

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE *of* CRETE

DEPARTMENT *of* PLANT
SCIENCES

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ, ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΚΑΙ
ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΥΠΑΙΘΡΙΑΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ»

ΜΑΘΙΟΥΔΑΚΗ ΆΝΝΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΛΙΟΝΑΚΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

**ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΕΛΑΦΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΦΥΛΛΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΥ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΧΑΝΙΩΝ ΚΡΗΤΗΣ**

Στην Μητέρα μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο Εδαφολογίας και Φυλλοδιαγνωστικής του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων.

Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω:

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

Τον κ. Αριστεΐδη Σταματάκη, τεχνικό υπεύθυνο του εργαστηρίου Εδαφολογίας και Φυλλοδιαγνωστικής, για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο εργαστήριό του και να προσπαθήσω να φέρω σε πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο, που χωρίς την βοήθειά του 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.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νικόλαο Βουτσάκη στο αγρόκτημα του οποίου πραγματοποιήθηκε το πείραμα.

Τέλος, αναμφίβολα πολλά ευχαριστώ αξίζουν η Άννα Χουδαλάκη, η Τόνια Καραγιάννη, η Αριστεά Μελλάκη, η Ελπίδα Φραγκεδάκη και η Κατερίνα Μαυρομάτη για την πολύτιμη βοήθεια τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	vi
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	vii
ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ	x
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	xi
ABSTRACT	xiii
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1 ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ.....	14
1.2 ΕΛΑΤΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΝΕΡΟ.....	15
1.3 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	16
1.4 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	17
1.5 ΤΟΜΑΤΑ.....	17
1.6 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	18
2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	19
2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	19
2.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ.....	22
2.2.1 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	22
2.2.1.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	22
2.2.1.2 ΜΕΤΡΗΣΗ pH ΕΔΑΦΟΥΣ.....	22
2.2.1.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	23
2.2.1.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΩΝ Ca^{+} , K^{+} , Na^{+} , Mg^{++} ΕΔΑΦΟΥΣ.....	23
2.2.1.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΘΡΕΠΤΙΚΩΝ Fe^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} , Mn^{++} ΕΔΑΦΟΥΣ.....	23
2.2.1.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	23
2.2.1.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΟΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΖΕΟΝΤΟΣ ΥΔΑΤΟΣ.....	24

2.2.1.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΦΟΜΙΩΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ OLSEN..	24
2.2.1.8.1 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ Α.....	25
2.2.1.8.2 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ Β.....	25
2.2.1.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ NO ₃ ⁻ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	25
2.2.1.10 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	25
2.2.1.11 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ CaCO ₃ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	26
2.2.2 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ.....	26
2.2.3 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ.....	26
2.2.3.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	26
2.2.3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΚΑΤΑ ΚJELDAHL.....	26
2.2.3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΜΕ ΞΗΡΗ ΚΑΥΣΗ.....	27
2.2.4 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤ.....	27
2.2.4.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	27
2.2.4.2 ΜΕΤΡΗΣΗ pH.....	27
2.2.4.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	27
2.2.4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ OLSEN.....	28
2.2.4.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤ.....	28
2.2.4.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg ΜΕ ΞΗΡΗ ΚΑΥΣΗ.....	29
2.2.4.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΤΑ ΚJELDAHL.....	29
2.2.4.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.....	29
2.2.5 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΕ ΚΑΡΠΟΥΣ.....	29
2.2.5.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΣΤΗ ΠΙΕΣΗ.....	30
2.2.5.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ, pH ΚΑΙ TSS ΧΥΜΟΥ.....	30
2.2.6 ΣΥΓΚΟΜΙΔΕΣ ΚΑΡΠΩΝ.....	30
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	31
3.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	31
3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΠΩΝ.....	31

3.2.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ.....	31
3.2.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΠΩΝ.....	34
3.3 ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ.....	34
3.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ.....	36
3.4.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	36
3.4.2 ΑΖΩΤΟ.....	36
3.4.3 ΧΛΟΡΟΦΥΛΛΗ.....	37
3.5 ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΟΥ.....	38
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	40
4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΟΛΟΚΥΘΙΑΣ.....	41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ

Πίνακας 1: Οι συντομεύσεις που χρησιμοποιούνται μέσα στο κείμενο

Συντόμευση	Πλήρες όνομα
<i>MM</i>	<i>Μάρτυρας με μαγνητισμένο νερό</i>
<i>MX</i>	<i>Μάρτυρας χωρίς μαγνητισμένο νερό</i>
<i>KM</i>	<i>Κομπόστα με μαγνητισμένο νερό</i>
<i>KX</i>	<i>Κομπόστα χωρίς μαγνητισμένο νερό</i>
<i>AM</i>	<i>Ανόργανη λίπανση με μαγνητισμένο νερό</i>
<i>AX</i>	<i>Ανόργανη λίπανση χωρίς μαγνητισμένο νερό</i>

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από το Μάρτιο έως το Δεκέμβριο 2010 μελετήθηκε η επίδραση μαγνητικού πεδίου στην παραγωγή και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά τομάτας (*Solanum lycopersicum*) σε ασβεστούχο έδαφος με αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα στην πάστα κορεσμού (E.C) 3,39 mS/cm, που αρδεύονταν με νερό ηλεκτρικής αγωγιμότητας 1900 μ S/cm. Εφαρμόστηκαν τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης: Κομπόστα χοιρινών αποβλήτων σε κουφέτο (150 kg/στρ.), ανόργανη λίπανση αντίστοιχων μονάδων θρεπτικών στοιχείων με την κομπόστα και μάρτυρας (χωρίς λίπανση). Έγινε ενσωμάτωση της κομπόστας και της ανόργανης λίπανσης στις θέσεις φύτευσης και μέχρι βάθος 30 cm. Στατικοί μαγνήτες τάσης 1,2 Tesla δέθηκαν στην αρχή ή στη μέση της γραμμής άρδευσης.

Εφαρμόστηκε ένα πλήρες τυχαιοποιημένο πείραμα με έξι μεταχειρίσεις, τέσσερις επαναλήψεις και 12 φυτά σε κάθε πειραματική επανάληψη, ως εξής: Κομπόστα σε Κουφέτο και πότισμα με νερό που δεν είχε υποστεί Μαγνητικό πεδίο (KX), Κομπόστα σε Κουφέτο και πότισμα με νερό που είχε υποστεί Μαγνητικό πεδίο (KM), Ανόργανη Λίπανση και πότισμα με νερό με (AM) ή χωρίς μαγνητικό πεδίο (AX), Μάρτυρας (χωρίς λίπανση) και πότισμα με νερό με (MM) ή χωρίς Μαγνητικό πεδίο (MX).

Με την έναρξη της συγκομιδής εφαρμόζονταν υδρολίπανση με νιτρική αμμωνία και νιτρικό κάλιο ανά 20ήμερο με αναλογία 1/1,5. Το βάρος και ο αριθμός καρπών ανά φυτό μετρήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου επί συνόλου 35 συγκομιδών. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Brix, pH, E.C., αντίσταση φλοιού στην πίεση) των εμπορικά ώριμων καρπών μετρήθηκαν στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου. Πλήρεις εδαφολογικές αναλύσεις και αναλύσεις φύλλων έγιναν στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας.

Η πρώιμη παραγωγή διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων AX και AM ενώ δεν υπήρχε διαφορά στη συγκομιδή μεταξύ των KX και KM. Ο αριθμός καρπών διέφερε σημαντικά μεταξύ των AX και AM, όχι όμως και το μέσο βάρος καρπού. Στις μεταχειρίσεις που χρησιμοποιήθηκε νερό στο οποίο εφαρμόστηκε μαγνητικό πεδίο παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην περιεκτικότητα βορίου, χαλκού και μαγγανίου στα φύλλα και βελτίωση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Επίσης όσον αφορά τις ιδιότητες του εδάφους μετά το πέρας της συγκομιδής η χρήση του μαγνητικά

επεξεργασμένου νερού άρδευσης μείωσε το pH του εδάφους, αύξησε την ηλεκτρική αγωγιμότητα και το διαθέσιμο φωσφόρο. Υπήρξαν σημαντικές διαφορές στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του χυμού τομάτας και στα ολικά διαλυτά στερεά μεταξύ των μεταχειρίσεων που είχε ενσωματωθεί κομπόστα. Συμπερασματικά, το μαγνητικό πεδίο, είχε θετική επίδραση στην παραγωγή, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών και στην αφομοιοσημότητα κάποιων θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά τομάτας.

ABSTRACT

The effect of magnetic field on production and quality characteristics of tomato (*Solanum lycopersicum*) in calcareous soil were studied. The cultivation period were from March to December 2010. The soil initial electrical conductivity (E. C) 3.39 mS/cm, irrigating with water of electrical conductivity 1900 μ S/cm. Three treatment were applied: Pig waste compost in perl form (150 kg/ha), inorganic fertilization with equal nutrient units with the compost and control (no fertilization). Compost and mineral fertilization were embodied in soil at planting locations and up to a depth of 30 cm. Static magnets of 1.2 Tesla were tied at the beginning or in the middle of the irrigation pipes.

A completely randomized experiment were designed with six treatments, four replications and 12 plants in every experimental replication, as follows: Compost in perl form and irrigating with water that was not under a magnetic field, Compost in perl form and irrigating with water that a magnetic field had been applied (MS), Inorganic Fertilization and irrigation with water with (MT) or without magnetic field (AH), Control (no fertilization) and irrigation with water with (short) or without magnetic field (MX).

With the beginning of harvesting plants were enriched with ammonia nitrate and potassium nitrate every 20 days in a ratio of 1/1.5. The weight and the number of fruits per plant were measured throughout the cultivation season for a total of 35 crops. The quality characteristics (Brix, pH, E.C., firmness) of commercially mature fruits were measured in the middle of the growing season. Complete leaf and soil analyses were performed in the middle and the end of the crop.

The early production shown significantly difference between the treatments AH and AU, while there was no significant difference in yield between KX and MS. The number of fruits were significantly different between AH and AU, but not the average weight fruit. The treatments that were irrigated with water under magnetic field show a significant increase of the concentration of boron, copper and manganese in leaves were mentioned as well as an improvement of the fruit quality characteristics. Also with regard to the properties of the soil after the crop, treatments with irrigation water under magnetic field the soil pH were decreased, electrical conductivity were

increased as well as the available phosphorus. There were significant differences in electrical conductivity of tomato juice and in total soluble solids between treatments that compost had been applied. In conclusion, the magnetic field had a positive effect on production, fruit quality characteristics and the absorption of some nutrients from tomato plants.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

Εδώ και πολλά χρόνια οι συνέπειες των στατικών μαγνητικών πεδίων στη ζωή των φυτών έχουν αποτελέσει αντικείμενο διαφόρων ερευνητικών μελετών. Πολλοί συγγραφείς ανέφεραν τις θετικές συνέπειες των στατικών μαγνητικών πεδίων στο αρδευτικό δίκτυο, για το μεταβολισμό και την ανάπτυξη διαφόρων φυτικών ειδών. Η χρήση μαγνητικών πεδίων στη γεωργία έχει ως αποτέλεσμα φυσικοχημικές αλλαγές στο νερό άρδευσης, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της διήθησης του και την αύξηση της διαλυτότητας των στοιχείων του νερού. Αυτές οι αλλαγές οδηγούν σε αυξημένη ικανότητα του εδάφους να μην συσσωρεύει άλατα και οδηγεί σε μια καλύτερη αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών από τα φυτά κατά την περίοδο της βλάστησης και ανάπτυξης τους.

Είναι γνωστό ότι όλες οι καλλιέργειες χρειάζονται θρεπτικά στοιχεία τα οποία υπάρχουν στο έδαφος για να λειτουργήσουν και να φωτοσυνθέσουν σωστά. Ωστόσο, οι καλλιέργειες δεν χρησιμοποιούν το μεγαλύτερο μέρος των θρεπτικών συστατικών που είναι στο έδαφος. Με την άρδευση των φυτών, μόνο ένα μικρό ποσό των θρεπτικών στοιχείων διαλύεται στο εδαφικό διάλυμα και γίνεται διαθέσιμο στη καλλιέργεια. Τα φυτά που αρδεύονται με “μαγνητισμένο” νερό μπορούν να αφομοιώσουν πιο εύκολα τα θρεπτικά στοιχεία από το

έδαφος. Επίσης εάν χρησιμοποιούνται ανόργανα ή οργανικά λιπάσματα, διαλύονται καλύτερα και τα φυτά αφομοιώνουν τα στοιχεία πιο σύντομα και χωρίς επιπλέον κατανάλωση ενέργειας (Kameel Fayad, 2001).

Πολυάριθμα πειράματα έχουν διεξαχθεί σχετικά με την αποτελεσματικότητα των μαγνητικών πεδίων ή νερό που εκτίθενται στους μόνιμους μαγνήτες για την ανάπτυξη των καλλιεργειών (Edward Fu, 2012), όπως για την επίδραση σε καλλιέργεια χουρμαδιάς (Faten Dhawi, 2009), στην ανάπτυξη και απόδοση του ρεβιθιού (Mahmoud Hozayn, 2010), σε καλλιέργεια καλαμποκιού (Lucian Blaga, 2006), σε καλλιέργεια σιταριού (Waleed A. Jabail, 2013), ακόμα και σε αρωματικά φυτά όπως ο βασιλικός (F. Soltani, 2006).

1.2 ΑΛΑΤΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΝΕΡΟ

Οι εδαφικοί πόροι, δηλαδή τα διαστήματα που μένουν ανάμεσα στα στερεά μόρια του εδάφους, σχηματίζουν ένα πολύπλοκο δίκτυο από διασυνδεδεμένους αγωγούς κάθε σχήματος, διαμέτρου και μεγέθους. Η αρνητική πίεση ή τάση της εδαφικής υγρασίας είναι το μέτρο που δείχνει πόσο ισχυρά συγκρατείται το νερό στο έδαφος και είναι αντιπροσωπευτική του μεγέθους της δύναμης ανά μονάδα επιφάνειας που πρέπει να καταβληθεί για την απομάκρυνση του από τους εδαφικούς πόρους (Γ.Α.Τερζίδη, 1997).

Η ύπαρξη αλάτων στο εδαφικό νερό έχει σαν συνέπεια την αύξηση της δύναμης που πρέπει να ασκηθεί για την απομάκρυνση του. Αυτό οφείλεται στην ώσμωση. Αν δύο διαλύματα με διαφορετική συγκέντρωση αλάτων χωριστούν με μία μεμβράνη διαπερατή στο νερό αλλά αδιαπέραστη στα άλατα που περιέχει, νερό θα κινηθεί από το διάλυμα με τη μικρότερη προς το διάλυμα με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση. Η δύναμη που προκαλεί την κίνηση του νερού μέσα από τη μεμβράνη λέγεται ωσμωτική πίεση. Αν το εδαφικό νερό περιέχει σημαντική ποσότητα αλάτων, η δύναμη που πρέπει να ασκηθεί για την απομάκρυνση του από το έδαφος πρέπει να είναι ίση με το άθροισμα της τάσης και της ωσμωτικής πίεσης. Για το λόγο αυτό, ένα παθογενές έδαφος μπορεί να έχει υγρασία που να φτάνει σχεδόν το κορεσμό, ενώ τα φυτά που βρίσκονται σ' αυτό υποφέρουν από έλλειψη υγρασίας γιατί δεν έχουν τη δύναμη να τη αποσπάσουν (I.N. Θέριος, 2005).

1.3 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Το θέμα της λίπανσης είναι πολύ σημαντικό για την κανονική ανάπτυξη των φυτών, την ποσοτική και ποιοτική παραγωγή τους. Τα βασικά στοιχεία θρέψης είναι το άζωτο (N) που επιδρά στη βλαστική ανάπτυξη των φυτών, ο φωσφόρος (P_2O_5) που επιδρά στην ανάπτυξη των ριζών και στη πρωιμότητα των καρπών και το κάλιο (K_2O) που επηρεάζει την ποιότητα των καρπών. Σε μικρή ποσότητα, επιδρούν στις διεργασίες των για την κανονική ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών τα ιχνοστοιχεία. Αυτά είναι το Μαγνήσιο (Mg), το Βόριο (B), το Μαγγάνιο (Mn), ο ψευδάργυρος (Zn) κ.α. τα ιχνοστοιχεία αυτά όταν δεν βρίσκονται μέσα στο έδαφος, στην αναλογία που απαιτείται πρέπει να τα χορηγούμε (Φ.Τσαπικούνης, 1997).

Το άζωτο είναι το συστατικό όλων των ζωντανών κυττάρων. Δομικό στοιχείο των πρωτεϊνών, των νουκλεϊκών οξέων, των ενζύμων και συνενζύμων καθώς και της χλωροφύλλης. Ονομάστηκε άζωτο, γιατί χωρίς αυτό δεν υπάρχει ζωή. Το άζωτο επηρεάζει την επιμήκυνση των ριζών και τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών. Η επαρκής λίπανση των καλλιεργειών με άζωτο, στη σωστή και αναγκαία αναλογία, ως προς τα άλλα βασικά θρεπτικά στοιχεία καθορίζει κατά μεγάλο ποσοστό, την κανονική ανάπτυξη των φυτών και την αύξηση της παραγωγής (Φ.Τσαπικούνης, 1997).

Σαν θρεπτικό στοιχείο των φυτών ο φωσφόρος, επιδρά θετικά στην ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος, στη μεγάλη καρποφορία και επιτάχυνση της ωρίμανσης καρπών. Συμμετέχει στην αποταμίευση και μεταφορά της μεταβολικής ενέργειας του κυττάρου και βρίσκεται στον πυρήνα των κυττάρων που πολλαπλασιάζονται. Το κάλιο απαντάται στο πρωτόπλασμα, στο χυμοτόπιο και σε πολύ μικρές ποσότητες στον πυρήνα. Ο ρόλος του έχει σχέση με την ποιότητα της παραγωγής, δημιουργεί καρπούς καλής ποιότητας, σε μέγεθος, χρώμα, γεύση και αντοχή (Φ.Τσαπικούνης, 1997).

Τα ιχνοστοιχεία χρησιμοποιούνται από τα φυτά σε πολύ μικρή ποσότητα, χωρίς όμως να είναι μικρή και η επίδραση τους στις θρεπτικές διεργασίες των φυτών. Τα περισσότερα ιχνοστοιχεία όπως ο σίδηρος, το μαγνήσιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, είναι συστατικά ενζύμων και συνενζύμων. Το μαγγάνιο συσχετίζεται με την οξειδοαναγωγική κατάσταση των φυτών και με τον μεταβολισμό του σιδήρου και αζώτου. Ο σίδηρος συμμετέχει στη σύνθεση της χλωροφύλλης, ενώ το μολυβδαίνιο, στο μεταβολισμό του αζώτου. Η ολική ποσότητα ενός ιχνοστοιχείου δεν έχει τόση σημασία για τη θρέψη των φυτών, όσο η σχέση μεταξύ των στοιχείων (Φ.Τσαπικούνης, 1997).

1.4 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Οργανικό λίπασμα είναι κάθε φυσικό οργανικό υλικό όπου ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων βρίσκεται σε οργανικές ενώσεις, δεν περιέχει τοξικές ουσίες ούτε και παθογόνους οργανισμούς. Η οργανική λίπανση επιδρά άμεσα στα φυτά μέσω της προσθήκης στο έδαφος θρεπτικών στοιχείων τα οποία μπορούν αμέσως να αξιοποιήσουν τα φυτά και επηρεάζουν τη γονιμότητα του εδάφους για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Στη μακροπρόθεσμη επίδραση αυτών συμπεριλαμβάνεται α) ο σχηματισμός αργιλλοχουμικών συμπλόκων, δηλαδή συσσωματωμάτων με σταθερή δομή, β) ο εμπλουτισμός του εδάφους με χουμικές ενώσεις και γ) η αύξηση των ζώντων οργανισμών στο έδαφος. Διαδεδομένα στη γεωργική πράξη οργανικά λιπάσματα είναι η κοπριά, τα μείγματα των στάβλων, τα κομπόστ, τα άχυρα, και οι γλωρές λιπάνσεις (Ν.Κ. Σιδηράς, 2004).

1.5 TOMATA

Η τομάτα, αυτοφυής πληθυσμός του Μεξικού και του Περού της Αμερικής, μεταφέρθηκε στην Ευρώπη, από τους Ισπανούς, όταν ανακάλυψαν την Αμερική. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της διαδόθηκε το 1818 ως κηπευτική. Για βιομηχανική πρώτη ύλη, χρησιμοποιήθηκε μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο, αρχικά στα Δωδεκάνησα και Ν. Ελλάδα. Η μεγάλη επέκταση της βιομηχανικής καλλιέργειας της τομάτας, άρχισε μετά το 1960 και ιδιαίτερα μετά το 1975, με τη δημιουργία, σ'ολόκληρη την Ελλάδα σύγχρονων βιομηχανικών μονάδων μεταποίησης της τομάτας για παραγωγή τοματοπολτού, αποφλοιωμένης, χυμού και παραγώγων (Α.Δ. Αγγίδη, 1996).

Η τομάτα (*Solanum Lycopersicum, esculentum*) ανήκει στην οικογένεια (*Solanaceae*). Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου της τομάτας, εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες και κατά δεύτερο λόγο από την ποικιλία. Στις τροπικές χώρες είναι πολυετής και στην Ευρώπη μονοετής καλλιέργεια με διάρκεια 5-7 μήνες. Το ριζικό σύστημα των φυτών προχωρεί σε βάθος και μπορεί να φθάσει με αύξηση 2-3 εκ. την ημέρα στα 60 εκ. στην επιτόπου σπορά. Στη μεταφύτευση το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται πλάγια και όχι σε βάθος. Τα φύλλα είναι σύνθετα και αποτελούνται από 7-9 και πολλές φορές από 11 απλά φύλλα ανάλογα από την ποικιλία, τις κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές πρακτικές. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και η ανθοφορία ανάλογα με την ποικιλία, είναι σε ταξιανθία, απλή, διχαλωτή ή διακλαδισμένη (Α.Δ. Αγγίδη, 1996).

Ο καρπός είναι ράγα χρώματος κόκκινου, ρόδινου ή κίτρινου και έχει 4-10 χώρους. Ο

χρωματισμός των καρπών της τομάτας οφείλεται στις δύο χρωστικές, την καροτίνη (κίτρινο) και στην λικοπίνη (κόκκινο) και επηρεάζεται από τη σχέση των χρωστικών αυτών και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος είναι 18-25 °C. Ευνοϊκές θερμοκρασίες για την τομάτα είναι 18-27 °C, αλλά αντέχει και σε χαμηλότερες και υψηλότερες θερμοκρασίες 12-38 °C (Α.Δ. Αγγίδη, 1996).

Η τομάτα καλλιεργείται σε όλα σχεδόν τα εδάφη, που δεν είναι υγρά και που η φυσική τους σύσταση επηρεάζει ευνοϊκά όλους παράγοντες που είναι απαραίτητοι για την κανονική ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών. Προτιμά εδάφη μέσης σύστασης, ελαφρά, βαθιά γόνιμα και με καλή στράγγιση. Καλύτερες αποδόσεις έχουν τα εδάφη με pH ελαφρά όξινο ή ουδέτερο 5,8-6,7. Όταν το pH του εδάφους βρίσκεται έξω από τα όρια αυτά, ελαττώνεται ανάλογα η παραγωγή και σε πολύ αλκαλικά ή όξινα εδάφη, δυσκολεύεται ακόμη και η βλάστηση των φυτών. Η περιεκτικότητα σε χούμο του εδάφους επηρεάζει την παραγωγή και την ποιότητα της καλλιέργειας προς το καλύτερο αποτέλεσμα. Η κοπριά 2-3 τόνων ανά στρέμμα ή τα οργανικά λιπάσματα, επιδρούν θετικά στο καλό αποτέλεσμα της καλλιέργειας.

Η εξασφάλιση της κανονικής υγρασίας στα φυτά της τομάτας είναι σημαντικός παράγοντας και αποτελεί αποφασιστικό παράγοντα στο οικονομικό αποτέλεσμα μιας καλλιέργειας. Το νερό είναι το βασικό στοιχείο όλων των οργάνων του φυτού και των καρπών του. Με το νερό διαλύονται τα ανόργανα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, διοχετεύονται σ' όλα τα πράσινα μέρη του φυτού και με την φωτοσύνθεση μετατρέπονται σε οργανικά θρεπτικά συστατικά, που διά του φλοιού διοχετεύονται σ' όλα τα όργανα του φυτού και δίνουν ζωτικότητα, ανάπτυξη, παραγωγή (Α.Δ. Αγγίδη, 1996).

1.6 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται κατά πόσον υπάρχουν ευεργετικά αποτελέσματα της μαγνητικής επεξεργασίας νερού υψηλής αλατότητας στους παρακάτω παράγοντες:

- Στην αύξηση της παραγωγής
- Στην πρωιμότητα της παραγωγής
- Στην αφομοιοσημότητα των θρεπτικών στοιχείων
- Στη βελτίωση ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού της τομάτας
- Στη βελτίωση του εδάφους

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα άρχισε στις 24/4/2010 σε ένα αγρό έκτασης 350 τετραγωνικών μέτρων, στη Δρακόνα Κολυμβαρίου που βρίσκεται στο νομό Χανίων. Εγκαταστάθηκαν 6 μεταχειρίσεις με 4 επαναλήψεις η κάθε μια σε πλήρως τυχαιοποιημένη διάταξη.

Σπορόφυτα τομάτας φυτεύτηκαν σε 12 σειρές από 24 φυτά στην κάθε μία σειρά. Κομποστοποιημένη κοπριά χοίρων (Εικ. 1) που προερχόταν από την εταιρία της Creta Farm σε μορφή κουφέτου (κόμποστ), καθώς και ανόργανη λίπανση (Εικ. 2) αντίστοιχων μονάδων με το κόμποστ ενσωματώθηκαν στο έδαφος (30 εκατοστά βάθος) στην ακριβή θέση φύτευσης δύο ημέρες πριν από αυτή.



Εικόνα 1: Κόμποστ σε μορφή κουφέτου.



Εικόνα 2: Ανόργανη λίπανση.

Μαγνήτες τοποθετήθηκαν τυχαία στην αρχή (Εικ. 3) ή στη μέση (Εικ. 4) των σωλήνων άρδευσης της κάθε σειράς φύτευσης δημιουργώντας 4 επαναλήψεις για κάθε μια από τις παρακάτω 6 μεταχειρίσεις:

1. Μάρτυρας (χωρίς λίπανση) και πότισμα με νερό που είχε υποστεί Μαγνητικό πεδίο (MM)
2. Μάρτυρας (χωρίς λίπανση) και πότισμα με νερό χωρίς Μαγνητικό πεδίο (MX)
3. Ανόργανη λίπανση και πότισμα με νερό που είχε υποστεί Μαγνητικό πεδίο (AM)
4. Ανόργανη λίπανση και πότισμα με νερό χωρίς Μαγνητικό πεδίο (AX)
5. Κόμποστ και πότισμα με νερό που είχε υποστεί Μαγνητικό πεδίο (KM)
6. Κόμποστ και πότισμα με νερό χωρίς Μαγνητικό πεδίο (KX)



Εικόνα 3: Μαγνήτης τοποθετημένος στην αρχή του σωλήνα άρδευσης .



Εικόνα 4: Μαγνήτης τοποθετημένος στη μέση του σωλήνα άρδευσης .

Πριν την εγκατάσταση του πειράματος έγιναν πλήρεις αναλύσεις στο νερό άρδευσης (Πιν. 3), στο έδαφος (Πιν. 4) και στην κομπόστα (Πιν. 2) που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα. Στα μέσα και στο τέλος της καλλιέργειας έγιναν πλήρεις αναλύσεις εδάφους και φυτικών ιστών. Η διενέργεια όλων των αναλύσεων έγινε στο εργαστήριο εδαφολογίας και φυλλοδιαγνωστικής του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα αναλύσεων για το κόμποστ.

ΚΟΜΠΟΣΤ			
Περ. 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	«
Φυσικοχημικές ιδιότητες			
pH 1:5 H2O		8	
E.C.		9,6 mS/cm	
Οργανική ουσία		40,20%	
C/N		10,60%	

Πίνακας 3: Αποτελέσματα αναλύσεων του νερού.

ΝΕΡΟ			
Ph	7,2	SO4	500 mg/L
E.C.	1500 μS/cm	HCO3	366 mg/L
Ca	247 mg/L	NO3	17,9 mg/L
Mg	45 mg/L	Cu	0,004 mg/L
K	7,82 mg/L	Fe	0 mg/L
SAR	0,98	Zn	0,011 mg/L
B	0,078	P	0,042 mg/L
Cl	134,71 mg/L		

Πίνακας 4: Αποτελέσματα αναλύσεων για το έδαφος πριν την εγκατάσταση του πειράματος.

ΕΔΑΦΟΣ		
Περ. 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)
Φυσικοχημικές Ιδιότητες		
Ph	8	
E.C.	3,39 mS/cm	
Οργανική ουσία	1, 9%	
Ολικό CaCO3	10,50%	
Άμμος	50%	
Ίλος	32%	
Αργίλος	18%	
Χαρακτηρισμός εδάφους	Πηλώδες	

2.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

2.2.1 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΛΑΦΟΥΣ

2.2.1.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Έγιναν τρεις δειγματοληψίες εδάφους, στην αρχή, στο μέσο και στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Με τη βοήθεια δειγματολήπτη, από την κάθε επανάληψη του πειράματος, πάρθηκαν τέσσερα υποδείγματα τα οποία αφού ομογενοποιήθηκαν αποτέλεσαν το προς ανάλυση δείγμα. Τα δείγματα πάρθηκαν από την επιφάνεια του εδάφους (30 εκατοστά) πάνω στις γραμμές φύτευσης ανάμεσα από τα φυτά. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ταψί αλουμινίου (Εικ. 6) στο θάλαμο ξήρανσης (Εικ. 5) στους 30 °C, όπου παρέμεινε μέχρι την πλήρη ξήρανση του. Τα αποξηραμένα δείγματα κοσκινίστηκαν για να αφαιρεθούν τα φυτικά υπολείμματα κι οι πέτρες και κορνοτοποιήθηκαν σε μύλο άλεσης (Εικ. 5-6).



Εικόνα 5: Θάλαμος ξήρανσης και μύλος άλεσης εδάφους, κόμποστ και φυτικών ιστών.



Εικόνα 6: Δείγμα εδάφους σε ταψί αλουμινίου μετά την ξήρανση και άλεση του.

2.2.1.2 ΜΕΤΡΗΣΗ pH ΕΛΑΦΟΥΣ

Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 15 γραμμάρια εδάφους και προστέθηκαν 30 ml απιονισμένου νερού, το δείγμα ανακατεύτηκε καλά και αφήθηκε για 15 λεπτά σε ηρεμία, στη συνέχεια ανακατεύτηκε ξανά και μετά από αναμονή 15 ακόμα λεπτών μετρήθηκε το pH στο υπερκείμενο διάλυμα.

2.2.1.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

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

2.2.1.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

Σε φιάλη ανακίνησης των 100 mL αναμίχτηκαν 2,5 gr εδάφους και 50 mL διαλύματος $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1M με pH 7.0. το μείγμα ανακινήθηκε για 1 ώρα 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 ανά ξηρό βάρος εδάφους.

2.2.1.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΘΡΕΠΤΙΚΩΝ Fe^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} , Mn^{++} ΕΔΑΦΟΥΣ

Σε φιάλη ανακίνησης των 50 mL αναμίχτηκαν 10gr εδάφους και 20 mL διαλύματος 0.005M DTPA (Diethylene triamine pentaacetic acid) σε pH 7.3. Το μείγμα ανακινήθηκε για 2 ώρες 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 ανά ξηρό βάρος εδάφους.

2.2.1.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ζυγίστηκαν 50 gr δείγματος σε υάλινα βαζάκια. Προστέθηκαν 100 ml sodium polyphosphate σε pH > 8,5 και το δείγμα αφέθηκε σε ηρεμία όλο το βράδυ. Ακολούθως ανακατεύτηκε στο mixer για 2 λεπτά. Μεταφέρθηκε σε ογκομετρικό 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.

2.2.1.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΟΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΖΕΟΝΤΟΣ ΥΔΑΤΟΣ

Ζυγίστηκαν 20 γραμμάρια εδάφους σε σφαιρική 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.

2.2.1.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΦΟΜΙΩΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ OLSEN

Σε φιάλη ανακίνησης των 250 ml τοποθετήθηκαν 5 g εδάφους και 100 mL διαλύματος NaHCO_3 0.5 M, με 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 απιονισμένο H_2O και 8 ml αντιδραστηρίου B (βλέπε παρακάτω). Στη συνέχεια συμπληρώθηκε η φιάλη με H_2O μμέχρι την χαραγή, ανακινήθηκε με το χέρι και το διάλυμα αφέθηκε σε ηρεμία για τουλάχιστον 10 – 15 min για την ανάπτυξη του κυανού χρώματος (Εικ. 7). Στη συνέχεια έγινε φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός στα 882 nm.



Εικόνα 7: Ανάπτυξη του κυανού χρώματος για τον προσδιορισμό αφομοιώσιμου φωσφόρου.

2.2.1.8.1 ANTIΔΡΑΣΤΗΡΙΟ A:

1. Μολυβδαινικό αμμώνιο [(NH₄)₆ Mo₇O₂₄ 4 H₂O)] Διαλύονται 12 gr σε περίπου 250 ml απιονισμένο νερού.
2. Τρυγικό καλιο-αντιμονύλιο. Διαλύονται 0,2908 gr σε περίπου 100 ml απιονισμένο νερού.
3. Θειικό 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.

2.2.1.8.2 ANTIΔΡΑΣΤΗΡΙΟ B

Σε 200 ml του αντιδραστηρίου A 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.

2.2.1.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ NO₃⁻ ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ

Σε φιάλη ανακίνησης των 100 ml τοποθετήθηκαν 5 gr εδάφους και 50 ml διαλύματος KCl 1 N. Το μείγμα ανακινήθηκε για 1 h σε μηχανικό αναδευτήρα (~ 180 παλμούς ανά λεπτό). Μετά το τέλος της ανακίνησης το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για μερικά λεπτά και κατόπινη διηθήθηκε. Σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml μεταφέρθηκαν 10 ml από το διαυγές διήθημα και εν συνεχεία, προστέθηκε απιονισμένο H₂O μέχρι την χαραγή. Ο προσδιορισμός έγινε φασματοφωτομετρικά στα 210nm και τα 270nm.

2.2.1.10 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΕΛΑΦΟΥΣ

Σε μια κωνική φιάλη των 500 ml ζυγίσθηκαν 0,5-0,6 gr εδάφους. Στη συνέχεια προστέθηκαν 10 ml K₂Cr₂O₇ και 20 ml π.H₂SO₄. Αυτή η διαδικασία έγινε προσεκτικά στην απαγωγό εστία. Στη συνέχεια ανακινήθηκε ελαφρά και αφέθηκε το δείγμα σε ηρεμία για 20-30 λεπτά περίπου. Εν συνεχεία προστέθηκαν 200 ml H₂O και 10 ml πυκνό H₃PO₄. Αφού προστέθηκαν περίπου 2 ml DPA (δείκτη διφενυλαμίνης) τιτλοδοτήθηκε το δείγμα με 0.5 N FeSO₄ μέχρι την αλλαγή του χρώματος σε πράσινο.

2.2.1.11 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ CaCO_3 ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

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 .

2.2.2 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ

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 με χρωματομετρικό kit.
- Μέτρηση NO_3 μέσω φασματοφωτόμετρου.

2.2.3 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

2.2.3.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Έγιναν δύο δειγματοληψίες φυτικών ιστών, μία στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου και μία μετά το τέλος της. Από όλα τα φυτά του πειράματος αφαιρέθηκε το τέταρτο σύνθετο φύλλο από την κορυφή, από τις 4 επαναλήψεις για τη κάθε μια από τις 6 επεμβάσεις. Μετά την άφιξη του δείγματος στο εργαστήριο έγινε καθαρισμός των φύλλων 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.

2.2.3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΚΑΤΑ KJELDAHL

Ζυγίσθηκαν 0,250 με 0,260 γραμμάρια ξηρού φυτικού ιστού σε υάλινο σωλήνα πέψης. Προστέθηκαν 10 ml πυκνού θεικού οξέος 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 θεικό οξύ και καταλύτη. Τα αμμωνιακά ιόντα κατόπιν δεσμεύονται σαν $(\text{NH}_4)_3\text{BO}_3$ και η συγκέντρωσή τους προσδιορίζεται με τιτλοδότηση έως pH 4,3.

2.2.3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΜΕ ΞΗΡΗ ΚΑΥΣΗ

Ζυγίστηκαν 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' στους 80°C σε απαγωγό εστία. Ακολούθως το δείγμα διηθήθηκε 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

2.2.4 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤ

2.2.4.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

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.

2.2.4.2 ΜΕΤΡΗΣΗ pH

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

2.2.4.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ

Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίστηκαν 100 γραμμάρια compost και προστέθηκε απιονισμένο νερό μέχρι τη δημιουργία πάστας 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 υπερκείμενο.

2.2.4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ OLSEN

Σε φιάλη ανακίνησης των 250 mL τοποθετήθηκαν 5 gr compost και 100 mL διαλύματος NaHCO₃ 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 (Εικ. 8). Εν συνεχεία, προστέθηκε λίγο απιονισμένο H_2O και 8 ml αντιδραστηρίου Β. 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 (Εικ. 8). Στη συνέχεια έγινε φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός στα 882 nm.



Εικόνα 8: Φιάλες ανακίνησης (μπουκαλάκια με το σκούρο υγρό) και ογκομετρικές φιάλες με δείγμα κυανού χρώματος για τον προσδιορισμό αφομοιώσιμου φωσφόρου.

2.2.4.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤ

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 διφενυλαμίνης) τιτλοδοτήθηκε το δείγμα με 0.5 N $FeSO_4$ μέχρι την αλλαγή του χρώματος σε πράσινο.

2.2.4.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ Fe, Mn, B, Zn, Cu, P, K, Ca, Mg ΜΕ ΞΗΡΗ ΚΑΥΣΗ

Ζυγίσθηκαν 0.200-1,200 gr ξηραμένου και λειοτριβημένου δείγματος σε κάψα πορσελάνης η οποία τοποθετήθηκε σε φούρνο στους $400^\circ C$ 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.

2.2.4.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΤΑ 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. Προστέθηκε 2ml H₂O₂ τοποθετήθηκε στη συσκευή καύσης και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με αυτή των φυτικών ιστών.

2.2.4.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

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

2.2.5 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ

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

2.2.5.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΣΤΗΝ ΠΙΕΣΗ

Σε δύο αντιδιαμετρικά σημεία του καρπού αφαιρέθηκε η επιδερμίδα και με την βοήθεια ενός πενετρομέτρου (Bishop FT model 011) (Εικ. 9) μετρήθηκε η αντίσταση της σάρκας του καρπού στην πίεση.



Εικόνα 9: Πενεντόμετρο (Bishop FT model 011).



Εικόνα 10: Διαθλασίμετρο (Palette-Atago PR100).

2.2.5.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ, pH ΚΑΙ TSS ΧΥΜΟΥ

Οι καρποί πλήρους ωριμότητας λιοτριβήθηκαν και ο ομοιογενής πολτός φυγοκεντρίστηκε 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 PR100) (Εικ. 10).

2.2.6 ΣΥΓΚΟΜΙΔΕΣ ΚΑΡΠΩΝ

Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος (Ιούνιο με Δεκέμβριο του 2008) έγιναν 35 συγκομιδές καρπών. Η πρώτη συγκομιδή έγινε στις 9 Ιουλίου, περίπου δύο μήνες από την εγκατάσταση του πειράματος και συνεχίστηκαν μέχρι τα μέσα Νοεμβρίου. Η συγκομιδή γινόταν κάθε 5 ημέρες περίπου, ανάλογα την ωρίμανση των καρπών, από κάθε επανάληψη του πειράματος το πρώτο και το τελευταίο φυτό δεν συμπεριλήφθηκε στην μέτρηση, για να ελαχιστοποιηθεί το side background effect του πειράματος. Οι συγκομισθέντες καρποί, αφού ζυγίζονταν, μετρούνταν και τοποθετούνταν σε τελάρα και διατίθεντο προς πώληση.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Όσον αφορά τις ιδιότητες του εδάφους μετά το πέρας της συγκομιδής, η χρήση του μαγνητικά επεξεργασμένου νερού άρδευσης μείωσε το pH του εδάφους, αλλά αύξησε την ηλεκτρική αγωγιμότητα και το διαθέσιμο φωσφόρο (Πιν. 5).

Πίνακας 5: Αποτελέσματα αναλύσεων για το έδαφος μετά την εγκατάσταση του πειράματος για κάθε μεταχείριση.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΟΙΧΕΙΩΝ (mg/Kg)									
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	pH	E.C	O.O	K	P	Fe	Zn	Mn	B
MM	7.68b	2.9a	2.02a	141.7a	25.3ab	155.0ab	16.9ab	95.9a	0.63a
MX	7.80c	2.8a	2.17ab	133.3a	23.1a	194.4abc	20.0abc	95.9a	0.71ab
AM	7.70b	3.0a	3.04d	171.2b	32.6c	231.0c	21.9c	105.2b	0.76ab
AX	7.84c	3.2a	2.38b	170.0b	26.0ab	152.2bc	21.2bc	97.7ab	0.91cd
KM	7.42a	3.5a	3.17d	145.2a	27.6c	137.2abc	18.5abc	120.2b	1.10d
KX	7.49a	3.6a	2.74c	128.5a	27.8c	163.2a	16.4a	98.7ab	0.87bc

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά $P \leq 0,05$ κατά Duncan's MRT.

3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ

3.2.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ

Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο συνολικό βάρος καρπών μεταξύ των μεταχειρίσεων που αρδεύονταν με μαγνητισμένο νερό ειδικά στην πρώιμη παραγωγή. Οι μέσοι όροι του βάρους των καρπών επί συνόλου 35 συγκομιδών από τις 6 διαφορετικές μεταχειρίσεις και αναλυτικότερα για την πρώιμη, μέση και όψιμη παραγωγή βρίσκονται στο παρακάτω πίνακα (Πιν. 6).

Πίνακας 6: Συνολική απόδοση των φυτών ανά μεταχείριση κατά την πρώιμη, μέση και όψιμη παραγωγή.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΡΩΙΜΗ	ΜΕΣΗ	ΌΨΙΜΗ
MM	23.590 b	5.522b	14.027b	6.400a
MX	19.736 a	4.137a	11.335a	6.237a
AM	23.900 b	7.081cd	13.048ab	7.052a
AX	22.617 ab	6.002bc	11.898ab	6.088a
KM	24.576 a	6.820cd	12.315ab	7.898a
KX	24.622 a	7.1705d	12.191ab	7.723a

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά $P \leq 0,05$ κατά Duncan's MRT.

Στις επεμβάσεις που αρδεύονταν με μαγνητισμένο νερό παρατηρήθηκε μια πρωιμότητα στην ωρίμαση των καρπών, οι παρακάτω εικόνες από την επέμβαση (AM) (Εικ.11) και (AX) (Εικ. 12) έχουν τραβηχτεί την ίδια ημέρα και είναι αντιπροσωπευτικές του συνόλου των φυτών.



Εικόνα 11: Φυτό τομάτας από την μεταχείριση ανόργανη λίπανση με μαγνητισμένο νερό.



Εικόνα 12: Φυτό τομάτας από την μεταχείριση ανόργανη λίπανση χωρίς μαγνητισμένο νερό.

Στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 13) βλέπουμε τη σειρά της επέμβασης του μάρτυρα (MX), είναι φανερό το μικρότερο μέγεθος των φυτών σε σχέση με αυτά των άλλων σειρών

γύρω του, επίσης διακρίνονται πολλοί πράσινοι καρποί ενώ στις πίσω σειρές είναι ελάχιστοι γιατί οι περισσότεροι έχουν κοπεί αφού έφτασαν στο στάδιο συγκομιδής πολύ νωρίτερα.



Εικόνα 13: Φυτά τομάτας από την μεταχείριση μάρτυρας χωρίς μαγνητισμένο νερό (πρώτη σειρά) σε σύγκριση με τα φυτά από επεμβάσεις με μαγνητισμένο νερό (δεύτερη σειρά).

Δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ μέσου βάρους των καρπών στις μεταχειρίσεις (Γραφ.1) αλλά υπήρξαν σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Πιθανότατα αυτό συνέβη λόγω της υψηλότερης απορρόφησης του φωσφόρου όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Γράφημα 1: Μέσοι όροι του αριθμού των καρπών που παρήγαγε κάθε φυτό ανά μεταχείριση.



3.2.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΠΩΝ

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά φαίνεται να επηρεάζονται από την μαγνητική επεξεργασία του νερού. Υπήρξαν σημαντικές διαφορές στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του χυμού. Επίσης, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στα ολικά διαλυτά στερεά μεταξύ των μεταχειρίσεων που είχε ενσωματωθεί κομπόστα. Η οξύτητα διέφερε στατιστικά μόνο στη μεταχείριση του μάρτυρα. Όπως ήταν αναμενόμενο όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ήταν αυξημένα στις μεταχειρίσεις που είχαν προστεθεί θρεπτικά στοιχεία είτε σε οργανική είτε σε ανόργανη μορφή (Πιν. 7).

Πίνακας 7: Ποιοτικά χαρακτηριστικά χυμού τομάτας από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

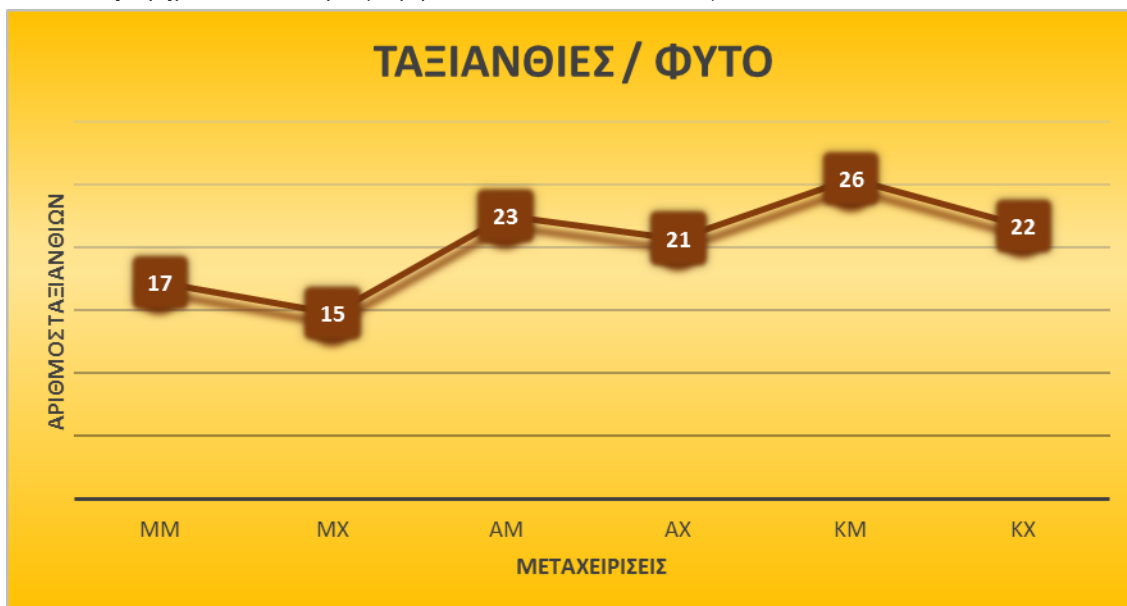
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	pH	E.C	BRIX	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΤΙΤΛΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗ ΟΞΥΤΗΤΑ
MM	4.13a	5.48b	4.72abc	1.25a	0.61a
MX	4.16a	4.89a	4.85bc	1.32ab	0.71b
AM	4.23a	5.45b	4.70bc	1.47b	0.72b
AX	4.17a	5.03a	4.47ab	1.37ab	0.68ab
KM	4.11a	5.53b	5.25c	1.35ab	0.85c
KX	4.26a	4.75a	4.20a	1.18a	0.79bc

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά $P \leq 0,05$ κατά Duncan's MRT.

3.3 ΤΑΞΙΑΝΘΙΕΣ

Μετά το σχηματισμό των πρώτων ταξιανθιών μετρήθηκε ο αριθμός τους σε όλα τα φυτά των επεμβάσεων (Γραφ. 2), υπήρχε πρωιμότητα ανθοφορίας στις μεταχειρίσεις που είχαμε επίδραση μαγνητικού πεδίου με στατιστικά αποδεκτή διαφορά στις επεμβάσεις με μαγνητισμένο νερό με ή χωρίς λίπανση, επίσης παρατηρήθηκε πρωιμότερη καρπόδεση στα φυτά που αρδεύονταν με μαγνητισμένο νερό. Χαρακτηριστικές είναι οι φωτογραφίες με την επέμβαση (MM) (Εικ. 14) που έχουν δέσει όλοι οι ανθοί ενώ στην επέμβαση (MX) (Εικ. 15) έδεσαν μόνο οι μισοί από την ταξιανθία. Οι φωτογραφίες έχουν τραβηχτεί την ίδια ημέρα και είναι αντιπροσωπευτικές των φυτών των επεμβάσεων.

Γράφημα 2: Μέσοι όροι μετρήσεων των ταξιανθιών ανά φυτό.



Εικόνα 14: Φυτό τομάτας από την μεταχείριση μάρτυρας με μαγνητισμένο νερό.



Εικόνα 15: Φυτό τομάτας από την μεταχείριση μάρτυρας χωρίς μαγνητισμένο νερό.

3.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

3.4.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΙΩΝ

Από τις αναλύσεις στα φύλλα των φυτών παρατηρούμε αυξημένη συγκέντρωση στοιχείων στα φυτά που αρδεύονταν με μαγνητισμένο νερό. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει ότι τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στοιχείων είχαν τα φυτά μόνο με μαγνητισμένο νερό χωρίς λίπανση, εκτός από το κάλιο στην ΑΜ και το Μαγνήσιο στη ΚΜ. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 8) με το κίτρινο χρώμα αντιστοιχούν οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις για το κάθε ένα στοιχείο.

Πίνακας 8: Αποτελέσματα από την ανάλυση φύλλων.

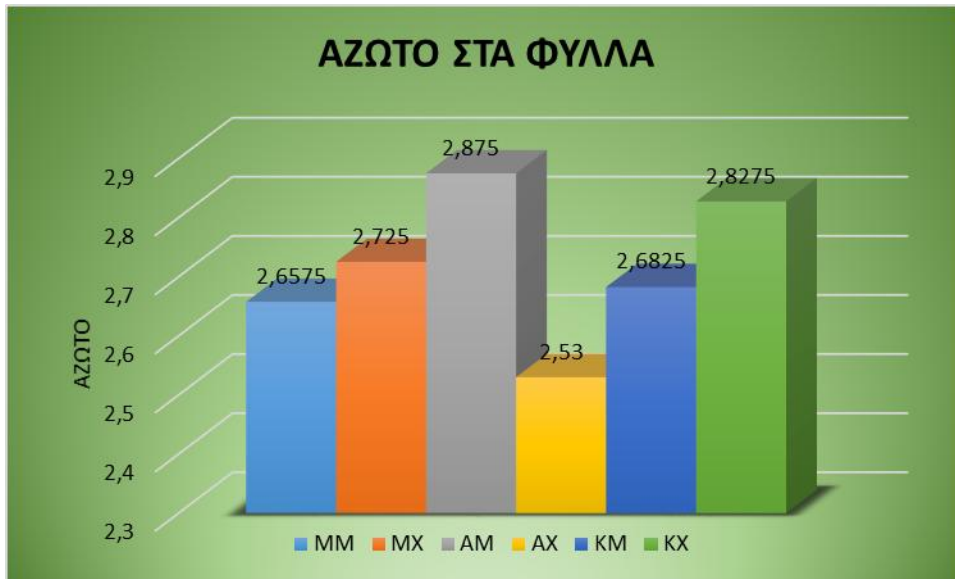
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ σε mg/kg (ICP-OES)						
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ						
ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΜ	ΜΧ	ΑΜ	ΑΧ	ΚΜ	ΚΧ
Na	1960a	1835a	1690a	1288,8a	1755a	1555a
Ca	35450a	37500a	31500a	25277a	34575a	30700a
B	52,575a	51,45a	48,8b	49,95a	46,425a	47,05a
Cu	13,3bc	13,9a	11,04c	9,79525b	11,71c	9,5075c
Fe	123,75a	145a	133,25a	85,275a	115,975a	107,1a
Mn	74,45b	81,975b	65,15b	70,75b	82,525b	60,3b
Zn	23,275a	22,55a	20,925a	21,95a	22,95a	17,075a
P	3157,5a	3117,5a	3155a	2867,5a	2722,5a	2822,5a
K	12050 a	11675a	13500a	9914,98a	13300a	12790a
Mg	7600a	7595a	7147,5a	5320,25a	7027,5a	7190a

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά $P \leq 0,05$ κατά Duncan's MRT.

3.4.2 ΑΖΩΤΟ

Η συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα των φυτών (Γραφ. 3) όπως ήταν αναμενόμενο ήταν αυξημένη ιδιαίτερα στις επεμβάσεις που είχαν εμπλουτιστεί με ανόργανη ή οργανική λίπανση.

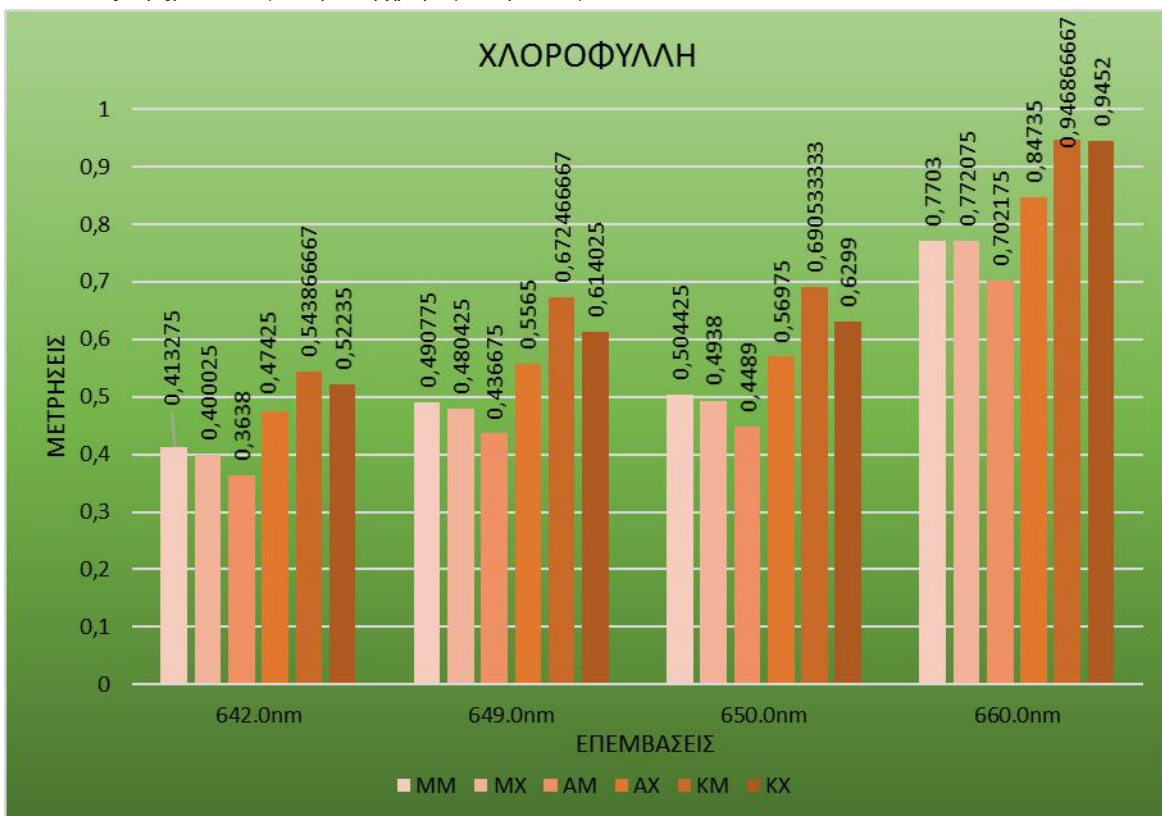
Γράφημα 3: Συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα.



3.4.3 ΧΛΟΡΟΦΥΛΛΗ

Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση χροροφύλλης στα φύλλα (Γραφ. 4) είχαν τα φυτά που αρδεύονταν με μαγνητισμένο νερό και είχαν εμπλουτιστεί με οργανική λίπανση (KM).

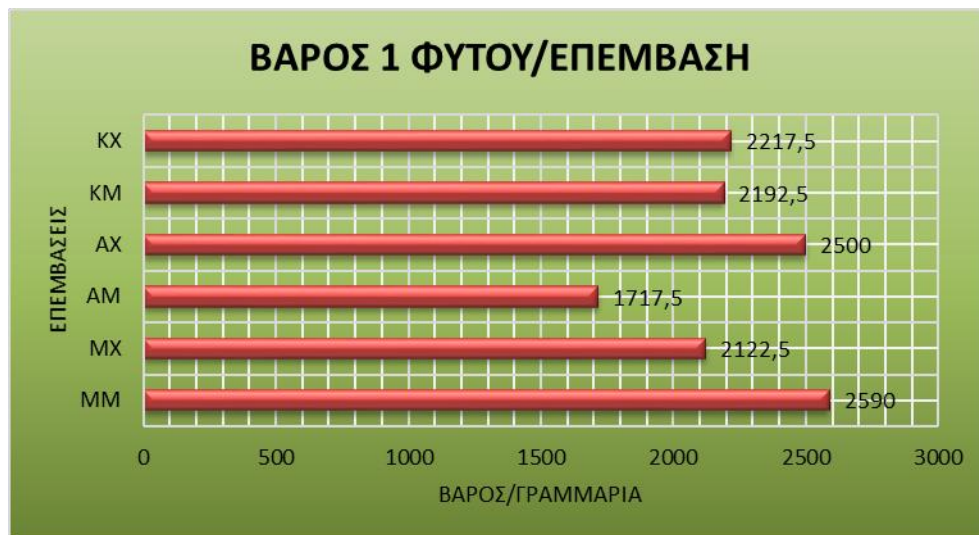
Γράφημα 4: Συγκέντρωση χροροφύλλης στα φύλλα.



3.5 ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΟΥ

Μετά το τέλος της παραγωγικής περιόδου όλα τα φυτά απομακρύνθηκαν από το χωράφι και ζυγίστηκαν, παρακάτω φαίνονται οι μέσοι όροι του βάρους των φυτών ανά επέμβαση (Γραφ. 5). Μεγαλύτερο βάρος είχαν τα φυτά που αρδεύονταν με μαγνητισμένο νερό χωρίς λίπανση (MM).

Γράφημα 5: Μέσοι όροι βάρους ολόκληρου του φυτού ανά επέμβαση.



Τα φυτά της (AM) έχουν μικρότερο βάρος. Η επέμβαση του (MX) είχε το μικρότερο βάρος φυτών γιατί φυσιολογικά πάντα είχε τα μικρότερα φυτά σε μέγεθος, στις παρακάτω εικόνες είναι ένα φυτό από την επέμβαση (MM) (Εικ. 16) και ένα φυτό από τη (MX) (Εικ. 17). Οι φωτογραφίες έχουν τραβηχτεί την ίδια ημέρα και το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό.



Εικόνα 16: Φυτό τομάτας από την μεταχείριση μάρτυρας με μαγνητισμένο νερό.



Εικόνα 17: Φυτό τομάτας από την μεταχείριση μάρτυρας χωρίς μαγνητισμένο νερό.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διαπιστωθεί εάν το μαγνητισμένο νερό έχει θετική επίδραση στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας και να διερευνηθεί τυχόν θετική επίδραση του συνδυασμένο με ανόργανες και οργανικές λιπάνσεις.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι η εφαρμογή του μαγνητισμένου νερού είτε μόνο του είτε συνδυασμένο με ανόργανη και οργανική λίπανση, βελτίωσε τις φυσιολογικές ιδιότητες του εδάφους (οργανική ουσία, ηλεκτρική αγωγιμότητα, pH). Η συνολική παραγωγή καρπών ανά φυτό ήταν αυξημένη σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ οι μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών στους καρπούς έδειξαν αύξηση στα ολικά διαλυτά στερεά και στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του χυμού όπως επίσης και στην αντίσταση της σάρκας στην πίεση στις μεταχειρίσεις με μαγνητισμένο νερό.

Είναι προφανές ότι χρειάζεται να ερευνηθεί η δράση των συγκεκριμένων προϊόντων (μαγνήτες) σε διάφορους τύπους εδαφών και καλλιεργειών για περισσότερες από μια καλλιεργητικές περιόδους καθώς επίσης και σε διαφορετικές καλλιέργειες φυτών.

4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΟΛΟΚΥΘΙΑΣ

Παράλληλα με την καλλιέργεια του πειράματος τοποθετήθηκαν μαγνήτες στο

αρδευτικό δίκτυο καλλιέργειας κολοκυθιάς (Εικ. 17). Στην πρώτη μεταχείριση δεν έγινε εφαρμογή μαγνητικού πεδίου (μάρτυρας) στις υπόλοιπες τρεις έγινε εφαρμογή με ένα μαγνήτη στο νερό άρδευσης επί της γραμμής φύτευσης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στις μεταχειρίσεις με μαγνητικό πεδίο υπήρχε μια πρωιμότητα στην συγκομιδή περί των 12 ημερών σε σχέση με τον μάρτυρα. Η συγκομιδή συνεχίστηκε μέχρι τα μέσα Ιουνίου και γινόταν κάθε 2 ημέρες στη μεταχείριση μαγνητικού πεδίου, ενώ στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα κάθε 4-5. Επίσης το βάρος των κολοκυθιών ήταν στατιστικά αυξημένο στις ίδιες μεταχειρίσεις κατά 10%.



Εικόνα 17: Καλλιέργεια κολοκυθιού όπου η πρώτη σειρά από αριστερά είναι ο μάρτυρας χωρίς μαγνητισμένο νερό, στις σειρές 2-4 έχει τοποθετηθεί μαγνήτης στην αρχή του δικτύου. Η διαφορά στο μέγεθος των φυτών είναι εμφανής.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν δύο αναλύσεις φύλλων ανά μεταχείριση. Η πρώτη ένα μήνα και η δεύτερη δύο μήνες μετά τη φύτευση. Τα στοιχεία που αναλύθηκαν ήταν: ολικό N, K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B. Στις αναλύσεις αυτές παρατηρήθηκε στατιστικά αποδεκτή διαφορά στις συγκεντρώσεις των παραπάνω στοιχείων και μάλιστα ήταν μειωμένη στη μεταχείριση με μαγνητικό πεδίο. Συνολικά η παραγωγή στις μεταχειρίσεις με μαγνήτη ήταν αυξημένη σε σχέση με αυτή του μάρτυρα.

Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα και εφαρμογή αντιστοίχων πειραμάτων σε άλλες καλλιέργειες για να μπορέσουμε να εξηγήσουμε με ποιόν ακριβώς τρόπο δρουν τα μαγνητικά πεδία στο αρδευτικό δίκτυο καλλιεργειών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- N. K. Σιδηράς, 2004. Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. Εκδόσεις Δηω. 17-18, 69-79.
- A. Δ. Αγγίδη, 1996. Τομάτα υπαίθρια. Επιτραπέζια- Βιομηχανική, Καλλιέργεια-Αξιοποίηση. Εκδόσεις Ζήτη. 13-29, 121.
- I. N. Θέριος, 2005. Ανόργανη θρέψη & λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνη. 77-78, 188-189.
- Φ. Τσαπικούνης, 1997. Θρέψη-Λίπανση των φυτών. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. 20-51.
- Γ. Α. Τερζίδη – Ζ. Γ. Παπαζαφειρίου, 1997. Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις Ζήτη. 18-22.
- Mediterranean Agronomic Institute of Chania, 2005. Μέθοδοι ανάλυσης δειγμάτων εδάφους, φυτικών ιστών, νερού και δειγμάτων compost. Σημειώσεις εργαστηρίου Εδαφολογίας και Φυλλοδιαγνωστικής. 2-31.
- Eduard Fu, 2012. The effects of magnetic fields on plant growth and health. University High School, Irvine, CA, USA. 29-Jun-2012. [Online] available from: <<http://www.ysjournal.com/article.asp?issn=0974-6102;year=2012;volume=5;issue=11;spage=38;epage=42;aulast=Fu>> [accessed May 2014].
- Kameel Fayad, 2001. Water equipment and technology exhibion. Khartoum, 29-Oct-2001. [Online] available from: <<http://www.magneticcast.com/agriculture/plant.html>> [accessed May 2014].
- Faten Chawi, Jammel M. Al-Khayri, 2009. The effect of magnetic resonance imaging on date palp (Phoenix dactylifera L.) elemental composition. 13 January 2009. [Online] available from: <http://agrobiol.sggw.waw.pl/~cbcs/articles/CBCS_4_1_4.pdf> [accessed May 2014].
- Mahmoud Hozayn, A.M.S.A. Quados, 2010. Irrigation with magnetized water enhances growth, chemical constituent and yield of chickpea (Cicer arietinum L.). [Online] available from: <<http://scihub.org/ABJNA/PDF/2010/4/1-4-671-676.pdf>> [accessed May 2014].

Lucian Blaga, Al. I. Cuza, 2006. Plant growth under static magnetic field influence. 26 September 2006. [Online] available from: <http://www.nipne.ro/rjp/2008_53_1-2/0353_0360.pdf> [accessed May 2014].

F. Soltani, A. Kashi, 2006. Effect of Magnetic Field on *Ocimum basilicum* Seed Germination and Seedling Growth. [Online] available from: <<http://dc360.4shared.com/doc/OCfXOte4/preview.html>> [accessed May 2014].

Walled A. Jabail, Riyadh C.A. Hail, 2013. Effect of magnetic field on seed germination of *Triticum aestivum*. 27 May 2013. [Online] available from: <<http://www.wsrjournals.org/download.php?id=937197958291409988.pdf&type=application/pdf&op=1>> [accessed May 2014].