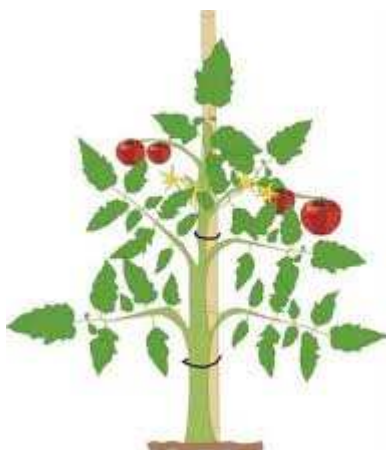




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΟΙΡΙΝΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΣΕ
ΕΛΑΦΟΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ**

ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΑΝΤΩΝΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΔΡ. ΛΙΟΝΑΚΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

2012

Στην οικογένειά μου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους συναδέλφους και φίλους μου από το Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων για την βοήθεια και την στήριξη που μου προσέφεραν κατά την εκπόνηση της.

Συγκεκριμένα θέλω να ευχαριστήσω:

Τον κ. Αλκίνοο Νικολαΐδη διευθυντή του ΜΑΙΧ για την φιλοξενία του στους χώρους του Ινστιτούτου

Τον Δρ. Ιωάννη Λιβιεράτο για την ευκαιρία που μου έδωσε να εκπονήσω αυτή την εργασία

Τον κ. Αριστείδη Σταματάκη, τεχνικό υπεύθυνο του εργαστηρίου Εδαφολογίας και Φυλλοδιαγνωστικής, χωρίς την βοήθειά του οποίου η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής δεν θα ήταν δυνατή

Τον καθηγητή μου στο ΤΕΙ Δρ. Σπυρίδωνα Λιονάκη για την βοήθεια και τις γνώσεις που μου προσέφερε

Τον κ. Νικόλαο Βουτσάκη στο αγρόκτημα του οποίου πραγματοποιήθηκε το πείραμα

Την Άννα, την Κατερίνα, την Σοφία και τον Βίκτωρα για την βοήθειά τους.

Περίληψη

Προϊόν κομποστοποίησης χοιρινών αποβλήτων αξιολογήθηκε ως λίπασμα και ως εδαφοβελτιωτικό κατά τη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου (Ιούν. - Δεκ. 2008) σε πείραμα υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας σε αγρό με αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C) 3.39 mS/cm, αλκαλικότητας (pH) 8.0 και συγκέντρωση νατρίου (Na) 160 mg/Kg. Δυο ημέρες πριν τη φύτευση εφαρμόστηκαν στο έδαφος τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Compost σε Κουφέτο: ΚΚ, Compost σε Σκόνη: ΚΣ, Ανόργανη Λίπανση: ΑΛ και Μάρτυρας: Μ). Έγινε ενσωμάτωση του compost και της ανόργανης λίπανσης (νιτρική αμμωνία και νιτρικό κάλιο) με τσάπα στις θέσεις φύτευσης και μέχρι βάθος 30 cm. Το βάρος και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Brix, pH, E.C.) των συγκομισθέντων καρπών ανά φυτό μετρήθηκαν και αναλύθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου επί συνόλου 18 συγκομιδών. Πλήρεις εδαφολογικές αναλύσεις σε κάθε μεταχείριση έγιναν στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας. Οι μετρήσεις του μέσου βάρους καρπών δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές, ενώ οι μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών στους καρπούς έδειξαν στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση των Brix (ΚΚ: 4.88, ΚΣ: 4.90, ΑΛ: 4.7, Μ: 4,6) και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ΚΚ: 5.6 mS/cm, ΚΣ: 5.72 mS/cm, ΑΛ: 5.42 mS/cm, Μ: 5.08 mS/cm). Εδαφικές αναλύσεις έδειξαν ότι σημαντικές ήταν οι διαφορές στην περιεκτικότητα σε οργανική ουσία στο τέλος της καλλιέργειας (ΚΚ: 3.66%, ΚΣ: 2.94%, ΑΛ: 2.34%, Μ: 1.87%), φώσφορο (ΚΚ: 2.24 ppm, ΚΣ: 2.102 ppm, ΑΛ: 0.5212 ppm, Μ: 0.4114 ppm), ασβέστιο (ΚΚ: 6754 ppm, ΚΣ: 5996 ppm, ΑΛ: 6754 ppm, Μ: 6698 ppm), μαγνήσιο (ΚΚ: 440 ppm, ΚΣ: 343 ppm, ΑΛ: 173.4 ppm, Μ: 183.4 ppm) και ψευδάργυρο (ΚΚ: 16.234 ppm, ΚΣ: 16.858 ppm, ΑΛ: 1.914 ppm, Μ: 2.176 ppm). Η περιεκτικότητα σε άζωτο νιτρικής μορφής ήταν σημαντικά υψηλότερη στη μεταχείριση ΚΚ στο τέλος της καλλιέργειας (ΚΚ: 27.486 ppm, ΚΣ: 20.924 ppm, ΑΛ: 12.372 ppm, Μ: 15.172 ppm). Επίσης, το εδαφικό pH στις μεταχειρίσεις με οργανικό υλικό ήταν σημαντικά μειωμένο στο τέλος της καλλιέργειας (ΚΚ: 7.6, ΚΣ: 7.7, ΑΛ: 8.0, Μ: 8.0). Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η προσθήκη του συγκεκριμένου προϊόντος κομποστοποίησης χοιρινών αποβλήτων σε έδαφος με υψηλή αλατότητα, βελτιώνει το έδαφος και αυξάνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών φυτών τομάτας που καλλιεργήθηκαν στο έδαφος αυτό.

ABSTRACT

Pig waste and sludge organic (under registration) compost was evaluated as fertilizer and as soil ameliorative in an open-field tomato crop experiment during a single growing season (Jun-Dec 2008). Chemical properties of the soil were registered prior to the experiment: electrical conductivity (E.C) 3.39 mS/cm, pH 8.0 organic matter (OM) 1.9%, CaCO₃ 10.5% and sodium 160 mg/Kg. The effectiveness of compost was evaluated in a completely randomized block design experiment consisting of five replications for each of the following four treatments: inorganic fertilizer (IF) consisting of equal units of nitrogen and potassium as ammonium nitrate and potassium nitrate, pearl compost (PC), powder compost (DC), blank control (C). Inorganic fertilizer and composts were incorporated into the soil (30 cm in depth) at the exact positions of establishing the plants two days prior to tomato planting. The average fresh weight per plant and treatment was documented over the eighteen harvests, while fruit quality characteristics (Brix, pH, E.C.) in the middle of the experiment. Compost and soil were analysed before the beginning of the experiment. Furthermore, complete soil and leaf analysis were carried out in the middle and at the end of the experiment. Weights of harvested fruits per plant were not found to be different between treatments PC (14.7) and IF (14.8) but significantly higher than treatments DC (13.7) and C (12.9). Fruit quality characteristics were significantly different between the treatments: Brix (PC: 4.88, DC: 4.90, IF: 4.7, C: 4.6), Electrical Conductivity (PC: 5.6 mS/cm, DC: 5.72 mS/cm, IF: 5.42 mS/cm, C: 5.08 mS/cm). Soil analyses at the end of the experiment exhibited significant differences between the treatments concerning Organic Matter (PC: 3.66%, DC: 2.94%, IF: 2.34%, C: 1.87%), Phosphorus concentration (PC: 2.24 ppm, DC: 2.102 ppm, IF: 0.5212 ppm, C: 0.4114 ppm), Calcium (PC: 6754 ppm, DC: 5996 ppm, IF: 6754 ppm, C: 6698 ppm), Magnesium (PC: 440 ppm, DC: 343 ppm, IF: 173.4 ppm, C: 183.4 ppm) and Zinc (PC: 16.234 ppm, DC: 16.858 ppm, IF: 1.914 ppm, C: 2.176 ppm). Interestingly, the concentration of nitrates in the soil at the end of the experiment were found higher in PC (PC: 27.486 ppm, DC: 20.924 ppm, IF: 12.372 ppm, C: 15.172 ppm), while soil pH at both compost treatments was lower (PC: 7.6, DC: 7.7, IF: 8.0, C: 8.0). These results indicate that incorporation of pearl pig manure compost into high salinity soil can improve soil and tomato fruit quality characteristics

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

σελίδα

Ευχαριστίες.....	03
Περίληψη.....	04
Abstract.....	05
Πίνακας περιεχομένων.....	06
Περιεχόμενα εικόνων.....	09
Περιεχόμενα πινάκων.....	10
Περιεχόμενα γραφημάτων.....	11
A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Το φυτό της τομάτας.....	13
2.1 Καταγωγή.....	13
2.2 Παγκόσμια παραγωγή.....	13
2.3 Μορφολογία.....	15
2.3.1 Φύλλα.....	16
2.3.2 Άνθος.....	16
2.3.3 Καρπός.....	17
2.3.4 Σπόρος.....	18
2.3.5 Ρίζα.....	19
2.4 Εδαφικές απαιτήσεις.....	20
2.5 Κλιματικές απαιτήσεις.....	20
2.5.1 Θερμοκρασία.....	20
2.5.2 Φως.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η κομποστοποίηση.....	22
3.1 Γενικά.....	22
3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση.....	22
3.2.1 Σχέση άνθρακα – αζώτου.....	22
3.2.2 Περιεκτικότητα σε νερό.....	23
3.2.3 Θερμοκρασία.....	23
3.2.4 pH.....	23
B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Υλικά και μέθοδοι.....	24
4.1 . Χωρική Οριοθέτηση Πειράματος και Πειραματικός Σχεδιασμός.....	24

4.2	Εργαστηριακές Αναλύσεις.....	28
4.2.1	Αναλύσεις νερού.....	28
4.2.2	Αναλύσεις εδάφους.....	29
4.2.2.1	Δειγματοληψία και προετοιμασία δείγματος.....	29
4.2.2.2	Μέτρηση pH.....	29
4.2.2.3	Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας	29
4.2.2.4	Προσδιορισμός ανταλλάξιμων Ca^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{++}	30
4.2.2.5	Προσδιορισμός μικροθρεπτικών Fe^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} , Mn^{++}	30
4.2.2.6	Προσδιορισμός μηχανικής σύστασης εδάφους.....	30
4.2.2.7	Προσδιορισμός βορίου με την μέθοδο του ζέοντος ύδατος.....	31
4.2.2.8	Προσδιορισμός αφομοιώσιμου φωσφόρου με τη μέθοδο OLSEN.....	31
4.2.2.9	Προσδιορισμός NO_3^- στο έδαφος.....	32
4.2.2.10	Προσδιορισμός οργανικής ουσίας εδάφους.....	32
4.2.2.11	Προσδιορισμός ολικού $CaCO_3$ στο έδαφος.....	32
4.2.3	Αναλύσεις φυτικών ιστών.....	33
4.2.3.1	Δειγματοληψία και προετοιμασία δείγματος.....	33
4.2.3.2	Προσδιορισμός ολικού αζώτου κατά KJELDAHL.....	33
4.2.3.3	Προσδιορισμός Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg με ξηρή καύση.....	33
4.2.4	Αναλύσεις compost.....	34
4.2.4.1	Προετοιμασία δείγματος.....	34
4.2.4.2	Μέτρηση pH.....	34
4.2.4.3	Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας.....	34
4.2.4.4	Προσδιορισμός αφομοιώσιμου φωσφόρου με τη μέθοδο OLSEN.....	34
4.2.4.5	Προσδιορισμός οργανικής ουσίας.....	35
4.2.4.6	Προσδιορισμός Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg με ξηρή καύση.....	35
4.2.4.7	Προσδιορισμός ολικού αζώτου κατά KJELDAHL.....	35
4.2.4.8	Προσδιορισμός υγρασίας.....	36
4.2.5	Αναλύσεις στους καρπούς.....	36
4.2.5.1	Αντίσταση της σάρκας στην πίεση.....	36
4.2.5.2	Ηλεκτρική αγωγιμότητα, pH και TSS χυμού.....	36

4.3 Συγκομιδές καρπών.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:Αποτελέσματα.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:Συζήτηση.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα.....	43
Βιβλιογραφία.....	44

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 : Ταξιανθία τομάτας	σελίδα	17
Εικόνα 2 : Γυρέοκοκκος τομάτας	σελίδα	17
Εικόνα 3: Τα μέρη του άνθους	σελίδα	17
Εικόνα 4 : Καρπός προερχόμενος από δίχωρη ωοθήκη	σελίδα	18
Εικόνα 5: Καρπός προερχόμενος από πολύχωρη ωοθήκη.	σελίδα	18
Εικόνα 6 : Σπόροι τομάτας	σελίδα	19
Εικόνα 7 : Σπόρος σε τομή	σελίδα	19
Εικόνα 8: Πειραματικός σχεδιασμός	σελίδα	26
Εικόνα 9: Οι διάφορες μεταχειρίσεις	σελίδα	26
Εικόνα 10: Ο παραγωγός κ. Νικόλαος Βουτσάκης, στο αγρόκτημα του οποίου πραγματοποιήθηκε το πείραμα.	σελίδα	27
Εικόνα 11: Εγκατάσταση των σποροφύτων τομάτας.	σελίδα	28

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Εξάπλωση και παραγωγή τομάτας κατά ηπείρους, σε παγκόσμια κλίμακα	σελίδα	14
Πίνακας 2. Στοιχεία έκτασης και μέσης απόδοσης κατά στρέμμα καλλιέργειας τομάτας θερμοκηπίου κατά γεωγραφικό διαμέρισμα	σελίδα	15
Πίνακας 3: Χημικές ιδιότητες νερού άρδευσης	σελίδα	24
Πίνακας 4. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους πριν την εφαρμογή των μεταχειρίσεων	σελίδα	25
Πίνακας 5. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των δύο μορφών κομπόστας	σελίδα	27
Πίνακας 6. Συνολική απόδοση σε καρπό, ο αριθμός καρπών ανά φυτό και μέσο βάρος καρπού	σελίδα	38
Πίνακας 7. Ποιοτικά χαρακτηριστικά pH, EC, TSS, firmness των καρπών	σελίδα	39
Πίνακας 8: Αποτελέσματα των δύο φυλλοδιαγνωστικών αναλύσεων που έγιναν στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας. Παρουσιάζονται τα στοιχεία που παρουσίασαν στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις	σελίδα	39
Πίνακας 9: Αποτελέσματα των δύο εδαφολογικών αναλύσεων στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον πίνακα είναι αυτά που παρουσίασαν στατιστικές διαφορές.	σελίδα	40

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Αθροιστική απόδοση σε καρπό των τεσσάρων μεταχειρίσεων (gr/φυτό)	σελίδα	38
--	---------------	-----------

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα όλο και αυξανόμενο ενδιαφέρον για την προστασία του περιβάλλοντος και για μία πιο σωστή διαχείριση των υπολειμμάτων της γεωργικής και ζωικής παραγωγής. Με την κομποστοποίηση των υπολειμμάτων και τη χρήση των προϊόντων της διαδικασίας αυτής στην γεωργία, μπορεί να μειωθεί τόσο το περιβαλλοντικό όσο και το χρηματικό κόστος της αγροτικής παραγωγής. Η χρήση του compost όχι μόνο εμπλουτίζει το έδαφος με πολλά θρεπτικά στοιχεία (Marinari *et al.*, 2000), τα απελευθερώνει σταδιακά (Duxbury *et al.*, 1989), αλλά αποτελεί και μία πολύτιμη πηγή οργανικής ουσίας (Bernal *et al.*, 2000) απαραίτητης στις καλλιέργειες και ιδίως σε αυτές των κηπευτικών. Η οργανική ουσία αυξάνει το εδαφικό πορώδες ενώ παράλληλα συγκρατεί νερό που απαιτείται στην καλλιέργεια (και το διαθέσιμο νερό στις καλλιέργειες) (Berman & Hudson, 1994). Παράλληλα η οργανική ουσία προάγει την ανάπτυξη των γαιοσκωλήκων (Haynes & Naidu, 1998) και άλλων ωφέλιμων οργανισμών του εδάφους (Burns & Davies, 1986; Ekwue, 1992), κάποιιοι από τους οποίους δρουν ανταγωνιστικά σε διάφορα φυτοπαθογόνα. (Moliszewska & Pisarek, 1996).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διαπιστωθεί εάν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το προϊόν (compost) της αερόβιας κομποστοποίησης των αποβλήτων χοιροτροφείου της εταιρίας CRETA-FARM σε υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας χωρίς ανεπιθύμητες δράσεις και να διερευνηθεί τυχόν θετική επίδραση σε εδάφη που έχουν πρόβλημα αλατότητας. Η αύξηση της αλατότητας των εδαφών είναι ένα σημαντικό πρόβλημα που έχει ανακύψει τα τελευταία χρόνια και προκαλείται από την συνεχή υποβάθμιση των νερών άρδευσης, την αδιάκοπη χρήση λιπασμάτων σε συνδυασμό με την μείωση του ύψους των βροχοπτώσεων. Απώτερος σκοπός του πειράματος ήταν να ελεγχθεί κατά πόσον η εφαρμογή του compost αυξάνει την οργανική ουσία του εδάφους, αυξάνοντας παράλληλα την πρόσληψη αζώτου, φωσφόρου, καλίου και μικροθρεπτικών στοιχείων από τα φυτά με τελικό αποτέλεσμα την βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού της τομάτας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Το φυτό της τομάτας

2.1 Καταγωγή

Η τομάτα (*Lycopersicon esculentum*, ή *Solanum lycopersicum*) είναι φυτό ιθαγενές της κεντρικής και νότιας Αμερικής. Γενετικά στοιχεία δείχνουν ότι οι πρόγονοι της ντομάτας ήταν θαμνώδη φυτά με μικρούς πράσινους καρπούς με κέντρο παραλλακτικότητας που εντοπιζόταν στα υψίπεδα του Περού. Αυτά τα πρώιμα σολανώδη εξελίχθηκαν στις δεκάδες ποικιλίες που είναι γνωστές σήμερα.

Ένα είδος, το *Solanum lycopersicum*, μεταφέρθηκε στο Μεξικό όπου και καλλιεργήθηκε από προϊστορικούς ανθρώπους. Πότε άρχισε η καλλιέργεια της τομάτας δεν είναι γνωστό αλλά υπάρχουν στοιχεία ότι η πρώτη καλλιεργούμενη ντομάτα ήταν ένα μικρό κίτρινο φρούτο, πρόγονος του *L. cerasiforme*, το οποίο καλλιεργούσαν οι Αζτέκοι στο Μεξικό και το ονόμαζαν σιτομάτλ.

Το 1519 η τομάτα εισήχθη στην Ευρώπη από τον Κορτέζ, ο οποίος την ανακάλυψε στους κήπους του αυτοκράτορα Μοντεζούμα. Η τομάτα αρχικά φυτεύτηκε σαν καλλωπιστικό φυτό και όχι για κατανάλωση. Πιθανόν η κατανάλωση της να άρχισε σχεδόν αμέσως από την στιγμή της διάδοσής της, αφού χρησιμοποιείτο για τροφή στην Ισπανία από τα πρώτα χρόνια του 1600 ενώ στην Ελλάδα άρχισε να χρησιμοποιείται γύρω στις αρχές του 1800.

2.2 Παγκόσμια παραγωγή

Η τομάτα καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα μήκη και πλάτη του κόσμου αφού είναι ένας καρπός εξαιρετικά αγαπητός. Η καλλιέργεια της τομάτας γίνεται υπαίθρια τόσο τους καλοκαιρινούς όσο και τους χειμερινούς μήνες εφόσον οι κλιματολογικές συνθήκες το επιτρέπουν. Εντατική καλλιέργεια γίνεται υπό κάλυψη σε θερμαινόμενα ή μη θερμοκήπια ανάλογα με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Ο καρπός της τομάτας χρησιμοποιείται τόσο νωπός όσο και μεταποιημένος (βιομηχανική τομάτα) υπό μορφή συμπυκνωμένου χυμού, πάστας ή και ολόκληρος αποφλοιωμένος.

Σύμφωνα με τις στατιστικές του F.A.O. (**Food and Agriculture Organization**), η παγκόσμια κατά ηπειρούς έκταση καλλιέργειας και η αντίστοιχη παραγωγή δίνεται

στον πίνακα 1. Στην Ευρώπη, την Ασία και την Αμερική καλλιεργείται το μεγαλύτερο ποσοστό.

Πίνακας 1. Εξάπλωση και παραγωγή τομάτας κατά ηπείρους, σε παγκόσμια κλίμακα,

Ήπειρος	Έκταση ⁽¹⁾ (Χ 1.000 στρ.)	Παραγωγή ⁽¹⁾ (Χ 1.000 τόν.)	Ποσοστό % συνόλου παραγωγής
Αφρική	3.820	5.380	9,98
Β.&Κ.Αμερική	3.320	10.502	19,48
Ν. Αμερική	1.330	3.179	5,90
Ασία	7.480	12.966	24,13
Ευρώπη	4.630	14.269	26,47
Ωκεανία	110	266	0,50
Ε.Σ.Σ.Δ.	4.100	7.300	13,54
Παγκόσμια	24.790	53.862	100.0

Χώρες Ε.Ε.	2.671	8.233	15,27
Ελλάδα	440	1.918	3,55

(1) Περιλαμβάνει την έκταση και παραγωγή τόσο της υπαίθριας καλλιέργειας (νωπή και βιομηχανική) όσο και την καλλιέργεια υπό κάλυψη.

Οι Κίνα, Η.Π.Α, Τουρκία, Ιταλία, Αίγυπτος, Ινδία, Ιράν, Βραζιλία και Ισπανία αποτελούν τις μεγαλύτερες παραγωγούς χώρες και καλύπτουν το 76% της παγκόσμιας παραγωγής.

Στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται στην έκταση και παραγωγή καλλιέργειας τομάτας στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η συνολική έκταση που καλλιεργείται με τομάτες έρχεται δεύτερη μετά την πατάτα, ότι ένα μεγάλο μέρος της έκτασης (62,5%) καλλιεργείται με τομάτες που προορίζονται για μεταποίηση, ότι το 34,3% είναι υπαίθρια καλλιέργεια για νωπή κατανάλωση και ότι το 3,2% της έκτασης είναι καλλιέργεια σε θερμοκήπια.

Επίσης ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων που καλλιεργούνται με τομάτα βρίσκεται στην Κρήτη (43,3%), δεύτερη έρχεται η Πελοπόννησος και η Δ. Στερεά (23,23%) ενώ τρίτη η Κ. & Δ. Μακεδονία (15,85%). Τα τελευταία χρόνια έχει

αρχίσει και στη χώρα μας, σε μικρή έκταση, η καλλιέργεια της τομάτας υδροπονικά, σε αδρανή υποστρώματα ή NFT.

Πίνακας 2. Στοιχεία έκτασης και μέσης απόδοσης κατά στρέμμα καλλιέργειας τομάτας θερμοκηπίου κατά γεωγραφικό διαμέρισμα

Γεωγραφικό διαμέρισμα	Καλλιεργ. Έκταση %	Παραγωγή (τόνοι)	Αποδόσεις (κιλά / στρ.)
Αν.Μακεδονία-Θράκη	3,52	3.454	7,0
Δ. – Κ. Μακεδονία	15,85	18.395	8,3
Ήπειρος	8,7	10.516	8,7
Θεσσαλία	2,36	2.431	7,4
Πελοπόννησος–Δ.Στερεά	23,23	33.443	10,4
Αττική – Νήσοι	3,00	3.354	8,0
Κρήτη	43,30	53.100	8,8
Σύνολο χώρας	100,0	124.693	9,0

2.3 Μορφολογία

Το φυτό της τομάτας είναι ένα πολυετές φυτό των τροπικών περιοχών, αλλά καλλιεργείται ως ετήσιο στις εύκρατες, έχει βλαστούς καλυμμένους με τριχίδια, σχετικά εύθραυστους, αρχικά μαλακούς που όμως αργότερα ξυλοποιούνται. Ο κεντρικός βλαστός είναι αδύνατος και μπορεί να αναπτυχθεί πάνω σε άλλα φυτά. Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες φυτών τομάτας. Αυτές που αναπτύσσονται συνεχώς για όλη την καλλιεργητική περίοδο (αναρριχώμενες ποικιλίες) και μπορεί να φτάσουν σε ύψος τα 2.75 μέτρα, παράγουν συνεχώς άνθη και κατά συνέπεια καρπούς μέχρι τους πρώτους παγετούς. Τις αυτοκορυφολογούμενες ποικιλίες οι οποίες μεγαλώνουν έως ένα συγκεκριμένο ύψος, σταματούν, παράγουν άνθη και μετά τους καρπούς συνήθως όλους μαζί. Οι ποικιλίες αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως στην βιομηχανική τομάτα. Τέλος υπάρχουν και τα φυτά που βρίσκονται ανάμεσα σε αυτές τις δύο κατηγορίες (ημιαναρριχώμενες ποικιλίες). Μεγαλώνουν περισσότερο από τις

αυτοκορυφολογούμενες ποικιλίες και παράγουν καρπούς, όχι όμως τόσο συχνά ούτε μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.

2.3.1 Φύλλα

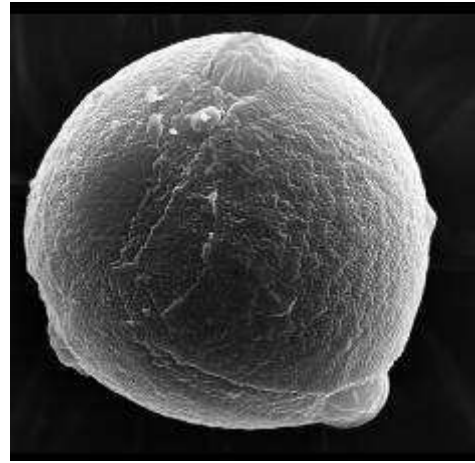
Τα φύλλα της τομάτας μπορεί να είναι δύο διαφορετικών τύπων: πραγματικό φύλλο τομάτας (Regular Leaf RL) και τύπος πατάτας (Potato Leaf PL). Τα RL είναι σύνθετα με μήκος 10 έως 30 cm και έχουν 5 με 9 φυλλάρια σε ζεύγη με ένα φυλλάριο στο άκρο. Φέρουν τριχίδια σε όλη τους την επιφάνεια και οδοντώσεις περιμετρικά.

2.3.2 Άνθος

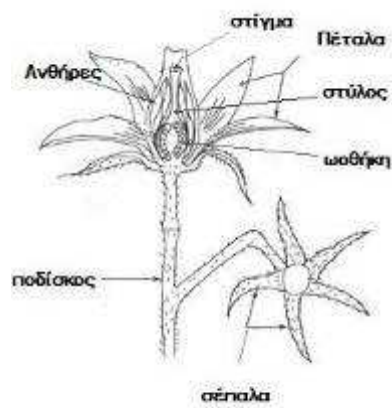
Το άνθος της τομάτας είναι τέλειο, έχει δηλαδή θηλυκό και αρσενικό μέρος. Είναι μικρό μεγέθους 1-2 cm κίτρινο και φύεται συνήθως σε ταξιανθία των 3-12 ανθέων. Ο κεντρικός άξονας της ταξιανθίας μπορεί να διακλαδώνεται μία ή περισσότερες φορές. Ο ύπερος αποτελείται από το στίγμα, τον στύλο και την ωοθήκη, ενώ οι στήμονες από το νήμα και τους ανθήρες. Οι ανθήρες είναι ενωμένοι και σχηματίζουν ένα κύλινδρο που περιβάλλει τον στύλο, και αποτελούνται από δύο λοβούς. Τα μικρά κίτρινα άνθη έχουν 5 μυτερά πέταλα στην στεφάνη ενωμένα στη βάση τους, ενώ τα σέπαλα είναι πράσινα, σκληρά και όπως ο ποδίσκος είναι καλυμμένα με τριχίδια.



Εικόνα 1 : Ταξιανθία τομάτας



Εικόνα 2 : Γυρεόκοκκος τομάτας



Εικόνα 3: Τα μέρη του άνθους

2.3.3 Καρπός

Ο καρπός της τομάτας είναι ράγα, σχηματίζεται από την διόγκωση της ωοθήκης του άνθους, είναι πράσινος όταν είναι άγουρος που όμως κατά την ωρίμανση γίνεται βαθύς κόκκινος στις περισσότερες ποικιλίες, ενώ υπάρχουν και ποικιλίες με καρπούς κίτρινους, πορτοκαλί, πράσινους, καφέ, φούξια ή ακόμα και με ρίγες σε διάφορους συνδυασμούς. Το μέγεθος των καρπών διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και μπορεί να είναι μικροί με βάρος μερικών γραμμαρίων έως πολύ μεγάλου μεγέθους, που μερικές φορές μπορεί να ξεπεράσουν και το ένα κιλό. Οι καρποί ποικίλουν σε σχήμα, από στρογγυλό, πεπλατυσμένο, αχλαδοειδές, καρδιόσχημο έως και με βαθιές

ραβδώσεις. Οι ντομάτες διαφέρουν στην οξύτητα, με τις λευκές και τις κίτρινες να είναι λιγότερο όξινες. Το εσωτερικό τους είναι χωρισμένο σε 2 έως 7 ή και περισσότερα διαμερίσματα ανάλογα με την ποικιλία (εικόνες 4 και 5). Συνήθως στις περισσότερες ποικιλίες ο καρπός χωρίζεται σε 4 με 5 θαλάμους.



Εικόνα 4 : Καρπός προερχόμενος από δίχωρη ωοθήκη.



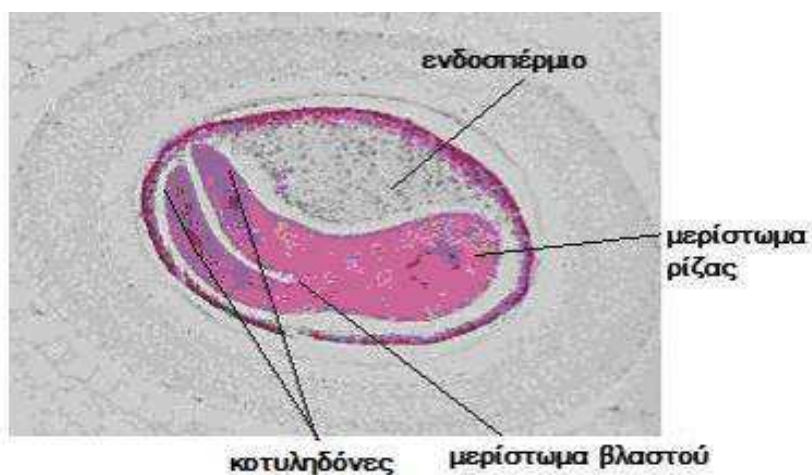
Εικόνα 5: Καρπός προερχόμενος από πολύχωρη ωοθήκη.

2.3.4 Σπόρος

Ο σπόρος της τομάτας είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος καλυμμένος με τριχοειδείς αποφύσεις που του δίνουν εμφάνιση βελούδου. Είναι χρώματος ωχροκίτρινου έως ανοικτού καφέ και βρίσκεται μέσα στα χωρίσματα του καρπού, καλυμμένος με ζελατινώδη μεμβράνη. Το μέγεθος του σπόρου κυμαίνεται από 3 έως 5 mm και περιέχει ένα μεγάλο συσπειρωμένο έμβρυο (εικόνα 7) περικυκλωμένο από μικρή ποσότητα ενδοσπερμίου. Ο σπόρος της τομάτας υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης διατηρεί τη βλαστικότητα του για 4 τουλάχιστον χρόνια. Ένα γραμμάριο σπόρου έχει περίπου 450 σπέρματα (Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 6 : Σπόροι τομάτας



Εικόνα 7 : Σπόρος σε τομή

2.3.5 Ρίζα

Το ριζικό σύστημα της τομάτας αναπτύσσει μια ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, με αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια, όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στη μόνιμη θέση. Στον αγρό επειδή κατά την μεταφύτευση συνήθως καταστρέφεται η κεντρική ρίζα, το φυτό αναπτύσσει θυσανωτό και σχετικά επιφανειακό ριζικό σύστημα.

2.4 Εδαφικές απαιτήσεις

Η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών, αλλά τα πιο κατάλληλα εδάφη για την ανάπτυξη της είναι τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη. Καλύτερα αποδίδει σε εδάφη με σταθερή δομή, με υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, με καλή στράγγιση και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Το ριζικό σύστημα της τομάτας αναπτύσσεται μέχρι και τα 75 εκατοστά γι' αυτό και πρέπει αν η στράγγιση του εδάφους δεν είναι ικανοποιητική να γίνεται εγκατάσταση συστήματος στράγγισης. Η τομάτα απαιτεί έδαφος με pH που κυμαίνεται ανάμεσα στο 6 και στο 6,5 αλλά και pH μέχρι 7,5 δίνει καλά αποτελέσματα. Πριν από την μεταφύτευση το έδαφος πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Οργανική ουσία σε υψηλά επίπεδα.
- Ποσότητα φωσφόρου σε ποσότητα που να επαρκεί για όλη την καλλιεργητική περίοδο.
- Απόθεμα καλίου που να εξασφαλίζει την καλή ποιότητα των πρώτων καρπών, την γρήγορη ανάπτυξη των καρπών και την ανάσχεση της ζωνής βλάστησης.
- Αρκετό άζωτο για την πρώτη ανάπτυξη των φυτών
- pH που να κυμαίνεται ανάμεσα στο 6 και στο 6,5

Μια φυτεία ντομάτας με παραγωγή 10 τόνων ανά στρέμμα, ενδεικτικά, απορροφά από το έδαφος 23-36 κιλά N, 6-13 κιλά P₂O₅, 15-70 κιλά K₂O, 3-56 κιλά CaO και 4-9 κιλά MgO.

Σε φυτά τομάτας καλλιεργούμενα υπαίθρια, χορηγούνται:

A. βασική λίπανση 5-10 μονάδες N, 10-16 μονάδες P₂O₅ και 10-16 μονάδες K₂O

B. επιφανειακό λίπασμα, 9 μονάδες N σε τρεις δόσεις και πάντα μετά το πότισμα.

(Θεριός, 1996)

2.5 Κλιματικές απαιτήσεις

2.5.1 Θερμοκρασία

Η τομάτα είναι καλλιέργεια θερμής περιόδου και δεν μπορεί να αντέξει στο ψύχος και την υψηλή υγρασία. Απαιτεί διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη για την

βλάστηση των σπόρων, την ανάπτυξη των νεαρών φυτών, την άνθιση και την καρπόδεση καθώς και για την ποιότητα του καρπού. Το φυτό είναι πολύ ευαίσθητο στις μεταβολές της θερμοκρασίας καθώς διαφορές ακόμη και μερικών βαθμών μπορούν να επηρεάσουν τον ρυθμό ανάπτυξής του. Θερμοκρασίες κάτω των 10 °C και πάνω από τους 38 °C επιδρούν αρνητικά στους ιστούς καθυστερώντας τις φυσιολογικές λειτουργίες. Το φυτό της τομάτας αναπτύσσεται καλά σε θερμοκρασίες από 10 °C έως 30 °C με βέλτιστες από 21 °C έως 24 °C.

2.5.2 Φως

Η τομάτα είναι φυτό όχι ιδιαίτερα φωτόφιλο, είναι ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό και μάλλον ευνοείται από μικρό μήκος ημέρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η κομποστοποίηση (composting)

3.1 Γενικά

Κομποστοποίηση είναι η διαδικασία της αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και η μετατροπή τους σε χούμο, σε ουσίες σχετικά σταθερές καθώς επίσης και στο σχηματισμό αργιλλο-χουμικών συμπλόκων. Τα ζωικά απορρίμματα που είναι πλούσια σε άζωτο δύνανται να κομποστοποιηθούν ξεχωριστά ή αναμιγνυόμενα με άλλα υλικά. Η διαδικασία της αποδόμησης των υπολειμμάτων μέσω βιολογικών διεργασιών στην πραγματοποίηση της οποίας συμμετέχουν μικροοργανισμοί έχει ορισμένες βασικές απαιτήσεις ώστε το προϊόν που θα προκύψει να είναι καλής ποιότητας. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση είναι η ποιότητα και το μέγεθος των χρησιμοποιούμενων υλικών, η περιεκτικότητα της πρώτης ύλης σε νερό, η θερμοκρασία της μάζας, η παρουσία του οξυγόνου, αζώτου και άνθρακα σε κανονικές αναλογίες καθώς επίσης και το pH.

3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση

3.2.1 Σχέση άνθρακα – αζώτου

Η σχέση άνθρακα – αζώτου (C/N) είναι το ποσοστό επί τοις εκατό του άνθρακα προς αυτό του αζώτου στα διάφορα οργανικά υλικά. Για να γίνει κομποστοποίηση (composting) των υπολειμμάτων πρέπει να υπάρχει κατάλληλη περιεκτικότητα σε άζωτο και άνθρακα ώστε να ευνοείται ο πολλαπλασιασμός των μικροοργανισμών που εμπλέκονται σε αυτή την διαδικασία. Τα μικρόβια που αποσυνθέτουν την οργανική ύλη είναι πιο ενεργά και αποδοτικά όταν η σχέση C/N είναι 25 με 30. Αν η σχέση αυτή είναι μικρότερη του 20 τότε δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την απώλεια αζώτου από το κομποστοποιούμενο υλικό λόγω αμμωνιοποίησης (Σιδηράς, 1997). Μια σχέση C/N με τιμή μεγαλύτερη του 50 καθυστερεί την έναρξη της διαδικασίας της κομποστοποίησης και επιμηκύνει την διάρκεια της κατά 50%. Η καθυστέρηση αυτή οδηγεί στο σχηματισμό compost χαμηλότερης ποσότητας και λιγότερο σταθερού.

3.2.2 Περιεκτικότητα σε νερό

Το ποσοστό υγρασίας του compost ιδανικά πρέπει να είναι στο 60% μετά την ανάμειξη των οργανικών υλικών. Ανάλογα με τα συστατικά του μίγματος το αρχικό ποσοστό κυμαίνεται μεταξύ των 55-70%. Ωστόσο, όταν η υγρασία υπερβαίνει το 60%, η κίνηση του οξυγόνου εμποδίζεται και η διαδικασία τείνει να γίνει αναερόβια. Όταν η υγρασία μειώνεται κάτω του 50% οι συνθήκες δεν είναι πλέον ευνοϊκές για την ανάπτυξη μικροοργανισμών και ο βαθμός αποσύνθεσης του υλικού μειώνεται ραγδαία.

3.2.3 Θερμοκρασία

Η αύξηση της θερμοκρασίας που συμβαίνει κατά την διάρκεια της διαδικασίας της κομποστοποίησης είναι αποτέλεσμα της αποικοδόμησης της οργανικής ύλης από βακτήρια, μύκητες και πρωτόζωα. Ξεκινώντας από θερμοκρασία περιβάλλοντος μόλις αναμιχθούν τα υλικά μπορεί να φτάσει στους 65°C σε λιγότερο από δύο ημέρες. Για να πετύχουμε το μέγιστο ρυθμό βιοαποδόμησης πρέπει η θερμοκρασία να διατηρηθεί σε ευνοϊκά επίπεδα για τους μικροοργανισμούς. Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών είναι γύρω στους 50 και 65 °C. Ο άλλος ρόλος της θερμοκρασίας στην κομποστοποίηση είναι ότι παθογόνοι μικροοργανισμοί που πιθανώς να υπάρχουν στα υλικά κομποστοποίησης, με την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες για κάποιο χρονικό διάστημα καταστρέφονται (θερμοκρασία γύρω στους 55° C για διάστημα 3 ημερών σε όλη την μάζα του σωρού).

3.2.4 pH

Κατά την διαδικασία του composting ως άριστο pH θεωρείται εκείνο της ελαφρώς αλκαλικής περιοχής δεδομένου ότι ευνοεί τη δραστηριότητα των βακτηρίων χωρίς να περιορίζει σημαντικά εκείνη των μυκήτων. Η διόρθωση όμως του pH δεν κρίνεται απαραίτητη καθώς κατά την έναρξη της χώνευσης το pH αυξάνεται σε ελαφρώς αλκαλικά επίπεδα εξαιτίας κυρίως της ελευθέρωσης αμμωνίας.

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Υλικά και μέθοδοι

4.1 . Χωρική Οριοθέτηση Πειράματος και Πειραματικός Σχεδιασμός

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο νομό Χανίων σε αγρό έκτασης 350 τετραγωνικών μέτρων, στην Δρακόνα Κολυμβαρίου. Εγκαταστάθηκαν τέσσερις μεταχειρίσεις με πέντε επαναλήψεις η κάθε μία σε πλήρως τυχαιοποιημένη διάταξη. Εγκαταστάθηκε σύστημα ποτίσματος στάγδην ανά 70cm ανάμεσα στα φυτά και 120cm μεταξύ των γραμμών. Στην πρώτη μεταχείριση έγινε εφαρμογή 300 kg ανά στρέμμα compost σε μορφή κουφέτου (ΚΚ) στην δεύτερη 300 kg ανά στρέμμα compost σε μορφή σκόνης (ΚΣ) στην τρίτη έγινε εφαρμογή ανόργανου λιπάνσεως (ΑΛ) ανάλογων μονάδων ενώ στην τέταρτη δεν έγινε καμία εφαρμογή compost (μάρτυρας = Μ). Οι εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν με ενσωμάτωση στις θέσεις φύτευσης και σε βάθος μέχρι 30 εκατοστών. Σε κάθε επανάληψη φυτεύτηκαν 24 φυτά ντομάτας της ποικιλίας BOTT COT (υβρίδιο Hazera Genetics). Το compost που χρησιμοποιήθηκε κατά την διεξαγωγή του πειράματος ήταν το προϊόν αερόβιας κομποστοποίησης των αποβλήτων χοιροτροφείου της CRETA-FARM (15^ο χλμ. Εθνικής Οδού Ρεθύμνου – Ηρακλείου). Για την άρδευση χρησιμοποιήθηκε νερό με τις ιδιότητες που παρουσιάζονται στον πίνακα 3

Πίνακας 3: Χημικές ιδιότητες νερού άρδευσης

Νερό που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα	
Ph	7,26
E.C.	1500 μS/cm
Ca	247 mg/L
Mg	45 mg/L
K	7,82 mg/L
SAR	0,98
B	0,078
Cl	134,71 mg/L
SO4	500 mg/L
HCO3	366 mg/L
NO3	17,9 mg/L
Cu	0,004 mg/L
Fe	0 mg/L
Zn	0,011 mg/L
P	0,042 mg/L

Αρχικά έγινε κατεργασία του αγρού με φρέζα για να γίνει ομοιογενής και ακολούθως πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία εδάφους. Οι αρχικές φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους φαίνονται στον πίνακα 4 και των δύο ειδών compost, ίδιας σύστασης αλλά διαφορετικής μορφής (μορφή σκόνης και μορφή κουφέτου) που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα φαίνεται στον πίνακα 5.

Πίνακας 4. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους πριν την εφαρμογή των μεταχειρίσεων.

Φυσικοχημικές Ιδιότητες εδάφους		
Ph	8,0	
E.C.	3,39 mS/cm (στο εκχύλισμα κορεσμού)	
Οργανική ουσία	1, 9%	
Ολικό CaCO₃	10,5%	
Άμμος: 50% Ψύς: 32% Αργίλος: 18% Χαρακτηρισμός εδάφους: Πηλώδες		
Περιεκτικότητα σε αφομοιώσιμες μορφές θρεπτικών (mg/Kg)		
NO₃-N	21	(Εκχύλιση με KCl 1M)*
P	59	(Μέθοδος Olsen)*
K	163	(Εκχύλιση με Οξικό Αμμώνιο 1M)**
Fe	17,7	(Εκχύλιση με DTPA 0,005M) **
Mn	17,8	«
Zn	3,4	«
Cu	7,6	«
B	0,4	(Εκχύλιση με Ζέον Ύδωρ)**

*Προσδιορισμός με χρωματομετρία

** Προσδιορισμός με ICP-OES

1	2
----------	----------

3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20

1,2,3,12,15 Compost κουφέτο
7,8,9,17,20 Compost σκόνη
4,5,6,16,19 Ανόργανη λίπανση
10,11,13,14,18 Μάρτυρας
Εικόνα 8: Πειραματικός σχεδιασμός



Εικόνα 9: Οι διάφορες μεταχειρίσεις

Πίνακας 5. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των δύο μορφών compost

Φυσικοχημικές Ιδιότητες compost			
pH 1:5 H₂O		8,0	
E.C.		9,6 mS/cm (στο εκχύλισμα κορεσμού)	
Οργανική ουσία		40,2%	
C/N		10,6%	
Περιεκτικότητα σε αφομοιώσιμες μορφές θρεπτικών			
N- ολικό	%	2,8	Kjeldahl
P- ολικό	%	3,4	Ξηρή καύση*
K	%	0.6	«
Mg	%	1.7	«
Fe	%	0.3	«
Ca	%	6.4	«
NO₃-N (mg/Kg)		21	Kjeldahl
NO₄-N	«	1032	«
Zn	«	1870	Ξηρή καύση*
Cu	«	301	«
B	«	26	«
Mn	«	730	«

* Προσδιορισμός με χρωματομετρία

** Προσδιορισμός με ICP-OES



Εικόνα 10: Ο παραγωγός κ. Νικόλαος Βουτσάκης, στο αγρόκτημα του οποίου πραγματοποιήθηκε το πείραμα.



Εικόνα 11: Εγκατάσταση των σποροφύτων τομάτας.

4.2 Εργαστηριακές Αναλύσεις

Πριν την εγκατάσταση του πειράματος έγιναν πλήρεις αναλύσεις στο νερό άρδευσης, στο έδαφος και στην κομπόστα που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα. Στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας έγιναν πλήρεις αναλύσεις εδάφους και φυτικών ιστών. Η διενέργεια των εδαφολογικών αναλύσεων έγινε στο εργαστήριο εδαφολογίας και φυλλοδιαγνωστικής του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων.

4.2.1 Αναλύσεις νερού

Οι αναλύσεις που έγιναν στο νερό άρδευσης είναι οι ακόλουθες:

- Μέτρηση pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) μέσω ηλεκτροδίων.
- Μέτρηση Ca, Mg, K, Na, B, Fe, Zn, Mn και P μέσω ICP-OES.
- Μέτρηση Cl με τιτλοδότηση με AgNO_3 .
- Μέτρηση SO_4 χρωματομετρικά.
- Μέτρηση NO_3 μέσω φασματοφωτόμετρου.

4.2.2 Αναλύσεις εδάφους

4.2.2.1 Δειγματοληψία και προετοιμασία δείγματος

Έγιναν δύο δειγματοληψίες εδάφους, μία στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου και μία μετά το τέλος της. Από την κάθε επανάληψη του πειράματος, με την βοήθεια δειγματολήπτη, πάρθηκαν τέσσερα υποδείγματα τα οποία αφού ομογενοποιήθηκαν αποτέλεσαν το προς ανάλυση δείγμα. Τα δείγματα πάρθηκαν ανάμεσα στα φυτά πάνω στις γραμμές φύτευσης από την επιφάνεια του εδάφους και μέχρι βάθος 30 εκατοστών.

Το δείγμα μετά την άφιξή του στο εργαστήριο, τοποθετήθηκε σε ταψί αλουμινίου στον θάλαμο ξήρανσης στους 30 °C, όπου και παρέμεινε μέχρι την πλήρη ξήρανσή του. Ακολούθησε κοσκίνισμα για να αφαιρεθούν τα φυτικά υπολείμματα και οι πέτρες. Τέλος το χώμα αλέστηκε σε μύλο και τοποθετήθηκε σε δοχείο.

4.2.2.2 Μέτρηση pH

Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίσθηκαν 15 γραμμάρια εδάφους προστέθηκαν 30 ml απιονισμένου νερού, το δείγμα ανακατεύθηκε και αφέθηκε 15 λεπτά σε ηρεμία. Εν συνεχεία το δείγμα ανακατεύθηκε ξανά και μετά από αναμονή 15 ακόμα λεπτών μετρήθηκε το pH στο διαυγές υπερκείμενο υγρό.

4.2.2.3 Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίσθηκαν 100 γραμμάρια εδάφους και προστέθηκε απιονισμένο νερό μέχρι να γίνει πάστα κορεσμού. Το δείγμα αφού αφέθηκε σε ηρεμία για 2 ώρες μεταφέρθηκε σε φάλκον και φυγοκεντρήθηκε για 5 λεπτά στις 4000 στροφές ανά λεπτό. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετρήθηκε στο διαυγές υγρό που προέκυψε με ηλεκτρόδιο πλατίνας.

4.2.2.4 Προσδιορισμός ανταλλάξιμων Ca^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{++}

Σε φιάλη ανακίνησης των 100 mL αναμίχθηκαν 2.5g εδάφους και 50 mL διαλύματος, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1M pH 7.0. Το μείγμα ανακινήθηκε για 1h σε μηχανικό ανακινητήρα (~130 παλμούς ανά λεπτό). Μετά το τέλος της ανακίνησης το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για μερικά λεπτά και κατόπιν διηθήθηκε. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ανταλλάξιμων ιόντων στο διαυγές διήθημα έγινε με ICP-OES. Μετά από τις κατάλληλες αναγωγές, η συγκέντρωση των ιόντων εκφράστηκε σαν ppm σε ξηρό έδαφος.

4.2.2.5 Προσδιορισμός μικροθρεπτικών Fe^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} , Mn^{++}

Σε φιάλη ανακίνησης των 50 mL αναμίχθηκαν 10g εδάφους και 20 mL διαλύματος 0.005M DTPA (Diethylene triamine pentaacetic acid) pH 7.3. Το μείγμα ανακινήθηκε για 2h σε μηχανικό ανακινητήρα (~130 παλμούς ανά λεπτό). Μετά το τέλος της ανακίνησης το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για μερικά λεπτά και κατόπιν διηθήθηκε. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των μικροθρεπτικών στο διαυγές διήθημα έγινε με ICP-OES. Μετά από τις κατάλληλες αναγωγές, η συγκέντρωση των ιόντων εκφράστηκε σαν ppm σε ξηρό έδαφος.

4.2.2.6 Προσδιορισμός μηχανικής σύστασης εδάφους

Ζυγίσθηκαν 50 gr δείγματος σε υάλινα βαζάκια. Προστέθηκαν 100 ml sodium polyphosphate και το δείγμα αφέθηκε σε ηρεμία όλο το βράδυ. Ακολούθως ανακατεύθηκε στο mixer για 2 λεπτά. Μεταφέρθηκε σε κύλινδρο των 1000 ml και προστέθηκε απιονισμένο νερό. Έγινε καλή ανακίνηση, προστέθηκαν μερικές σταγόνες isoamyl alcohol για να απομακρυνθεί ο αφρός και πάρθηκε μέτρηση στα 40 sec με την βοήθεια ενός πυκνόμετρου τύπου βουγιούκου. Αφέθηκε σε ηρεμία για 2 h και κατόπιν πάρθηκε ξανά μέτρηση. Το ποσοστό άμμου, ιλύος και αργίλου στο έδαφος δίδεται μετά από υπολογισμό.

4.2.2.7 Προσδιορισμός βορίου με την μέθοδο του ζέοντος ύδατος

Ζυγίσθηκαν 20 γραμμάρια εδάφους σε σφαιρική εσφυρισμένη φιάλη. Προστέθηκαν 40 ml $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, η φιάλη συνδέθηκε με ψυκτήρα και το δείγμα έβρασε για 5 λεπτά. Απομακρύνθηκε η φιάλη από τον ψυκτήρα και καλύφθηκε αμέσως με πώμα. Εν συνεχεία, αφού είχε κρυώσει το δείγμα, έγινε διήθηση με ηθμό. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του βορίου στο διαυγές διήθημα έγινε με ICP-OES.

4.2.2.8 Προσδιορισμός αφομοιώσιμου φωσφόρου με τη μέθοδο OLSEN

Σε φιάλη ανακίνησης των 250 ml τοποθετήθηκαν 5 g εδάφους και 100 mL διαλύματος NaHCO_3 0.5 M, pH 8,5. Το μείγμα ανακινήθηκε για 1/2 h σε μηχανικό αναδευτήρα (~ 180 παλμούς ανά λεπτό). Μετά το τέλος της ανακίνησης το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για μερικά λεπτά και κατόπιν διηθήθηκε.

Σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml μεταφέρθηκαν 10 ml από το διαυγές διήθημα και προστέθηκαν 5 ml H_2SO_4 1N σιγά-σιγά και το μείγμα ανακινήθηκε μέχρι να σταματήσει η έκλυση CO_2 . Εν συνεχεία, προστέθηκε λίγο απιονισμένο H_2O και 8 ml αντιδραστήριου B. Στη συνέχεια συμπληρώθηκε η φιάλη με H_2O μέχρι την χαραγή, ανακινήθηκε με το χέρι και το διάλυμα αφέθηκε σε ηρεμία για τουλάχιστον 10 – 15 min για την ανάπτυξη του κυανού χρώματος. Στη συνέχεια έγινε φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός στα 882 nm.

Αντιδραστήριο Α:

1. Μολυβδαινικό αμμώνιο [$(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$]

Διαλύονται 12 gr σε περίπου 250 ml απιονισμένο νερού.

2. Τρυγικό καλιο-αντιμονύλιο.

Διαλύονται 0,2908 gr σε περίπου 100 ml απιονισμένο νερού.

3. Θεικό οξύ 5 N (1L).

Σε ογκομετρική φιάλη των 2 L, μεταφέρονται τα παραπάνω αντιδραστήρια, συμπληρώνεται η φιάλη μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό, ανακινείται καλά και αποθηκεύεται σε πλαστική φιάλη σε δροσερό, σκοτεινό μέρος.

Αντιδραστήριο Β :

Σε 200 ml του αντιδραστηρίου Α διαλύουμε 1,056 gr ασκορβικού οξέος. Αυτό επαρκεί για 25 δείγματα και επειδή είναι σταθερό για περίπου 24 h παρασκευάζεται τόση ποσότητα όση επαρκεί για τον αριθμό των δειγμάτων κάθε φορά.

4.2.2.9 Προσδιορισμός NO_3^- στο έδαφος

Σε φιάλη ανακίνησης των 100 ml τοποθετήθηκαν 5 g εδάφους και 50 ml διαλύματος KCl 1 N. Το μίγμα ανακινήθηκε για 1 h σε μηχανικό αναδευτήρα (~ 180 παλμούς ανά λεπτό). Μετά το τέλος της ανακίνησης το μίγμα αφέθηκε σε ηρεμία για μερικά λεπτά και κατόπιν διηθήθηκε. Σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml μεταφέρθηκαν 10 ml από το διαυγές διήθημα και εν συνεχεία, προστέθηκε απιονισμένο H_2O μέχρι την χαραγή. Ο προσδιορισμός έγινε φασματοφωτομετρικά στα 210nm και τα 270nm.

4.2.2.10 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας εδάφους

Σε μια κωνική φιάλη των 500 ml ζυγίσθηκαν 0,5-0,6 gr εδάφους. Στη συνέχεια προστέθηκαν 10 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ και 20 ml π. H_2SO_4 . Αυτή η διαδικασία έγινε προσεκτικά στην απαγωγό εστία. Στη συνέχεια ανακινήθηκε ελαφρά με το χέρι και αφέθηκε το δείγμα σε ηρεμία για 20-30 λεπτά περίπου. Εν συνεχεία προστέθηκαν 200 ml H_2O και 10 ml πυκνό H_3PO_4 . Αφού προστέθηκαν περίπου 2 ml DPA (δείκτη διφενιλαμίνης) τιτλοδοτήθηκε το δείγμα με 0.5 N FeSO_4 μέχρι την αλλαγή του χρώματος σε πράσινο.

4.2.2.11 Προσδιορισμός ολικού CaCO_3 στο έδαφος

Ζυγίσθηκαν 0,3 – 0,4 γραμμάρια εδάφους και τοποθετήθηκαν σε υάλινη φιάλη κατόπιν προστέθηκε HCL 4N και με την βοήθεια ασβεστομέτρου μετρήθηκε η ποσότητα του εκλυόμενου CO_2 από το δείγμα. Από το εκλυόμενο CO_2 υπολογίσθηκε το ολικό CaCO_3

4.2.3 Αναλύσεις φυτικών ιστών

4.2.3.1 Δειγματοληψία και προετοιμασία δείγματος

Έγιναν δύο δειγματοληψίες φυτικών ιστών, μία στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου και μία μετά το τέλος της. Από την κάθε επανάληψη του πειράματος επιλέχθηκαν τυχαία 8 φυτά, από τα οποία αφαιρέθηκε το τέταρτο σύνθετο φύλλο από την κορυφή. Τα 8 σύνθετα φύλλα αποτέλεσαν το προς ανάλυση δείγμα.

Μετά την άφιξη του δείγματος στο εργαστήριο έγινε καθαρισμός των φύλλων με ένα ελαφρύ ξέπλυμα με απιονισμένο νερό έτσι ώστε να απομακρυνθούν σκόνες και άλλες ξένες ύλες που τυχόν υπήρχαν. Το δείγμα τοποθετήθηκε για ξήρανση σε ταψί αλουμινίου σε φούρνο θερμοκρασίας 65°C. Μετά την πλήρη ξήρανση ακολούθησε άλεσμα των δειγμάτων σε μύλο για φυτικούς ιστούς

4.2.3.2 Προσδιορισμός ολικού αζώτου κατά KJELDAHL

Ζυγίσθηκαν 0,250 με 0,260 γραμμάρια ξηρού φυτικού ιστού σε υάλινο σωλήνα πέψης. Προστέθηκαν 10 ml πυκνού θειικού οξέως και 3 γραμμάρια καταλύτη. Με τη μέθοδο αυτή το άζωτο των φυτικών ιστών μετατρέπονται σε αμμωνιακά ιόντα, τα οποία δεσμεύονται ως $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ με χώνευση με πυκνό θειικό οξύ και καταλύτη. Τα αμμωνιακά ιόντα κατόπιν δεσμεύονται σαν $(\text{NH}_4)_3\text{BO}_3$ και η συγκέντρωσή τους προσδιορίζεται με τιτλοδότηση σε pH 4,3

4.2.3.3 Προσδιορισμός Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg με ξηρή καύση

Ζυγίσθηκαν 0.200-0,300 gr ξηραμένου και λειοτριβημένου δείγματος σε κάψα πορσελάνης η οποία τοποθετήθηκε σε φούρνο στους 400°C για 5 h. Μετά την καύση η κάψα απομακρύνθηκε από τον φούρνο και αφού το δείγμα έφτασε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος προστέθηκαν 10 ml HCl 2N. Η κάψα τοποθετήθηκε σε πλάκα πυράκτωσης επί 10' σε πλάκα πυράκτωσης στους 80°C σε απαγωγό εστία. Ακολούθως το δείγμα διηθήθηκε μέσω ηθμού σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml και συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή. Τέλος έγινε προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων του φυτικού ιστού στο διαυγές διήθημα με ICP-OES.

4.2.4 Αναλύσεις compost

4.2.4.1 Προετοιμασία δείγματος

Το δείγμα τοποθετήθηκε σε φούρνο σε θερμοκρασία 30 – 35 °C για να στεγνώσει, έγινε καλό κοσκίνισμα για να απομακρυνθούν ξένες ύλες όπως πέτρες και φύλλα και τέλος αλέστηκε σε μύλο για την παραλαβή ενός ομογενοποιημένου δείγματος

4.2.4.2 Μέτρηση pH

Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίσθηκαν 5 γραμμάρια compost προστέθηκαν 50 ml απιονισμένου νερού, το δείγμα ανακατεύθηκε και αφέθηκε 15 λεπτά σε ηρεμία. Εν συνεχεία το δείγμα ανακατεύθηκε ξανά και μετά από αναμονή 15 ακόμα λεπτών μετρήθηκε το pH στο διαυγές υπερκείμενο υγρό.

4.2.4.3 Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίσθηκαν 100 γραμμάρια compost και προστέθηκε απιονισμένο νερό μέχρι να γίνει πάστα κορεσμού. Το δείγμα αφού αφέθηκε σε ηρεμία για 2 ώρες μεταφέρθηκε σε φάλλον και φυγοκεντρήθηκε για 5 λεπτά στις 4000 στροφές ανά λεπτό. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετρήθηκε στο διαυγές υγρό που προέκυψε.

4.2.4.4 Προσδιορισμός αφομοιώσιμου φωσφόρου με τη μέθοδο OLSEN

Σε φιάλη ανακίνησης των 250 mL τοποθετήθηκαν 5 g compost και 100 mL διαλύματος NaHCO_3 0.5 M, pH 8,5. Το μείγμα ανακινήθηκε για 1/2 h σε μηχανικό αναδευτήρα (~ 180 παλμούς ανά λεπτό). Μετά το τέλος της ανακίνησης το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για μερικά λεπτά και κατόπιν διηθήθηκε.

Σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml μεταφέρθηκε 1 ml από το διαυγές διήθημα και προστέθηκαν 0,5 ml H_2SO_4 1N σιγά-σιγά και το μείγμα ανακινήθηκε μέχρι να σταματήσει η έκλυση CO_2 . Εν συνεχεία, προστέθηκε λίγο απιονισμένο H_2O και 8 ml αντιδραστηρίου B. Στη συνέχεια συμπληρώθηκε η φιάλη με H_2O μέχρι την χαραγή,

ανακινήθηκε με το χέρι και το διάλυμα αφέθηκε σε ηρεμία για τουλάχιστον 10 – 15 min για την ανάπτυξη του κυανού χρώματος. Στη συνέχεια έγινε φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός στα 882 nm.

4.2.4.5 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας compost

Σε μια κωνική φιάλη των 500 ml ζυγίσθηκαν 0,1-0,3 gr compost. Στη συνέχεια προστέθηκαν 10 ml $K_2Cr_2O_7$ και 20 ml π. H_2SO_4 . Αυτή η διαδικασία έγινε προσεκτικά στην απαγωγό εστία. Στη συνέχεια ανακινήθηκε ελαφρά με το χέρι και αφέθηκε το δείγμα σε ηρεμία για 20-30 λεπτά περίπου. Εν συνεχεία προστέθηκαν 200 ml H_2O και 10 ml π. H_3PO_4 . Αφού προστέθηκαν περίπου 2 ml DPA (δείκτη διφενιλαμίνης) τιτλοδοτήθηκε το δείγμα με 0.5 N $FeSO_4$ μέχρι την αλλαγή του χρώματος σε πράσινο.

4.2.4.6 Προσδιορισμός Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg με ξηρή καύση

Ζυγίσθηκαν 0.200-1,200 gr ξηραμένου και λειοτριβημένου δείγματος σε κάψα πορσελάνης η οποία τοποθετήθηκε σε φούρνο στους 400°C για 5 h. Μετά την καύση η κάψα απομακρύνθηκε από τον φούρνο και αφού το δείγμα έφτασε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος προστέθηκαν 10 ml HCl 2N. Η κάψα τοποθετήθηκε σε πλάκα πυράκτωσης επί 10' στους 80°C σε απαγωγό εστία. Ακολούθως το δείγμα διηθήθηκε μέσω ηθμού σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml και συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή. Τέλος έγινε προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων του κομπόστ στο διαυγές διήθημα με ICP-OES.

4.2.4.7 Προσδιορισμός ολικού αζώτου κατά KJELDAHL

Ζυγίσθηκαν 0,200 με 0,400 γραμμάρια ξηρού δείγματος σε υάλινο σωλήνα πέψης. Προστέθηκαν 7 ml πυκνού θειικού οξέως με salicylic acid (1lt πυκνού θειικού οξέως και 50gr. Salicylic acid). Μετά από αναμονή 30 λεπτών προστέθηκαν 0,500 γραμμάρια Sodium thiosulfate pentahydrate. Προστέθηκαν 3ml θειικού οξέως και 0,6gr καταλύτη, μετά από αναμονή 15 λεπτών. Προσθέσαμε 2ml H_2O_2

τοποθετήθηκε στη συσκευή καύσης και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με αυτή των φυτικών ιστών.

4.2.4.8 Προσδιορισμός υγρασίας

Σε υάλινο βάζο ζυγίσθηκαν 50 γραμμάρια δείγματος και το βάζο τοποθετήθηκε σε φούρνο με θερμοκρασία 105°C για 48 ώρες. Μετά την παρέλευση των 48 ωρών το βάζο αφαιρέθηκε από τον φούρνο και τοποθετήθηκε σε αφυγραντήρα έως ότου να έρθει σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος το βάζο ζυγίσθηκε ξανά και υπολογίσθηκε το ποσοστό υγρασίας.

4.2.5 Αναλύσεις στους καρπούς

Στα μέσα της καλλιεργητικής περιόδου συγκομίσθηκαν πέντε καρποί ντομάτας ανά μεταχείριση, πλήρους ωριμότητας. Στους καρπούς αυτούς μετρήθηκε η αντίσταση της σάρκας στην πίεση, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, το pH και τα ολικά διαλυτά στερεά (TSS) του χυμού.

4.2.5.1 Αντίσταση της σάρκας στην πίεση

Σε δύο αντιδιαμετρικά σημεία του καρπού αφαιρέθηκε η επιδερμίδα και με την βοήθεια ενός πενετρομέτρου (Bishop FT model 011) μετρήθηκε η αντίσταση της σάρκας του καρπού στην πίεση.

4.2.5.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα, pH και TSS χυμού

Οι καρποί πλήρους ωριμότητας αλέσθηκαν και ο ομοιογενής πολτός φυγοκεντρίθηκε για 5 λεπτά στις 4000 στροφές ανά λεπτό. Στον διαυγή χυμό που προέκυψε μετρήθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα με ηλεκτρόδιο πλατίνας, το pH και τα ολικά διαλυτά στερεά με την βοήθεια ενός διαθλασίμετρου (Palette-Atago PR-100).

4.3 Συγκομιδές καρπών

Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος (Ιούνιο με Δεκέμβριο του 2008) έγιναν 18 συγκομιδές καρπών. Η πρώτη συγκομιδή έγινε στις 27 Αυγούστου, περίπου δύο μήνες από την εγκατάσταση του πειράματος. Οι συγκομιδές συνεχίστηκαν μέχρι τις τελευταίες ημέρες του Νοεμβρίου. Κάθε 5 ημέρες σε κάθε επανάληψη του πειράματος γινόταν συγκομιδή των ώριμων καρπών (το πρώτο και το τελευταίο φυτό σε κάθε επανάληψη δεν συμπεριλήφθηκε στην μέτρηση, για να ελαχιστοποιηθεί το background effect του πειράματος) ενώ οι συγκομισθέντες καρποί, αφού είχαν ζυγισθεί, μετρούνταν και τοποθετούνταν σε τελάρα και διατίθεντο προς πώληση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποτελέσματα

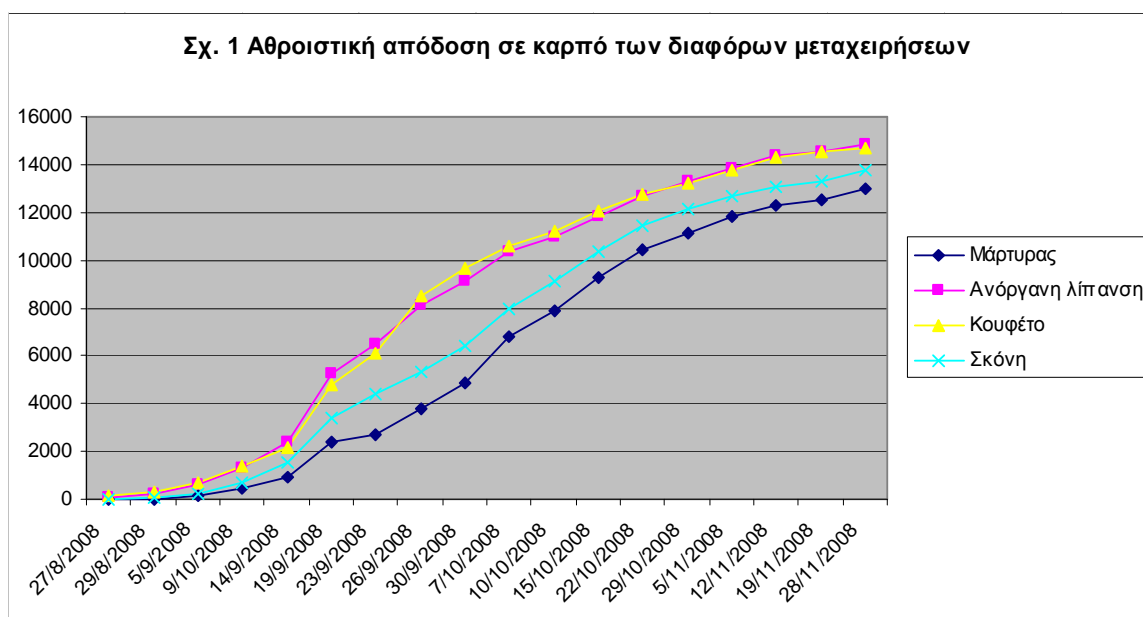
Η συνολική απόδοση σε καρπό και ο αριθμός καρπών ανά φυτό στις 18 συγκομιδές όπως επίσης και το μέσο βάρος καρπού ανά μεταχείριση φαίνεται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6. Συνολική απόδοση σε καρπό, ο αριθμός καρπών ανά φυτό και μέσο βάρος καρπού

Μεταχείριση	Αθροιστική απόδοση καρπού (Kg/φυτό)	Αριθ. Καρπών /φυτό	Μ.Β. Καρπού (g)
Compost σε Κουφέτο	14,7 a	68 a	199 ab
Compost σε Σκόνη	13,7 ab	70 a	188 bc
Ανόργανη Λίπανση	14,8 a	67 a	204 a
Μάρτυρας	12,9 b	66 a	181 c

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά $P \leq 0,05$

Γράφημα 1. Αθροιστική απόδοση σε καρπό των τεσσάρων μεταχειρίσεων (gr/φυτό)



Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών ανά μεταχείριση, η αντίσταση της σάρκας των καρπών στην πίεση, το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ολικά διαλυτά στερεά του χυμού που προέκυψε από την φυγοκέντριση του πολτού 5 καρπών τομάτας πλήρους ωριμότητας.

Πίνακας 7. Ποιοτικά χαρακτηριστικά pH, EC, TSS, firmness των καρπών

Μεταχείριση	Firmness καρπού (lb/cm ²)	pH χυμού	E.C. χυμού (mS/cm)	TSS χυμού (%)
Compost σε Κουφέτο	10,91 a	4,38 a	5,60 a	4,88 a
Compost σε Σκόνη	10,22 a	4,33 a	5,72 a	4,90 a
Ανόργανη Λίπανση	8,84 ab	4,37 a	5,42 ab	4,70 ab
Μάρτυρας	7,90 b	4,41 a	5,08 b	4,64 b

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά P≤0,05

Από τις δύο φυλλοδιαγνωστικές και εδαφολογικές αναλύσεις που έγιναν στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας οι τέσσερις μεταχειρίσεις εμφάνισαν στατιστικές διαφορές στις συγκεντρώσεις των στοιχείων που φαίνονται στους πίνακες 8 και 9

Πίνακας 8: Αποτελέσματα των δύο φυλλοδιαγνωστικών αναλύσεων που έγιναν στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας. Παρουσιάζονται τα στοιχεία που παρουσίασαν στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις.

	7/8/2008				20/11/2008			
	compost κουφέτο	compost σκόνη	ανόργανη λίπανση	μάρτυρας	compost κουφέτο	compost σκόνη	ανόργανη λίπανση	μάρτυρας
P %	0,47 a	0,42 a	0,22 b	0,23 b	0,36 a	0,36 a	0,28 b	0,29 b
K %	0,47 a	0,42 a	0,22 b	0,23 b	3,0 a	2,9 a	2,7 b	2,7 ab
Mg %	-	-	-	-	0,78 ab	0,86 a	0,74 b	0,74 ab
Cu (mg/Kg)	49,0 a	38,5 ab	35,6 ab	30,5 b	-	-	-	-
B (mg/Kg)	67,0 a	53,2 b	57,9 ab	58,1 ab	-	-	-	-
Zn (mg/Kg)	-	-	-	-	21,9 b	21,9 b	27,7 a	30,1 a
Mn (mg/Kg)	139,8 a	119,6 ab	105,7 b	106,7 b	-	-	-	-

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά P≤0,05

Πίνακας 9: Αποτελέσματα των δύο εδαφολογικών αναλύσεων στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον πίνακα είναι αυτά που παρουσίασαν στατιστικές διαφορές.

	7/8/2008				20/11/2008			
	compost κουφέτο	compost σκόνη	ανόργανη λίπανση	μάρτυρας	compost κουφέτο	compost σκόνη	ανόργανη λίπανση	μάρτυρας
P (mg/Kg)	72 a	52 ab	45 b	43 b	124 a	110 a	52 b	41 b
N-NO3 (mg/Kg)	35,88 a	36,83 a	39,61 a	30,56 a	27,48 a	20,92 b	12,37 c	17,17 c
Fe (mg/Kg)	10,2 a	9,4 a	9,0 a	8,8 a	11,9 ab	12,6 a	9,71 ab	8,5 b
Zn (mg/Kg)	2,9 a	2,4 ab	2,1 b	1,9 b	1,9 a	2,1 a	1,6 b	1,6 b
B (mg/Kg)	0,15 a	0,17 a	0,12 a	0,90 a	0,75 a	0,56 ab	0,29 b	0,31 b
Οργανική ουσία %	2,1 a	2,1 a	1,9 a	2,0 a	3,6 a	2,9 b	1,9 c	2,1 c
pH	7,5 ab	7,4 a	7,4 a	7,7 ab	7,6 b	7,7 b	8,0 a	8,0 a
E.C. (mS/cm)	3,4 a	2,4 b	2,5 b	2,7 ab	3,8 a	3,2 a	1,4 b	1,4 b

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά $P \leq 0,05$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συζήτηση

Η εφαρμογή compost είτε σε μορφή κουφέτου είτε σε μορφή σκόνης στην παρούσα εργασία βελτίωσε τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, δηλαδή το pH, την EC και την Οργανική Ουσία. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τους Gupta *et. al*, (1984) και Bernal *et. al*, (2000). Πιο συγκεκριμένα το pH του εδάφους από 8,0 στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου έπεσε σε 7,6 και 7,7 στις μεταχειρίσεις με compost κουφέτο και compost σκόνη αντίστοιχα ενώ στις μεταχειρίσεις με ανόργανη λίπανση και στον μάρτυρα δεν υπήρξε μεταβολή. Η Οργανική Ουσία από 1,9% στην αρχή της καλλιέργειας αυξήθηκε σε 3,6% και 2,9% στις μεταχειρίσεις με compost κουφέτο και compost σκόνη αντίστοιχα, ενώ στην μεταχείριση με ανόργανη λίπανση και στον μάρτυρα παρέμεινε στο αρχικό επίπεδο. Η Ε.С. αυξήθηκε, λόγω της σταδιακής απελευθέρωσης στοιχείων και της μειωμένης έκπλυσης αυτών, από 3,39 mS/cm σε 3.8 mS/cm στην μεταχείριση με compost κουφέτο και μειώθηκε σε 3,2 mS/cm στην μεταχείριση με compost σκόνη ενώ στις μεταχειρίσεις με ανόργανη λίπανση και τον μάρτυρα μειώθηκε σημαντικά στο επίπεδο του 1,4 mS/cm. Η εφαρμογή compost και των δύο μορφών αύξησε και τα ποσά του αφομοιώσιμου P γεγονός που επαληθεύτηκε με φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Η μείωση του pH στις μεταχειρίσεις με compost ίσως να οφείλεται μεταξύ άλλων και στην αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας από τους μικροοργανισμούς του εδάφους καθώς επίσης και στη διαλυτοποίηση του CaCO_3 όπως αναφέρουν και οι Azarmi *et. al*, (2008).

Το ποσοστό αφομοιώσιμου Zn αυξήθηκε με την προσθήκη compost στο έδαφος και αυτό είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα που βρήκαν οι Jenn-Hung *et. al*, (2001) σε ανάλογο πείραμα με χρήση compost κοπριάς χοίρου. Η φυλλοδιαγνωστική όμως έδειξε ότι η πρόσληψη Zn από τον μάρτυρα ήταν υψηλότερη. Αυτό συνέβη πιθανότατα λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης P στο έδαφος που προκαλεί το φαινόμενο της ανταγωνιστικότητας μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων ή των χαμηλών θερμοκρασιών μετά τα μέσα Οκτωβρίου.

Στις μεταχειρίσεις που έγινε η εφαρμογή των προϊόντων κομποστοποίησης χοιρινών αποβλήτων σε μορφή κουφέτου και σκόνης δεν παρατηρήθηκε μείωση παραγωγής ενώ η καλλιέργεια ολοκληρώθηκε χωρίς ανεπιθύμητες δράσεις.

Συγκεκριμένα οι μετρήσεις του μέσου βάρους των καρπών επί συνόλου δεκαοκτώ συγκομιδών έδειξαν ότι η συνολική παραγωγή καρπών ανά φυτό και το μέσο βάρος καρπού ήταν αυξημένα σε σχέση με τον μάρτυρα, τόσο στις μεταχειρίσεις με compost σε μορφή κουφέτου όσο και στην ανόργανη λίπανση ενώ οι παράμετροι αυτοί δεν επηρεάστηκαν στη μεταχείριση που εφαρμόστηκε compost σε μορφή σκόνης. Δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στον αριθμό των καρπών ανά φυτό μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στις μεταχειρίσεις που έγινε η εφαρμογή compost και των δύο μορφών (κουφέτο και σκόνη), ήταν αυξημένα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών σε σχέση με τις μεταχειρίσεις με ανόργανη λίπανση και τον μάρτυρα, δηλαδή η αντίσταση της σάρκας του καρπού στην πίεση (firmness) που πιθανώς οφείλεται στην αυξημένη προσρόφηση Φωσφόρου, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του χυμού (EC) και τα ολικά διαλυτά στερεά του χυμού (TSS). Όμως το pH του χυμού δεν παρουσίασε διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διαπιστωθεί εάν το προϊόν (compost) αερόβιας κομποστοποίησης των αποβλήτων χοιροτροφείου της εταιρίας CRETA-FARM, έχει θετική επίδραση στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας και να διερευνηθεί τυχόν θετική επίδραση του σε εδάφη που έχουν πρόβλημα αλατότητας .

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι η εφαρμογή compost είτε σε σκόνη είτε σε κουφέτο, βελτίωσε τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (οργανική ουσία, ηλεκτρική αγωγιμότητα και pH). Επιπλέον, η προσθήκη compost στο έδαφος αύξησε τα ποσά του αφομοιώσιμου P. Η συνολική παραγωγή καρπών ανά φυτό και το μέσο βάρος καρπού ήταν αυξημένα σε σχέση με τον μάρτυρα. ενώ οι μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών στους καρπούς έδειξαν αύξηση στα ολικά διαλυτά στερεά και την ηλεκτρική αγωγιμότητα του χυμού όπως επίσης και στην αντίσταση της σάρκας στην πίεση στις μεταχειρίσεις με εφαρμογή compost

Είναι προφανές ότι χρειάζεται να ερευνηθεί η δράση των συγκεκριμένων προϊόντων κομποστοποίησης σε διάφορους τύπους εδαφών για περισσότερες από μία καλλιεργητικές περιόδους καθώς επίσης και σε διαφορετικές καλλιέργειες φυτών.

Βιβλιογραφία

Ολύμπιος Χ. Μ., (2001) «*Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια*», σελίδες 55-76, Εκδόσεις Σταμούλη.

Θερίος Ι. Ν., (1996) «*Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα*», σελίδες 323-324, Εκδόσεις Δεδούση.

Σιδηράς Ν. Κ., (1997) «*Οργανική λίπανση και αμειψισπορές*», σελίδες 69-75, Εκδόσεις ΔΗΩ.

Azarmi R., Giglou M.T., Taleshmikail R.D., (2008) «*Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field*», African Journal of Biotechnology, Volume:7 Issue: 14 Pages: 2397-2401.

Berman D., Hudson, (1994) «*Soil organic matter and available water capacity*», Journal of Soil and Water Conservation, vol. 49 no. 2 189-194.

Burns R. G., & Davies J. A., (1986) «*The microbiology of soil structure. In: Lopez-Real J. M., & Hodges R. D., (eds) The Role of Microorganisms in a Sustainable Agriculture*», pp 9–7. Berkhamstead, Academic Publishers.

Duxbury, J. M., Smith, M. S., & Doran, J. W., (1989) «*Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients. In D. C. Coleman, J. M. Oades & G. Uehara, eds. Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystem*», pp. 33–67. USA, University of Hawaii Press.

Ekwue E.I., (1992) «*Effect of organic and fertilizer treatments on soil physical properties and erodibility*» Soil Tillage Res 22: 199–209.

Gupta R. K., Bhumbla D. K., Abrol, I. P., (1984) Soil Science. 137(4):245-251.

Haynes R. J. & Naidu R., (1998) «*Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions*»: a review, Nutrient Cycling in Agroecosystems 51, The Netherlands.

Jenn-Hung H. and Shang-Lien L., (2001) «*Effect of composting on characterization and leaching of copper, manganese, and zinc from swine manure*» Environmental Pollution Volume 114, Issue 1, August 2001, Pages 119-127.

Bernal M. P., Sánchez-Monedero M. A., Paredes C., and Roig A., (2000) «*Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil*» Agriculture, Ecosystems & Environment Volume 69, Issue 3, Pages 175-189.

Haynes R. J., Naidu R., (1998) «*Influence of lime, fertilizer and manure applications on organic matter content and soil physical conditions*» - A review, Nutrient cycling in Agroecosystems, 51:123-137.

Marinari S., Masciandaro G., Ceccanti B. and Grego S., (2000) «*Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties*», Bioresource Technology Volume 72, Issue 1, Pages 9-17.

Moliszewska E., Pisarek I., (1996) «*Influence of humic substances on the growth of two phytopathogenic soil fungi*» Environment International Volume 22, Issue 5, Pages 579-584.

Βιβλιογραφία Διαδικτύου

Wikipedia, the free encyclopedia: [Http://en.wikipedia.org/wiki/Girdling](http://en.wikipedia.org/wiki/Girdling)