπών : Η διαδικασία αυτή ολοκληρώθηκε με την βοήθεια του παχύμετρου. Οι μετρήσεις για το πάχος των καρπών πραγματοποιήθηκαν σε κάθε γλάστρα ξεχωριστά που έδινε καρπό.

Το βάρος καρπών : Αφού έγινε η συγκομιδή, παραλάβαμε τους καρπούς της τομάτας από κάθε επέμβαση ξεχωριστά, τους τοποθετήσαμε σε μια σακούλα, πάνω στην οποία είχε γραφτεί σε ένα αυτοκόλλητο ο αριθμός της επέμβασης, ο αριθμός των φυτών που αντιστοιχούσε στην επέμβαση και τέλος ο αριθμός της επανάληψης. Στην συνέχεια μεταφέρθηκαν οι καρποί με προσοχή στο εργαστήριο εδαφολογίας και η μέτρηση

ολοκληρώθηκε με τον ηλεκτρονικό ζυγό ακρίβειας (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Μέτρηση του βάρους των καρπών με τον ηλεκτρονικό ζυγό.

Εδαφική ανάλυση είναι κάθε χημική, φυσική ή βιολογική μέτρηση που γίνεται στο έδαφος. Η πιο συνήθης εδαφική ανάλυση είναι η χημική ανάλυση που πραγματοποιείται για τον προσδιορισμό της κατάστασης γονιμότητας του εδάφους. Ο σκοπός της ανάλυσης είναι να εκτιμηθούν οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία μιας καλλιέργειας, πριν φυτευτεί στο χωράφι. Επίσης με την εδαφική ανάλυση γίνεται έγκαιρη διάγνωση της περιεκτικότητας του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία, για να αποφευχθούν τροφοπένιες ή υπερβολική λίπανση που οδηγούν σε τοξικότητα (Θεριός, 2005).

Για την πραγματοποίηση των αναλύσεων πάρθηκε έδαφος με την βοήθεια του δειγματολήπτη από κάθε επέμβαση ξεχωριστά, στην συνέχεια το δείγμα τοποθετήθηκε σε πλαστική σακούλα και μεταφέρθηκε στο εργαστήριο (Εικόνα 4). Έπειτα από το δείγμα αφαιρέσαμε τα υπολείμματα (χαλίκια, πέτρες) που περιείχε και το δείγμα τοποθετήθηκε στο γουδί για να χτυπηθεί καλά με το γουδοχέρι. Τέλος κοσκινίστηκε σε κόσκινο 2cm. Παρακάτω καταγράφονται αναλυτικά οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πείραμα λίπανσης.

Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας : Για την εκτέλεση του προσδιορισμού της οργανικής ουσίας ,αρχικά ζυγιστικέ 1 g εδάφους και μεταφέρθηκε στην κωνική φιάλη, στην συνέχεια μέσα στην κωνική φιάλη προστέθηκε 10 ml διχρωμικό κάλιο και 20 ml πυκνό θειικό οξύ, έπειτα ακολουθήσε ανάδευση και τέλος αφέθηκε το δείγμα σε ηρεμία για 30 λεπτά. Στην συνέχεια μέσα στην κωνική φιάλη προστέθηκε περίπου 200 ml απεσταγμένο νερό, 10 ml πυκνό φωσφορικό οξύ και 1-2 ml δείκτη διφαινυλαμίνης. Επιπρόσθετα

μεταφέρθηκε το δείγμα στις πλάκες θέρμανσης και ακολούθησε ογκομέτρηση με διάλυμα εναμμώνιου θεικού σιδήρου. Η μέτρηση της οργανικής ουσίας πάρηκε όταν το διάλυμα από σκούρο μπλε χρώμα ξαφνικά διαμορφώθηκε σε πράσινο (Εικόνα 5). Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Walkley-black (Σινάνης, 2003).



Εικόνα 4 : Δείγματα εδάφους πριν την διαδικασία ανάλυσης.



Εικόνα 5: Προσδιορισμός οργανικής ουσίας όταν το χρώμα διαμορφώθηκε σε πράσινο.

pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα: Για τον προσδιορισμό του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αρχικά ζυγιστήκαν 100g έδαφος, το έδαφος τοποθετήθηκε σε ένα πλαστικό ποτήρι με μια μικρή ποσότητα απεσταγμένου νερού. Με την βοήθεια μιας σπάτουλας

Διαγράφηκε:

ανακατεύτηκε το δείγμα μέχρι να φτάσει στο στάδιο κορεσμού. Στην συνέχεια αφέθηκε η παστά για ηρεμία μισή ώρα. Έπειτα με την βοήθεια της σπάτουλας μεταφέρθηκε η πάστα εδάφους σε ένα πλαστικό μπουκάλι που ήταν κατάλληλο, για να χρησιμοποιηθεί στην φυγόκεντρο. Τέλος έγινε διήθηση των δειγμάτων και με την βοήθεια του πεχάμετρου (Εικόνα 6) και του αγωγιμόμετρου (Εικόνα 7) πήραμε τις κατάλληλες μετρήσεις (Σινάνης, 2003).



Εικόνα 6: Πεχάμετρο για την μέτρηση του pH.



Εικόνα 7: Ηλεκτρικό αγωγιμόμετρο για την μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου καλίου: Για την εκτέλεση του προσδιορισμού του αφομοιώσιμου καλίου, αρχικά ζυγίστηκαν 5g εδάφους και μεταφέρθηκαν σε πλαστικά μπουκάλια καταλλήλα για την συσκευή ανακίνησης μαζί με 100 ml οξικού αμμωνίου. Τα μπουκάλια αφέθηκαν για μισή ώρα στην συσκευή ανακίνησης. Έπειτα ακολούθησε η διήθηση των δειγμάτων, ταυτόχρονα ετοιμάστηκαν τα διαλύματα σε συγκεντρώσεις 10ppm, 25ppm, 50ppm, 75ppm, 100ppm που είναι καταλλήλα για την βαθμονόμηση του οργάνου. Τέλος ακολούθησε ο προσδιορισμός του καλίου στο εκχύλισμα, με την βοήθεια του φλογωφωτόμετρου (Εικόνα 8). Ο προσδιορισμός του αφομοιώσιμου καλίου πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο οξικού αμμωνίου. (Σινάνης, 2003).



Εικόνα 8: Φλογωφωτόμετρο για τον προσδιορισμό του αφομοιώσιμου καλίου.

Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου: Για την εκτέλεση του προσδιορισμού του αφομοιώσιμου φωσφόρου, αρχικά ζυγίστηκαν 5g εδάφους και μεταφέρθηκαν σε πλαστικά μπουκάλια κατάλληλα για την συσκευή ανακίνησης μαζί με 100 ml όξινου ανθρακικού νατρίου. Το δείγμα αφέθηκε στην συσκευή ανακίνησης για 30 λεπτά,

στην συνέχεια ακολούθησε η διήθηση. Έπειτα από την διήθηση πάρθηκε 10ml εκχύλισμα εδάφους και τοποθετήθηκε σε μια ογκομετρική φιάλη των 50ml, μέσα στην φιάλη προστέθηκε 8ml από το αντιδραστήριο B και 0,95ml από το διάλυμα θειικού οξέος 5N, η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε για την ανάπτυξη του μπλε χρώματος (Εικόνα 9). Τέλος από την ογκομετρική φιάλη μεταφέρθηκε λίγο από το διάλυμα σε κυψελίδες τις οποίες τις τοποθετήσαμε στο φασματοφωτόμετρο (Εικόνα 10) για τον προσδιορισμό του φωσφόρου. Ο προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Olsen. (Σινάνης, 2003).



Εικόνα 9: Ανάπτυξη του μπλε χρώματος στα δείγματα εδάφους.



Εικόνα 10: Φασματοφωτόμετρο για τον προσδιορισμό του αφομοιώσιμου φωσφόρου.

Αναλύσεις στο χυμό τομάτας

Για να πραγματοποιηθούν οι αναλύσεις στο χυμό τομάτας οι καρποί αλέστηκαν. Τέλος ακολούθησε και η διήθηση του χυμού τομάτας. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι αναλύσεις.

Ολική οξύτητα: Για την ογκομέτρηση πάρθηκε 1ml χυμό τομάτας και 2ml H₂O, έγινε η τοποθέτηση σε ογκομετρικό κύλινδρο των 10ml και προστέθηκε απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή. Στη συνέχεια τα 10ml από τον ογκομετρικό κύλινδρο τοποθετήθηκαν σε άλλο κύλινδρο των 100ml όπου προστέθηκαν 20ml H₂O και απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή και 2-3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλμίνη. Μόλις εμφανίστηκε ροζ απαλό χρώμα πάρθηκε η μέτρηση.

pH: Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του πεχάμετρου.

Βαθμοί Brix: Η μέτρηση ολοκληρώθηκε με την βοήθεια του διαθλασίμετρου.

Αναλύσεις των φύλλων της τομάτας

Για την δειγματοληψία των φύλλων, από κάθε φυτό ξεχωριστά μαζευτήκαν τα πρώτα πραγματικά φύλλα (5-6 φύλλο, ζωηρό πράσινο χρώμα) δηλαδή φύλλα που πρόσφατα ωρίμασαν, τα οποία τοποθετήθηκαν σε σακουλές και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο της

εδαφολογίας. Στην συνέχεια πλύθηκαν προσεκτικά με απιονισμένο νερό και αφέθηκαν να στεγνώσουν σε απορροφητικό χαρτί. Αφού ολοκληρωθήκαν οι παραπάνω διαδικασίες μεταφέρθηκαν στο φούρνο ξήρανσης με ζεστό αέρα όπου αφέθηκαν για 24 ώρες. Επίσης έγινε άλεσμα των φύλλων σε ειδικό μύλο (Εικόνα 11) και η τοποθέτηση των φύλλων σε πλαστικά ποτηράκια. Επιπρόσθετα από τα πλαστικά ποτήρια μεταφέρθηκαν τα φύλλα σε ποτήρια πορσελάνης και τοποθετήθηκαν σε πλάκες θέρμανσης για να πραγματοποιηθεί η προ καύση. (Εικόνα 12). Τέλος αφού ολοκληρώθηκε η προ καύση, έγινε και η μεταφορά των ποτηριών πορσελάνης στο φούρνο ξήρανσης για πέντε ώρες στους 550 °C, για την αποφυγή υγρασίας και για την καύση. Για να προσδιοριστούν τα θρεπτικά στοιχεία στα φύλλα έγιναν οι παρακάτω αναλύσεις.

Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου: Για την εκτέλεση του προσδιορισμού του αφομοιώσιμου φωσφόρου στο ποτήρι πορσελάνης που μέσα υπήρχε η στάχτη από τους φυτικούς ιστούς, προστέθηκαν 10ml υδροχλωρικό οξύ 1N και 10ml βαναδικό αμμώνιο όπου και αφέθηκαν σε ηρεμία για 30 λεπτά. Έπειτα ακλούθησε η διήθηση, η μεταφορά του εκχυλίσματος σε ογκομετρική φιάλη των 50ml, ακόμα ακολούθησε η μετάγγιση σε ποτήρια των 50ml. Τέλος από την ογκομετρική φιάλη μεταφέρθηκε λίγο από το διάλυμα σε κυψελίδες οι οποίες τοποθετήθηκαν στο φασματοφωτόμετρο για τον προσδιορισμό του φωσφόρου. Ο προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Olsen (Σινάνης, 2003).

Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου καλίου: Για την εκτέλεση του προσδιορισμού του αφομοιώσιμου καλίου, στο ποτήρι πορσελάνης που μέσα υπήρχε η στάχτη από τους φυτικούς ιστούς, προστέθηκε 10ml υδροχλωρικό οξύ 1N, όπου αφέθηκε σε ηρεμία για 10 λεπτά. Έπειτα ακλούθησε η διήθηση, η μεταφορά του εκχυλίσματος σε ογκομετρική φιάλη των 50ml και ακλούθησε η μετάγγιση σε ποτήρια των 50ml. Τέλος ακλούθησε ο προσδιορισμός του καλίου στο εκχύλισμα με την βοήθεια του φλογοφωτόμετρου. Ο προσδιορισμός του αφομοιώσιμου καλίου πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο οξικού αμμωνίου (Σινάνης, 2003).



Εικόνα 11 : Μύλος για άλεσμα των φυτικών ιστών.



Εικόνα 12 : Πρόκαυση των φυτικών ιστών σε πλακά θέρμανσης.

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΥΤΗΣΗ

Για τον προσδιορισμό όλων των μετρήσεων και των αναλύσεων του πειράματος λίπανσης πάρθηκαν τρεις μετρήσεις ξεχωριστά, όπου οι μετρήσεις αυτές αφορούσαν σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις. Επίσης πραγματοποιήθηκαν και τρεις δειγματοληψίες ξεχωριστά οι οποίες αφορούσαν σε αναλύσεις εδάφους και σε ανάλυση φύλλων. Οι μετρήσεις και οι δειγματοληψίες ολοκληρώθηκαν σε τρία διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Η πρώτη μέτρηση έγινε στην αρχή του πειράματος λίπανσης, η δεύτερη μέτρηση ολοκληρώθηκε στην μέση του πειράματος λίπανσης και η τρίτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στο τέλος του πειράματος λίπανσης. Στους παρακάτω πίνακες αναφέρονται αναλυτικά τα αποτελέσματα, έπειτα από τον προσδιορισμό του μέσου ορού, τις κάθε επεμβάσεις ξεχωριστά.

4.6 Αποτελέσματα μετρήσεων ύψους τομάτας

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8) περιγράφονται αναλυτικά τα αποτελέσματα από την επίδραση των επεμβάσεων στο ύψος της καλλιέργειας.

Πίνακας 8. Επίδραση των επεμβάσεων στο ύψος της τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. *formula*) στην αρχή, στη μέση και στο τέλος του πειράματος.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ		
	Αρχή	Μέση	Τέλος
O.Y 100K	49,45a ¹	96,73a	142,90a
O.Y 400K	47,33a	101,53a	156,03a
O.Y 100K+NP	51,47a	91,58a	130,70a
O.Y 400K+NP	48,97a	93,10a	136,98a
X.Λ 100K+NP	47,48a	89,58a	126,80a
X.Λ 400K+NP	48,65a	91,03a	132,20a
X.Λ+NPΚ	48,08a	92,40a	138,32a
Έδαφος	53,47a	100,40a	146,13a

¹ Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά κατά Duncan (p<0,05).

Με βάση το παραπάνω πίνακα παρατηρήθηκε ότι, όλες οι επεμβάσεις έδωσαν το ίδιο αποτέλεσμα όσο αφορά το ύψος των φυτών, αφού δεν παρουσιάστηκε καμία στατιστική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης. Δηλαδή είτε χρησιμοποιηθεί οργανικό υλικό, είτε χημικό λίπασμα με διαφορετικές ποσότητες καλίου, είτε σκέτο έδαφος τότε θα δοθεί το ίδιο αποτέλεσμα στην ανάπτυξη του ύψους των φυτών.

4.7 Αποτελέσματα μετρήσεων αριθμών φύλλων τομάτας

Αφού ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις για τον αριθμό των φύλλων, πραγματοποιήθηκε η φυλλοδιαγνωστική. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) αναφέρονται αναλυτικά τα αποτελέσματα, αφού υπολογίστηκε πρώτα ο μέσος όρος για την κάθε επέμβαση ξεχωριστά.

Πίνακας 9. Επίδραση των επεμβάσεων στον αριθμό των φύλλων της τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. *formula*) στην αρχή, στη μέση και στο τέλος του πειράματος.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ		
	Αρχή	Μέση	Τέλος
Ο.Υ 100Κ	12,85a ¹	18,40a	22,03ab
Ο.Υ 400Κ	12,85a	17,95a	23,70a
Ο.Υ 100Κ+ΝΡ	13,53a	17,45a	23,65a
Ο.Υ 400Κ+ΝΡ	12,15a	17,15a	21,38ab
Χ.Λ 100Κ+ΝΡ	13,08a	17,98a	23,70a
Χ.Λ 400Κ+ΝΡ	12,20a	17,63a	22,83a
Χ.Λ +ΝΡΚ	12,88a	17,85a	19,35b
Έδαφος	13,85a	18,15a	23,03a

¹ Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά κατά Duncan (p<0,05).

Με βάση το παραπάνω πίνακα παρατηρήθηκε ότι στην πρώτη και στην δεύτερη μέτρηση δεν υπήρχε καμία σημαντική στατιστική διαφορά από τις διαφορετικές δόσεις των επεμβάσεων όσον αφορά τον αριθμό των φύλλων. Αντίθετα όμως, στην τρίτη μέτρηση, στην 7^η επέμβαση που υπήρχε χημικό λίπασμα με δοσολογίες 280ppm Κ + 150ppm Ν + 50ppm Ρ καταγράφηκε ότι, έδωσε το μικρότερο αποτέλεσμα στον αριθμό των φύλλων της τομάτας .

4.8 Αποτελέσματα μετρήσεων αριθμών καρπών τομάτας

Πραγματοποιήθηκαν τρεις συγκομιδές στο θερμοκήπιο σε κάθε επέμβαση ξεχωριστά, για τον προσδιορισμό των αριθμών των καρπών της τομάτας ποικιλίας *formula*. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 10) περιγράφονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 10. Επίδραση των επεμβάσεων στον αριθμό των καρπών της τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. *formula*) στην αρχή, στη μέση και στο τέλος του πειράματος.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΠΩΝ		
	Αρχή	Μέση	Τέλος
Ο.Υ 100Κ	3,28 ^{a1}	4,58a	2,25b
Ο.Υ 400Κ	3,70a	4,65a	4,05a
Ο.Υ 100Κ+ΝΡ	4,07a	5,78a	1,65b
Ο.Υ 400Κ+ΝΡ	2,72a	4,22a	1,58b
Χ.Λ 100Κ+ΝΡ	4,72a	6,23a	2,70b
Χ.Λ 400Κ+ΝΡ	3,68a	6,33a	2,10b
Χ.Λ+ΝΡΚ	3,03a	5,70a	1,87b
Έδαφος	3,03a	4,65a	2,08b

¹ Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά κατά Duncan ($p < 0,05$).

Με βάση τον παραπάνω πίνακα καταγράφηκε, ότι δεν υπάρχει καμία διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων στην πρώτη και στη δεύτερη μέτρηση. Όμως στην τρίτη μέτρηση του πειράματος λίπανσης, σημειώθηκε ότι υπάρχει διαφορά. Η 2^η επέμβαση με οργανικό υλικό και δοσολογία 400grpm Κ έδωσε τον μεγαλύτερο αριθμό καρπών.

4.9 Αποτελέσματα μετρήσεων παραγωγής

Η ολοκλήρωση των μετρήσεων πραγματοποιήθηκαν στο τέλος του πειράματος λίπανσης στο εργαστήριο της εδαφολογίας. Έγιναν πέντε μετρήσεις που αφορούσαν τον καρπό, και το χυμό της τομάτας. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 11) αναφέρονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Πίνακας 11. Επίδραση των επεμβάσεων στα χαρακτηριστικά των καρπών τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. *formula*).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Βάρος τομάτας	Πάχος τομάτας	Οξύτητα	brix	pH
Ο.Υ 100K	283,50ab ¹	62,26a	1,54a	2,90f	4,40a
Ο.Υ 400K	390,13a	57,63a	1,44b	4,00a	4,30b
Ο.Υ100K+NP	205,88b	63,90a	1,15d	3,40d	4,30b
Ο.Υ 400K+NP	151,15b	60,39a	1,34c	3,20e	4,30b
Χ.Λ 100K+NP	261,35ab	60,77a	1,34c	3,60c	4,40a
Χ.Λ 400K+NP	163,83b	57,82a	1,34c	3,80b	4,30b
Χ.Λ+ΝΡΚ	148,80b	57,29a	1,34c	3,80b	4,40a
Έδαφος	250,58b	67,53a	1,54a	3,80b	4,30b

¹ Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά κατά Duncan ($p < 0,05$).

Στην πρώτη παρατήρηση της παραγωγής παρατηρήθηκε ότι οι περισσότερες επεμβάσεις δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους, όσο αφορά το βάρος του καρπού. Όμως η 2^η επέμβαση, που περιλάμβανε οργανικό υλικό με 400ppm K έδωσε το μεγαλύτερο βάρος του καρπού της τομάτας. Η δεύτερη μέτρηση όπου αφορά το πάχος της τομάτας, με βάση τα στατιστικά αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα σημειώθηκε ότι, όλες οι επεμβάσεις δεν παρουσιάζουν καμία στατιστική διαφορά. Στην τρίτη μέτρηση παρατηρήθηκε ότι όλες οι επεμβάσεις διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Η 1^η επέμβαση, που περιλαμβάνει το οργανικό υλικό με 100ppm K, έδωσε την μεγαλύτερη τιμή ως προς την οξύτητα. Αντίθετα η 3^η επέμβαση που περιείχε οργανικό υλικό με δοσολογία 100ppm K + 200ppm N + 50ppm P, έδωσε την μικρότερη τιμή της οξύτητας στο χυμό της τομάτας. Στην τέταρτη μέτρηση που αφορά τους βαθμούς brix, παρατηρήθηκε ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό σε περιεκτικότητα σακχάρων στο χυμό τομάτας το έδωσε η 2^η μέτρηση που περιείχε οργανικό υλικό με 400ppm K. Ενώ το μικρότερο ποσοστό σε περιεκτικότητα σακχάρων το έδωσε η 1^η μέτρηση που περιλαμβάνει οργανικό υλικό με 100ppm K. Η τελευταία μέτρηση αφορά το pH στο χυμό της τομάτας. Οι επεμβάσεις που μας έδωσαν τις μεγαλύτερες τιμές pH είναι η 1^η επέμβαση που περιείχε οργανικό υλικό με δοσολογία 100ppm K, είναι η 5^η επέμβαση που διάθετε χημικό λίπασμα με δόσεις 100ppm K +200ppm N +50ppm P και η 7^η

επέμβαση που περιείχε χημικό λίπασμα με δοσολογία 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P. Οι υπόλοιπες επεμβάσεις μας δίνουν τις μικρότερες τιμές pH.

4.10 Αποτελέσματα αναλύσεων καλίου και φωσφόρου στα φύλλα τομάτας

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 12) αναφέρονται τα αποτελέσματα του K και του P στα φύλλα της τομάτας έπειτα από την φυλλοδιαγνωστική.

Πίνακας 12. Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα του K και P στα φύλλα της τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. *formula*).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κ ΦΥΛΛΑ			Ρ ΦΥΛΛΑ		
	Αρχή	Μέση	Τέλος	Αρχή	Μέση	Τέλος
O.Y 100K	0,40b ¹	0,34c	0,39a	0,36b	0,23f	0,29a
O.Y 400K	0,39c	0,34c	0,37b	0,36b	0,22g	0,22e
O.Y 100K+NP	0,41a	0,32d	0,34e	0,40a	0,27e	0,25c
O.Y 400K+NP	0,38d	0,35b	0,34e	0,33d	0,33a	0,27b
X.Λ 100K+NP	0,37e	0,30f	0,35d	0,35c	0,29c	0,25c
X.Λ 400K+NP	0,40b	0,37a	0,32f	0,35c	0,30b	0,21f
X.Λ+NPK	0,36f	0,31e	0,36c	0,31f	0,28d	0,27b
Έδαφος	0,37e	0,32d	0,39a	0,32e	0,22g	0,23d

¹ Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά κατά Duncan (p<0,05).

Στην πρώτη μέτρηση του καλίου στα φύλλα της καλλιέργειας, παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό καλίου βρέθηκε στην 3^η επέμβαση που περιείχε οργανικό υλικό με δόσεις 100ppm K + 200ppm N + 50ppm P. Αντίθετα η μικρότερη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα, βρέθηκε στην 7^η επέμβαση όπου περιείχε χημικό λίπασμα με δοσολογία 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P. Στην δεύτερη μέτρηση του στα φύλλα της καλλιέργειας, παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό καλίου βρέθηκε στην 6^η επέμβαση που είχε χημικό λίπασμα με δόσεις 400ppm K +200ppm N + 50ppm P. Όμως το μικρότερο ποσοστό του καλίου καταγράφηκε στην 5^η επέμβαση που είχε χημικό λίπασμα με δόσεις 100ppm K +200ppm N +50ppm P. Στην τρίτη μέτρηση, καταγράφηκε με βάση τον παραπάνω πίνακα, ότι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα καλίου στα φύλλα βρέθηκε στην 1^η επέμβαση που περιείχε οργανικό υλικό με 100ppm K και στην 8^η επέμβαση που ήταν σκέτο έδαφος, δηλαδή ο μάρτυρας. Αντίθετα το μικρότερο ποσοστό παρατηρήθηκε στην 6^η επέμβαση που περιείχε

χημικό λίπασμα με δοσολογία 400ppm K +200ppm N + 50ppm P. Επομένως ένα γενικό συμπέρασμα είναι ότι το κάλιο στα φύλλα της τομάτας παρουσίασε μια τάση μείωσης από την αρχή έως και την μέση του πειράματος λίπανσης και στην στη συνέχεια αυξήθηκε από στο τέλος των μετρήσεων. Ωστόσο η 6^η επέμβαση παρουσίασε συνεχής μείωση σε όλη την διάρκεια του πειράματος. Όπου υπήρχε επέμβαση η οποία περιείχε χημικό λίπασμα, παρατηρήθηκε η χαμηλότερη περιεκτικότητα καλίου στα φύλλα.

Στην πρώτη μέτρηση του φωσφόρου στα φύλλα της καλλιέργειας, καταγράφηκε με βάση τον παραπάνω πίνακα ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό στα φύλλα βρέθηκε στην 3^η επέμβαση που περιείχε οργανικό υλικό με δόσεις 100ppm K + 200ppm N + 50ppm P, ενώ το μικρότερο ποσοστό βρέθηκε στην 7^η επέμβαση όπου είχε χημικό λίπασμα με δοσολογία 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P. Στην δεύτερη μέτρηση του φωσφόρου, παρατηρείται με βάση τον παραπάνω πίνακα, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε στην 4^η επέμβαση με εφαρμογή οργανικού υλικού με δόσεις 400ppm K +200ppm N +50ppm P, ενώ το μικρότερο ποσοστό παρατηρήθηκε στην 2^η επέμβαση με οργανικό υλικό και με δόσεις 400ppm K και στην 8^η επέμβαση που υπήρχε σκέτο έδαφος. Τέλος στην τρίτη μέτρηση του φωσφόρου καταγράφηκε ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε στην 1^η επέμβαση με οργανικό υλικό με δοσολογία 100ppm K. Αντίθετα το μικρότερο ποσοστό φωσφόρου παρουσιάστηκε στην 6^η επέμβαση που περιείχε χημικό λίπασμα με δοσολογία 400ppm K +200ppm N + 50ppm P. Καταληκτικά ο φωσφόρος στα φύλλα της τομάτας παρουσίασε τάση μείωσης στην μέση και στο τέλος του πειράματος λίπανσης, όμως στην 1^η επέμβαση όπου περιείχε οργανικό υλικό με μικρή ποσότητα καλίου, αυξήθηκε η τιμή στην τελευταία μέτρηση. Χαμηλότερες περιεκτικότητες στα φύλλα της καλλιέργειας, εμφανίστηκαν στα φυτά που είχαν λιπανθεί με χημικό λίπασμα και στα φυτά που δεν είχαν λιπανθεί καθόλου (μάρτυρας).

4.11 Αποτελέσματα αναλύσεων στο έδαφος των φυτών τομάτας

Για τον προσδιορισμό του αφομοιώσιμου καλίου, του αφομοιώσιμου φωσφόρου, της οργανικής ουσίας, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της τιμής του pH στο έδαφος, πάρθηκαν τρεις μετρήσεις ξεχωριστά από κάθε επέμβαση. Στους Πίνακες 13 και 14 περιγράφονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 13. Επίδραση των επεμβάσεων στο ποσοστό του Κ και του Ρ στο έδαφος της καλλιέργειας της τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. *formula*) στην αρχή, στη μέση και στο τέλος του πειράματος.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κ ΕΔΑΦΟΣ			Ρ ΕΔΑΦΟΣ		
	Αρχή	Μέση	Τέλος	Αρχή	Μέση	Τέλος
Ο.Υ 100Κ	667,55e ¹	396,71d	301,85e	89,57f	55,78g	46,64h
Ο.Υ 400Κ	883,43b	457,44b	374,77c	94,06e	58,17f	61,58f
Ο.Υ 100Κ+ΝΡ	633,81f	337,57f	245,08g	109,90a	83,12e	91,15a
Ο.Υ 400Κ+ΝΡ	684,64d	381,78e	301,85e	97,14d	88,45c	90,52b
Χ.Λ 100Κ+ΝΡ	667,55e	426,87c	316,26d	97,84c	87,47d	88,19d
Χ.Λ 400Κ+ΝΡ	1343,82a	617,15a	480,86a	106,95b	92,51b	87,88e
Χ.Λ+ΝΡΚ	864,44c	617,15a	450,04b	94,06e	93,92a	89,28c
Έδαφος	600,62g	337,57f	259,15f	87,47g	58,17f	56,44g

1 Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά κατά Duncan ($p < 0,05$).

Στην πρώτη μέτρηση του καλίου στο έδαφος, παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε στην 6^η επέμβαση με χημικό λίπασμα και με δοσολογία 400ppm Κ + 200ppm Ν + 50ppm Ρ, ενώ το μικρότερο ποσοστό επικρίνεται στην 8^η επέμβαση, όπου ήταν ο μάρτυρας του πειράματος. Στην δεύτερη μέτρηση του καλίου, η μεγαλύτερη περιεκτικότητα βρισκόταν στην 7^η επέμβαση με χημικό λίπασμα και με δοσολογία 280ppm Κ + 150ppm Ν + 50ppm Ρ και στην 6^η επέμβαση με χημικό λίπασμα με δόσεις 400ppm Κ + 200ppm Ν + 50ppm Ρ. Αντίθετα η μικρότερη συγκέντρωση καλίου βρέθηκε στην 3^η επέμβαση με οργανικό υλικό και δοσολογία 100ppm Κ + 200ppm Ν + 50ppm Ρ και στην 8^η επέμβαση, όπου ήταν σκέτο έδαφος. Στην τρίτη μέτρηση το μεγαλύτερο ποσοστό το έδωσε η 6^η επέμβαση με χημικό λίπασμα και με δόσεις 400ppm Κ + 200ppm Ν + 50ppm Ρ, ενώ το μικρότερο ποσοστό βρέθηκε στην 3^η επέμβαση με οργανικό υλικό και δοσολογία 100ppm Κ + 200ppm Ν + 50ppm Ρ. Ανακεφαλαιώνοντας η περιεκτικότητα του καλίου στο έδαφος παρουσίασε σταδιακή μείωση καθόλη την διάρκεια του πειράματος. Όμως η 6^η επέμβαση είχε την υψηλότερη τιμή καλίου στο έδαφος και στις τρεις μετρήσεις (αρχή, μέση, τέλος). Ενώ ο μάρτυρας παρουσίασε την χαμηλότερη περιεκτικότητα καλίου στο έδαφος σχεδόν σε όλες τις μετρήσεις (αρχή, μέση, τέλος).

Για τον προσδιορισμό του φωσφόρου στο έδαφος, στην πρώτη μέτρηση, το μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε στην 3^η επέμβαση με οργανικό υλικό και δοσολογία 100ppm K + 200ppm N + 50ppm P. Όμως το μικρότερο ποσοστό βρέθηκε στην 8^η επέμβαση, όπου περιείχε σκέτο έδαφος. Στην δεύτερη μέτρηση η μεγαλύτερη περιεκτικότητα παρατηρήθηκε στην 7^η επέμβαση με χημικό λίπασμα με δοσολογία 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P, ενώ το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στην 1^η επέμβαση με οργανικό υλικό με δόσεις 100ppm K. Τέλος στην τρίτη μέτρηση, η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρήθηκε στην 3^η επέμβαση με οργανικό υλικό και δοσολογία 100ppm K + 200ppm N + 50ppm P, και το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στην 1^η επέμβαση με οργανικό υλικό και δοσολογία 100ppm K. Συνοψίζοντας στις επεμβάσεις που υπήρχε οργανικό υλικό εμφανίστηκε αρχικά μείωση του φωσφόρου στο έδαφος, ενώ μετέπειτα παρατηρήθηκε η αύξηση του. Ακόμα οι επεμβάσεις με την εφαρμογή χημικού λιπάσματος και η επέμβαση με εφαρμογή σκέτου εδάφους (μάρτυρας), έδωσαν την σταδιακή μείωση του φωσφόρου.

Η τελευταία ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο έδαφος αφορούσε τον προσδιορισμό του pH, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της οργανικής ουσίας. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 14) αναφέρονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 14. Επίδραση των επεμβάσεων στην τιμή του pH, της EC και της οργανικής ουσίας στο έδαφος της καλλιέργειας της τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. *formula*) στην αρχή, στη μέση και στο τέλος του πειράματος.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	pH			EC			O.Y		
	Αρχή	Μέση	Τέλος	Αρχή	Μέση	Τέλος	Αρχή	Μέση	Τέλος
O.Y 100K	7,14g ¹	7,42f	7,02d	1,68d	0,46b	0,92c	2,57c	2,30d	1,89c
O.Y 400K	7,40b	7,57b	7,06c	1,88b	0,45c	0,97a	3,12a	2,46c	1,93b
O.Y 100K+NP	7,55a	7,50e	7,02d	0,86h	0,43d	0,87e	2,77b	2,15e	1,81d
O.Y 400K+NP	7,36c	7,51d	7,01e	1,63e	0,40f	0,86f	2,57c	2,30d	1,89c
X.Λ 100K+NP	7,29e	7,53b	7,09b	1,82c	0,40e	0,88d	1,60f	1,72g	2,09a
X.Λ 400K+NP	7,28f	7,58a	6,91g	2,29a	0,51a	0,95b	2,46e	2,11f	1,89c
X.Λ+NPΚ	7,36c	7,58a	6,97f	1,52f	0,44d	0,97a	0,90g	2,69b	1,52f
Έδαφος	7,34d	7,53c	7,18a	1,28g	0,45g	0,85g	2,54d	2,89a	1,64e

¹ Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά κατά Duncan (p<0,05).

Στην πρώτη μέτρηση για τον προσδιορισμό του pH διακρίνεται ότι, η μεγαλύτερη

τιμή βρέθηκε στην 3^η επέμβαση με οργανικό υλικό και με δόσεις 100ppm K + 200ppm N + 50ppm P, ενώ η μικρότερη τιμή εντοπίστηκε στην 1^η επέμβαση με οργανικό υλικό και με δοσολογία 100ppm K. Στην δεύτερη μέτρηση παρατηρήθηκε με βάση το παραπάνω πίνακα ότι η μεγαλύτερη τιμή του pH, ήταν στην 6^η και στην 7^η. Αντίθετα η μικρότερη τιμή βρέθηκε στην 1^η επέμβαση που είχε οργανικό υλικό με δόσεις 100ppm K. Στην τρίτη μέτρηση, καταγράφεται ότι η μεγαλύτερη τιμή του pH ήταν στην 8^η επέμβαση που διάθετε σκέτο έδαφος. Ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στην 6^η επέμβαση με δοσολογία 400ppm K + 200ppm N + 50ppm P. Κεφαλαιοποιώντας, παρατηρήθηκε αύξηση του pH στην μέτρηση που έγινε στη μέση του πειράματος λίπανσης και καταγράφηκε μείωση στην μέτρηση που ολοκληρώθηκε στο τέλος του πειράματος λίπανσης σε όλες τις επεμβάσεις. Το οργανικό υλικό με την μικρότερη δόση καλίου έδωσε την χαμηλότερη τιμή pH στην αρχή και στην μέση του πειράματος.

Στην πρώτη μέτρηση για τον προσδιορισμό της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο έδαφος, παρατηρήθηκε με βάση τον παραπάνω πίνακα ότι, η μεγαλύτερη τιμή βρέθηκε στην 6^η επέμβαση που περιείχε χημικό λίπασμα με δόσεις 400ppm K + 200ppm N + 50ppm P ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στην 8^η επέμβαση όπου ήταν ο μάρτυρας, δηλαδή το σκέτο έδαφος. Τα αποτελέσματα της δεύτερης μέτρησης, είναι όμοια με τα αποτελέσματα της πρώτης μέτρησης. Στην τρίτη μέτρηση η μεγαλύτερη τιμή βρέθηκε στην 7^η επέμβαση με χημικό λίπασμα και με δοσολογία 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P, ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στην 8^η επέμβαση όπου ήταν ο μάρτυρας. Ανακεφαλαιώνοντας, ο μάρτυρας του πειράματος λίπανσης έδωσε την χαμηλότερη τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και στις 3 μετρήσεις (αρχή, μέση, τέλος). Ενώ η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στην επέμβαση που περιείχε χημικό λίπασμα, με τις μεγαλύτερες δόσεις καλίου. στην δεύτερη μέτρηση παρουσιάστηκε μείωση ενώ στην τελευταία μέτρηση παρατηρήθηκε αύξηση. Επομένως οι επεμβάσεις με χημικό λίπασμα αυξήσαν την αλατότητα στο έδαφος, σε σχέση με τις επεμβάσεις που είχαν οργανικό υλικό και σκέτο έδαφος.

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, παρατηρείται, ότι στην πρώτη μέτρηση για τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας του εδάφους, το μεγαλύτερο ποσοστό υπήρχε στην 2^η επέμβαση που περιείχε οργανικό υλικό με δοσολογία 400ppm K. Όμως το μικρότερο ποσοστό βρέθηκε στην 7^η επέμβαση, που χημικό λίπασμα με δόσεις 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P. Στην δεύτερη μέτρηση η μεγαλύτερη τιμή της οργανικής ουσίας υπήρχε στην 8^η επέμβαση που ήταν ο μάρτυρας του πειράματος, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στην

6^η επέμβαση, που περιείχε χημικό λίπασμα με δοσολογία 400ppm K +200ppm N + 50ppm P. Τέλος στην τρίτη μέτρηση, καταγράφηκε το μεγαλύτερο ποσοστό στην 6^η επέμβαση με χημικό λίπασμα με δόσεις 400ppm K +200ppm N + 50ppm P, αντίθετα η μικρότερη τιμή βρέθηκε στην 7^η επέμβαση με χημικό λίπασμα και με δοσολογία 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P. Συνοψίζοντας η εφαρμογή των χημικών λιπασμάτων έδωσαν το μικρότερο ποσοστό της οργανικής ουσίας στην αρχή στην μέση και στο τέλος του πειράματος. Άρα η εφαρμογή του οργανικού υλικού στην αρχή του πειράματος λίπανσης παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές οργανικής ουσίας, οι οποίες μειωνόταν σταδιακά έως το τέλος του πειράματος λίπανσης.

4.12 Συζήτηση

Με βάση όλους τους παραπάνω πίνακες παρατηρήθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές, ανάμεσα σε όλες τις παρατηρήσεις και τις αναλύσεις. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι στο χυμό της τομάτας, οι επεμβάσεις με τη χαμηλή δόση K συμπεριλαμβανομένης και της συνήθους λίπανσης, έδωσαν τους καρπούς με τη μεγαλύτερη τιμή pH. Η εφαρμογή της μεγαλύτερης συγκέντρωσης K μέσω του οργανικού υλικού είχε σαν αποτέλεσμα την παραγωγή καρπών τομάτας με στατιστικώς σημαντικά τα περισσότερα διαλυτά στερεά (4 °Brix) συγκρινόμενη με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η οξύτητα της τομάτας παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές στα φυτά που είχαν δεχθεί λίπανση με οργανικό υλικό 100 ppm K και 400 ppm καθώς και στο μάρτυρα. Η αύξηση των διαλυτών στερεών και της οξύτητας των καρπών τομάτας όταν αυξάνεται η δόση K στο έδαφος έχει αναφερθεί σε ανάλογα πειράματα (De O. Rebouças Neto et al. 2016). Επίσης, η προσθήκη οργανικού υλικού χωρίς επιπλέον εφαρμογή ανόργανης λίπανσης παρουσίασε σημαντικά αυξημένες αποδόσεις στην καλλιέργεια της τομάτας (Karlan et al., 2008). Παρ' όλα αυτά η ανάπτυξη των φυτών τομάτας δε διαφοροποιήθηκε σημαντικά με την εφαρμογή οργανικού υλικού σε σχέση με το μάρτυρα, ένδειξη την οποία αναφέρουν και οι (Walker and Bernal, 2005).

Επίσης, όσο αφορά την περιεκτικότητα του καλίου και του φωσφόρου στα φύλλα της τομάτας, παρατηρήθηκε ότι, η μεγαλύτερη περιεκτικότητα βρέθηκε στην 1η επέμβαση που περιείχε οργανικό υλικό με δοσολογία 100ppm K στο τέλος των μετρήσεων. Αντίθετα, η μικρότερη περιεκτικότητα βρέθηκε στην πρώτη μέτρηση για το κάλιο και για το φώσφορο, από την 7η επέμβαση με εφαρμογή χημικού λιπάσματος και με δόσεις 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P. Επίσης, η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα της τομάτας παρουσιάστηκε

αυξημένη σε σχέση με τις επόμενες χρονικά μετρήσεις του συγκεκριμένου θρεπτικού (μέση και τέλος πειράματος), αμέσως μετά την εφαρμογή του οργανικού υλικού σχεδόν σε όλες τις δόσεις (Gondek and Filipek-Mazur, 2005).

Επιπλέον, μετά από τις εδαφολογικές αναλύσεις για την εύρεση του ποσοστού του καλίου και του φωσφόρου στο έδαφος, η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρέθηκε στη δεύτερη δειγματοληψία από την 7η επέμβαση που περιείχε χημικό λίπασμα με δοσολογίες 280ppm K + 150ppm N + 50ppm P, ενώ η μικρότερη περιεκτικότητα παρατηρήθηκε στην 8η επέμβαση που υπήρχε σκέτο έδαφος, στην πρώτη μέτρηση. Επίσης εντοπίστηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό καλίου στο έδαφος, βρέθηκε στην 6η επέμβαση και στις τρεις μετρήσεις, ενώ αντίθετα η μεγαλύτερη συγκέντρωση καλίου στα φύλλα, εντοπίστηκε μόνο στην δεύτερη μέτρηση από την αντίστοιχη παραπάνω επέμβαση. Επομένως γίνεται αντιληπτό, ότι για κάποιους λόγους, η περιεκτικότητα του καλίου στα φύλλα δεν ανταποκρίνεται με την περιεκτικότητα του καλίου στο έδαφος. Αντίθετα η περιεκτικότητα του ποσοστού του φωσφόρου στο έδαφος, και στα φύλλα κυμαίνεται αντίστοιχα, εφόσον έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές η 3η επέμβαση και στις δυο αναλύσεις.

Επίσης την υψηλότερη τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας την έδωσε η επέμβαση με τη μεγαλύτερη δόση K μέσω χημική λίπανσης στην πρώτη και στην δεύτερη μέτρηση, αντίθετα την μικρότερη τιμή την έδωσε το σκέτο έδαφος (μάρτυρας) και στις τρεις μετρήσεις. Το μικρότερο ποσοστό της οργανικής ουσίας παρατηρήθηκε από την 7η επέμβαση στην πρώτη και στην τελευταία μέτρηση. Οι επεμβάσεις με οργανικό λίπασμα ανεξάρτητα από τη δόση του K και το συνδυασμό με ανόργανη λίπανση αύξησαν στατιστικώς σημαντικά την οργανική ουσία του εδάφους σχεδόν σε όλες τις μετρήσεις (αρχή, μέση τέλος του πειράματος). Το συμπέρασμα αυτό διατυπώνεται και από τους Ayeni and Adeleye (2011) σχετικά με την οργανική ουσία και το pH. Το ίδιο αλλά όχι τόσο ξεκάθαρο αποτέλεσμα διαπιστώθηκε και για το pH, στο παρόν πείραμα.

Ανακεφαλαιώνοντας οι επεμβάσεις με χημικό λίπασμα αύξησαν την αλατότητα του εδάφους σε σχέση με την χρήση οργανικού υλικού και του σκέτου εδάφους. Επιπρόσθετα η εφαρμογή του οργανικού υλικού αύξησε την οργανική ουσία που υπήρχε στο έδαφος, σε σχέση με την εφαρμογή του χημικού λιπάσματος όπου παρατηρήθηκε πως υπήρχαν οι χαμηλότερες τιμές της οργανικής ουσίας. Τέλος, η εφαρμογή χημικού λιπάσματος με την μεγαλύτερη δόση καλίου, έδωσε το μεγαλύτερο ποσοστό καλίου στο έδαφος και στις τρεις μετρήσεις (αρχή, μέση, τέλος).

Με βάση όλα τα παραπάνω αποτελέσματα του πειράματος, το ορθότερο αποτέλεσμα αποτελεί η εφαρμογή οργανικού υλικού με τις μικρότερες δόσεις καλίου με σταθερό άζωτο και φώσφορο, καθώς και η εφαρμογή της συνήθους χημικής λίπανσης. Διότι, οι δυο αυτές επεμβάσεις (3η επέμβαση, 7η επέμβαση) έδωσαν τα μεγαλύτερα και επαναλαμβανόμενα αποτελέσματα ως προς τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις, τις παρατηρήσεις παραγωγής, τις εδαφολογικές αναλύσεις και τις αναλύσεις φύλλων. Η εφαρμογή της οργανικής και της ανόργανης λίπανσης χρειάζεται περισσότερη μελέτη, για την εύρεση του πιο αξιόπιστου αποτελέσματος ως προς την καλλιέργεια της θερμοκηπιακής τομάτας. Έτσι, σημαντικό είναι να πραγματοποιούνται και αλλά παρόμοια πειράματα με μεγαλύτερες ή και μικρότερες δοσολογίες καλίου καθώς και με διαφορετικές δόσεις αζώτου και φωσφόρου. Τέλος, είναι ιδιαίτερης σημασίας πληροφορίες θα αποκτηθούν από μελλοντικές έρευνες σχετικά με την επίδραση του συνδυασμού των οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων στην ανάπτυξη των φυτώντομάτας, προκειμένου να επιτευχθεί επαρκής και ισορροπημένη θρέψη καθώς και υψηλή ποσοτική και ποιοτική απόδοση της καλλιέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ayeni, L.S. and Adeleye, E.O., 2011. Soil Nutrient Status and Nutrient Interactions as Influenced by Agro Wastes and Mineral Fertilizer in an Incubation Study in the South West Nigeria. *International Journal of Soil Science*, 6(1):60-68.
- Branca, G., Lipper, L., Carthy, N. and Jolejole, M. C., 2013. Food security, climate change, and sustainable land management. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 635–650.
- De O. Rebouças Neto, M., de Azevedo, B.M., de A. Viana, T.V., de Carvalho, M.A.R., de Carvalho, L.C.C., 2016. Potassium fertilization via fertigation and conventional application on quality of tomato fruits. *Campina grande*, 20(10): 913-917.
- Gondek, K. and Filipek-Mazur, B., 2005. The effects of mineral treatment and the amendmets by organic and organomineral fertilisers on the crop yield, plant nutrient status and soil properties. *Plant, Soil and Environment*, 51(1): 34-45.
- Goss, M. J., Tubeileh, A. and Gooraho, Dave., 2013. Chapter five, a review of the use of organic admendments, and the rick to human health. *Advance in agronomy*, 120:275-379.
- Kaplan, M., Sonmez, S., Polat, E., Demir, H., 2008. Effects of organic and mineral fertilizers on yield and nutritional status of lettuce. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3): 1915-1926.
- Walker, D.J. and Bernal, M.P., 2005. Plant Mineral Nutrition and Growth in a Saline Mediterranean Soil Amended with Organic Wastes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35: 2495-2514.

Wang Y., Liu, R.L., Huang S.W., and Jin J.Y., 2009. Effects of potassium application on flavor compounds of cherry tomato fruits. *Journal of plant Nutrition*, 32:9, 1451-1468.

Θεριός, Ι., 2005. *Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα*. Εκδόσεις Γαργατάνη, Θεσσαλονίκη.

Κανάκης, Α., 2003. *Γενική Λαχανοκομία*. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.

Ιμπραχίμ, Α., 2013. Γενική λαχανοκομία και υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών, Εκδόσεις Πανεπιστημιακές, Θεσσαλονίκη.

Ολύμπιος, Χ., 2001. *Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Ολύμπιος, Χ., 2015. *Η τεχνική της καλλιέργειας των υπαίθριων κηπευτικών*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Παναγόπουλος, Χ., 1995. *Ασθένειες Κηπευτικών Καλλιεργειών*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Σινάνης, Κ., 2003. *Εδαφολογία*. ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο.

Στυλιανίδης, Δ., Σιμώνης, Α., και Συργιανίδης Γ., 2002. *Θρέψη λίπανση φυλλοβόλων σποροφόρων δένδρων*. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Σπαθαράκης, Ι., 2015. *Η οργανική ουσία στις λαχανοκομικές καλλιέργειες ως όφελος και ως απειλή*. Πτυχιακή διατριβή, ΤΕΙ κρήτης, Ηράκλειο.

Τσικαλάς, Π., 2003. *Θρέψη φυτών – Γονιμότητα εδαφών*. ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο.

Τζάμος, Ε., 2007. *Φυτοπαθολογία*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.