

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ

ΘΕΜΑ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΕ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΜΑΤΑΣ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ: ΣΑΡΙΔΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Δρ. ΤΖΩΡΤΖΑΚΗΣ ΝΙΚΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Έπειτα από την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να πω ένα θερμό ευχαριστώ στον καθηγητή μου Δρ. Νίκο Τζωρτζάκη, εργαστήριο 'Καλλιέργειες Εκτός Εδάφους' στο ΤΕΙ Κρήτης κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής μου εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές, Μανιό Θρασύβουλο και Γιάννη Σαμπαθιανάκη καθώς και τους συνεργάτες/συναδέλφους που εργαζόντουσαν στο εργαστήριο 'Καλλιέργειες Εκτός Εδάφους', Δασκαλάκη Γιώργο, Μπαλτζάκη Γιάννη και Πιλατάκη Γιώργο και τους συμφοιτητές μου Παπαμηχαλάκη Μαρία και Νταγιαντά Ελένη για την πολύτιμη βοήθεια και συνεργασία που μου προσέφεραν. Τέλος την οικογένεια μου που με στήριξε όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	8
 ΜΕΡΟΣ Α	
1. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	9
1.1 Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων	9
1.2 Παραγωγή κόμποστ ΔΕ.ΔΙ.ΣΑ ΧΑΝΙΩΝ	10
1.3 Κόμποστ από αστικά στερεά απόβλητα	11
1.3.1 Το πρόβλημα των απορριμμάτων και η σημασία της κομποστοποίησης	11
1.3.2 Το συνολικό σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων και η σημασία της κομποστοποίησης σ' αυτό	14
1.3.3 Τρόποι διάθεσης του κόμποστ από Απαραίτητα Ποιοτικά Χαρακτηριστικά (Α.Σ.Α)	15
1.3.4 Επεξηγήσεις σχετικές με τη χρήση του κόμποστ στη γεωργία/δασοκομία	19
1.3.5 Παρασκευή υποστρωμάτων για καλλωπιστικά φυτά	22
1.4 Μελέτες αξιολόγησης/αξιοποίησης του κόμποστ από ΔΕΔΙΣΑ	22
 2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ	25
2.1 Εισαγωγή	25
2.2 Καταγωγή-Ιστορικό	25
2.3 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας	25
2.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά	26
2.5 Πολλαπλασιασμός	29
2.6 Έδαφος	29
2.7 Λίπανση	29
2.8 Εποχή φύτευσης	30
2.9 Αποστάσεις φύτευσης	30
2.10 Συνθήκες και περιποίηση στο θερμοκήπιο	31
2.10.1 Θερμοκρασία	31
2.10.2 Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου	32
2.10.2.1 Θερμοκρασία αέρα	32
2.10.2.2 Θερμοκρασία εδάφους	32
2.10.2.3 Υγρασία αέρα	33
2.11 ΑΡΔΕΥΣΗ	33
2.12 Συγκομιδή-Μετασυλλεκτικές φροντίδες	33
2.13 Φυσιολογικές ανωμαλίες	34
2.14 Εχθροί και ασθένειες	35

2.15	Ποικιλίες-Υβρίδια	36
3	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ	37
3.1	Εισαγωγή	37
3.2	Καταγωγή-Ιστορικό	37
3.3	Συστηματική κατάταξη	38
3.4	Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας	38
3.5	Βοτανικά χαρακτηριστικά	40
3.6	Πολλαπλασιασμός-Εγκατάσταση	43
3.7	Υποστύλωση-κλάδεμα	43
3.8	Εδαφικές απαιτήσεις	44
3.9	Λίπανση	44
3.10	Συγκομιδή-Μετασυλλεκτικές φροντίδες	44
3.11	Εχθροί και ασθένειες	45
3.12	Φυσιολογικές ανωμαλίες	46
3.13	Ποικιλίες	47
	ΜΕΡΟΣ Β	
4.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	49
4.1	Τόπος και χρόνος διεξαγωγής του πειράματος	49
4.2	Προετοιμασία και εγκατάσταση σποροφύτων πιπεριάς και τομάτας	49
4.3	Καλλιεργητικές φροντίδες	60
4.3.1	Πρόγραμμα φυτοπροστασίας	60
4.3.2	Πρόγραμμα λίπανσης	64
4.4	Μετρήσεις και προσδιορισμοί	65
4.4.1	Μετρήσεις του αριθμού των φύλλων	65
4.4.2	Μετρήσεις του ύψους του φυτού	65
4.4.3	Μετρήσεις πάχους στελέχους φυτού	66
4.4.4	Μετρήσεις του αριθμού των σχηματισθέντων ανθέων και καρπών	67
4.4.5	Μέτρηση φθορισμού των φύλλων	67
4.4.6	Μέτρηση φωτοσυνθετικής ικανότητας (Pn), στοματικής αγωγιμότητας (gs) και της εσωτερικής συγκέντρωσης του CO ₂	68
4.4.7	Τελικές μετρήσεις	69
4.4.8	Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	69
4.5	Αποτελέσματα	71
4.5.1	Επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη καλλιέργειας πιπεριάς	71
4.5.2	Επίδραση στην παράγωγη καλλιέργειας πιπεριάς	78
4.5.3	Επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη καλλιέργειας τομάτας	79
4.5.4	Επίδραση στην παράγωγη καλλιέργειας τομάτας	86
4.6	Συζήτηση – Συμπεράσματα	87

5	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91
	ΜΕΡΟΣ Γ	
6	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	94
6.1	Δημοσιεύσεις	94

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια ο πληθυσμός της γης αυξάνεται ραγδαία προκαλώντας μεγάλα προβλήματα στους διάφορους οργανισμούς που ζουν σ' αυτή, αφού όσο αυξάνεται ο πληθυσμός τόσο θα αυξάνεται και η ανάγκη για παραγωγή επαρκών και κυρίως ασφαλών τροφίμων. Για το λόγο αυτό για να μπορέσει ο άνθρωπος να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες κρίθηκε αναγκαίο η παραγωγή περισσότερων τροφίμων, με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος. Η επεξεργασία στερεών αποβλήτων (γνωστή και ως κομποστοποίηση) είναι πολύ σημαντική για την αντικατάσταση ως προς ένα βαθμό του εδάφους που χρησιμοποιείται για καλλιέργειες φυτικών ειδών αφού έχει δώσει θετικά αποτελέσματα με μικρό κόστος.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των επιπτώσεων της χρήσης αστικών στερεών αποβλήτων (κόμποστ), σε συνδυασμό με ή όχι την χρήση λίπανσης σε καλλιέργεια πιπεριάς και τομάτας σε γλάστρες. Νεαρά φυτά πιπεριάς (ποικιλίας Oregon) και φυτά τομάτας (υβρίδιο '1414') αναπτύχθηκαν σε 10 πειραματικές επεμβάσεις ως προς τις αναλογίες κόμποστ και χρήσης νερού με λίπανση. Συγκεκριμένα για την παρασκευή των υποστρωμάτων χρησιμοποιήθηκε χώμα, άμμος και κόμποστ (0-5-10-20-40% από ΔΕΔΙΣΑ Χανίων), τα οποία ποτίζονταν τα μισά με νερό και τα άλλα μισά με νερό και λίπανση.

Η χρήση κόμποστ με νερό επέδρασε θετικά στην αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας πιπεριάς, όταν χρησιμοποιήθηκε αναλογία κόμποστ 20% μεταχείριση E-K (80-20) στο ύψος φυτού, στον αριθμό φύλλων, ανθέων και καρπών και στο πάχος του στελέχους. Ενώ όταν έγινε λίπανση το υπόστρωμα με 10% κόμποστ είχε αύξηση στο ύψος φυτού, στον αριθμό φύλλων, στο πάχος στελέχους ενώ αυξημένες τιμές στον αριθμό ανθέων και καρπών βρέθηκαν στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε 5% κόμποστ. Το νωπό βάρος αυξήθηκε και η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία μειώθηκε στα φυτά πιπεριάς, με τη χρήση του αρδευτικού νερού και νερού με λίπανση με κόμποστ > 10%. Δεν σημειώθηκαν ουσιαστικές αλλαγές στην παραγωγή φυτών πιπεριάς (g/φυτό) όταν χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές αναλογίες κόμποστ με την χρήση νερού ενώ με την χρήση νερού με λίπανση παρατηρήθηκε μείωση στην παράγωγη στην μεταχείριση E-K (60-40) + Λ.

Για την τομάτα κατά την χρήση αρδευτικού νερού είχαμε μια μείωση στο ύψος στην μεταχείριση E-K (95-5) ενώ όταν έγινε λίπανση είχαμε αύξηση. Δεν σημειώθηκαν διαφορές στον αριθμό των φύλλων μεταξύ των μεταχειρίσεων. Για το πάχος στελέχους είχαμε αύξηση του πάχους των φυτών σε μεταχειρίσεις με 40% κόμποστ και με νερό και με λίπανση. Όσον αφορά τον αριθμό ανθέων και καρπών η μεταχείριση με 20% κόμποστ με νερό έδωσε θετικά

αποτελέσματα ενώ με την χρήση λίπανσης είχαμε θετικά αποτελέσματα στις μεταχειρίσεις με 10% κόμποστ. Στον φθορισμό είχαμε μια μικρή μείωση στη μεταχείριση με 10% κόμποστ τόσο με νερό όσο και με συνδυασμό λίπανσης. Το νωπό βάρος και η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των φυτών τομάτας παρουσίασε αύξηση και αντίστοιχη μείωση σε μεταχειρίσεις με 10% κόμποστ για νερό και νερό με λίπανση. Στην παραγωγή δεν σημειώθηκαν ουσιαστικές αλλαγές στις μεταχειρίσεις με χρήση αρδευτικού νερού ενώ με την χρήση λίπανσης είχαμε αύξηση παράγωγής στην μεταχείριση με 10% κόμποστ.

Περεταίρω μελέτη είναι απαραίτητη για την πλήρη αξιοποίηση των στερεών αποβλήτων (κόμποστ) ενώ θα μπορούσε να αξιολογηθεί η χρήση κόμποστ και σε φυτώρια, για την παραγωγή σποροφύτων τόσο λαχανικών όσο και ανθοκομικών φυτών.

ABSTRACT

In the past few years the population of earth increases rapidly causing problems in the various organisms, while as long as the population is increased the need for adequate and safe foods increased. The treatment of solid wastes (known as composting) is very important process for the alternative replacement of soil to some extent, for crop culture.

The objective of the present work is the evaluation of impacts of composted solid wastes with or without fertilizer (FE) in pepper and tomato crop. Plants were grown in 10 treatments regarding the compost percentage and usage of FE. Mixtures were prepared by soil, sand and compost (0-5-10-20-40% from DEDISA Ltd., Chania) while half of the plants were irrigated with water and the other half were irrigated with water and FE.

The use of 20% compost into the substrate with water had positive impacts in plant growth (plant height, leaf number, number of flowers and fruits, stem diameter) while FE application revealed similar benefits in 10% compost mixtures. Plant fresh weight biomass increased (and plant dry matter decreased) in plants grown in > 10% compost and irrigated with water while no major differences observed in plant yield. Indeed, combine FE in water, plant yield reduced in 40% compost mixtures.

In case of tomato, plant height reduced in 5% compost when irrigated with water but increased when FE applied. No differences observed in leaf number among treatments. The number of flower and fruits increased in case of 20% and 10% compost into substrate with water irrigation and water+FE respectively. Plant fresh weight biomass increased (and plant dry matter decreased) in plants grown in 10% compost and irrigated with water and/or FE. No major differences observed in plant yield with water irrigation while in substrate of 10% compost plant yield increased with water+FE.

Further and deeper study is required for the complete exploitation of municipal solid waste and FE while a putative use in nurseries is possible and need to be examined for seedlings production.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

1.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Το πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων –όπως και όλων γενικά των αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας και της κατανάλωσης- οξύνεται συνεχώς σε όλες τις περιοχές του πλανήτη, κυρίως στις οικονομικά ανεπτυγμένες. Οι πρακτικές που εφαρμόζονται έως τώρα, ποικίλουν από την ανεξέλεγκτη απόρριψη μέχρι τον συνδυασμό διαφόρων πρακτικών όπως η υγειονομική ταφή, η καύση, η ανακύκλωση κ.α. Η διαπίστωση των σοβαρών επιπτώσεων (περιβαλλοντικών, υγειονομικών, μακροπρόθεσμα και οικονομικών, που προκαλεί η ανεξέλεγκτη απόρριψη, οδηγούν σταδιακά στην εφαρμογή ασφαλών για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία μεθόδων διαχείρισης καθώς επίσης και στην ανάπτυξη σχετικής εμπειρίας και τεχνολογίας/τεχνογνωσίας. Οι τρόποι αυτοί στις πιο ανεπτυγμένες χώρες επιβάλλονται από σχετική νομοθεσία, που γίνεται όλο και πιο αυστηρή, καθώς το πρόβλημα οξύνεται. Η εφαρμογή τους, όμως, συναντά πολλές δυσκολίες (π.χ. αντιδράσεις για την εγκατάσταση Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων/Υπολειμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α./Χ.Υ.Τ.Υ.) ή μονάδων καύσης σε μια περιοχή) - ενώ, παράλληλα, απαιτεί ένα υπέρογκο, συχνά, κόστος δημιουργίας και λειτουργίας των σχετικών δομών και εγκαταστάσεων. Ένα κόστος που, παλιότερα «διαχεόταν» σε ολόκληρη την κοινωνία, και εκφραζόταν με την περιβαλλοντική υποβάθμιση πολλών περιοχών και τα άλλα προβλήματα της ανεξέλεγκτης απόρριψης.

Γενικότερα, είναι παραδεκτό πως βασική παράμετρος της σωστής διαχείρισης του προβλήματος (πέρα από άλλους χειρισμούς), είναι η μείωση της ποσότητας των παραγόμενων στερεών απορριμμάτων και η ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ποσότητας υλικών. Κι αυτό γιατί υπάρχει ανάγκη αφενός μεν εξοικονόμησης χώρου για την ταφή των στερεών απορριμμάτων, αφ' ετέρου δε εξοικονόμησης χρήσιμων υλικών (αλουμίνιο, λοιπά μέταλλα, πλαστικά κ.α.) και ενέργειας. Η πώληση αυτών των υλικών που διαχωρίζονται από το ρεύμα των ανάμεικτων απορριμμάτων μπορεί να μειώσει σε σημαντικό βαθμό το κόστος της διαχείρισης που προαναφέρθηκε. Η κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος των στερεών απορριμμάτων προβάλλει ως αναγκαιότητα, δεδομένου ότι αποτελεί ένα σημαντικό ποσοστό, συχνά 40% ή και παραπάνω, του συνολικού όγκου.

Με τον όρο κομπόστ εννοούμε το σταθεροποιημένο προϊόν της κομποστοποίησης, δηλ. της βιολογικής αποδόμησης οργανικού υλικού σε ελεγχόμενες, αερόβιες συνθήκες (Erstein, 1997). Το κομπόστ έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε χούμο. Ο χούμος είναι ένα ακαθόριστο

μείγμα οργανικών ενώσεων μεγάλου μοριακού βάρους, μαλακό, σπογγώδες και σκούρου χρώματος. Η χρησιμότητα του κομπόστ στη γεωργία, δασοκομία, αποκαταστάσεις τοπίου, ανθοκομία είναι πολύ μεγάλη.

Ο διαχωρισμός των ζυμώσιμων υλικών, μειώνει κατά πολύ τον όγκο των απορριμμάτων που τελικά θα θαφτούν (εφ' όσον η τελική διάθεση είναι η υγειονομική ταφή), ενώ μειώνονται έτσι και οι πιθανότητες για δημιουργία προβλημάτων εξαιτίας της παραγωγής μεθανίου από την αναερόβια ζύμωση των θαμμένων οργανικών υλικών. Τα προβλήματα δεν έχουν μόνο σχέση με πιθανές εκρήξεις στο χώρο ταφής, αλλά αφορούν και το τεράστιο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, δεδομένου ότι το μεθάνιο- που αποτελεί συχνά το μισό του συνολικού όγκου του παραγόμενου βιοαερίου- είναι ένα από τα αέρια που συμβάλλουν σημαντικά στο λεγόμενο «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Επίσης, υπάρχει και η προοπτική εσόδων από την πώληση του κομπόστ που παράγεται, με την προϋπόθεση, βέβαια, να πληρούνται κάποιες προδιαγραφές ποιότητας, όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια.

1.2. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΔΕΔΙΣΑ) ΧΑΝΙΩΝ

Στο Ακρωτήρι του Ν. Χανίων έχει κατασκευαστεί ένα νέο εργοστάσιο μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, ως τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων της περιοχής. Το ιστορικό της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων του Ν. Χανίων εδώ και 20 χρόνια περίπου, αποτελεί μια χαρακτηριστική για την Ελλάδα περίπτωση. Βέβαια, στην περίπτωση των Χανίων, με τις σφοδρές διαμάχες με θέμα την ανεξέλεγκτη απόρριψη των απορριμμάτων στη χαράδρα του Κουρουπητού, η επιβολή τεράστιου προστίμου από την Ε.Ε. υπήρξε ο καταλύτης που οδήγησε, τελικά, στα αποφασιστικά βήματα των τελευταίων χρόνων και, παρά το τεράστιο οικονομικό κόστος και τα διάφορα προβλήματα, στην εφαρμογή συστήματος διαχείρισης που προσεγγίζει τους επιθυμητούς στόχους και είναι, σίγουρα, προχωρημένο σε σχέση όχι μόνο με την υπόλοιπη Κρήτη αλλά και την υπόλοιπη Ελλάδα. Εδώ και 6 χρόνια περίπου λειτουργεί το Εργοστάσιο Μηχανικής Διαλογής & Κομποστοποίησης (Ε.Μ.Α.Κ.) στο Ακρωτήρι Χανίων στην τοποθεσία «Κορακιές». Δίπλα στο εργοστάσιο αυτό βρίσκεται ο Χ.Υ.Τ.Υ. της Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α. Και τα δύο αποτελούν βασικές υποδομές στο όλο σύστημα διαχείρισης, που περιλαμβάνει ανακύκλωση υλικών στην πηγή, συλλογή-μεταφορά σύμμεικτων απορριμμάτων στο Ε.Μ.Α.Κ., ανάκτηση υλικών από τα σύμμεικτα

απορρίμματα κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος και υγειονομική ταφή των υπόλοιπων υλικών.

Τα κυριότερα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του κομπόστ βρεθήκαν να έχουν τις ακόλουθες τιμές, pH:7,7, ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C):6,8 mS/cm, τέφρα:50,6% ξηρού βάρους, οργανική ουσία: 49,4% ξηρού βάρους, άνθρακας (C):27,5% ξηρού βάρους, άζωτο (N):1,9% ξηρού βάρους, σχέση C/N: <15.

1.3. ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΠΟ ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

1.3.1. Το πρόβλημα των απορριμμάτων και η σημασία της κομποστοποίησης

Τις τελευταίες δεκαετίες, στις περιοχές του πλανήτη όπου βρίσκονται οι λεγόμενες καταναλωτικές κοινωνίες, γιγαντώνεται το πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων και των κάθε είδους αποβλήτων. Στην περίπτωση της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων, η παρασκευή κομπόστ από το οργανικό κλάσμα τους εμφανίζεται ως μία αναγκαιότητα για την άμβλυνση του προβλήματος. Με την κομποστοποίηση μπορεί να μειωθεί σημαντικά ο όγκος των απορριμμάτων που απομένει για την υγειονομική ταφή ή την όποια άλλη διαχείριση έχει οριστεί, και παράλληλα, εφ' όσον το προϊόν πωλείται, να καλυφτεί ένα μέρος των εξόδων (υπέρογκων, συνήθως), του συστήματος διαχείρισης. Για τον λόγο αυτό υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον, από το 1950 περίπου και μετά, για συστήματα κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων και έχουν κατασκευαστεί εκατοντάδες εργοστάσια σε διάφορες χώρες. Άλλωστε, υπάρχει ήδη νομοθετική δέσμευση και στην Ελλάδα, για υποχρεωτική κομποστοποίηση όλο και μεγαλύτερου μέρους των οργανικών απορριμμάτων, βάση συγκεκριμένων ποσοστών. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Οδηγία 1999/31 της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 29407/3508 του 2002:

-Το 2010, τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους ταφής πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995. *(Για την Ελλάδα υπολογίζεται ποσότητα 2.688.000 τόνοι, που αντιστοιχεί στο 1997, έτος για το οποίο υπάρχουν στοιχεία της Eurostat).*

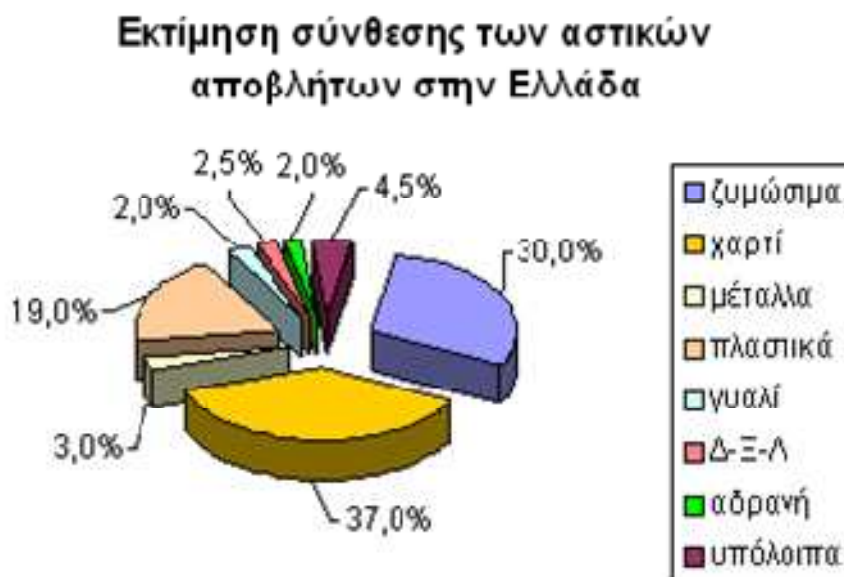
-Το 2013, θα πρέπει να μειωθούν στο 50% αυτής

-Το 2020, θα πρέπει να μειωθούν στο 35% αυτής

Ανάλογα με την προέλευση των αστικών απορριμμάτων η σύστασή τους ποικίλει. Υπάρχουν ωστόσο κάποιες ομοιότητες: Το μεγαλύτερο ποσοστό του όγκου των απορριμμάτων καλύπτουν χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά και μέταλλα που προέρχονται από

συσκευασίες προϊόντων. Το ζυμώσιμο κλάσμα, (χωρίς το χαρτί) που αποτελείται από υπολείμματα τροφών, απορρίμματα από κήπους, κομματάκια ξύλο κ.α., κυμαίνεται από 30-50%.

Η ποσοστιαία κατανομή των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.1, και προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κατανέμεται στο χαρτί (37 %) και ακολουθείται από τα ζυμώσιμα με ποσοστό 30 %.



Διάγραμμα 1.1: Ποσοστιαία κατανομή των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα. Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ.

Να σημειωθεί πως η παραγωγή απορριμμάτων παγκοσμίως αυξάνεται. Παράλληλα, τροποποιείται και η σύνθεσή τους. Το ίδιο συμβαίνει και στην Ελλάδα. Ενώ στις αρχές της δεκαετίας του 1990 είχαμε παραγωγή απορριμμάτων γύρω στα 300 κιλά ανά κάτοικο το χρόνο, στις αρχές του 2000 η ποσότητα αυτή έτεινε στα 400 κιλά (Διάγραμμα 1.2). Το 2007, το ΥΠΕΧΩΔΕ εκτίμησε την ποσότητα στα 440 κιλά ανά κάτοικο. Αυτό οφείλονταν κυρίως στην αύξηση του καταναλωτικού επιπέδου και στην αλλαγή της μορφής και του είδους των προϊόντων που καταναλώνουμε, και πολύ λιγότερο στην αύξηση του πληθυσμού.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Οικολογικής Εταιρείας Ανακύκλωσης (Ιανουάριος, 2007), η ετήσια παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) στην Ελλάδα ξεπέρασε τους 5 εκατ. τόννους. Το γεγονός πως έχουν γίνει λίγες έρευνες ποσοτικής και ποιοτικής σύστασης των στερεών απορριμμάτων στην Ελλάδα, με διαφορετικές μεθόδους σε διάσπαρτες περιοχές δημιουργεί πρόβλημα αξιοπιστίας των στοιχείων, όταν πρέπει να χρησιμοποιηθούν για προγραμματισμό διαχείρισης. Ο Εθνικός σχεδιασμός βασίζεται σε στοιχεία της δεκαετίας

1990 κατά κύριο λόγο, και από τότε, όπως φαίνεται από νεώτερες μελέτες αλλά και από την εμπειρία, έχει αλλάξει και η ποσότητα και η σύσταση. Η αναλογία των βιοαποδομήσιμων (πλην χαρτιού και χαρτονιού) υλικών σταδιακά μειώνεται, γιατί αυξάνονται τα υλικά των συσκευασιών στη συνολική μάζα των Α.Σ.Α.



Διάγραμμα 1.2: Παραγωγή αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα. Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ.

Στην Κρήτη η παραγωγή σκουπιδιών υπολογιζόταν το 2001 τους 229.162 τόννους και το 2005 τους 276.954 (στοιχεία από τη μη τεχνική περίληψη του Περιφερειακού Σχεδίου Κρήτης). Τα στοιχεία αυτά έχουν υπολογιστεί το 2003-2004 με δειγματοληψίες σε διάφορους Χ.Υ.Τ.Α. τριών νομών της Κρήτης (Ρεθύμνου, Ηρακλείου, Λασιθίου). Οι ποσότητες εκτιμήθηκαν με βάση την εξέλιξη του πληθυσμού, τον εποχιακό πληθυσμό (τουρισμός) και με την εκτίμηση για 0,8-1,2 κιλά/ημέρα ανά μόνιμο κάτοικο και 1,2 κιλά/μέρα ανά τουρίστα (Gidarakos et al., 2005). Με βάση τα στοιχεία αυτά, έγινε εκτίμηση για το Ν. Χανίων για το 2006 ποσότητας 67.763 τόννων, ενώ στην πραγματικότητα έφτανε τις 87.000 τόννους, δείχνει πως έχει υποεκτιμηθεί είτε η παραγωγή ανά άτομο είτε ο πληθυσμός. Να σημειωθεί πως ο μόνιμος πληθυσμός (το 2006-2007) εκτιμήθηκε από την Ε.Σ.Υ.Ε. στις 150.193 άτομα. Κατά πάσα πιθανότητα ο πληθυσμός που διαμένει μόνιμα (και παράγει απορρίμματα) είναι μεγαλύτερος κατά αρκετές χιλιάδες άτομα. Κι αυτό γιατί στις απογραφές δεν υπολογίζονται οι στρατιωτικές δυνάμεις, ενώ είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί ο πραγματικός αριθμός των οικονομικών μεταναστών.

Το ποσοστό των ζυμώσιμων, σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα φτάνει το 39,15%. Στο Ν. Χανίων καθημερινά παράγονται 200-300 περίπου τόννοι στερεών απορριμμάτων ανάλογα

με την εποχή. Η συνολική ετήσια ποσότητα που καλύπτει το δίκτυο της ΔΕΔΙΣΑ (και η οποία αντιστοιχεί σε 137.000 περίπου μονίμους κατοίκους –στοιχεία Ε.Σ.Υ.Ε.), έφτασε τους 80.250 τόννους το 2006 (εισερχόμενα σύμμεικτα απορρίμματα- ζυγισμένα στην είσοδο του Ε.Μ.Α.Κ.) και σ' αυτήν πρέπει να προστεθεί και μια μικρότερη ποσότητα 7-8.000 τόννων των δήμων και κοινοτήτων του νομού που έχουν αυτόνομη διαχείριση (7.613 τόννοι συνολικά σύμφωνα με εκτιμήσεις των υπηρεσιών αποκομιδής τους (Βλοντάκης, 2007). Η περιεκτικότητά τους σε ζυμώσιμα υλικά, σύμφωνα με μελέτη του Πολυτεχνείου Κρήτης έφτασε το 40,3 (Διάγραμμα 1.3) ενώ η συνολική ετήσια παραγόμενη ποσότητα εκτιμήθηκε σε 85.590 τόννους (όπως αναφέρθηκε από Βλοντάκης, 2007).



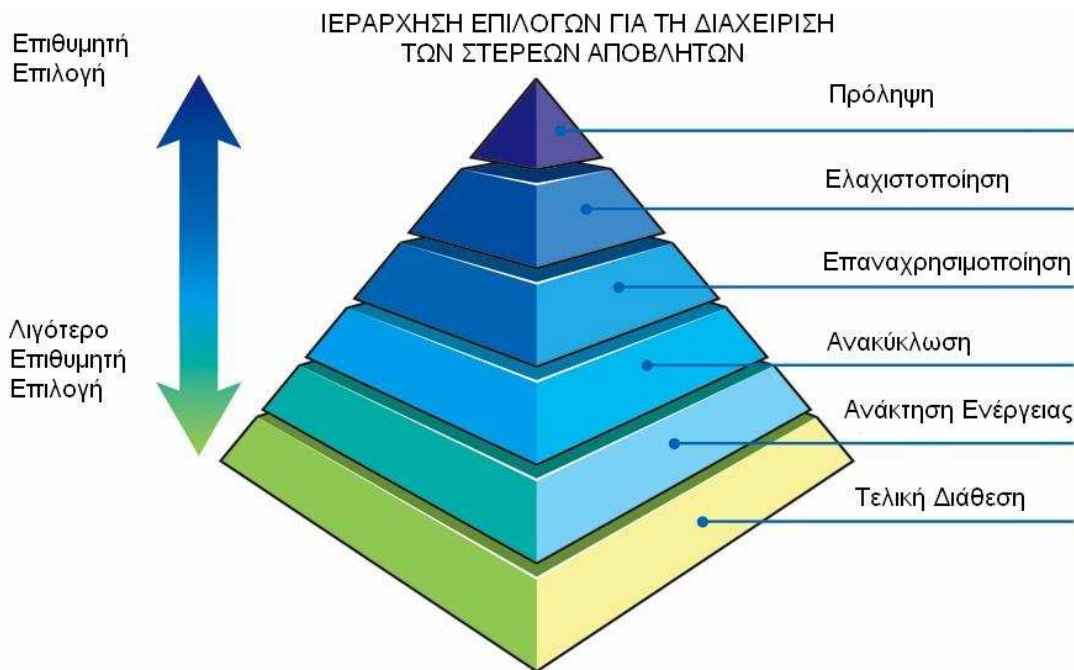
Διάγραμμα 1.3: Σύνθεση Α.Σ.Α. Ν. Χανίων.

Στα Χανιά, λοιπόν, πέρα από άλλες αναγκαίες πρακτικές διαχείρισης, όπως η μείωση στην πηγή, η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση υλικών, η εκμετάλλευση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αστικών απορριμμάτων είναι απολύτως απαραίτητη και πρέπει να αναπτυχτεί με ταχείς ρυθμούς.

1.3.2. Το συνολικό σύστημα διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων και η θέση της κομποστοποίησης σ' αυτό.

Σήμερα, η διεθνής εμπειρία, αλλά και η νομοθεσία της Ε.Ε. και της χώρας μας (Ανώνυμος 1997, 2002), κατατείνει σε ένα μοντέλο αντιμετώπισης του προβλήματος που αναφέρεται παρακάτω ιεραρχικά, ξεκινώντας από τις πιο σημαντικές ενέργειες: Μείωση των απορριμμάτων στην πηγή (πρόληψη), επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση υλικών, (εδώ περιλαμβάνεται και η κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος), ανάκτηση ενέργειας, τελική διάθεση των υπολειμμάτων με υγειονομική ταφή ή συνδυασμό αποτέφρωσης και

υγειονομικής ταφής του υπολείμματος της καύσης (Διάγραμμα 1.4). Υπάρχει απόλυτη ανάγκη για μείωση των ποσοτήτων των απορριμμάτων που θάβονται, γιατί η εξεύρεση χώρων για υγειονομική ταφή είναι δύσκολη, (οι «πόλεμοι των σκουπιδιών», λόγω κοινωνικών αντιδράσεων στη χωροθέτηση τέτοιων χώρων μαίνονται παντού) και γιατί όλοι οι χώροι αυτοί κάποτε γεμίζουν. Επίσης, η δημιουργία νέων Χ.Υ.Τ.Υ. κοστίζει πολύ.



Διάγραμμα 1.4: Ιεράρχηση των επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

1.3.3. Τρόποι διάθεσης του κομπόστ από Α.Σ.Α. – απαραίτητα ποιοτικά χαρακτηριστικά

Επομένως, η διάθεση του παραγομένου κομπόστ είναι ζωτικής σημασίας για το συνολικό σύστημα διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων. Η διάθεση του κομπόστ αυτού εξοικονομεί σημαντικό χώρο στους Χ.Υ.Τ.Υ. και μειώνει τα προβλήματα από την έκλυση βιοαερίου στους χώρους αυτούς, ενώ παράλληλα, στην περίπτωση που πωλείται, εξασφαλίζει κάποια έσοδα που μειώνουν το συνολικό κόστος του συστήματος διαχείρισης (Κοπάσης, 2006). Η ιδιομορφία, όμως, του συγκεκριμένου κομπόστ, ως προερχομένου κατά κύριο λόγο από σύμμεικτα απορρίμματα, απαιτεί ιδιαίτερους χειρισμούς και ενέργειες, συγκριτικά με τα διάφορα είδη κομπόστ από κοπριές ζώων, γεωργικά υπολείμματα και άλλες «παραδοσιακές» πηγές, προκειμένου να μπορεί αυτό να διατεθεί με επιτυχία.

Διεθνώς οι χρήσεις του κομπόστ [(Μανιός 1989, Γερόσταθος και Κωστάκης 1993, Manser and Keeling, 1996, Epstein 1997, Μανιός κ.α., 2001, Bardos 2005, Archer 2005)] (από κάθε προέλευση) είναι οι παρακάτω:

- Αποκατάσταση εγκαταλειμμένων λατομείων, χώρων υγειονομικής ταφής κ.α. Επίσης χρήση ως υλικό καθημερινής κάλυψης Χ.Υ.Τ.Α/Χ.Υ.Τ.Υ.
- Κάλυψη μολυσμένου εδάφους εγκαταλειμμένων βιομηχανικών χώρων για εξυγίανσή του.
- Υπόστρωμα σε φυτώρια καλλωπιστικών φυτών (συνήθως αναμειγμένο με τύρφη, περλίτη ή άλλο υλικό).
- Χρήση σε δασικά φυτώρια ή σε δασικές εκτάσεις.
- Χρήση στις άκρες και στα πρηνή δρόμων.
- Υπόστρωμα για ανάπτυξη χλοοτάπητα σε γήπεδα, πάρκα κ.λ.π.
- Βελτιωτικό εδάφους σε καλλιέργειες που παράγουν τρόφιμα. (Κυρίως αμπελουργία κ.α. δενδροκομικές καλλιέργειες, αλλά ακόμα και σε αροτραίες καλλιέργειες).
- Βελτιωτικό εδάφους σε ενεργειακές καλλιέργειες.
- Κάλυψη εδάφους (mulching) σε διάφορες καλλιέργειες .
- Κατασκευή βιοφίλτρων για απόσπηση (για τα ίδια τα εργοστάσια κομποστοποίησης οργανικού κλάσματος απορριμμάτων ή άλλα).
- Παρασκευή RDF για παραγωγή ενέργειας.
- Αντιηχητικά πετάσματα.

Σε γενικές γραμμές οι χρήσεις που κυριαρχούν είναι αυτές της διαμόρφωσης και αποκατάστασης τοπίου (λατομεία, Χ.Υ.Τ.Α/Υ κ.α.), και οι γεωργικές και δασικές εφαρμογές, δεδομένου ότι στην κατασκευή βιοφίλτρων και στα ηχοπετάσματα πολύ μικρές ποσότητες μπορούν να αξιοποιηθούν. Όσον αφορά την καύση κάποιων ποσοτήτων το θέμα χρειάζεται περισσότερη έρευνα κατά περίπτωση. Στην προοπτική αυτών των εφαρμογών, και ιδιαίτερα στη γεωργική παραγωγή, που είναι και ο πιο φιλόδοξος στόχος, πρέπει να εξεταστούν οι παρακάτω παράμετροι:

- α) Επίδραση στην ανθρώπινη υγεία (αποφυγή ασθενειών ανθρώπων).
- β) Επίδραση στην υγεία των καλλιεργουμένων φυτών (αποφυγή φυτασθενειών).
- γ) Επίδραση στο φυσικό περιβάλλον μετά την εφαρμογή (αποφυγή εισόδου τοξικών ουσιών στο περιβάλλον και στην τροφική αλυσίδα).
- δ) Η αποτελεσματικότητα του κομπόστ ως βελτιωτικού εδάφους και πηγή θρεπτικών συστατικών για τα φυτά.

Η επίδραση στην ανθρώπινη υγεία σχετίζεται τόσο με την πιθανότητα ύπαρξης παθογόνων μικροοργανισμών (π.χ. σαλμονέλλας ή διαφόρων άλλων εντεροβακτηριδίων) μέσα στο κομπόστ, (εξ αιτίας της μη θανάτωσής τους κατά την ζύμωση λόγω ελαττωματικής διαδικασίας), γεγονός που δημιουργεί απειλή για τους χρήστες του προϊόντος, όσο και με τις επιδράσεις διαφόρων συστατικών του κομπόστ στα γεωργικά προϊόντα, εφόσον αυτά είναι τρόφιμα. Συγκεκριμένα, το κομπόστ μπορεί να περιέχει τοξικές ουσίες που απορροφώνται από τα φυτά, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα (Κάδμιο, Μόλυβδος, Ψευδάργυρος, Υδράργυρος, Χαλκός, Αρσενικό, Χρώμιο, Νικέλιο) αλλά και συνθετικές τοξικές ουσίες (υπολείμματα αγροχημικών, πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) κ.α.), ιδίως στην περίπτωση που το κομπόστ προέρχεται από αστικά απορρίμματα ή περιέχει λάσπη βιολογικών καθαρισμών. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει κίνδυνος για την υγεία των καταναλωτών των τροφίμων που είναι επιβαρυνμένα με αυτές τις ουσίες.

Η επίδραση στο περιβάλλον σχετίζεται και αυτή με τα βαρέα μέταλλα και τις άλλες τοξικές ουσίες, που μπορεί να συσσωρευτούν στο έδαφος, στα υπόγεια ή επιφανειακά νερά και στον οργανισμό φυτών και ζώων. Σημασία έχει επίσης και η αλατότητα που δεν πρέπει να είναι υπερβολική. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω κινδύνων οι νομοθεσίες των διαφόρων χωρών και της Ε.Ε. θέτουν ανώτατα όρια στην περιεκτικότητα παθογόνων μικροοργανισμών, βαρέων μετάλλων κ.α. τοξικών ουσιών του κομπόστ. Αν οι προηγούμενες παράμετροι αποτελούν προϋποθέσεις (δηλ. αναγκαίες συνθήκες για να μπορεί ένα κομπόστ να χρησιμοποιηθεί), η αποτελεσματικότητα του κομπόστ στις καλλιέργειες ή στις δασικές εκτάσεις είναι πιο πολύπλοκο θέμα, αλλά και πάρα πολύ σημαντικό, αν υπάρχει πρόθεση να «σταθεί» αποτελεσματικά ένα κομπόστ στην αγορά βελτιωτικών εδάφους και λιπασμάτων, αντιμετωπίζοντας έναν ανταγωνισμό από πλήθος παρασκευάσματα ποικίλης προέλευσης. Οι ιδιότητες που πρέπει να εξεταστούν σε ένα βελτιωτικό εδάφους είναι φυσικές- χημικές και οργανοληπτικές, και είναι αναλυτικά οι παρακάτω:

Χημικές ιδιότητες:

- Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία
- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (αλατότητα)
- Το pH (οξύτητα/αλκαλικότητα) του εδάφους ή του υποστρώματος καλλιέργειας
- Η Ι.Α.Κ. (Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων)
- Η σχέση C/N

- Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά (Άζωτο, Φώσφορος, Κάλιο, Ασβέστιο, Μαγνήσιο, Θείο, Μαγγάνιο, Σίδηρος, Ψευδάργυρος, Χλώριο κ.α.). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η περιεκτικότητα σε Άζωτο, Φώσφορο, Κάλιο.
- Η πιθανή φυτοτοξικότητα

Φυσικές ιδιότητες:

- Η περιεκτικότητα σε υγρασία του τελικού προϊόντος
- Η κοκκομετρία
- Ο ολικός όγκος πόρων
- Η κατανομή του μεγέθους των πόρων

Οργανοληπτικές ιδιότητες:

- Μακροσκοπική εμφάνιση
- Οσμή
- Ποσοστό ανεπιθύμητων προσμείξεων από ξένες ύλες (κομματάκια γυαλιού, πλαστικού κ.λ.π.)

Να σημειωθεί πως για κομπόστ που προορίζεται για καλλιέργεια, πέρα από τους περιορισμούς για την περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα και σε παθογόνους μικροοργανισμούς, οι επιθυμητές τιμές φυσικών ιδιοτήτων είναι οι παρακάτω (Μανιάδης, 2001):

- Κόκκομετρία: Τεμάχια μικρότερα από 10 ή 20 mm.
- Ολικός όγκος πόρων: Μεγάλος, κατά το δυνατόν έως 85%.
- Πορώδες: Μεγάλη διασπορά του μεγέθους των πόρων
- Υδατικές ικανότητες: Μεσαία καμπύλη ελευθέρωσης νερού

Επιθυμητές τιμές χημικών ιδιοτήτων του κομπόστ:

- pH: Κοντά στην ουδέτερη περιοχή
- Ηλεκτρική Αγωγιμότητα: <4mS/cm
- I.A.K.: > 100 meq/100 g ξ.ο.
- Οργανική ουσία: >50%
- Σχέση C/N: <20/1
- Δείκτης βλαστικότητας: >90%

Όσον αφορά τα θρεπτικά στοιχεία, είναι επιθυμητό να έχει υπολογίσιμες περιεκτικότητες σε Άζωτο, Φώσφορο, Κάλιο, κ.α. μακροστοιχεία, αλλά στην πράξη οι περιεκτικότητες αυτές δεν ξεπερνούν το 1,5-2% το πολύ. Πρέπει όμως να επισημανθεί πως στη γεωργική πρακτική το κομπόστ χρησιμοποιείται κυρίως για την οργανική του ουσία και τη γενικότερη ωφέλειά του

στο έδαφος, και όχι για να δώσει σημαντικές ποσότητες των χρήσιμων για τα φυτά μακροστοιχείων, όπως αυτές που περιέχουν τα (χημικής σύνθεσης, κατά κύριο λόγο) λιπάσματα. Άλλωστε για αυτό λέγεται «βελτιωτικό εδάφους» και όχι λίπασμα.

1.3.4. Επεξηγήσεις σχετικές με τη χρήση του κομπόστ στη γεωργία/δασοκομία

Η οργανική ουσία που παρέχει στο έδαφος το κομπόστ είναι το βασικό όφελος της χρήσης του. Η σημασία της οργανικής ουσίας για τα γεωργικά και δασικά εδάφη είναι τεράστια. Ο ρόλος της είναι τεκμηριωμένος από αρκετές μελέτες (Σιδηράς 1997, Λαζαρίδη κ.α. 2002, Wright 2005). Η οργανική ουσία βελτιώνει τη δομή του εδάφους, ρυθμίζει την υδατοϊκανότητα, τον αερισμό και την αποστράγγιση, αυξάνει τη γονιμότητά του, υποστηρίζει και ενισχύει τη ζωή του εδάφους (ωφέλιμοι μικροοργανισμοί, και μικρά ζώα), με μακροπρόθεσμο όφελος για την υγεία των φυτών που αναπτύσσονται σ' αυτό. Επίσης δεσμεύει άνθρακα στο έδαφος (αποτρέποντας την έκλυσή του στην ατμόσφαιρα ως CO₂) (E.U.- 2003).

Περιπτώσεις βλαβερής επίδρασης του κομπόστ υπάρχουν όταν η διαδικασία δεν έχει γίνει σωστά, ή όταν κάποια χαρακτηριστικά του έχουν ακραίες τιμές. Συγκεκριμένα, αν δεν έχει ολοκληρωθεί η κομποστοποίηση και το υλικό χρησιμοποιηθεί, μπορεί να βλάψει τα φυτά, γιατί περιέχει φυτοτοξικές ουσίες που φυσιολογικά δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης όπως οργανικά οξέα, φαινόλες κ.α. Η φυτοτοξικότητα ελέγχεται με πειράματα φυτρώματος σπόρων κάρδαμου ή άλλων λαχανικών.

Επίσης, υπάρχει πιθανότητα παρουσίας φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών στο τελικό προϊόν, λόγω έλλειψης υψηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, με αποτέλεσμα ασθένειες των φυτών. Βλάβη στις ρίζες των φυτών μπορεί να προκαλέσει και η υπερβολική αλατότητα του κομπόστ.

Επίσης, αν η αναλογία C/N (άνθρακα προς άζωτο) στο τελικό προϊόν είναι πολύ ψηλή, θα δημιουργηθεί βραχυπρόθεσμα έλλειψη αζώτου στο χώμα (θα καταναλωθεί από τους αερόβιους μικροοργανισμούς) και συνθήκες τροφοπενίας αζώτου στα φυτά, επομένως και καθυστέρηση της ανάπτυξής τους.

Όσον αφορά το pH, τα όρια στα οποία αναπτύσσονται τα καλλιεργούμενα φυτά είναι περίπου 5-8. Συνήθως μια τιμή τελικού προϊόντος κοντά στο ουδέτερο pH, εξυπηρετεί τα περισσότερα φυτά. Το κομπόστ, του οποίου το pH είναι συνήθως ελαφρά αλκαλικό, παίζει ρυθμιστικό ρόλο στο pH του εδάφους, κυρίως στα όξινα εδάφη (Γερόσταθος και Κωστάκης 1993).

Η επίδραση του κομπόστ στην ανάπτυξη και απόδοση των φυτών δεν εξαρτάται μόνο από τα δικά του χαρακτηριστικά, αλλά και από τα χαρακτηριστικά του εδάφους και το είδος των φυτών. Κάθε φυτό έχει τις προτιμήσεις του για την καλύτερη τιμή pH, τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται, τις ιδιαίτερες αντοχές του στην αλατότητα και σε διάφορα παθογόνα, την ιδιαίτερη δυνατότητα απορρόφησης τοξικών στοιχείων κ.λ.π. Η αλληλεπίδραση των χαρακτηριστικών των συγκεκριμένων φυτών με το συγκεκριμένο έδαφος ή το εδαφικό υπόστρωμα, το τροποποιημένο με το κομπόστ, δίνει το τελικό παραγωγικό αποτέλεσμα που ενδιαφέρει τον γεωργό, τον φυτωριόχο, τον υπεύθυνο υπηρεσίας αστικού πρασίνου ή τον υπεύθυνο αναδασώσεων.

Όσον αφορά τα φυσικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά –υγρασία, μέγεθος κόκκων, πορώδες κ.λ.π., αυτά έχουν να κάνουν με την ευκολία εφαρμογής, την εμφάνισή του και την δυνατότητα συγκράτησης υγρασίας αλλά και αερισμού (οξυγόνωση) μέσα στο ριζικό σύστημα. Η περιεκτικότητα σε ξένες ουσίες πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη.

Στο σημείο αυτό το κομπόστ από στερεά απορρίμματα παρουσιάζει συνήθως μειονέκτημα: Κατά κανόνα περιέχει μικρά κομματάκια γυαλιού, μετάλλων ή πλαστικού, που προκαλούν οπτική ρύπανση και προδιαθέτουν αρνητικά, ενώ μπορεί και να προκαλέσουν ενόχληση ή μικροτραυματισμούς στον εργαζόμενο που το χρησιμοποιεί, π.χ. σε ένα φυτώριο. Η αυξημένη πιθανότητα να περιέχει βαρέα μέταλλα κ.α. τοξικές ουσίες, επίσης, δημιουργεί δυσπιστία και αρνητική ψυχολογία στην αποδοχή της χρήσης του από τους εν δυνάμει καταναλωτές του (Archer κ.α., 2005). Στο παρελθόν υπήρξαν πολλές περιπτώσεις, που εξ αιτίας των παραπάνω λόγων, αλλά και της χαμηλής συνολικά ποιότητας κάποιων κομπόστ από αστικά απορρίμματα, αυτά δεν γίνονταν αποδεκτά από τους αγρότες, που δέν δέχονταν να τα χρησιμοποιήσουν στις καλλιέργειές τους ακόμα και όταν οι εταιρείες παρασκευής τους τα έδιναν δωρεάν.

Τα παραπάνω μειονεκτήματα έχουν δώσει διεθνώς λαβή για συζήτηση που αφορά το κατά πόσον το κομπόστ από Α.Σ.Α. πρέπει να λέγεται κομπόστ. Μια άποψη είναι να ονομαστεί «σταθεροποιημένο οργανικό απόβλητο», για να αποφύγουν πιθανή δυσφήμιση των κομπόστ από «καθαρή» πρώτη ύλη.

Είναι φανερό πως η πολύ καλή ποιότητα του παραγομένου κομπόστ από στερεά απορρίμματα είναι προϋπόθεση για τη διάθεσή του στην αγορά. Ακόμα κι έτσι, πάντως, είναι δύσκολη η χρήση του για καλλιέργειες τροφίμων. Διεθνώς, ένα μικρό ποσοστό από το συνολικά παραγόμενο κομπόστ από Α.Σ.Α. χρησιμοποιείται στη γεωργία που παράγει τρόφιμα. Στις μέρες μας υπάρχει έντονη ανησυχία για την ποιότητα της διατροφής και μεγάλη ζήτηση για «καθαρά» και ασφαλή τρόφιμα. Ακόμα, λοιπόν, και το κλάσμα του

κομπόστ από Α.Σ.Α. που εκπληρώνει τις συγκεκριμένες προδιαγραφές της νομοθεσίας για την προστασία της υγείας των καταναλωτών, αντιμετωπίζει δυσκολίες στην αγορά, γιατί, για λόγους πρόληψης, πολλές εταιρείες παραγωγής τροφίμων απαιτούν από τους γεωργούς-προμηθευτές τους να αποκλείσουν τη χρήση κομπόστ της συγκεκριμένης προέλευσης (Archer κ.α., 2005).

Πιο εύκολη παρουσιάζεται η περίπτωση της διάθεσης του κομπόστ από Α.Σ.Α. στην δασοκομία και στην παραγωγή ανθοκομικών φυτών. Εδώ είναι πιο εύκολο να υπάρξει διάθεση με κέρδος. Και σ' αυτές τις περιπτώσεις, πάντως, πρέπει να πληρούνται οι προδιαγραφές που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος από βαρέα μέταλλα και άλλες τοξικές ουσίες, όπως και την προστασία της υγείας των ανθρώπων-χρηστών. Επίσης προστασία της υγείας του κοινού πρέπει να υπάρχει και στην περίπτωση της χρήσης του στην ανάπτυξη χλοοτάπητα σε γήπεδα, πάρκα κ.α. χώρους αναψυχής.

Τέλος, η πιο συνηθισμένη και εύκολη περίπτωση χρήσης, που δεν απαιτεί ιδιαίτερη ποιότητα κομπόστ, είναι η αποκατάσταση-διαμόρφωση τοπίου και η χρήση του στην κάλυψη Χ.Υ.Τ. Στην περίπτωση αυτή, βέβαια, πρόκειται για κομπόστ που διατίθεται με ελάχιστα χρήματα ή δωρεάν.

Πινάκας 1.1. Εφαρμογές του κομπόστ ως βελτιωτικό εδάφους.

Χρήσεις Κομπόστ	Καλλιέργειες	Ποσότητα (m ³ /στρέμμα)	Βάθος ενσωμάτωσης (cm)	Επανάληψη Εφαρμογής
Ως βελτιωτικό εδάφους	Εγκατάσταση: Δενδρωδών, Αμπελώνων, Πάρκων	5-8	25-35	Εφάπαξ
Ως βελτιωτικό εδάφους	Εγκατάσταση χλοοτάπητα	10-15	10-15	Εφάπαξ
Ως βελτιωτικό εδάφους συντήρησης της γονιμότητας του	Ελαιώνες	3-4	10-15	κάθε 2-3 χρόνια
	Εσπεριδοειδή	2-3	10-15	κάθε 2-3 χρόνια
	Αμπελώνες	2-3	10-15	κάθε 2-3 χρόνια
	Πάρκα	2-3	10-15	κάθε 2-3 χρόνια
	Ανθοκομικές καλλιέργειες	2-3	Ενσωμάτωση με σκάλισμα	κάθε 2-3 χρόνια

1.3.5. Παρασκευή υποστρωμάτων για καλλωπιστικά φυτά

Για την παρασκευή υποστρωμάτων ανάπτυξης καλλωπιστικών φυτών αποκλειστικά και μόνο για αλκαλόφιλα και ουδετερόφιλα φυτά, προτείνονται τα ακόλουθα δυο υποστρώματα. Ανώνυμος (2010)

Υπόστρωμα 1

Κομπόστ	35% κατά όγκο
Τύρφη ξανθιά	35% κατά όγκο
Περλίτης ή άμμο	30% κατά όγκο
Σύνθετο λίπασμα	1,5kg/m ³ υποστρώματος

Υπόστρωμα 2

Κομπόστ	45% κατά όγκο
Τύρφη ξανθιά	25% κατά όγκο
Περλίτης ή άμμο	30% κατά όγκο
Σύνθετο λίπασμα	1kg/m ³ υποστρώματος

1.4. ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ/ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΠΟ ΔΕΔΙΣΑ

Η αξιολόγηση των αγρονομικών χαρακτηριστικών του κομπόστ γίνεται με μια σειρά πειραματικών μελετών που υλοποιούνται σε ερευνητικά και εκπαιδευτικά ιδρύματα της χώρας και του εξωτερικού. Ενδεικτικά αναφέρονται μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο ΤΕΙ Κρήτης.

Στο τμήμα Φυτικής Παραγωγής, μελετήθηκε (καθ. Β. Μανιός) σε πειράματα (πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με 3 επαναλήψεις) η επίδραση του συγκεκριμένου κομπόστ σε διάφορες περιεκτικότητες στο υπόστρωμα καλλιέργειας τεσσάρων καλλωπιστικών φυτών. Η καλλιέργεια έγινε σε γλάστρες των 5 λίτρων. Τα φυτά που μελετήθηκαν ήταν το *Ficus benjamina* (Φίκος μικρόφυλλος), *Pittosporum tobira* (Αγγελική), *Gardenia jasminoides* (Γαρδένια), και *Viburnum tinus* (Βιβούρνο). Το υπόστρωμα καλλιέργειας ήταν μείγμα από περλίτη, τύρφη και από το υπό εξέταση κομπόστ (ΔΕΔΙΣΑ) ενώ το 25% του συνολικού όγκου ήταν ανόργανο (περλίτης) υλικό και το 75% οργανικά υλικά (τύρφη-κομπόστ). Συγκεκριμένα δοκιμάστηκαν οι παρακάτω συνδυασμοί περιεκτικότητας κομπόστ/τύρφης: 15-60, 30-45, 40-35, 60-15.

1. Στον Φίκο η αναλογίες 45% κομπόστ, 30% τύρφη, 25% περλίτης και 60% κομπόστ, 15% τύρφη και 25% περλίτης έδειξαν τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την

ανάπτυξη των φυτών χωρίς προβλήματα. Στις πιο χαμηλές συγκεντρώσεις του κομπόστ τα φυτά εμφάνισαν τροφопενία. Τοξικότητα δεν εμφανίστηκε σε καμία περίπτωση.

2. Στο Βιβούρνο δεν βγήκαν συμπεράσματα, γιατί όλα τα φυτά (ακόμα και οι μάρτυρες) ξεράθηκαν σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης λόγω σαπίσματος των ριζών.

3. Στην Αγγελική η αναλογία 45% κομπόστ, 30% τύρφη, 25% περλίτης έδειξε τα καλύτερα αποτελέσματα. Ούτε εδώ εμφανίστηκαν προβλήματα, αν και η ύπαρξη 2-3 φύλλων με περιφερειακή ξήρανση στα μισά περίπου από τα φυτά δημιούργησε υπόνοιες για αυξημένα άλατα.

4. Στη Γαρδένια οι περιεκτικότητες του κομπόστ 45%-60% έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα. Για τη γαρδένια υπήρχε εξ αρχής μεγάλη επιφυλακτικότητα γιατί είναι οξύφιλο φυτό, ενώ το pH του κομπόστ είναι ελαφρά βασικό. Πάντως δεν παρατηρήθηκαν κιτρινίσματα (Μανιός 2006, Φλεμετάκη κ.α. 2006).

Επιπλέον στο Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, πραγματοποιήθηκε μια πειραματική μελέτη για την αξιολόγηση του κόμποστ (υπό την εποπτεία του Δρ. Ν. Τζωρτζάκης), για την αξιολόγηση των επιπτώσεων χρήσης κόμποστ για την ανάπτυξη σποροφύτων. Συγκεκριμένα μελετήθηκε η ενεργοποίηση της βλαστικότητας των σπόρων καθώς και της έκπτυξης και ανάπτυξης των σποροφύτων με και χωρίς κόμποστ. Επιπλέον, μελετήθηκε ο τρόπος χορήγησης (βασική λίπανση ή διαφυλλική λίπανση) της συμπληρωματικής λίπανσης για τις ανάγκες αύξησης/ανάπτυξης των νεαρών φυταρίων. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε ειδικό σπορείο-θερμοκήπιο (με σύστημα υδρονέφωσης) ανάπτυξης σποροφύτων. Οι μεταχειρίσεις κόμποστ που επιλέχθηκαν περιλάμβαναν 0%, 15%, 30%, 45%, 60% και 100% και θα αναμειχτήκαν με εμπορική τύρφη (και προσθήκη περλίτη 100lt/m³). Μελετηθήκαν 2 ανθοκομικά είδη, ο κατηφές και ο βασιλικός. Υπήρξαν 20 επαναλήψεις ανά υπόστρωμα (5 σπόροι ανά θέση) και ανά είδος σε πλαστικούς δίσκους σποράς, και έγιναν μετρήσεις έκπτυξης των σπόρων και ανάπτυξης των σποροφύτων με καθημερινές μετρήσεις. Η έκπτυξη των σποροφύτων ήταν αυξημένη σε χαμηλής περιεκτικότητας (15%) κόμποστ χωρίς λίπανση ή με βασική λίπανση, ενώ αντίθετα αποτελέσματα βρέθηκαν στην αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ (45%) με ή χωρίς συμπληρωματική λίπανση. Η αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ καθυστέρησε το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων από 1 έως και 3 μέρες σε σχέση με τη χαμηλή περιεκτικότητα. Δεν φύτρωσαν σπόροι σε υπόστρωμα που αποτελούνταν από αυτούσιο κόμποστ (100% κόμποστ). Η αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ μείωσε τον αριθμό φύλλων, το ύψος, το πάχος κεντρικού στελέχους και το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε κόμποστ είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των θρεπτικών

στοιχείων (ειδικά του K και Na) έπειτα από ανάλυση στα φύλλα. Παρατηρήθηκε διακύμανση των φυσιολογικών παραμέτρων και συγκεκριμένα της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φύλλων, της περιεκτικότητας χλωροφύλλης (a και b) και ολικών καροτενοειδών σε σχέση με τις περιεκτικότητα του κομπόστ μέσα στα υποστρώματα (Τζωρτζάκης κ.α. 2011; Tzortzakis et al., 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΑΟ 2.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

(Lycopersicon esculentum, Οικ. Solanaceae)

2n=24

Lycopersicon: από το ελληνικό λυκοροδάκινο

Συνώνυμα: ντομάτα, πομιδόρο, πομιλορκά

Αγγλικά: Tomato, Γαλλικά: Tomate, Γερμανικά: Tomate, Ισπανικά: Tomate, Ιταλικά: Pomodoro

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τομάτα καλλιεργείται σαν ετήσιο, αν και κάτω από κατάλληλες συνθήκες το φυτό αυτό μπορεί να ζήσει πολλά χρόνια. Είναι φυτό θερμής εποχής. Οι καρποί της τομάτας είναι εύγεστοι ενώ ταυτόχρονα αποτελούν μία πλούσια πηγή βιταμινών Α και C, υδατανθράκων και πρωτεϊνών. Προσφέρεται στην κατανάλωση σε μορφή φρέσκων καρπών, ή συντηρημένη σαν τομάτα κονσέρβα (ολόκληρη ή κομματιασμένη), σαν χυμός και σαν πάστα τομάτας.

Ακόμη και οι άωροι καρποί (τοξικοί, εάν καταναλωθούν νωποί) συντηρούνται σε άλμη ή ξύδι (τουρσί). Ποικιλίες της τομάτας έχουν εγκλιματιστεί σε ένα μεγάλο εύρος τύπων εδάφους και κλίματος, να και θα πρέπει να τονιστεί ότι το φυτό απαιτεί θερμό κλίμα και εδάφη με καλή στράγγιση.

2.2. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η τομάτα είναι ένα από τα 8-10 πολύ συγγενικά είδη του γένους *Lycopersicon*, το οποίο ξεχωρίζει από το πολύ συγγενικό είδος *Solanum* (πιθανός πρόγονος), από τα χαρακτηριστικά διάρρηξης των ανθέρων και απελευθέρωσης της γύρης.

Αν και αρχικά επικρατούσε η άποψη ότι η χώρα καταγωγής της τομάτας είναι το Περού, σήμερα, γίνεται δεκτό ότι καταγωγή της καλλιεργούμενης τομάτας είναι το Μεξικό και μάλιστα η περιοχή Vera Cruz-Puebla, απ' όπου αρχικά μεταφέρθηκε τον 16^ο αιώνα στην Ευρώπη και στη συνέχεια διασκορπίστηκε σε αρκετές περιοχές γης. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα η εισαγωγή της έγινε αρχικά στην Αθήνα περίπου το 1818.

2.3. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Μια γενική παρατήρηση είναι ότι κάθε χρόνο οι πιο ψηλές τιμές εξασφαλίζονται τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Δεκέμβριο, αποτέλεσμα -όπως πιστεύεται- της αυξημένης

ζήτησης λόγω του Πάσχα και των Χριστουγέννων και της μειωμένης προσφοράς του προϊόντος την περίοδο αυτή. Σχετικά με την εξέλιξη της καλλιέργειας της τομάτας στην Ελλάδα προκύπτει ότι ενώ η καλλιεργούμενη έκταση δεν έχει μεταβληθεί αρκετά, υπάρχει αύξηση της παραγωγή κατά 3 ή 4 φορές, γεγονός που υποδηλώνει την βελτίωση των καλλιεργητικών πρακτικών και ανθεκτικών ποικιλιών/υβριδίων.

2.4. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Φυτό: Είναι φυτό ποώδες, ετήσιο, διετές και σπανιότερα πολυετές, αναρριχώμενο χωρίς έλικες.



Εικόνα 2.1: Φυτό τομάτας.

Ρίζα: Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια, όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στη μόνιμη θέση. Επειδή όμως, κατά κανόνα τουλάχιστον, στην καλλιέργεια στο θερμοκήπιο η τομάτα μεταφυτεύεται μια ή περισσότερες φορές, η κεντρική ρίζα κόβεται, καταστρέφεται και το φυτό αρχίζει να παράγει με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες, ακόμη και από το λαιμό του φυτού, γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνει τη μεταφύτευση του φυτού, ακόμη

και με γυμνή ρίζα ή μπάλα χόματος, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αυτή είναι και η ενδεδειγμένη τεχνική της καλλιέργειας της τομάτας.

Βλαστός: Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Η τομάτα έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς βλαστούς. Πολλές φορές, οι πλευρικοί βλαστοί που βρίσκονται κοντά στην κορυφή του φυτού, είναι τόσο ζωντοί, που με δυσκολία μπορεί κανείς να ξεχωρίσει ποιος είναι ο κεντρικός βλαστός και ποιος ο πλευρικός. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. Ο βλαστός στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης, μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται, και είναι σχετικά εύθραυστος. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά το μήκος, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών (indeterminate) ή με καθορισμένο μήκος (determinate) (Ολύμπιος, 1994).

Φύλλα: Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα. Κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων, με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Ο αριθμός των ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία, και από τη θέση του φύλλου επί του βλαστού. Είναι δυνατόν να απαντηθούν ποικιλίες με 3, 4 ή 5 ζεύγη φυλλαρίων. Τα πρώτα πραγματικά φύλλα μιας συγκεκριμένης ποικιλίας, έχουν μικρότερο αριθμό ζευγών. Εκτός από τον αριθμό των ζευγών και το μέγεθος των φύλλων (μήκος-πλάτος), που είναι χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας, επηρεάζεται και από τις συνθήκες καλλιέργειας. Συνήθως, οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες έχουν πιο μακριά και πιο πλατιά φύλλα, ενώ στις μικρόκαρπες ποικιλίες οι διαστάσεις των φύλλων είναι μικρότερες. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη πάνω στο βλαστό. Η επάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοικτό πράσινο. Τέλος τα φύλλα φέρουν αδενοφόρες τρίχες που εκκρίνουν μία δύσοσμη ουσία όταν αγγίζει κανείς το φυτό και που έχει σκοπό την προστασία του φυτού από τους εχθρούς του (Πανέλλας και Χειρακάκης, 2004).

Άνθη-Ταξιανθία: Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες, είναι τέλεια, αυτογονιμοποιούμενα, και ανεμόφιλα, με την έννοια πως ο άνεμος τινάζει τα άνθη με αποτέλεσμα την απελευθέρωση της γύρης, την επικονίαση και τη γονιμοποίηση. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελιχθεί σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών του φυτού και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα, ανάλογα με την ποικιλία. Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει και ένα άνθος. Το άνθος φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με 5 ενωμένα πέταλα και 5 στήμονες, ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους

κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Η ωοθήκη είναι πολύχωρη (2-7 χώρους) και κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια.



Εικόνα 2.2: Άνθος και ανθοταξία τοματιάς.

Καρπός: Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρος ράγα, με ποικίλα σχήματα. Ο καρπός ποικιλιών με δύο χωρίσματα (χώρους) είναι συνήθως στρογγυλός, ενώ αυτών με 3, 4, 5 ή περισσότερα χωρίσματα είναι πεπλατυσμένος και πιθανόν ακανόνιστος. Το χρώμα της τομάτας είναι βαθύ πράσινο όταν ο καρπός είναι άωρος και σταδιακά κατά την ωρίμανση αλλάζει σε κιτρινοπράσινο, ρόδινο και τελικά αποκτά κόκκινο χρώμα στην πλήρη ωρίμανση (Τζωρτζιάκης, 2007). Η χαρακτηριστική χρωστική του καρπού, στην οποία οφείλεται το χρώμα (κόκκινο) της τομάτας ονομάζεται λυκοπίνη. Το πορτοκαλί χρώμα οφείλεται στο β-καροτίνη (προβιταμίνη Α). Ο καρπός αποτελείται από το φλοιό, τη σάρκα, τους ιστούς και τους σπόρους. Το πάχος του φλοιού αυξάνει στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του καρπού και μετά λεπταίνει και απλώνει κατά το στάδιο της ωρίμανσης. Η σάρκα σχηματίζεται στους χώρους των κελιών και είναι ανάλογα με την ποικιλία, λιγότερο ή περισσότερο σημαντική, πλούσια σε χυμό, ο οποίος χρησιμοποιείται στη μεταποίηση από τις βιομηχανίες κονσερβών. Ο χυμός έχει 3-6% στερεά συστατικά μέσα στους χώρους σε μία ζελατινώδη ουσία βρίσκονται οι σπόροι, πολλοί ή λίγοι σε αριθμό, ανάλογα με την ποικιλία.



Εικόνα 2.3: Καρπός τομάτας.

Σπόρος: Είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος, χρώματος κίτρινο-καφέ χρυσαφένιο και η επιφάνειά του καλύπτεται με τριχοειδείς αποφύσεις που του δίνουν μεταξώδη επιφάνεια (διαφορά από μελιτζάνα και πιπεριά). Το μέγεθος των σπόρων είναι μικρό, διαμέτρου 3-5 mm.

2.5. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Η τομάτα πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Ο σπόρος απολυμαίνεται πριν από την αποθήκευση ή πριν από τη σπορά ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών και παθογόνων δια του σπόρου. Για τον σκοπό αυτό, συνιστάται η εμβάπτιση του σπόρου σε νερό θερμοκρασίας 50° C για 25 λεπτά, για την καταπολέμηση της βακτηριακής στιγματώσης (*Xanthomonas vesicatoria*), του βακτηριακού καρκίνου (*Corynebacterium michiganese*) και της ανθράκνωσης.

2.6. ΕΔΑΦΟΣ

Η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί με επιτυχία σε ποικιλία εδαφών, αλλά αποδίδει καλύτερα σε εδάφη με σταθερή δομή, με υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, με καλή στράγγιση και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη. Για πρώιμη παραγωγή μπορεί να χρησιμοποιούνται και τα ελαφρά αμμώδη εδάφη, αλλά τα εδάφη αυτά είναι φτωχά, με χαμηλή εναλλακτική ικανότητα, χαμηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, φτωχή διαβροχή κατά το πότισμα με το σύστημα στάγδην κ.λπ., τα αμμώδη πλεονεκτούν, όσον αφορά το χρόνο παραγωγής (πιο πρώιμη) και όχι το ύψος της παραγωγής. Επίσης, όχι πολύ κατάλληλα είναι τα βαριά πηλώδη εδάφη, γιατί στραγγίζουν δύσκολα, είναι προβληματικά όταν υπάρχει υψηλή συγκέντρωση αλάτων, γιατί το ξέπλυμά τους γίνεται δύσκολα και η δομή τους καταστρέφεται όταν καλλιεργούνται κάπως υγρά.

Όσον αφορά τις χημικές ιδιότητες του εδάφους, η πιο κατάλληλη αντίδραση για την καλλιέργεια της τομάτας θεωρείται η περιοχή μεταξύ pH = 6-6,5, αν και pH μέχρι 7,5 δίδει καλά αποτελέσματα.

2.7. ΛΙΠΑΝΣΗ

Οι ποσότητες των κύριων θρεπτικών στοιχείων που θα προστεθούν με τη βασική λίπανση για τη συμπλήρωση της γονιμότητας του εδάφους του θερμοκηπίου πρέπει να υπολογίζονται με βάση την ανάλυση του εδάφους. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι μια φυτεία τομάτας της

οποίας η παραγωγή σε καρπούς ανέρχεται στους 10 τον/στρ. απορροφά από το έδαφος περίπου 23-26 κιλά N, 6-13 κιλά P₂O₅, 15-70 κιλά K₂O, 3-56 κιλά CaO και 4-9 κιλά MgO.

Μετά τη βασική λίπανση και τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο, εφαρμόζεται κάποιο πρόγραμμα επιφανειακής λίπανσης για την παροχή θρεπτικών στοιχείων στην καλλιέργεια. Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι π.χ. όταν χρησιμοποιούνται δύο λιπάσματα, το νιτρικό κάλι και η νιτρική αμμωνία (Ολύμπιος, 2001).

2.8. ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Η τομάτα μπορεί να φυτευτεί οποιαδήποτε χρονική περίοδο. Οι συνθήκες όμως παραγωγής και εμπορίας στην Ελλάδα, επέβαλαν ουσιαστικά δύο περιόδους φύτευσης στα θερμοκήπια:

1^η περίοδος: Μεταφύτευση: μέσα Σεπτεμβρίου-μέσα Νοεμβρίου, συγκομιδή: από μέσα Δεκεμβρίου-Φεβρουαρίου-τέλος Ιουνίου, διάρκεια συγκομιδής: 6,5 μήνες.

2^η περίοδος: Μεταφύτευση: μέσα Ιανουαρίου-μέσα Φεβρουαρίου, συγκομιδή: αρχές Απριλίου-τέλος Ιουνίου, διάρκεια συγκομιδής: 3 μήνες.

2.9. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Η κατασκευή του θερμοκηπίου επηρεάζει περισσότερο τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, όπου γίνεται προσπάθεια να αξιοποιηθεί καλύτερα το πλάτος των αψίδων. Για παράδειγμα, στα θερμοκήπια του τύπου "Ιεράπετρας" όπου η απόσταση μεταξύ των πασσάλων είναι 2,5 μεταξύ των πασσάλων είναι 2,5 μέτρα, φυτεύονται δύο γραμμές ανά αψίδα.

Στην Ελλάδα επικράτησαν δύο κυρίως συστήματα φύτευσης:

A) Σταθερές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών των φυτών σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου, που κυμαίνονται από 80-100 εκ. και οι αποστάσεις των φυτών επί της γραμμής γύρω στα 50 εκ. Με το σύστημα αυτό φυτεύονται γύρω στα 2000 φυτά στο στρέμμα. Οι αποστάσεις αυτές εφαρμόζονται όταν η φύτευση γίνεται το φθινόπωρο και τα φυτά θα συνεχίσουν την ανάπτυξη και παραγωγή τους κατά το χειμώνα, οπότε οι συνθήκες φωτός δεν είναι και τόσο ευνοϊκές και τα φυτά γίνονται πιο μεγάλα. Όταν όμως η φύτευση γίνεται στο τέλος του χειμώνα-αρχές άνοιξης, τότε οι αποστάσεις φύτευσης διαφοροποιούνται σε πιο μικρές, με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των φυτών στο στρέμμα σε 3000, 3500 ή και ακόμη περισσότερο, γιατί οι συνθήκες αυτής της καλλιέργειας θα βελτιώνονται συνεχώς προς άνοιξη-καλοκαίρι, και επίσης η παραγωγική διάρκεια της φυτείας αυτής θα είναι πολύ σύντομη και τα φυτά δεν θα μεγαλώσουν πολύ (6 περίπου ταξιανθίες ανά φυτό).

B) Κατά το δεύτερο σύστημα, οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης δεν είναι ίσες, αλλά υπάρχουν διαδοχικά πλατειές και στενές σειρές, δηλ. δύο γραμμές φύτευσης κοντά η μία στην άλλη, που χωρίζονται από μεγαλύτερες αποστάσεις (διάδρομοι) από τις δύο επόμενες γραμμές φύτευσης κ.ο.κ. Οι διπλές γραμμές απέχουν μεταξύ τους 50-70 εκ. και η απόσταση μεταξύ διαδοχικών διπλών γραμμών είναι γύρω στα 100 εκ., ενώ η απόσταση του κέντρου του ζεύγους των γραμμών από το κέντρο του επόμενου ζεύγους είναι 150 εκ.

2.10. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

2.10.1. Θερμοκρασία

Για να πετύχει μια καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο, θα πρέπει οι κυριότερες συνθήκες θερμοκρασίας, φωτισμού και συγκέντρωσης CO₂, να βρίσκονται σε έναν άριστο συνδυασμό.

🔴 Θανατηφόρος Θερμοκρασία: Ελάχιστη 0 ως 2°C. Μέγιστη 48°C. Όταν η θερμοκρασία διατηρηθεί κάτω απ' την ελάχιστη και επάνω από τη μέγιστη, για μεγάλο χρονικό διάστημα, το φυτό βλάπτεται ανεπανόρθωτα και καταστρέφεται.

🔴 Βιολογική Θερμοκρασία: Ελάχιστη 8°C. Μέγιστη 30-35°C. Μικρότερες ή μεγαλύτερες αντίστοιχα θερμοκρασίες από αυτές, για πολύ χρόνο, δημιουργούν διαταραχές στο φυτό χωρίς να το καταστρέφουν. Οι βασικές λειτουργίες του μειώνονται στο ελάχιστο και χρειάζεται μεγάλη προσοχή στους καλλιεργητικούς χειρισμούς (πότισμα, λίπανση κ.λ.π.), για ν' αποφευχθούν ζημιές, δεδομένου ότι οι ανάγκες του φυτού είναι αισθητά μειωμένες.

🔴 Θερμοκρασία Φυτρώματος: Ελάχιστη 9°C. Μέγιστη 35°C. Άριστη 20°C. Όσο αυτή απομακρύνεται από τα άριστα επίπεδα, τόσο καθυστερεί το φύτρωμα και αυξάνει το ποσοστό των σπόρων, που δεν φυτρώνουν.

🔴 Θερμοκρασία Ανάπτυξης και Καρπόδεσης: Ημέρας 20-28°C. Νύχτας 13-18°C. Στις θερμοκρασίες αυτές το φυτό αναπτύσσει στο μέγιστο τις λειτουργίες του. Οι χαμηλότερες από αυτές τις θερμοκρασίες απαιτούνται τις πολύ συννεφιασμένες ημέρες του χειμώνα και τις νύχτες, που τις ακολουθούν. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες τις ηλιόλουστες ημέρες, από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο και οι ενδιάμεσες θερμοκρασίες με ηλιοφάνεια το χειμώνα και συννεφιά την άνοιξη και φθινόπωρο. Όσο οι θερμοκρασίες απομακρύνονται από τις κανονικές τιμές, τόσο αυξάνουν τα προβλήματα στην ανάπτυξη του φυτού, στη γονιμοποίηση και καρπόδεση, στο μέγιστο των καρπών. Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 31-32°C για μερικές ώρες ή 35°C για λίγη ώρα προκαλείται ανθόπτωση, δεν γίνεται ή γίνεται ελάχιστα καρπόδεση.

Γενικά στις υψηλές θερμοκρασίες παρατηρείται επιβράδυνση και σταμάτημα της ανάπτυξης του φυτού και πρόωρη γήρανσή του. Μείωση του μεγέθους των καρπών, μαλάκωμα, κούφωμα, πρόωμη και ακανόνιστη ωρίμανσή τους, κακός και ανομοιόμορφος χρωματισμός τους (κίτρινη ζώνη στον ποδίσκο). Πρόωρη πτώση φύλλων, ανθέων και νεαρών οργάνων. Εγκαύματα (ηλιοκάματα) φύλλων και καρπών και μεταχρωματισμός ή αλλοίωση του πράσινου χρώματος.

2.10.2. Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου

2.10.2.1.Θερμοκρασία αέρα

i) Κατά τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο που η ένταση του φωτισμού είναι γενικά μειωμένη, συνιστώνται οι θερμοκρασίες:

	Θερμοκρασία ημέρας	Θερμοκρασία νύκτας
Τις ηλιόλουστες ημέρες	23° C	17° C
Τις νεφοσκεπείς ημέρες	20° C	14° C

ii) Κατά τους μήνες με αυξημένη ηλιοφάνεια, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, συνιστώνται:

Τις ηλιόλουστες ημέρες	27° C	20° C
Τις νεφοσκεπείς ημέρες	21° C	15° C

Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, απαραίτητη προϋπόθεση είναι το θερμοκήπιο να διαθέτει τους μηχανισμούς ελέγχου που απαιτούνται.

Συμπερασματικά για την Ελλάδα, τους χειμερινούς μήνες θα μπορούσε "χονδρικά" να συνιστάται θερμοκρασία νύκτας γύρω στους 15° C και θερμοκρασία ημέρας γύρω στους 21° C. Η διαφορά θερμοκρασίας ημέρας και νύκτας δεν πρέπει να ξεπερνά τους 5-7° C.

2.10.2.2. Θερμοκρασία εδάφους

Πολύ λίγες πληροφορίες, υπάρχουν, που αναφέρονται στην επίδραση της θερμοκρασίας του εδάφους, στο φυτό της τομάτας, και αυτές που υπάρχουν είναι αντιφατικές. Γενικά συνιστώνται θερμοκρασίες εδάφους γύρω στους 14° C. Όταν η θερμοκρασία εδάφους κατέβει κάτω από τους 13° C μειώνεται η ανάπτυξη και η λειτουργία της ρίζας, και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να πέσει κάτω από τους 10° C (ελάχιστο επιθυμητό) ακόμη και στα μη θερμαινόμενα θερμοκήπια.

2.10.2.3. Υγρασία αέρα

Η άριστη επιθυμητή υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 60-70% σχετική υγρασία (Σ.Υ).

2.11. ΑΡΔΕΥΣΗ

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο διαφορετικές μέθοδοι εφαρμογής του νερού άρδευσης στην τομάτα:

- α) μέθοδος του καταιονισμού από ψηλά, που είναι χρήσιμη για την προετοιμασία του εδάφους πριν τη μεταφύτευση, για την εγκατάσταση των φυτών μετά τη μεταφύτευση, για τη γονιμοποίηση των ανθέων (δόνηση), για την εφαρμογή διαφυλλικών λιπασμάτων και φαρμάκων, και για την κατάβρεξη των φυτών και διαδρόμων όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες.
- β) μέθοδος εφαρμογής του νερού στο έδαφος, που είναι χρήσιμη για το πότισμα, για την υγρή λίπανση της καλλιέργειας σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Η εφαρμογή του νερού στο έδαφος, μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

- i) Με αυλάκια
- ii) Εκτοξευτήρες χαμηλού ύψους
- iii) Πλαστικοί σωλήνες από λεπτό μαύρο πολυαιθυλένιο, σύστημα "viaflo" κ.ά.
- iv) Μέθοδος στάγδην

2.12. ΣΥΚΟΜΙΔΗ – ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Τρεις με τέσσερις μήνες από τη σπορά μπορεί να αρχίσει η συγκομιδή των καρπών για νωπή κατανάλωση, και να συνεχιστεί για 3-5 μήνες. Οι καρποί συγκομίζονται σε διάφορα στάδια ωριμότητας που αρχίζει από το στάδιο του πράσινου ώριμου και φθάνει μέχρι το στάδιο του πλήρως ώριμου καρπού. Σε κοντινό τόπο προορισμού, οι καρποί μπορούν να συγκομισθούν εντελώς ή σχεδόν ώριμοι, δηλαδή πλήρως ανεπτυγμένοι κόκκινοι, αλλά να μην έχουν αρχίσει να μαλακώνουν. Αν αντίθετα το προϊόν προορίζεται για κάποια μακρινή αγορά, οι καρποί συγκομίζονται στο στάδιο του πράσινου ώριμου καρπού, κατά το οποίο ο καρπός έχει ήδη δεχτεί το 99% των ουσιών που θα έπαιρνε από το φυτό αν έμενε μέχρι την πλήρη ωρίμανση. Καρποί που συγκομίστηκαν στο στάδιο αυτό δεν ωριμάζουν αν διατηρηθούν σε θερμοκρασία κάτω από 10-12° C ή πάνω από 26-28°C. Για να ωριμάσουν κανονικά οι καρποί αυτοί πρέπει να διατηρηθούν σε θερμοκρασία 15 – 20°C, καλό αερισμό και υψηλή σχετική υγρασία, και χρειάζονται γι' αυτό 8-15 μέρες. Διατηρούνται σε

θερμοκρασία που εξαρτάται από το στάδιο συγκομιδής και τον τόπο προορισμού και πάντως δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να βρεθούν σε θερμοκρασία κάτω από 10°C. Εκτός από τον αερισμό που πρέπει να είναι καλός, η σχετική υγρασία πρέπει να είναι 85 και 90% (Πεδιαδιατάκης, 2002).

Εφαρμόζονται στην πράξη μια σειρά από μετασλλεκτικούς χειρισμούς για την συντήρηση των καρπών τομάτας. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι ο εμπλουτισμός με αέριο όζον, σε χαμηλές και φιλικές συγκεντρώσεις προς τον άνθρωπο και περιβάλλον, αυξάνουν την συντήρηση της τομάτας και βελτιώνουν ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Pintado et al., 2005; Tzortzakis et al., 2007). Σε φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο τεχνικές για την συντήρηση της τομάτας, έχουν δείξει ότι η χρήση αιθέριων ελαίων και φυσικών προϊόντων (ιασμονικό μεθύλιο, ξύδι κτλ) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντιμικροβιακό μέσο κατά την συντήρηση νωπών προϊόντων και βελτιώνοντας μερικώς ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού (Tzortzakis and Economakis, 2007; Tzortzakis, 2007a, 2007b, 2010).

2.13. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

Ανωμαλίες στο φυτό

- 1) Λέπτυνση της κορυφής
- 2) Συστροφή των νεαρών φύλλων της κορυφής

Ανωμαλίες στον καρπό

- 1) Σχίσσιμο ή σχάσιμο του καρπού
- 2) Ξηρή σήψη κορυφής καρπού (Blossom – end rot)
- 3) Εσωτερική καστάνωση του καρπού (Internal Browning or Bronzing)
- 4) Γκρίζα τοιχώματα (Graywall) καρπού
- 5) Ανομοιόμορφη (κηλιδωτή) ωρίμανση καρπού (Blotchy ripening)
- 6) Γωνιώδης καρπός (Boxy fruit)
- 7) Μαστοειδής καρπός
- 8) Παραμόρφωση καρπού (Cat face and Misshapen fruit)
- 9) Ηλιόκαυμα
- 10) Χείμερα (Chimera-silvering)

2.14. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Ζωικοί εχθροί:

- Νηματώδεις – *Meloidogyne* spp και *Heterodera rostochiensis*: Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα.
- Σιδηροσκώληκες – *Agriotes obscurus*: Προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
- Αφίδες – διάφορα είδη: Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς.
- Θρίπες – *Thrips tabaci*: Προσβάλλουν τα φύλλα. Μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις.
- Φυλλορρύκτης της τομάτας-*Liriomyza solani*: Προκαλεί στοές στο μεσόφυλλο.
- Τετράνυχος – *Tetranychus urticae*: Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα.
- Αλευρώδης – *Trialeurodes vaporariorum*: Προσβάλλει τα φύλλα.

Ασθένειες:

- Αδρομυκώσεις – *Verticillium dahlia*, *V. albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* F. sp. *lycopersici*
- Καστανή σήψη των ριζών ή φελλώδης σηψιρριζία – (Brown root ή Corky root). *Pyrenochaeta lycopersici*
- Ντιντιμέλλα – *Didymella lycopersici*: Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς.
- Φαιά σήψη – *Botrytis cinerea*: Προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη, όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή < 18° C.
- Όψιμος περονόσπορος – *Phytophthora infestans*: Προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού.
- Πρώιμος περονόσπορος – *Alternaria solani*: Προσβάλλει το λαιμό των νεαρών φυτών και στα ανεπτυγμένα φυτά τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς.
- Κλαδοσπορίαση – *Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*: Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα.
- Ωίδιο – *Leveillula taurica*: Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα.
- Σκληρωτινίαση – *Sclerotinia sclerotiorum*: Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και φύλλα και καρπούς.
- Βακτηριακός καρκίνος – *Corynebacterium michiganense*: Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς, όπου προκαλεί καρκίνο.
- Μωσαϊκό του καπνού – TMV: Προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία.

- Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων – TYLCV: Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό, αλλά κυρίως τη βλαστανούσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση.

2.15. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ

Υπάρχει μια πληθώρα ποικιλιών και υβριδίων στην αγορά. Για νωπή κατανάλωση: Angella, Dombo, Dombito, Sonato, Money Maker, Marmande (T-82) Early Pack, GC-204, Carmello, Caruso, Vermouda, και Boa.

Για καλλιέργεια: Cherry Corbus, Cherry Rubino Top, Despoina, Belladonna, Formula, Elpida, Dafni, Felina F1 ‘Clause’, Don Jose F1‘Clause’, Titanom, Leonora, Aprillia (υπαίθρια).

ΚΕΦΑΛΑΙΑΟ 3.

3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

Capsicum annuum var. *annuum* L.

Οικογένεια: Solanaceae

2n = 24

Capsicum: από το ελληνικό κάπτω = καυτερός, καυστικός

Αγγλικά : Pepper, **Γαλλικά:** Piment, **Γερμανικά:** pfeffer, **Ιταλικά:** Peperone, **Ισπανικά:** Chile

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πιπεριά (*Capsicum spp.*) καλλιεργείται σήμερα σε μεγάλες εκτάσεις στις εύκρατες και τροπικές ζώνες, κυρίως για τον καρπό της, που χρησιμοποιείται σαν λαχανικό ή μπαχαρικό – καρύκευμα. Υπάρχουν αρκετά είδη και βοτανικές ποικιλίες στο γένος *Capsicum*, γεγονός που συντελεί στη μεγάλη διαφοροποίηση που υπάρχει στους καρπούς, όσον αφορά το βαθμό καυστικότητας, σχήμα, μέγεθος, χρώμα κ.λπ.

Οι γλυκές πιπεριές έχουν το πιο ήπιο άρωμα και την πιο ελαφριά δριμύτητα από όλες τις πιπεριές. Καταναλώνονται νωπές σε σαλάτες ή μαγειρεμένους με διάφορους τρόπους, όπως γεμιστές, τηγανητές, ή ακόμη παρασκευάζονται ως τουρσί. Η συγκομιδή του καρπού γίνεται στο στάδιο του "ώριμου πράσινου" καρπού ή του "ώριμου κόκκινου" ή "κίτρινου" ή "πορτοκαλιού" ή "ιώδους" κ.λπ. σταδίου. Οι νωπές γλυκές πιπεριές αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών, ιδιαίτερα σε βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ). Οι αποξηραμένες πιπεριές που έχουν έντονα καυτερή γεύση είναι πλούσιες σε βιταμίνη A (Ολύμπιος, 2001)

3.2. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Η πιπεριά είναι ενδογενές φυτό των τροπικών περιοχών της Ν. Αμερικής και χρονολογείται από πολύ παλιά. Σπόροι πιπεριάς ηλικίας πέραν των 5000 π. Χ. έχουν βρεθεί και αναγνωρίζεται σε αρχαιολογικές ανασκαφές στο Tahuakan του Μεξικού, πιθανόν από άγρια φυτά του γένους *Capsicum annuum*. Στο Περού βρέθηκαν υπολείμματα του γένους *C. baccatum* ηλικίας 2000 π.Χ. Κατά μια εκδοχή, η πιπεριά διείσδυσε από το Περού στο Μεξικό, κατά μια δεύτερη εκδοχή το Μεξικό αποτελεί ξεχωριστό ανεξάρτητο κέντρο, όπου υπάρχει και αρκετή διαφοροποίηση βοτανικών ποικιλιών (Heizer, 1979). Οι τύποι της γλυκιάς πιπεριάς ήσαν γνωστοί επίσης από πολύ παλιά, αλλά μόνο πρόσφατα έχουν

αποκτήσει μεγαλύτερη σπουδαιότητα. Οι πιπεριές υπήρξαν συμβολικά φυτά για τους Ινδιάνους της Ν. Αμερικής και έπαιξαν σημαντικό ρόλο στις θρησκευτικές τους τελετουργίες.

Η πρώτη Ευρωπαϊκή αναφορά για την πιπεριά γίνεται το 1493 από τον Peter Martyr, που αναφέρει ότι ο Κολόμβος βρήκε πολύ καυτερές πιπεριές και με τα ταξίδια του, η πιπεριά ήρθε στην Ευρώπη και έγινε αμέσως αποδεκτή. Η σχετικά μεγάλη περίοδος διατήρησης της βλαστικής ικανότητας του σπόρου και η ευκολία της διακίνησής του συνέβαλαν στην ευρεία διάδοση της πιπεριάς σε πολλές άλλες τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου. Στην Ινδία έγινε ευρέως δεκτή, και ήδη το 1542 αναφέρεται ότι ήταν γνωστά 3 είδη πιπεριάς. Σήμερα η Ινδία αποτελεί και την πρώτη χώρα εξαγωγής κόκκινης πιπεριάς. Στις ΗΠΑ η καλλιέργεια της πιπεριάς δεν διαδόθηκε γρήγορα, αλλά σήμερα αποτελεί προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας.

3.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Υπάρχει σύγχυση όσον αφορά τη συστηματική κατάταξη του γένους *Capsicum*. Νωρίς τον εικοστό αιώνα αναγνωρίζονται μόνο δύο είδη καλλιεργούμενης πιπεριάς, τα *C. annuum* και *C. frutescens* σήμερα όμως έχει γίνει αποδεκτό ότι υπάρχουν 4 ή 5 είδη. Πρόσθετα σ' αυτά τα καλλιεργούμενα είδη υπάρχουν και 20 περίπου άγρια είδη που συναντώνται κυρίως στη Ν. Αμερική. Τα καλλιεργούμενα είδη, σύμφωνα με τον Purse - glove (1979), είναι τα παρακάτω: *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum pubescens* (Ολύμπιος, 2001)

3.4. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η πιπεριά (Εικόνα 3.1) σήμερα καλλιεργείται σε πολλά μέρη του κόσμου, σε ανοικτές καλλιέργειες και υπό κάλυψη. Όσον αφορά τις υπό κάλυψη εκτάσεις στην Ευρώπη, αναφέρεται ότι η Ολλανδία καλλιεργεί κυρίως σε υαλόφρακτα θερμοκήπια 5.000 στρέμματα το χρόνο, που παράγουν περίπου 23.000 τόνους προϊόντος με μέση απόδοση 4,6 τον/στρ.

Στην Ιταλία, η καλλιέργεια της πιπεριάς υπό κάλυψη (υαλόφρακτα θερμοκήπια, πλαστικά τούνελ, χαμηλά τούνελ) καταλαμβάνει 25.000 στρέμματα με μέση απόδοση 3,5 τον/στρ. Οι πρώην ανατολικές ευρωπαϊκές χώρες εξαγωγουν (1996) στις Δυτικές χώρες, πάνω από 54.000 τόνους προϊόντος. Την πρώτη θέση παραγωγής και εξαγωγής κατέχει η Ουγγαρία και δευτερευόντως η Βουλγαρία και Σλοβακία, οι οποίες τροφοδοτούν τις αγορές της Δ. Ευρώπης, του Καναδά και των ΗΠΑ.

Στην Ευρώπη, η Γερμανία εισάγει τις μεγαλύτερες ποσότητες πιπεριάς (244.926 τόνους το 1996) κατ' έτος και ακολουθούν η Γαλλία (75.827 τόνους), το Ηνωμένο Βασίλειο (57.819 τόνους) και η Ιταλία (39.587 τόνους). Όσον αφορά εξαγωγές, η Ισπανία είναι η χώρα που εξάγει τις μεγαλύτερες ποσότητες (376.793 τόνους το 1996) με δεύτερη την Ολλανδία με 226.806 τόνους.

Χώρες όπως η Τουρκία και η Ιορδανία εμφανίζονται με τις μεγαλύτερες εξαγωγές το 1996, με 29.632 τόνους και 13.234 τόνους αντίστοιχα. Στην Αγγλία, Γαλλία, Ισπανία και Πορτογαλία, τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζεται μεγάλη αύξηση στην καλλιέργεια πιπεριάς σε υψηλά θερμοκήπια με κάλυψη από πλαστικό.

Η κατανάλωση πράσινης πιπεριάς στη Β.Δ. Ευρώπη είναι της τάξης των 430.000 τόνων, από τους οποίους περίπου το 1/3 παράγεται στην Ευρώπη υπό προστασία ενώ το υπόλοιπο ποσό παράγεται σε ανοικτές καλλιέργειες στην Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία και σε μικρότερο βαθμό εισάγεται από Ισραήλ, Β. Αφρική και ΗΠΑ.



Εικόνα 3.1: Φυτό πιπεριάς σε γλάστρα.

Από τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν, διαπιστώνεται ότι οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με πιπεριά υπό κάλυψη, δεν είναι πάρα πολλές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η καλλιέργεια γίνεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό σε πλαστικά θερμοκήπια, και από το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων μόνο το 13,6% εφαρμόζεται θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες. Σχεδόν ολόκληρη η ποσότητα που παράγεται καταναλώνεται στον τόπο και μόνο πολύ μικρές ποσότητες γλυκιάς πιπεριάς και τελευταία πιπεριάς τύπου "κέρατο" εξάγονται.

Οι πιο ψηλές τιμές χονδρικής πώλησης της γλυκιάς πιπεριάς στην κεντρική λαχαναγορά της Αθήνας, κατά τη διάρκεια του έτους και κατά τα έτη 1995, 1996, 1997, 1998, εμφανίζονται τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο, αποτέλεσμα όπως πιστεύεται, της μειωμένης προσφοράς και της αυξημένης ζήτησης την περίοδο αυτή. Ανάλογη διακύμανση της τιμής παρουσιάζεται και στις μακριές γλυκές πιπεριές (τύπου "κέρατο"), οι οποίες παρουσιάζουν αρκετή ζήτηση τα τελευταία χρόνια.

3.5. ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

Φυτό: Είναι φυτό μονοετές ή διετές, ποώδες, με κορμό και βλαστούς ελαφρά ξυλώδεις στη βάση (τα γηραιότερα στελέχη), έχει την τάση να αναπτύσσεται προς τα πάνω (ορθόκλαδο). Χωρίς επεμβάσεις οι βλαστοί αναπτύσσονται σε ύψος 0,3 – 0,8m, είναι εύθραυστοι και με το βάρος της καρποφορίας πολλές φορές σπάζουν. Η πιπεριά είναι πολυετής στις τροπικές χώρες και μονοετής στις εύκρατες περιοχές. Αρχικά το φυτό αναπτύσσεται μονοστέλεχο, σχηματίζει δηλαδή κορμό (κυρίως βλαστό) στη συνέχεια διακλαδίζεται, χωρίζεται δηλαδή και σχηματίζει δύο, σπανιότατα 3 βλαστούς (βλαστοί 1^{ης} τάξης). Μεταξύ των δύο αυτών βλαστών, σχηματίζεται ο πρώτος οφθαλμός – άνθος που θα δώσει τον πρώτο καρπό. Ο οφθαλμός αυτός λέγεται βασικός οφθαλμός (crown bud). Κάθε βλαστός 1^{ης} τάξης, μετά την παραγωγή ενός ή δύο φύλλων, διακλαδίζεται και δίνει δύο βλαστούς (βλαστοί 2^{ης} τάξης), που στη διακλάδωση φέρουν ανθοφόρους οφθαλμούς. Η διεργασία αυτή, συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή κάθε καινούριος βλαστός διακλαδίζεται και στη διακλάδωση σχηματίζεται οφθαλμός που θα δώσει καρπό. Με τον τρόπο ανάπτυξης, το φυτό ελεύθερο (χωρίς επεμβάσεις) παίρνει θαμνώδη μορφή. Το φυτό της πιπεριάς δεν φέρει βλαστανούσα κορυφή όπως η τομάτα και η μελιτζάνα. Αν τα φυτά κλαδεύονται το φθινόπωρο ή αρχές άνοιξης, αναβλαστάνουν σαν διετή.

Ρίζα: Το ριζικό σύστημα όταν αναπτύσσεται ελεύθερα σε βαθύ και χωρίς αδιαπέραστους ορίζοντες έδαφος φθάνει σε βάθος 60 – 120 cm Το φυτό έχει την ικανότητα να αναπτύσσει δυνατή κεντρική ρίζα, αλλά συνήθως αυτή κόβεται ή σταματά να αναπτύσσεται, μετά τη

φύτευση και δημιουργούνται πλευρικές διακλαδιζόμενες ρίζες που φτάνουν επίσης σε ανάλογο βάθος.

Φύλλα: Είναι απλά, λεπτά, ελλειπτικά, οξύληκτα, ακέραια με βαθύ πράσινο χρώμα στην άνω επιφάνεια, και πιο ανοικτό πράσινο στην κάτω (Εικόνα 3.2). Ο μίσχος των φύλλων έχει μήκος 3 – 5 cm.



Εικόνα 3.2: Φύλλα πιπεριάς.

Άνθη: Τα άνθη (Εικόνα 3.3) εμφανίζονται μονήρη στις διακλαδώσεις των βλαστών και φέρουν μίσχο 1,5 cm μήκος. Φέρουν κωδωνοειδή κάλυκα με 5 ή περισσότερα οδοντωτά σέπαλα, που συνήθως μεγαλώνουν και περιβάλλουν τη βάση του άνθους. Φέρουν στεφάνη διαμέτρου 8-15 χιλιοστά με 5 ή περισσότερα πέταλα, που είναι συνήθως λευκά ή λευκοπράσινα. Φέρουν 5 ή περισσότερους στήμονες που βρίσκονται κοντά στη βάση της στεφάνης. Οι ανθήρες έχουν ιώδη απόχρωση και σχίζονται κατά μήκος. Η ωοθήκη είναι δίχωρος ή τρίχωρος ή τετράχωρος, και φέρει στύλο που είναι απλός άσπρος ή ιώδης. Διαφέρει από την τομάτα στο ότι ο στύλος είναι πιο μακρύτερος από τους στήμονες. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, αυτογονιμοποιούμενα και μερικώς σταυρογονιμοποιούμενα. Το άνθος παραμένει ανοιχτό για 2-3 μέρες.

Η αυτογονιμοποίηση ευνοείται γιατί ο ποδίσκος του άνθους κυρτούται ώστε το άνθος να 'βλέπει' προς τα κάτω, έτσι πιο εύκολα η γύρις πέφτει πάνω στο στίγμα. Επίσης, κατά το άνοιγμα του άνθους ο στύλος κυρτούται και περνά και αγγίζει τους ανθήρες.



Εικόνα 3.3: Άνθος πιπεριάς.

Καρπός: Ο καρπός είναι ράγα ο οποίος ποικίλλει σε μορφή και μέγεθος ανάλογα με την ποικιλία, είναι πολύχωρος και πολύσπερμος και φέρει κοιλότητα μεταξύ του πλακούντα και των τοιχωμάτων του καρπού. Αρχικά το χρώμα του είναι πράσινο ή πρασινωπό και όταν ωριμάσει χρωματίζεται ερυθρός, καστανέρυθρος, κίτρινος, κιτρινοπράσινος, πορτοκαλής ή ιώδης. Το χρώμα του καρπού οφείλεται σε μίγμα καροτινοειδών, με κυριότερη ουσία την καψανθίνη ($C_{40}H_{58}O_3$) και σε μικρότερο βαθμό τα α- και β-καροτίνη, ξανθοφύλλη, ζεαξανθίνη, κρυπτοξανθίνη.



Εικόνα 3.4: Καρποί πιπεριάς διαφόρων χρωμάτων.

3.6. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η πιπεριά πολλαπλασιάζεται με σπόρο που σπέρνεται στο θερμοκήπιο 6 – 8 εβδομάδες πριν τη μεταφύτευση (Νο. –Δεκ. –Ιαν). Ο σπόρος σπέρνεται σε γλαστράκια ή σε σπορεία σε βάθος 5–10 mm και όταν φυτρώσει και το φυτάριο αναπτύξει 3 φύλλα μπορεί να μειωθεί τη θερμοκρασία για 4 εβδομάδες στους 12 – 13°C. Αυτή η μεταχείριση προκαλεί επιβράδυνση της βλάστησης, αλλά πλουσιότερο ριζικό σύστημα και παραγωγή περισσότερων βλαστών, ανθέων και καρπών, και προωμίζει την παραγωγή. Μετά το διάστημα αυτό, η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 25°C τη μέρα και 20–21°C τη νύχτα, και η σχετική υγρασία διατηρείται στο 75–80%. Στο στάδιο αυτό, ωφελείται περισσότερο από την τομάτα από τον συμπληρωματικό φωτισμό. Σε 6 – 8 εβδομάδες που τα φυτά έχουν αποκτήσει 6 – 8 φύλλα, μεταφυτεύονται στο θερμοκήπιο σε αποστάσεις 50 x 80–100 cm σε απλές γραμμές ή 30–50 x 40–50 x 90–100 cm σε διπλές γραμμές (ζεύγη γραμμών) (Πεδιαδιτάκης, 2002).

3.7. ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ – ΚΛΑΔΕΜΑ

Η υποστύλωση των φυτών γίνεται με δέσιμο των φυτών με σπάγκο από το έδαφος στο οριζόντιο σύρμα ή με την χρήση οριζόντιου δικτιού. Το φυτό της πιπεριάς δεν έχει βλαστάνουσα κορυφή, αρχικά αναπτύσσεται μονοστέλεχο, στη συνέχεια διακλαδίζεται και δίνει 2 βλαστούς πρώτης τάξης, αυτοί με τη σειρά τους 4 βλαστούς δεύτερης τάξης κ.ο.κ. Στις διακλαδώσεις σχηματίζεται άνθος που θα δώσει καρπό. Μετά την πρώτη διακλάδωση αφήνονται 1-4 βλαστοί ανά φυτό που ο καθένας στερεώνεται κατακόρυφα με σπάγκο. Οι υπόλοιποι βλαστοί αφαιρούνται ή κλαδεύονται στο πρώτο φύλλο ή στο δεύτερο για να πάρουμε και τον καρπό που βρίσκεται στη βάση της επόμενης διακλάδωσης. Το κλάδεμα επαναλαμβάνεται μια φορά την εβδομάδα. Πριν την πρώτη διακλάδωση αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί που εκφύονται από τις μασχάλες των φύλλων.

Οι βλαστοί που βρίσκονται κάτω από την πρώτη διακλάδωση αφαιρούνται. Στη συνέχεια δεν εφαρμόζεται κανένα πρόσθετο κλάδεμα. Για να στηριχτούν τα φυτά και να μην προκληθούν ζημιές από σπάσιμο βλαστών, τοποθετείται οριζόντια πάνω από τα φυτά και σε ύψος 50-60 cm πλαστικό δίχτυ που στερεώνεται με πασσάλους στα άκρα των γραμμών. Οι διαστάσεις των ανοιγμάτων στο δίχτυ είναι 20 x 20 cm και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτό που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια γαρυφάλλων. Οι βλαστοί περνούν από το δίχτυ και βρίσκουν στήριξη. Εάν υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη του φυτού τότε μπορεί να τοποθετηθεί και δεύτερο δίχτυ σε απόσταση 30 cm από το πρώτο, και ίσως και τρίτο στην ίδια πάλι απόσταση (Τζωρτζάκης, 2007).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι θα πρέπει να προτιμάται το πρώτο είδος υποστύλωσης, ώστε να αποφεύγονται τα πρόσθετα έξοδα αλλά και ο κίνδυνος από παθογόνα

3.8. ΕΛΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η πιπεριά μπορεί να καλλιεργηθεί σε πλείστα εδάφη, αποδίδει όμως καλύτερα στα σχετικά ελαφρά, βαθιά, αποστραγγιζόμενα, πλούσια σε χούμο και γόνιμα εδάφη. Για πολύ πρώιμες καλλιέργειες θα πρέπει να επιλέγονται τα αμμώδη εδάφη και μάλιστα με μεσημβρινή έκθεση (γιατί θερμαίνονται εύκολα και πιο νωρίς) στα οποία θα πρέπει να δίδεται η ανάλογη λίπανση.

Το άριστο pH του εδάφους για την πιπεριά, είναι 5,5-6,5. Μπορεί να καλλιεργηθεί και σε ουδέτερα, ως και σε ελαφρώς αλκαλικά εδάφη. Τα φυτά έχουν μικρή ανθεκτικότητα στα άλατα του εδάφους.

3.9. ΛΙΠΑΝΣΗ

Συνιστάται με κάθε πότισμα να εφαρμόζεται και υγρή λίπανση. Εάν όμως η βασική λίπανση είναι πλούσια, τότε τα πρώτα ποτίσματα γίνονται με καθαρό νερό και η χορήγηση των λιπασμάτων αρχίζει λίγο αργότερα. Κατά κανόνα δίνονται με την επιφανειακή λίπανση το άζωτο και κάλιο, ενώ ο φώσφορος (όλη η ποσότητα) ενσωματώνεται στο έδαφος με τη βασική λίπανση. Η σχέση μεταξύ των δύο στοιχείων N και K συνιστάται να είναι 1:2, δηλαδή περισσότερο Κάλιο. Εάν παρατηρηθεί περιορισμένη βλάστηση, αυτή ενθαρρύνεται με αύξηση του αζώτου και η σχέση N και K γίνεται 1:1.

3.10. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ- ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Η συγκομιδή αρχίζει 2-3 μήνες μετά την μεταφύτευση, όταν οι καρποί αποκτήσουν το μέγιστο μέγεθός τους, αλλά πριν πάψουν να είναι τρυφεροί και πριν αρχίσουν να κοκκινίζουν ή να κιτρινίζουν, πριν δηλαδή αρχίσουν να αποκτούν το χρώμα του ώριμου καρπού. Γίνεται με το χέρι, σταδιακά, και με προσοχή να μην τραυματισθούν μια και τους κόβουμε μαζί με τμήμα του ποδίσκου. Η απόδοση είναι συνήθως 1-2 τον/στρ. από χωράφι, και 4-5 τον/στρ. από θερμοκήπιο. Μετά τη συλλογή τους οι καρποί διαλογίζονται κατά ποικιλία, ποιότητα και μέγεθος, συσκευάζονται σε τελάρα ή σε σάκους ανάλογα με τον προορισμό τους, και αποθηκεύονται σε θερμοκρασία 10°C, και σχετική υγρασία 90%. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες, διατηρούνται μόνο για 2-3 εβδομάδες (Πεδιαδιτάκης,2002).

3.11. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Προσβολές από έντομα

Αλευρώδης – *Trialeuroides vaporariorum* (Homoptera – Aleurodidae). Το μικροσκοπικό αυτό έντομο (Εικόνα 3.5) αναπτύσσεται και πολλαπλασιάζεται πολύ γρήγορα σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας



Εικόνα 3.5: Προσβολή φύλλου από Αλευρώδη.

Αφίδες (μελίγκρες). Οι πιπεριές προσβάλλονται από έναν αριθμό ειδών αφίδων. Ελέγχονται όμως εύκολα χημικά με τα ειδικά αφιδοκτόνα, γιατί στις συνθήκες των θερμοκηπίων συνήθως τα θηλυκά γεννούν ζωντανές μικρές αφίδες και όχι αυγά.

Τετράνυχος (κόκκινη αράχνη) – *Tetranychus* spp. Τα συμπτώματα προσβολής από τετράνυχο (Εικόνα 3.6) στην πιπεριά είναι όπως και στα άλλα φυτά, δηλαδή μικρές κιτρινόασπρες κηλίδες στα φύλλα που τελικά παίρνουν σκούρο κίτρινο χρώμα. Όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλή υγρασία το άκαρι πολλαπλασιάζεται με μεγάλη ταχύτητα.



Εικόνα 3.6: Τετράνυχος σε φύλλα πιπεριάς (εικόνα από μικροσκόπιο).

Άλλα έντομα. Λιγότερες ζημιές στην πιπεριά προκαλούν διάφορα άλλα έντομα. Στο φύλλωμα το *Forficula spp*, θρίπες, στον καρπό το *Zonosemata electa*. Το ριζικό σύστημα προσβάλλεται από νηματώδεις (*Heterodera spp*) και σπανιότερα από *Ellateridae* (Ολύμπιος, 2001).

Προσβολές από μύκητες

Φαιά σήψη (Βοτρύτης) – *Botrytis cinerea*. Από τις μυκητολογικές ασθένειες που προσβάλλουν τις πιπεριές, κυρίως στα μη θερμαινόμενα πλαστικά θερμοκήπια, η πιο συχνή είναι ο Βοτρύτης.

Σκληρωτινίαση *Scerotinia sclerotiorum*. Η σκληρωτινίαση είναι μύκητας που προσβάλλει την πιπεριά με τον ίδιο τρόπο όπως ο Βοτρύτης. Οι βλαστοί των φυτών μπορεί να παρουσιάσουν σκούρες κηλίδες, πάνω στις οποίες αναπτύσσεται λευκό εξάνθημα όταν επικρατούν υγρές συνθήκες.

Ωίδιο – *Leveillula taurica* (Erysiphales). Ο μύκητας, που είναι ενδοπαράσιτο, προκαλεί στην πάνω επιφάνεια των φύλλων τις χαρακτηριστικές αλευρώδεις κιτρινωπές κηλίδες των ωιδίων και στην κάτω εμφανίζονται οι κονιδιοφόροι.

Αδρομυκώσεις – *Verticillium dahlie* και *Fusarium spp*. Οι μύκητες αυτοί που βρίσκονται στο έδαφος, προκαλούν σοβαρές καταστροφές όταν προσβάλλουν την φυτεία. Προσβάλλεται το αγγειακό σύστημα του φυτού και λόγω της κακής λειτουργίας του τα φύλλα κιτρινίζουν από τη βάση, η ανάπτυξη περιορίζεται, το φυτό μαραίνεται και τελικά ξηραίνεται.

Σηψιρριζίες – σήψη λαιμού. Όπως όλα τα καλλιεργούμενα φυτά έτσι και η πιπεριά, προσβάλλεται από μύκητες που προκαλούν σήψη των ριζών και του λαιμού, όπως *Pythium*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* κ.ά., με αποτέλεσμα τη μείωση της ριζικής επιφάνειας και της παραγωγικής ικανότητας του φυτού.

Προσβολές από βακτήρια. Βακτήρια που προσβάλλουν την πιπεριά αναφέρονται τα *Xanthomonas vesicatoria* και *Pseudomonas syringae*, pv *capsici*.

Προσβολές από ιώσεις. Οι πιπεριές προσβάλλονται από αριθμό ιώσεων, ειδικότερα τον ιό του μωσαϊκού του καπνού (TMV), τον ιό 1 του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV 1) και τον ιό που προκαλεί καρούλιασμα των φύλλων (leaf curl). Ο τελευταίος αναφέρεται ότι μεταδίδεται με τον θρίπα *Scirtothrips dorsalis*.

3.12. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ ΚΑΡΠΟΥ

Σήψη της κορυφής (Blossom – end rot). Εμφανίζεται ξηρά σήψη στο αντίθετο του ποδίσκου άκρο του καρπού ή στα πλάγια, όπως ακριβώς και στην τομάτα. Τα αίτια

αποδίδονται σε δραστηριότητα της ρίζας και το πρόβλημα του ασβεστίου. Αντιμετωπίζεται ή περιορίζεται με την μείωση του ποσού των αλάτων στο ριζόστρωμα, εάν είναι υψηλό ή αυξάνοντας τη συχνότητα ποτίσματος αν αυτή δεν είναι ικανοποιητική. Συνήθως αυτά είναι τα δύο αίτια που προκαλούν συμπτώματα έλλειψης ασβεστίου. Απ' ευθείας προσθήκη ασβεστίου στο έδαφος ή με ψεκασμό του φυτού με CaCl_2 1-2% ή νιτρικό ασβέστιο $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα.

Ηλιόκαμα. Εμφανίζεται σαν γκριζοκαφέ νεκρωτική κηλίδα στην επιφάνεια του καρπού. Προκαλείται από την απ' ευθείας πρόσπτωση έντονης ηλιακής ακτινοβολίας επί του καρπού. Είναι συνηθισμένο πρόβλημα το καλοκαίρι, και αποφεύγεται είτε με την ανάπτυξη πιο πυκνού φυλλώματος από τα φυτά (κατάλληλες ποικιλίες, κατάλληλο κλάδεμα) είτε με τη σκίαση του θερμοκηπίου.

Σχίσσιμο του καρπού. Προκαλούνται σχισμές γύρω από τους ώμους του καρπού κοντά στον ποδίσκο. Τα αίτια θεωρούνται η μεγάλη αυξομείωση της θερμοκρασίας και πιθανόν η αλλαγή της υγρασίας εδάφους και ατμόσφαιρας. Αποφεύγεται με τη διατήρηση σταθερών θερμοκρασιών και υγρασίας και με κανονικά ποτίσματα.

3.13. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Για την επιλογή των ποικιλιών που θα καλλιεργηθούν στα θερμοκήπια, έχει γίνει αναφορά. Στη συνέχεια θα αναφερθούν και θα περιγραφούν οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα.

Cleopatra N° 1 (309). Υβρίδιο πρώιμο και παραγωγικό.

Cleopatra N° 4 (310). Είναι πρώιμο και παραγωγικό υβρίδιο και καλλιεργείται (σε πολύ μικρή έκταση σήμερα) στη Ν. Ελλάδα τους χειμερινούς μήνες.

Lamuyo F₁. Είναι πρώιμη ποικιλία (υβρίδιο).

Π 13. Ελληνική επιλογή του Κ.Γ.Ε.Β.Ε. Καλλιεργείται στη Β. Ελλάδα.

Π 14. Επιλογή του Κ.Γ.Ε.Β.Ε. Η επιλογή αυτή είναι πολύ πρώιμη και ανθεκτική στις τραχειομυκηκώσεις.

California Wonder. Σε διεθνή κλίμακα, από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες κυρίως για υπαίθρια καλλιέργεια. Μέσης πρωιμότητας.

Yolo Wonder. Είναι του ίδιου τύπου, όπως η California Wonder (κυρίως για υπαίθρια καλλιέργεια). Είναι ποικιλία μέσης πρωιμότητας

Gedeon F₁. Είναι υβρίδιο ζωηρής όρθιας ανάπτυξης. Πρώιμο, με ικανοποιητική καρπόδεση και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες.

Maor. Ίδιος τύπος με το California Wonder

Gracia F₁. Πρώιμο υβρίδιο, το φυτό είναι εύρωστο και παραγωγικό.

Asimi. Είναι ποικιλία κατάλληλη για παραγωγή καρπών κίτρινου χρώματος. .

Eagle. Είναι ποικιλία κατάλληλη για παραγωγή καρπού χρώματος πορτοκαλί.

Tequila. Είναι ποικιλία κατάλληλη για παραγωγή καρπού χρώματος ιώδους κατά το στάδιο του ανώριμου καρπού.

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΤΥΠΟΥ "ΚΕΡΑΤΟ"

Sammy F₁. Φυτό εύρωστο, πολύ πρώιμο, ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες και με υψηλή παραγωγή. Ο καρπός είναι κωνικός (τύπου "κέρατο") με μήκος 17 – 20 cm και διάμετρο στη βάση του κώνου 4 – 5 cm Η γεύση του καρπού είναι γλυκιά. Το φυτό είναι ανθεκτικό στις φυλές 0,1,2, του TMV.

ΜΕΡΟΣ Β ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΜΑΤΑΣ.

4.1. ΤΟΠΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η πειραματική μελέτη για την αξιολόγηση κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων με ή χωρίς τη χρήση λίπανσης σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς και ντομάτας πραγματοποιήθηκε στο Ηράκλειο Κρήτης. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στο χώρο του Αγροκτήματος του τμήματος Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης (Τ.Ε.Ι. Κρήτης), στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου «Καλλιέργειες Εκτός Εδάφους». Στα ποτίσματα περιλαμβάνονταν και η εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης (υδρολίπανσης). Πιο συγκεκριμένα το πείραμα ξεκίνησε στις 17/9/2010 και για τα δυο φυτά και η πιπέρια ολοκληρώθηκε στις 17/1/2011 ενώ η ντομάτα ολοκληρώθηκε στις 17/2/2011.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε και καταγράφηκε η ανάπτυξη και η παραγωγή των φυτών και πιο συγκεκριμένα μετρήθηκαν ανά διάστημα δύο εβδομάδων:

- ❖ Η διάμετρος του κεντρικού στελέχους
- ❖ Ο αριθμός των φύλλων
- ❖ Το ύψος του φυτού
- ❖ Ο αριθμός των σχηματιζόμενων ανθέων και συγκομισμένων καρπών
- ❖ Ο φθορισμός των φύλλων
- ❖ Η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων
- ❖ Το νωπό βάρος καρπών και η παραγωγή

Όταν ολοκληρώθηκε το πείραμα πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις όσον αφορά:

- ❖ Το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους

4.2. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΜΑΤΑΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό, γίνεται αναφορά για τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν τόσο για την προετοιμασία όσο και για την εγκατάσταση-μεταφύτευση των σποροφύτων πιπεριάς και ντομάτας σε γλάστρες.

Από τον χώρο του θερμοκηπίου χρησιμοποιήθηκε ένα τμήμα περίπου 125 τ.μ., όπου το δάπεδο καλύφθηκε με πλαστικό διπλής (λευκής/μαύρης) όψεως (με την λευκή επιφάνεια προς τα πάνω) για αποφυγή ανάπτυξης ζιζανίων και απομόνωση από τα διάφορα εδαφογενή παράσιτα/παθογόνα.

Στις αρχές Αυγούστου του 2010 τοποθετήθηκαν σπόροι πιπεριάς, ποικιλίας Oregon και σπόροι ντομάτας, υβρίδιο '1414' σε φυτόχωμα (Favorit Kultursubstrat) και τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς δίσκους σποράς 45 θέσεων. Οι δίσκοι παρέμειναν σε σύστημα υδρονέφωσης αρχικά και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στο θερμοκήπιο, με σκοπό την ανάπτυξη των σποροφύτων. Η προετοιμασία των φυτών έγινε από ειδικευμένο φυτώριο (Κρόνος, Ιεράπετρα). Ακολούθησε η μεταφύτευσή των νεαρών σποροφύτων σε γλάστρες με μείγμα σε διάφορες αναλογίες (χώμα – κόμποστ – άμμος) στις 30/9/2010.

Το έδαφος, έπειτα από σχετικές αναλύσεις της μηχανικής σύστασης του εδάφους, εμπλουτίστηκε με άμμο με σκοπό να αυξηθεί η ποσοστιαία (περίπου στο 60-65%) αναλογία άμμου σε σχέση με την ιλύς και άργιλος.

Έπειτα οι γλάστρες (180) τοποθετήθηκαν σε χώρο 125 τ.μ. στο χώρο του θερμοκηπίου με εγκατεστημένο αρδευτικό δίκτυο, όπου κατά το ήμισυ ποτίζονταν με νερό (90) και το υπόλοιπο με χρήση νερού και λίπανσης (οι υπόλοιπες 90 γλάστρες) για το κάθε φυτό.

Η παρούσα πειραματική εργασία ήταν μέρος ενός γενικότερου-πολυπλοκότερου πειραματικού σχεδίου το οποίο περιλάμβανε την ανάπτυξη φυτών πιπεριάς και τομάτας σε πέντε διαφορετικές αναλογίες κόμποστ (όπως αναλύονται παρακάτω), με την χρήση ή χωρίς συμπληρωματικής λίπανσης (ώστε να μελετηθεί η επίδραση της περιεκτικότητας του κόμποστ στις λιπαντικές ανάγκες της καλλιέργειας).

Οι αναλογίες των μειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στις γλάστρες για την καλλιέργεια των φυτών πιπεριάς και τομάτας είναι οι εξής:

- 100% έδαφος – 0% κόμποστ (υπόστρωμα 0%)
- 95% έδαφος – 5% κόμποστ (υπόστρωμα 5%)
- 90% έδαφος – 10% κόμποστ (υπόστρωμα 10%)
- 80% έδαφος – 20% κόμποστ (υπόστρωμα 20%)
- 60% έδαφος – 40% κόμποστ (υπόστρωμα 40%)

Ενώ χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό με ή χωρίς λίπανση για το πότισμα της καλλιέργειας. Επομένως μελετήθηκαν οι εξής 10 μεταχειρίσεις στην παρούσα πειραματική εργασία για την πιπεριά και για την τομάτα.

1. 100% έδαφος – 0% κόμποστ (υπόστρωμα 0%) με αρδευτικό νερό

2. 95% έδαφος – 5% κόμποστ (υπόστρωμα 5%) με αρδευτικό νερό
3. 90% έδαφος – 10% κόμποστ (υπόστρωμα 10%) με αρδευτικό νερό
4. 80% έδαφος – 20% κόμποστ (υπόστρωμα 20%) με αρδευτικό νερό
5. 60% έδαφος – 40% κόμποστ (υπόστρωμα 40%) με αρδευτικό νερό
6. 100% έδαφος – 0% κόμποστ (υπόστρωμα 0%) αρδευτικό νερό με λίπανση
7. 95% έδαφος – 5% κόμποστ (υπόστρωμα 5%) αρδευτικό νερό με λίπανση
8. 90% έδαφος – 10% κόμποστ (υπόστρωμα 10%) αρδευτικό νερό με λίπανση
9. 80% έδαφος – 20% κόμποστ (υπόστρωμα 20%) αρδευτικό νερό με λίπανση
10. 60% έδαφος – 40% κόμποστ (υπόστρωμα 40%) αρδευτικό νερό με λίπανση



Εικόνα 4.1: Χώρος θερμοκηπίου πριν την έναρξη του πειράματος.



Εικόνα 4.2: Χώρος για τη διεξαγωγή πειράματος μετά την τοποθέτηση του πλαστικού διπλής όψεως.



Εικόνα 4.3: Έδαφος και άμμος (ξεπλυμένη/ποταμίσια).



Εικόνα 4.4: Σάκοι με κόμποστ (ΔΕ.ΔΙ.ΣΑ. Χαλίων).



Εικόνα 4.5: Αναλογίες υποστρωμάτων (0, 5, 10 και 20%) σε κόμποστ.



Εικόνα 4.6: Υπόστρωμα 40% σε κόμποστ.



Εικόνα 4.7: Προμήθεια σποροφύτων πιπεριάς.



Εικόνα 4.8: Μεταφύτευση σποροφύτων πιπεριάς σε γλάστρες.



Εικόνα 4.9: Φυτά με διαφορετικές αναλογίες κόμποστ, μετά τη μεταφύτευση.



Εικόνα 4.10: Εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου.



Εικόνα 4.11a: Χωροθέτηση των γλαστρών ανά μεταχείριση.



Εικόνα 4.11b: Χωροθέτηση των γλαστρών ανά μεταχείριση.



Εικόνα 4.12: Τελικές αποστάσεις ανάπτυξης των φυτών.



Εικόνα 4.13: Τελική όψη εγκατάστασης του πειράματος.

Μετά τη μεταφορά των γλαστρών στην τελική τους θέση για δύο εβδομάδες ποτίζονταν όλα τα φυτά με αρδευτικό νερό, ενώ στην συνέχεια ποτίζονταν τα μισά με νερό και τα άλλα μισά με νερό και λίπανση.

4.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Μετά την τελική εγκατάσταση των φυτών στις γλάστρες πραγματοποιήθηκε (έπειτα από 2 εβδομάδες) υποστύλωση του φυτού με σπάγκο (εφαρμόζοντας το διστέλεχο σύστημα ανάπτυξης για την πιπεριά και το μονοστέλεχο σύστημα ανάπτυξης για την τομάτα) στο οριζόντιο σύρμα. Επίσης, εβδομαδιαίως γινόταν η αφαίρεση πλαγίων βλαστών και ζιζανίων. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας σημειώθηκε προσβολή από αλευρώδη (*Trialeurodes vaporariorum*) και φυλλορύκτη (*Tuta absoluta*) καθώς και από τον μύκητα *Phytophthora infestans*, ο οποίος προκαλεί την ασθένεια περονόσπορο. Επίσης σημειώθηκαν προσβολή από οΐδιο (*Oidiopsis sicula*) και κλαδοσπορίαση (*Fulvia fulva*). Οι ασθένειες και οι ζωικοί εχθροί αντιμετωπίστηκαν με κατάλληλους ψεκασμούς, που γίνονταν σε διάστημα μιας εβδομάδας.

4.3.1. Πρόγραμμα φυτοπροστασίας

Το πρόγραμμα φυτοπροστασίας που εφαρμόστηκε κατά την διάρκεια της καλλιέργειας παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.1. Χρησιμοποιήθηκε επίσης το σκεύασμα Negro-amin, όταν σημειώθηκαν συμπτώματα κλαδοσπορίασης στην καλλιέργεια, με σκοπό την βελτίωση της αύξησης/ανάπτυξης των φυτών.

Πινάκας 4.1: χρονική διάταξη ψεκασμών με φυτοπροστατευτικά σκευάσματα.

Ημερομηνία	Φυτοπροστατευτικό σκεύασμα	Ασθένεια/Εχθρός
15-10-2010	Altacor	Φυλλορύκτης
21-10-2010	Alverde	Φυλλορύκτης
27-10-2010	Belt	Φυλλορύκτης
3-11-2010	Altacor	Φυλλορύκτης
10-11-2010	Alverde	Φυλλορύκτης
24-11-2010	Belt	Φυλλορύκτης
1-12-2010	Affirm	Φυλλορύκτης
8-12-2010	Affirm	Φυλλορύκτης
9-12-2010	Nimrod	Κλαδοσπορίαση
16-12-2010	Belt	Φυλλορύκτης
17-12-2010	Dithane, Kocide	Κλαδοσπορίαση
20-12-2010	Ridomil	Ωΐδιο

23-12-2010	Dithane,Kocide	Κλαδοσποριάση
30-12-2010	Ridomil	Ωίδιο
6-1-2010	Ridomil	Ωίδιο
13-1-2010	Ridomil	Ωίδιο



Εικόνα 4.14 : Ωίδιο πιπεριάς.



Εικόνα 4.15: Προσβολή του φύλλου πιπεριάς από περονόσπορο.



Εικόνα 4.16: Ηλιόκαμα καρπού πιπεριάς.



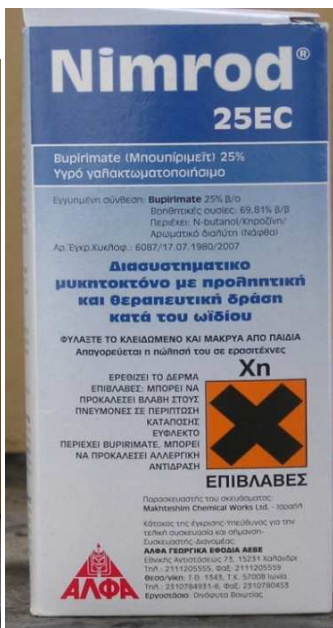
Εικόνα 4.17: Κλαδοσποριάση τομάτας.



Εικόνα 4.18 : Φυλλορύκτης τομάτας.



Εικόνα 4.19: Σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση της *Tuta absoluta* (Altacor, Alverde, Belt).



Εικόνα 4.20: Σκευάσματα φυτοπροστασίας (Affirm, Nimrod, Kocide, Dithane, Ridomil).

4.3.2. Πρόγραμμα λίπανσης

Για τις θρεπτικές ανάγκες της καλλιέργειας, χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικά λιπάσματα. Το λίπασμα 1 (Grown plant-foliar) χρησιμοποιήθηκε για δυο εβδομάδες και οι λίπανση γινόταν μια φορά την εβδομάδα, το λίπασμα 2 (Nitrophoska special) χρησιμοποιήθηκε για ένα μήνα και οι λιπάνσεις γινόταν μια φορά την εβδομάδα, το λίπασμα 3 (Vira energizer) χρησιμοποιούνταν μέχρι το τέλος της καλλιέργειας και οι λιπάνσεις γινόταν δυο φορές την εβδομάδα.

Η παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος γινόταν ως εξής: τα λιπάσματα διαλυθήκαν σε δοχεία των 10 L για την παρασκευή πυκνών διαλυμάτων ενώ λαμβάνονταν από εκεί η απαιτούμενη ποσότητα για την παρασκευή των αραιών διαλυμάτων. Η παρασκευή του 1^{ου} λιπάσματος έγινε με την αραιώση του πυκνού διαλύματος σε βαρέλι τον 150 L με τελική τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας 1,5 mS/cm, το 2^ο λίπασμα είχε ηλεκτρική αγωγιμότητα 2,0 mS/cm και το 3^ο λίπασμα είχε ηλεκτρική αγωγιμότητα 2,5-3,0 mS/cm.



Εικόνα 4.21: Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στην καλλιέργεια.

4.4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ

Για τη μελέτη της αξιολόγησης κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων με ή χωρίς χρήση τριτοβάθμιων επεξεργασμένων αστικών λυμάτων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς και τομάτας, μελετήθηκαν οι παρακάτω παράμετροι.

4.4.1. Μέτρηση του αριθμού των φύλλων

Η μέτρηση του αριθμού των φύλλων πραγματοποιούνταν κάθε 2 εβδομάδες, από την έναρξη μέχρι και το πέρας του πειράματος. Στη μέτρηση περιλαμβάνονται και τα φύλλα που τυχόν αφαιρέθηκαν από τα φυτά (κλάδεμα, φυλλόπτωση, ασθενικά φύλλα).

4.4.2. Μέτρηση του ύψους του φυτού

Η μέτρηση του ύψους του φυτού έγινε με τη χρήση απλού χάρακα στην αρχή της ανάπτυξης των φυτών και μετά με μέτρο, όπου μετρήθηκε το ύψος της κορυφής του πιο

ψηλού στελέχους του κάθε φυτού πιπεριάς και ντομάτας. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν κάθε δύο εβδομάδες.



Εικόνα 4.22: Μέτρηση ύψους φυτών πιπεριάς με μέτρο.

4.4.3. Μέτρηση πάχους στελέχους φυτού

Η μέτρηση του πάχους του στελέχους γινόταν κάθε δύο εβδομάδες με ειδικό ηλεκτρονικό παχύμετρο σε συγκεκριμένο ύψος (πάνω από την επιφάνεια της κάθε γλάστρας) για κάθε φυτό.



Εικόνα 4.23: Μέτρηση πάχους στελέχους φυτών πιπεριάς με παχύμετρο.

4.4.4. Μέτρηση του αριθμού των σχηματισθέντων ανθέων και καρπών

Μετρήθηκαν οπτικά ο αριθμός των ανθέων και των σχηματιζόμενων καρπών (όταν είχαν αποκτήσει μέγεθος μπιζελιού) ανά ταξιανθία σε κάθε φυτό. Για της ανάγκες της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, τα δεδομένα (αριθμός ανθέων και αριθμός καρπών) αναλύονται συνολικά για ολόκληρο το φυτό και όχι ανά ταξιανθία.

4.4.5. Μέτρηση φθορισμού των φύλλων

Πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ενός πρακτικού οργάνου μέτρησης, το φθορίμετρο (orti-sciences OS 30p, UK). Χρησιμοποιώντας ειδικά "μανταλάκια" καλύφθηκε η πάνω επιφάνεια των φύλλων για τουλάχιστον 10 λεπτά. Έπειτα χρησιμοποιώντας το φθορίμετρο μετρήθηκε το F_0-F_{max} στο πιο αντιπροσωπευτικό φύλλο κάθε φυτού. Το φθορίμετρο μπορεί να μετρήσει την ικανότητα της φωτοχημικής δράσης του φωτοσυστήματος II και να αποτελέσει αξιόπιστο δείκτη της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας του φυτού. Αυτό συμβαίνει επειδή η χλωροφύλλη εκπέμπει ερυθρό φθορισμό σε μεγάλου μήκους κύματος από 680nm έως 720nm που μπορεί εύκολα να μετρηθεί χρησιμοποιώντας οπτικοηλεκτρονικό εξοπλισμό.



Εικόνα 4.24: Φθορίμετρο, opti-scences UK και τα ειδικά "μανταλάκια".

4.4.6. Μέτρηση φωτοσυνθετικής ικανότητας (P_n), στοματικής αγωγιμότητας (g_s) και της εσωτερικής συγκέντρωσης του CO_2 (C_i)

Πραγματοποιήθηκε με την φορητή συσκευή υπέρυθρης ανάλυσης αερίων model LI-6200, Li-Cor, Inc., Lincoln, NE). Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν το πρωί μεταξύ 9:00-11:30, με την επικρατούσα σε κάθε μέτρηση θερμοκρασία, σε πλήρως διαμορφωμένα φύλλα (6 φύλλα από 6 διαφορετικά φυτά σε κάθε μεταχείριση και σε κάθε περιεκτικότητα κόμποστ), υγιή, άμεσα εκτεθειμένα στον ήλιο.

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν κάθε δύο εβδομάδες για 4 μήνες (Σεπτέμβριο – Ιανουάριο), όπου μετριόνταν κάθε φορά τα ίδια φυτά. Λόγω βλάβη του συγκεκριμένου μηχανήματος κατά την διάρκεια της πειραματικής μελέτης, δεν ολοκληρώθηκαν όλες οι μετρήσεις, και γι αυτό, κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, θα γίνει απλή αναφορά των αποτελεσμάτων που προέκυψαν, ως ένδειξη.



Εικόνα 4.25: Υπέρυθρη συσκευή μέτρησης αερίων.

4.4.7. Τελικές μετρήσεις

Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις στα φυτά:

Για τον προσδιορισμό του νεπού βάρους, με την ολοκλήρωση της πειραματικής μελέτης, διαχωρίστηκε το υπόγειο μέρος του φυτού και το υπόλοιπο φυτό (βλαστοί και φύλλα), τοποθετήθηκαν σε χάρτινη σακούλα και ζυγίστηκε με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας δυο δεκαδικών ψηφίων. Στη συνέχεια τα φυτά τοποθετήθηκαν σε ειδικό φούρνο με μηχανικό αερισμό για ξήρανση. Η ξήρανση έγινε σε θερμοκρασία 80° C για 3-4 ημέρες (μέχρι σταθερού όγκου ξηρού βάρους). Στη συνέχεια τα δείγματα ζυγίστηκαν πάλι και υπολογίστηκε η επί τοις εκατό περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία.

4.4.8. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων και τα διαγράμματα έγιναν με την βοήθεια των προγραμμάτων του SPSS (SPSS Inc., Chicago, Ill.) και Microsoft EXCEL αντίστοιχα. Η ανάλυση του SPSS έγινε από τον Δρ. Τζωρτζάκη Νικόλαο.

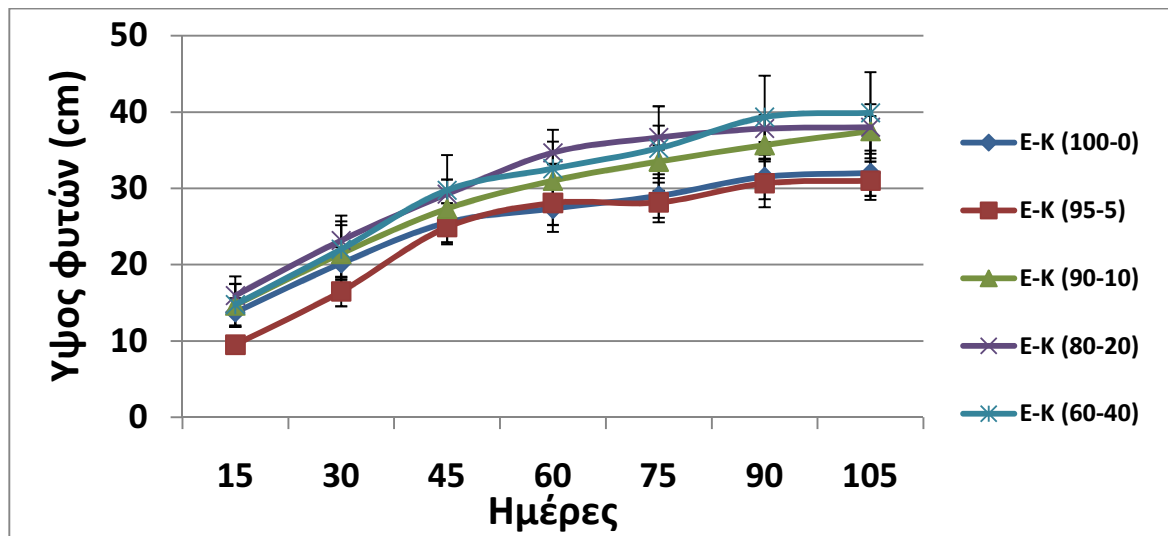


Εικόνα 4.26: Ζυγαριά για μέτρηση νερού και ξηρού βάρους.

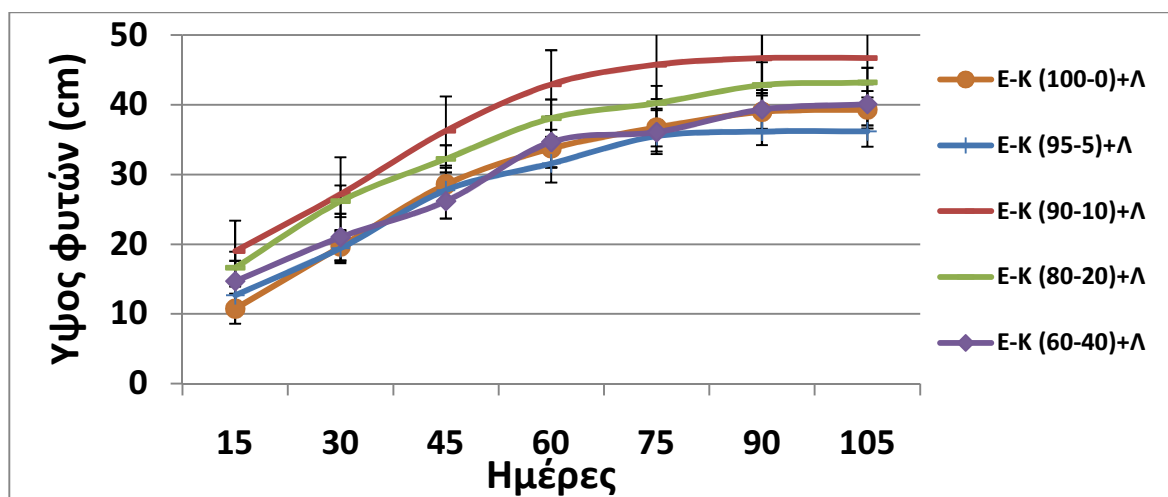
4.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.5.1. Επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη καλλιέργειας πιπεριάς

Το ύψος φυτών όπως παρατηρήθηκε και στις δύο επεμβάσεις δηλαδή με χρήση νερού ή νερό με λίπανση (ΥΛ) διαφοροποιήθηκε κατά την διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα ήταν μειωμένο στις μεταχειρίσεις E-K (95-5) και στο μάρτυρα καθ' όλη την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών όταν η άρδευση γινόταν με νερό (Γράφημα 4.1). Επομένως, η προσθήκη κόμποστ >10% είχε θετική επίδραση στο ύψος των φυτών. Η μεταχείριση (95-5)+Λ είχε τη μικρότερη ανάπτυξη ενώ η (90-10)+Λ είχε την μεγαλύτερη ανάπτυξη με ΥΔ σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.2).

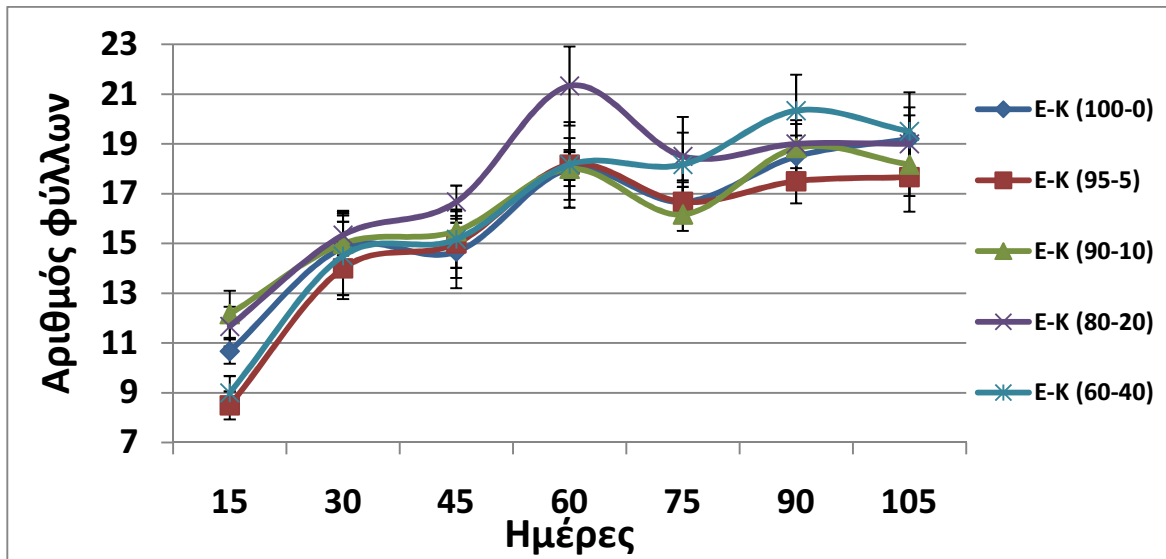


Γράφημα 4.1: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

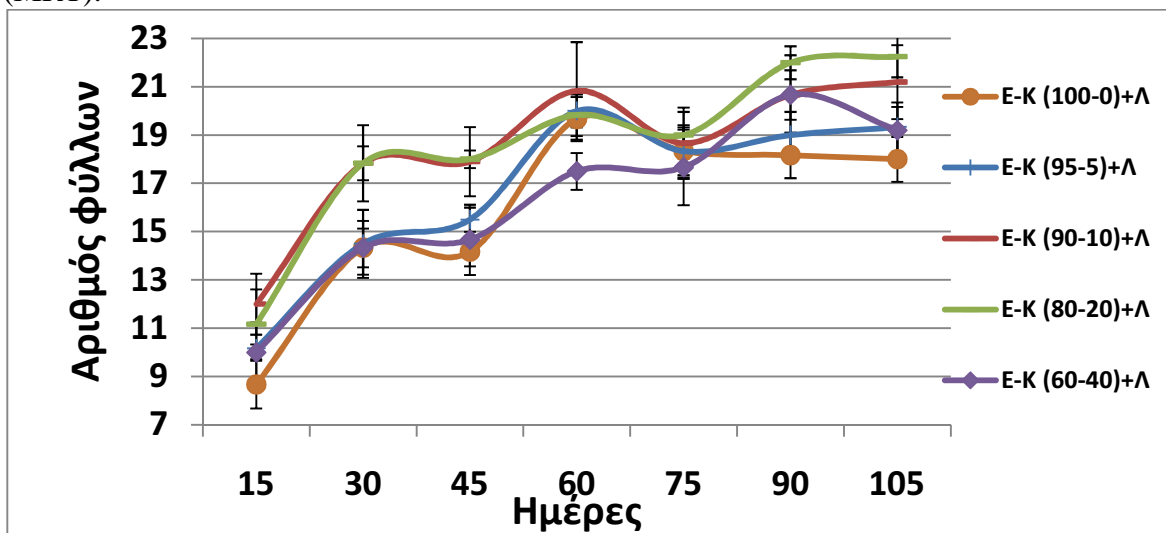


Γράφημα 4.2: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με λίπανση (Λ) στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Όπως βλέπουμε στα Γραφήματα 4.3 και 4.4 δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στον αριθμό των φύλλων της πιπεριάς για τις πρώτες 60 μέρες στα φυτά έκτος από τα υποστρώματα E-K 80-20 και E-K 90-10 τα όποια δεχόντουσαν λίπανση και έχουν εμφανή αύξηση φύλλων από τις πρώτες κιόλας μέρες, και η τάση αυτή διατηρείται μέχρι την ολοκλήρωση του πειράματος (βλέπε Γράφημα 4.3). Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι στην περίπτωση της εφαρμογής λίπανσης σε συνδυασμό με την αυξημένη περιεκτικότητα κόμποστ αυξήθηκε ο αριθμός των φύλλων, ενώ ο μάρτυρας (έδαφος με λίπανση) είχε τον μικρότερο αριθμό φύλλων (π.χ. 18 φύλλα).

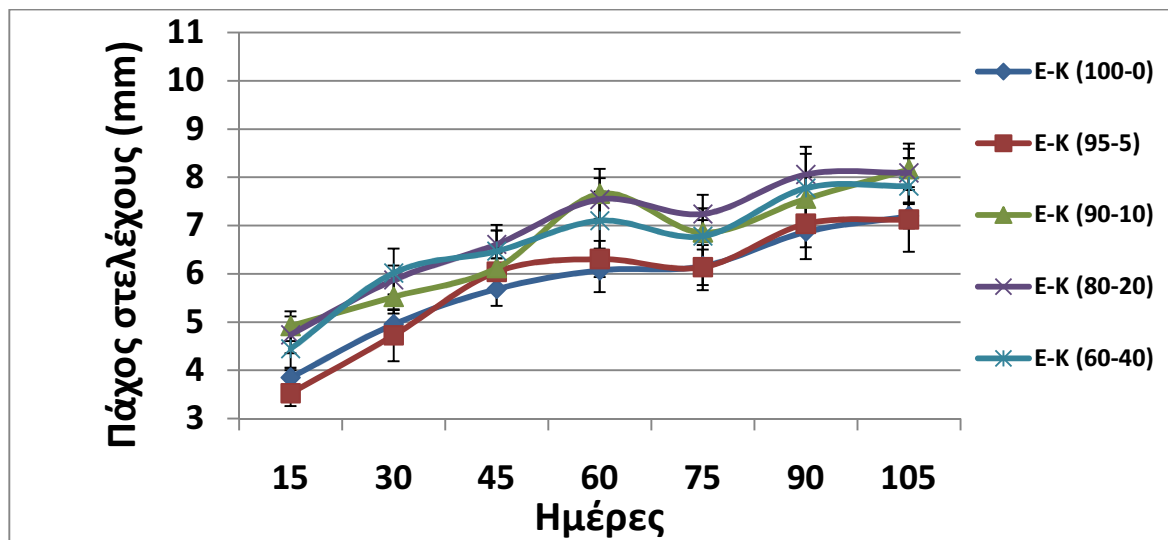


Γράφημα 4.3: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) χωρίς λίπανση στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

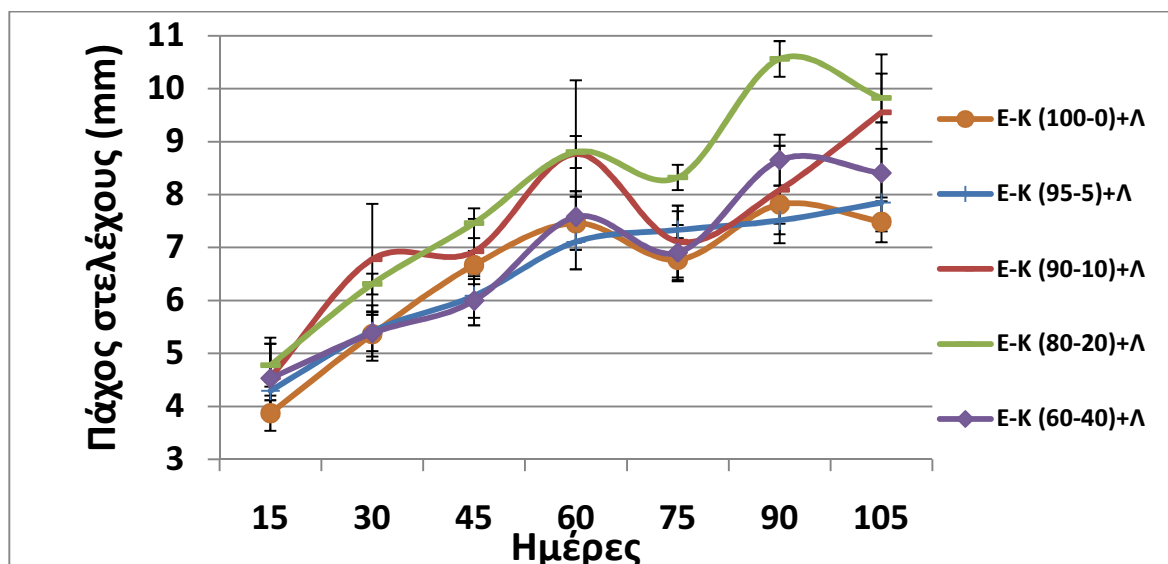


Γράφημα 4.4: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Όσον αφορά το πάχος στελέχους των φυτών πιπεριάς με χρήση αρδευτικού νερού, έχουμε αύξηση στις μεταχειρίσεις E-K (80-20) και E-K (60-40) σε σχέση με το μάρτυρα και την χαμηλή περιεκτικότητα σε κόμποστ (π.χ. 5%) (βλέπε Γραφήματα 4.5). Όταν έγινε χρήση λίπανσης τα υποστρώματα E-K (80-20) και E-K (90-10) είχαν την μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με το μαρτύρα, τα υπόλοιπα υποστρώματα δεν είχαν μεγάλη διαφορά το ένα από το άλλο (Γράφημα 4,6).

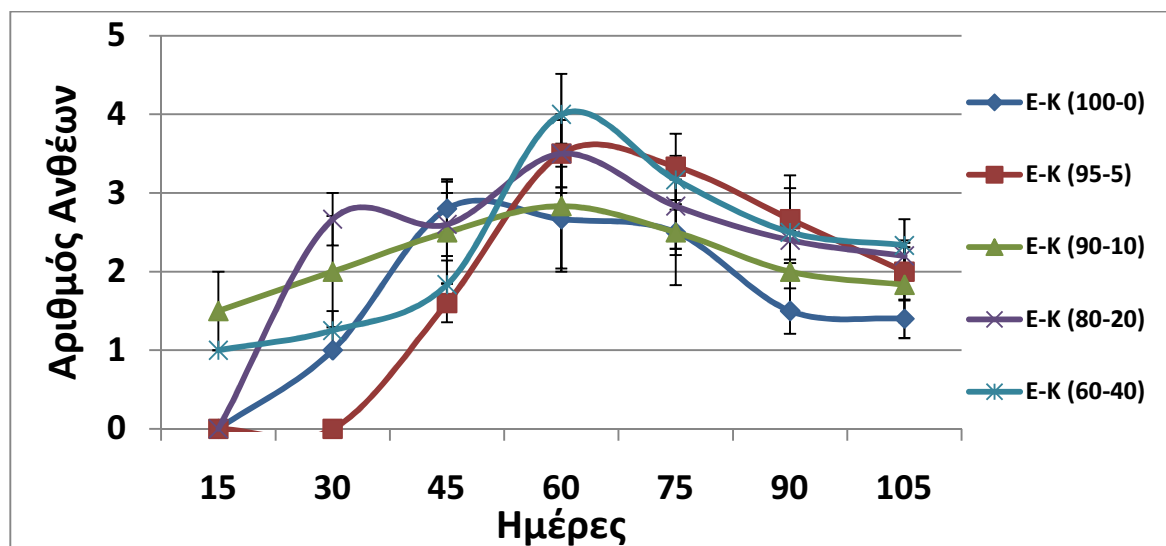


Γράφημα 4.5: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

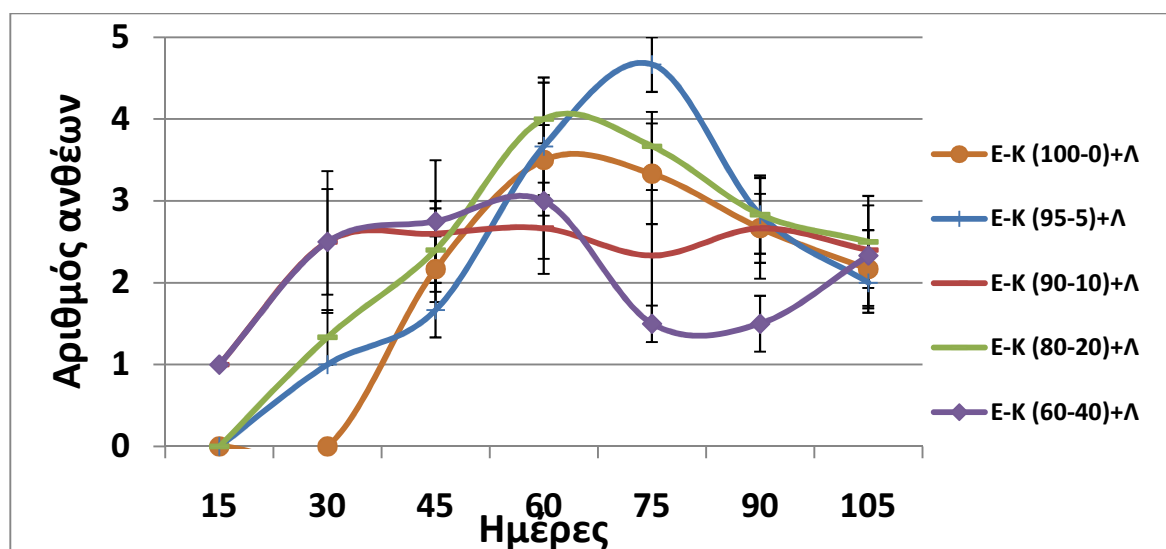


Γράφημα 4.6: Επίδραση κόμποστ K σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) και με λίπανση (Λ) στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Ο αριθμός των ανθέων ήταν μειωμένος στη μεταχείριση E-K (95-5) τις πρώτες 45 ημέρες ανάπτυξης σε σχέση με το μάρτυρα, όταν η άρδευση γινόταν με νερό (Γράφημα 4.7), ενώ βρέθηκε αυξημένος όταν η περιεκτικότητα κόμποστ ήταν >20% [δηλ. στις μεταχειρίσεις E-K (80-20) και E-K (60-40)]. Όταν χρησιμοποιήθηκε νερό με λίπανση ο μάρτυρας δεν είχε άνθη μέχρι της πρώτες 45 μέρες ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός ανθέων βρέθηκε σε φυτά που αναπτύχθηκαν στο υπόστρωμα E-K(95-5) με λίπανση (Γράφημα 4.8).

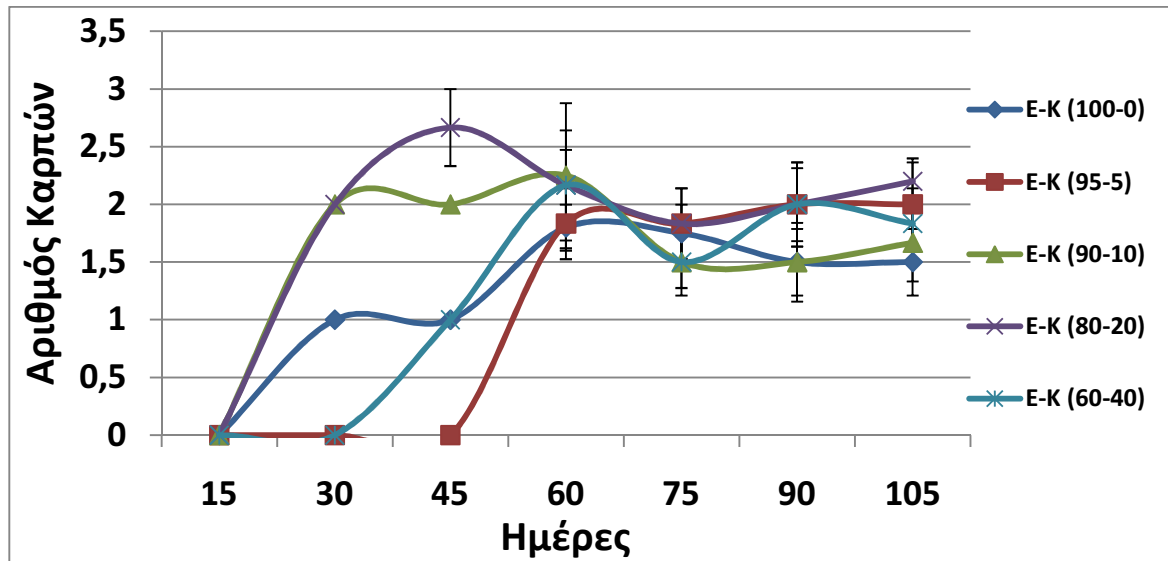


Γράφημα 4.7: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) χωρίς λίπανση στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

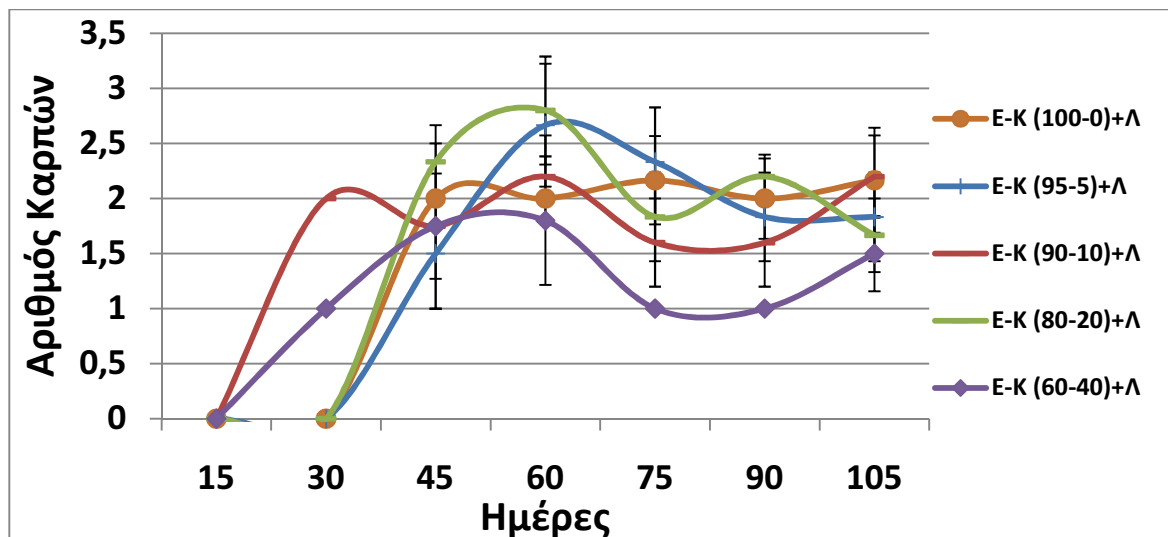


Γράφημα 4.8: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) και με λίπανση (Λ) στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Σχετικά με τον αριθμό σχηματισθέντων καρπών όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό, τις πρώτες 45 ημέρες του πειράματος τους λιγότερους καρπούς έδωσε η μεταχείριση E-K (95-5) σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ περισσότερους καρπούς, ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας έδωσε η μεταχείριση με 20% κόμποστ, E-K (80-20) (Γράφημα 4.9). Όταν χρησιμοποιήθηκε ΥΛ, ο μικρότερος αριθμός καρπών βρέθηκε όταν χρησιμοποιήθηκε η μεταχείριση E-K(60-40)+Λ ενώ με το τέλος του πειράματος η μεταχείριση με τον υψηλότερο αριθμό ήταν με 5% κόμποστ, δηλαδή E-K (95-5)+Λ (Γράφημα 4.10).

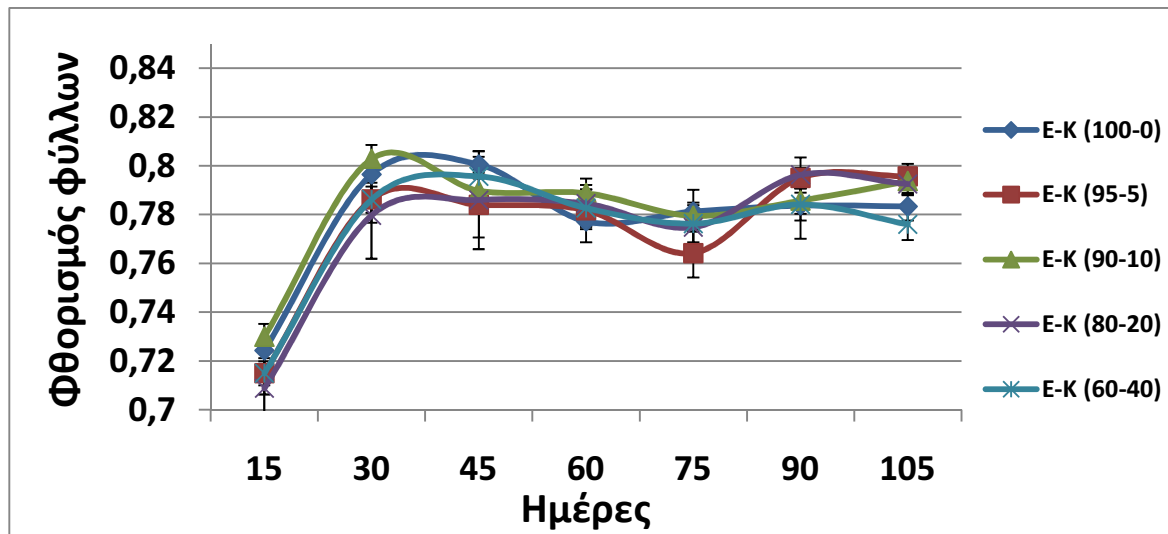


Γράφημα 4.9: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) χωρίς λίπανση (Λ) στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

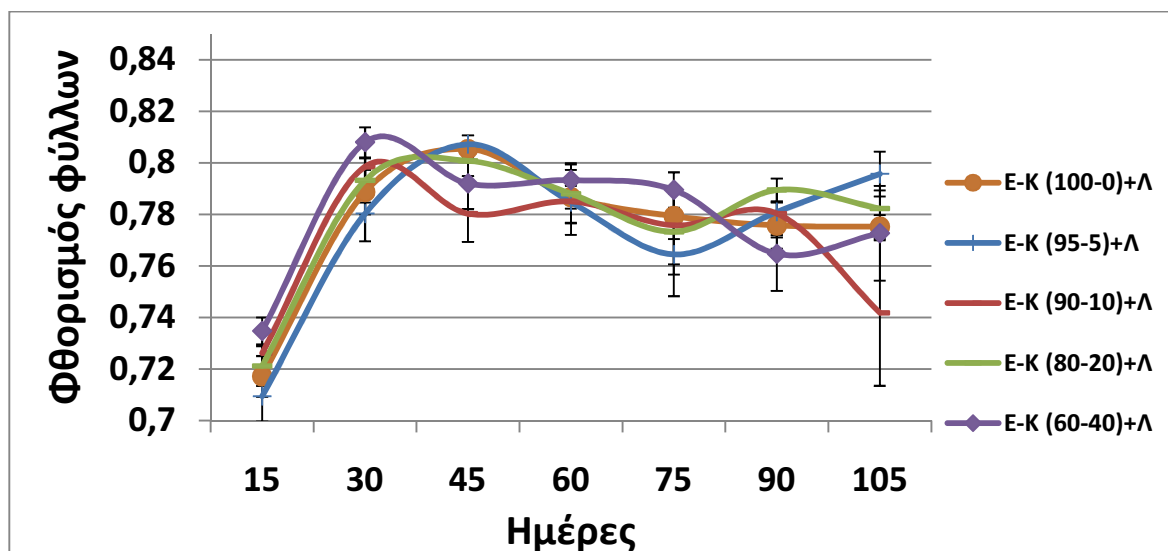


Γράφημα 4.10: Επίδραση κόμποστ Κ σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση (Λ) στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT)

Δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές σχετικά με το φθορισμό των φύλλων χρησιμοποιώντας διάφορες αναλογίες κόμποστ στα υποστρώματα με χρήση αρδευτικού νερού ή νερού με λίπανση (Γράφημα 4.11 και 4.12).

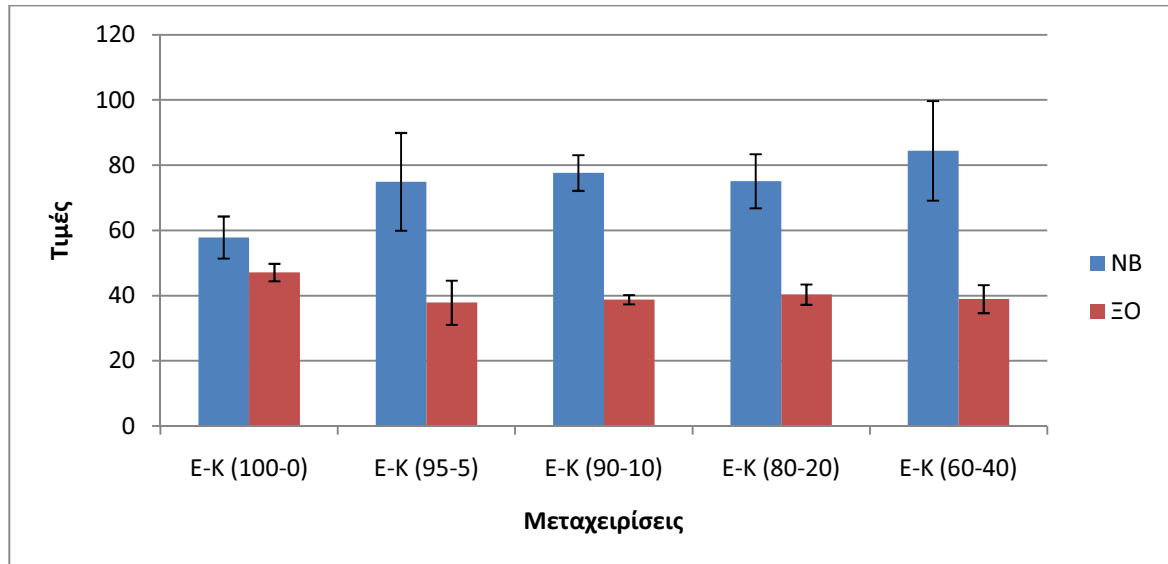


Γράφημα 4.11: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

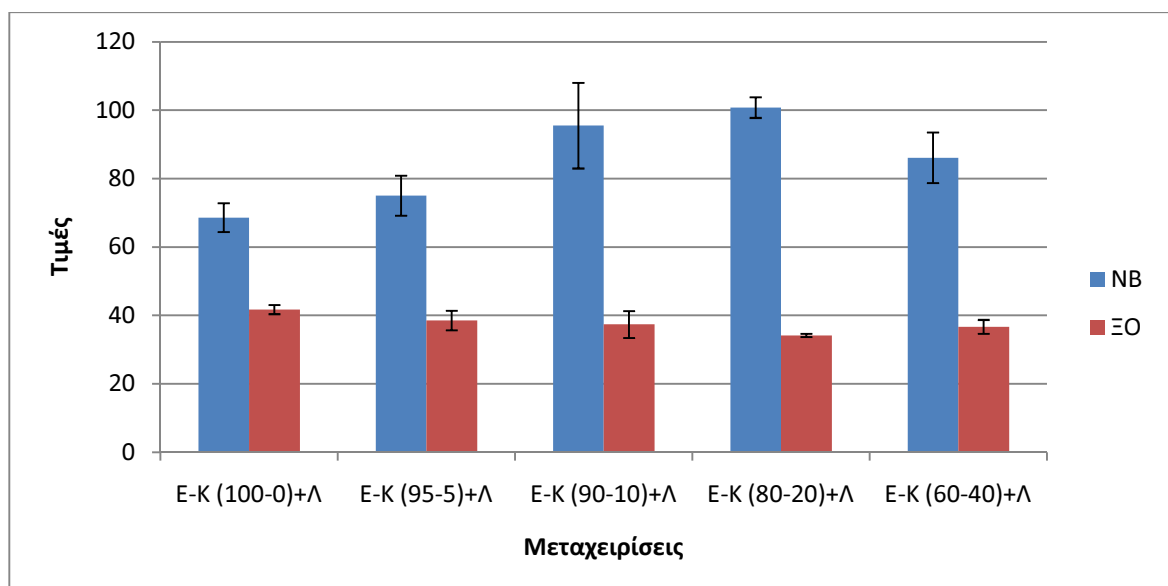


Γράφημα 4.12: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση (Λ) στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Σχετικά με το νωπό και την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των φυτών πιπεριάς, με τη χρήση του αρδευτικού νερού και νερού με λίπανση παρουσιάστηκε αύξηση στο νωπό βάρος και μείωση αντίστοιχα στην περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των φυτών όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με περιεκτικότητα κόμποστ > 10% (Γράφημα 4.13 και Γράφημα 4.14).



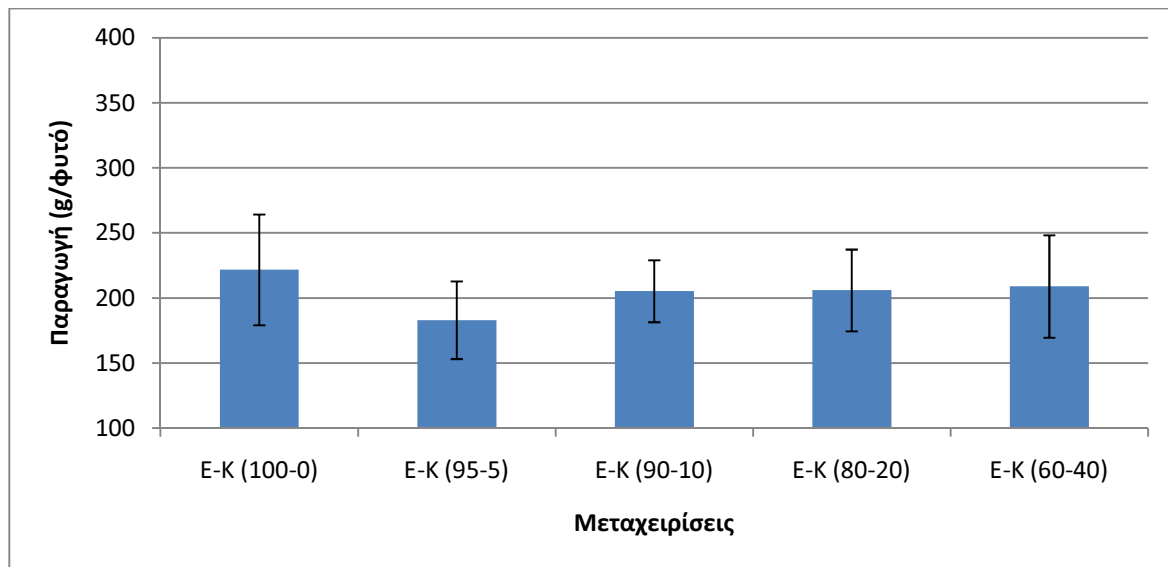
Γράφημα 4.13: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



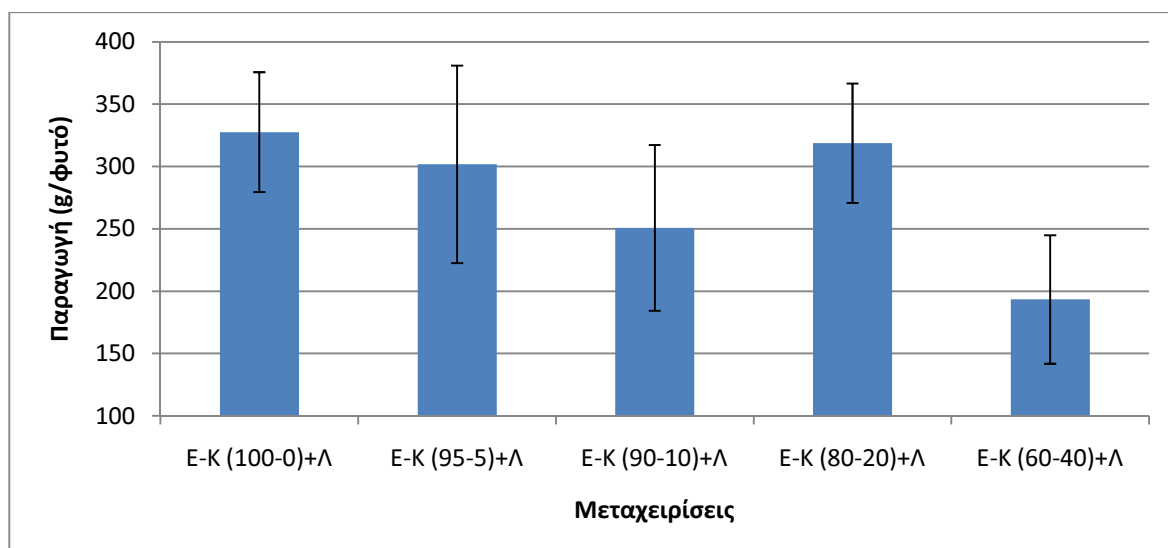
Γράφημα 4.14: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και λίπανση (Λ) στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

4.5.2. Επίδραση στην παραγωγή καλλιέργειας πιπεριάς

Δεν σημειώθηκαν ουσιαστικές αλλαγές στην παραγωγή φυτών πιπεριάς (g/φυτό) όταν χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές αναλογίες εδάφους και κόμποστ όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό, ενώ όταν έγινε λίπανση είχαμε μια μείωση στην παράγωγη στο υπόστρωμα E-K(60-40)+Λ σε σχέση με το μάρτυρα (Γραφήματα 4.15 και 4.16).



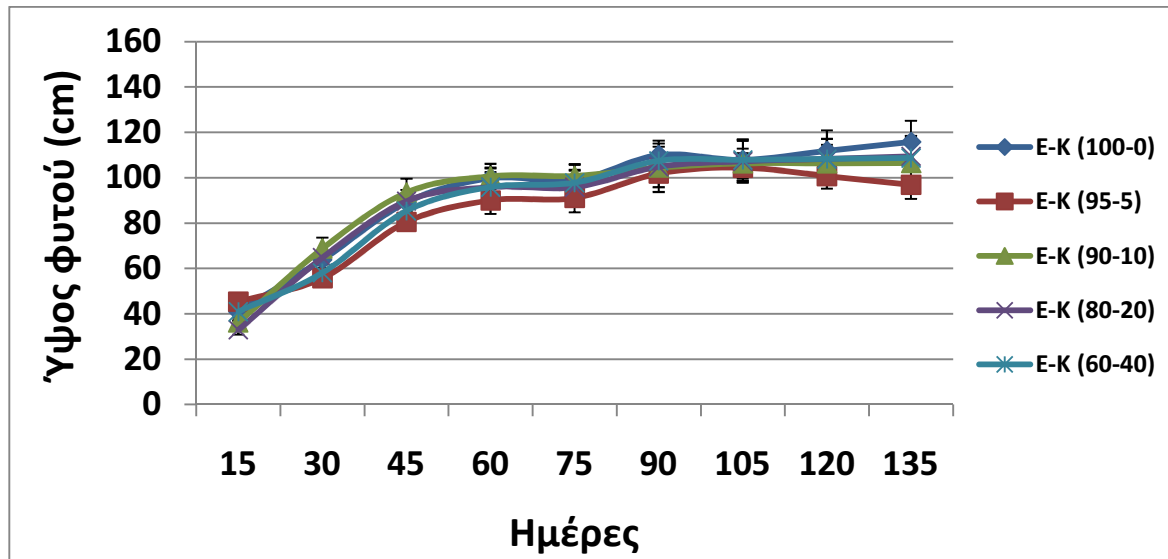
Γράφημα 4.15: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στην παραγωγή (g/φυτού), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



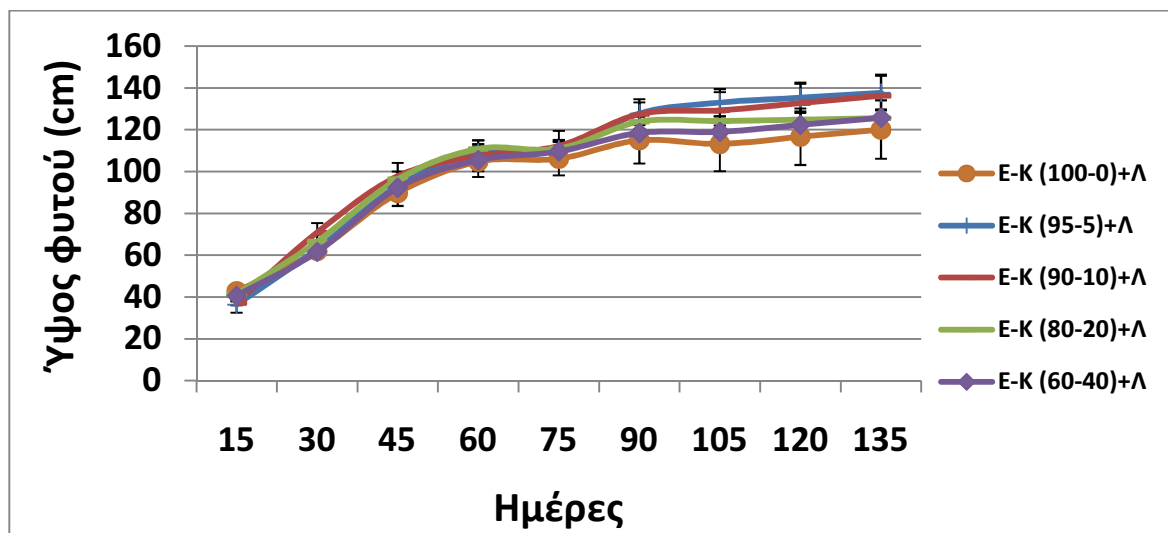
Γράφημα 4.16: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) και λίπανση (Λ) στην παραγωγή (g/φυτού), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

4.5.3. Επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη καλλιέργειας τομάτας

Το ύψος των φυτών όπως παρατηρήθηκε και στις δύο επεμβάσεις δηλαδή με χρήση νερού ή νερό με λίπανση (ΥΛ) διαφοροποιήθηκε κατά την διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα όταν γινόταν μόνο χρήση νερού ήταν μειωμένο στο υπόστρωμα E-K(95-5) κατά τη διάρκεια όλου του πειράματος σε σχέση με το μαρτύρα (Γράφημα 4.17), αλλά όταν έγινε λίπανση το υπόστρωμα E-K(95-5) + Λ μας έδωσε το μεγαλύτερο ύψος στα φυτά τομάτας στο τέλος του πειράματος. (Γράφημα 4.18)

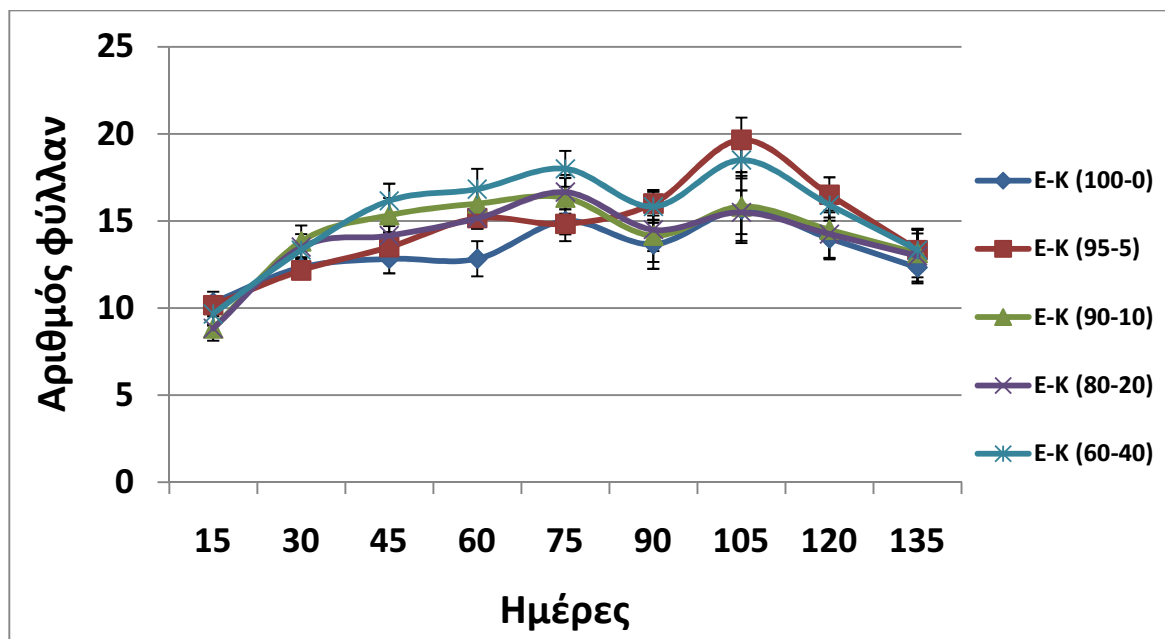


Γράφημα 4.17: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

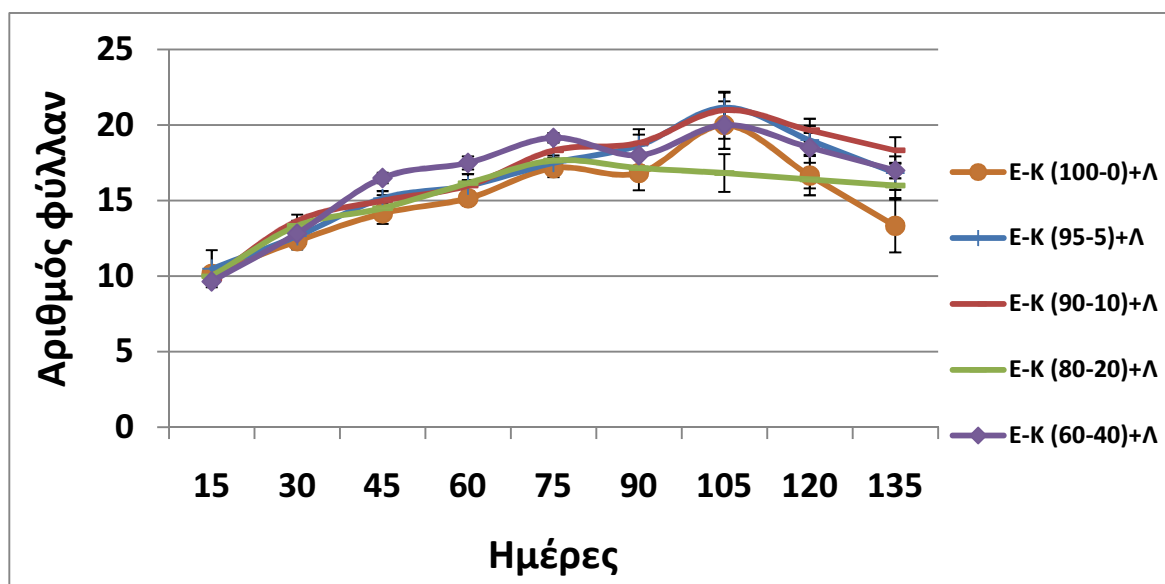


Γράφημα 4.18: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση (Λ) στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Όπως βλέπουμε στα Γραφήματα 4.19 και 4.20 δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στον αριθμό των παραγόμενων φύλλων της τομάτας κατά την διάρκεια της καλλιέργειας.

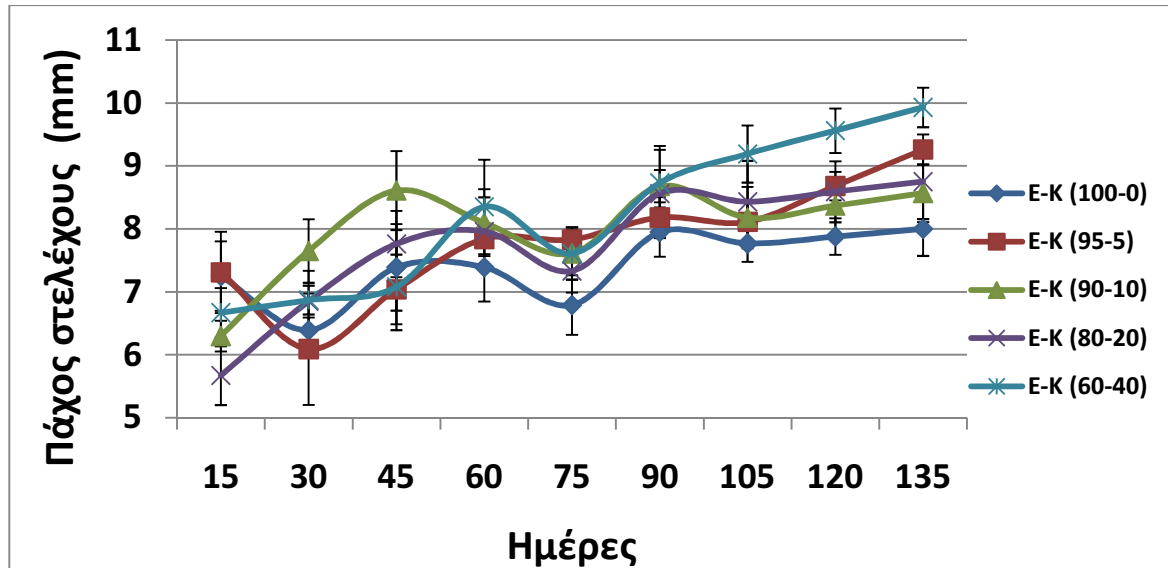


Γράφημα 4.19: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) χωρίς λίπανση στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

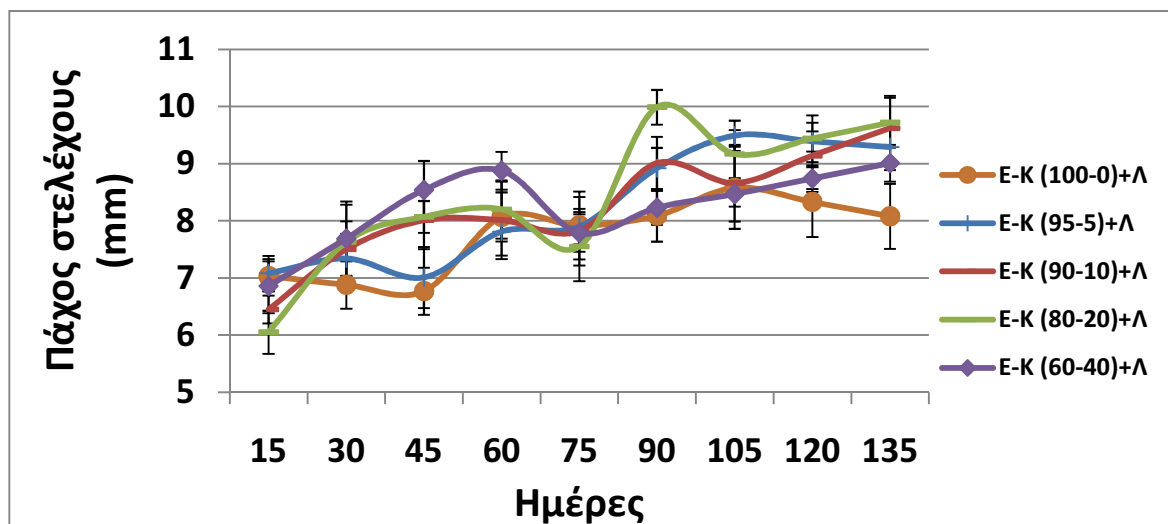


Γράφημα 4.20: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Όσον αφορά το πάχος στελέχους των φυτών τομάτας όταν έγινε άρδευση με νερό φυτά που αναπτύχθηκαν στο υπόστρωμα E-K (90-10) είχαν εμφανή αύξηση από τις πρώτες κιόλας μέρες σε σχέση με το μάρτυρα ενώ μετά τις 90 ημέρες το πάχος του στελέχους αυξάνεται στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε μεγάλη περιεκτικότητα (π.χ. 40%) κόμποστ (Γράφημα 4.21). Όταν έγινε λίπανση τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο υπόστρωμα E-K (60-40) είχαν αύξηση τις πρώτες μέρες, ενώ με την ολοκλήρωση της καλλιέργειας τα φυτά στο μάρτυρα σημείωσαν το μικρότερο πάχος στελέχους (Γράφημα 4.22).

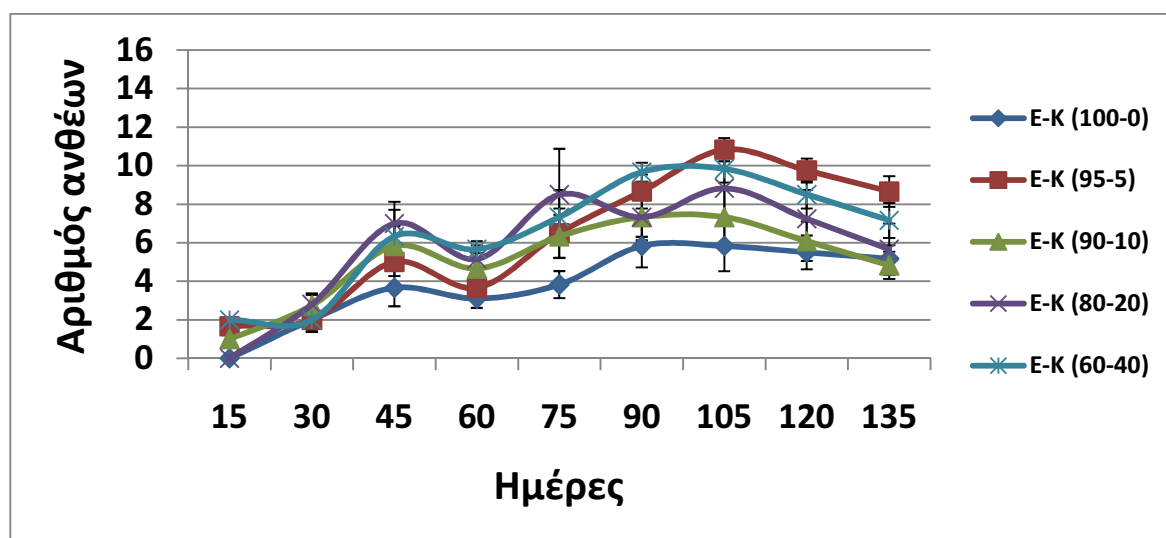


Γράφημα 4.21: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

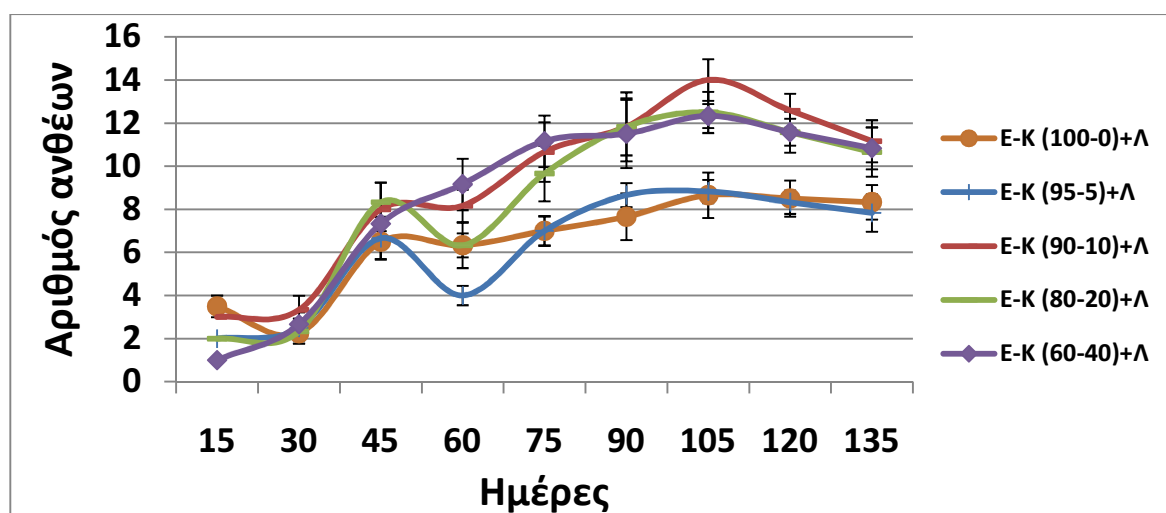


Γράφημα 4.22: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) και με λίπανση στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Ο αριθμός των ανθέων όπως παρατηρήθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις δηλαδή με χρήση νερού και νερό με λίπανση διαφοροποιήθηκε κατά την διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Τα φυτά στο υπόστρωμα E-K (80-20) στις πρώτες κιόλας μέρες σχημάτισαν περισσότερα άνθη. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο υπόστρωμα E-K (95-5) μετά της 75 μέρες είχαν μια σημαντική αύξηση στον αριθμό των ανθέων ενώ τα φυτά του μάρτυρα είχαν τον μικρότερο αριθμό ανθέων από όλα τα υποστρώματα (Γράφημα 4.23). Όταν έγινε λίπανση, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με περιεκτικότητα κόμποστ > 10%, σχημάτισαν περισσότερα (έως και 25%) άνθη σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.24).

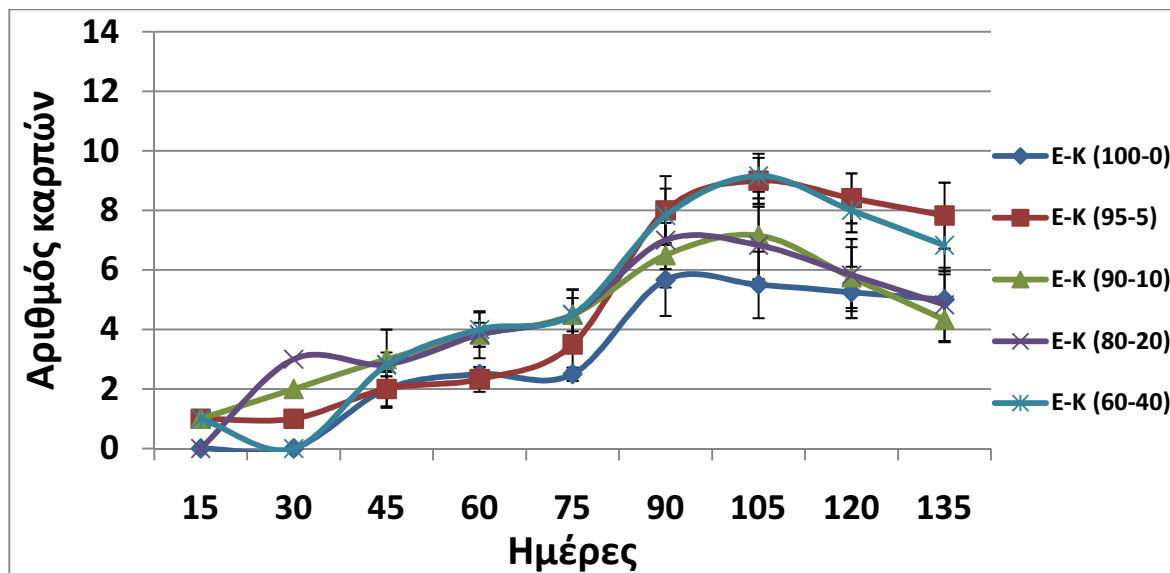


Γράφημα 4.23: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

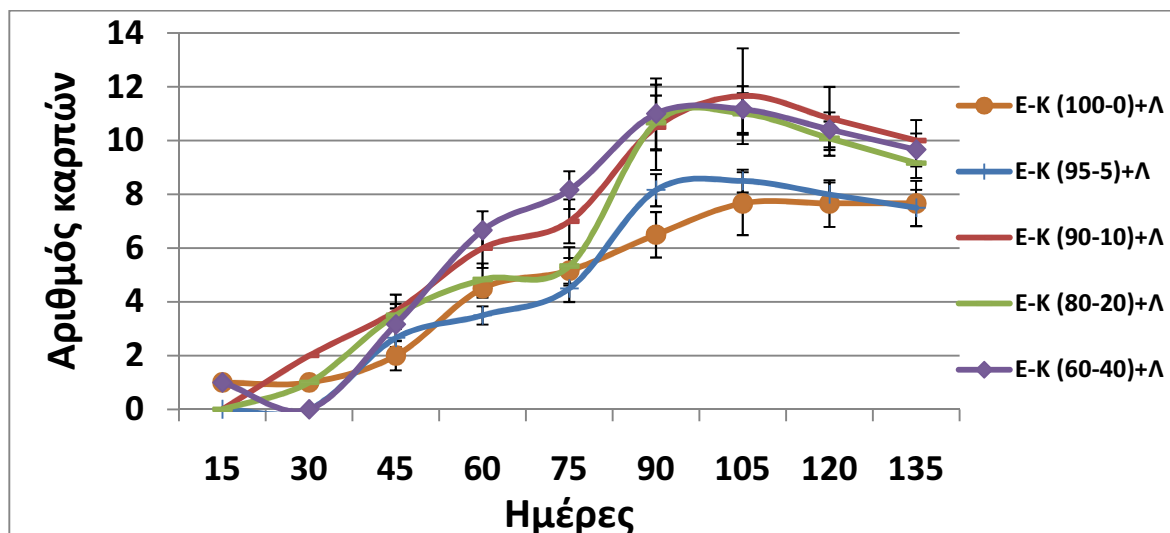


Γράφημα 4.24: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Σχετικά με τον αριθμό σχηματισθέντων καρπών όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό, τις πρώτες 45 ημέρες του πειράματος το μικρότερο αριθμό παραγόμενων καρπών έδωσε η μεταχείριση E-K (95-5) σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ υψηλότερα ποσοστά έδωσε το υπόστρωμα E-K (80-20) μετά της 90 μέρες αλλά και προς το τέλος του πειράματος το υπόστρωμα με 5% κόμπος έδωσε υψηλότερα ποσοστά. Όταν έγινε χρήση λίπανσης υψηλότερα ποσοστά μας έδωσε το υπόστρωμα E-K(90-10) + Λ (Γράφημα 4.25 και 4.26).

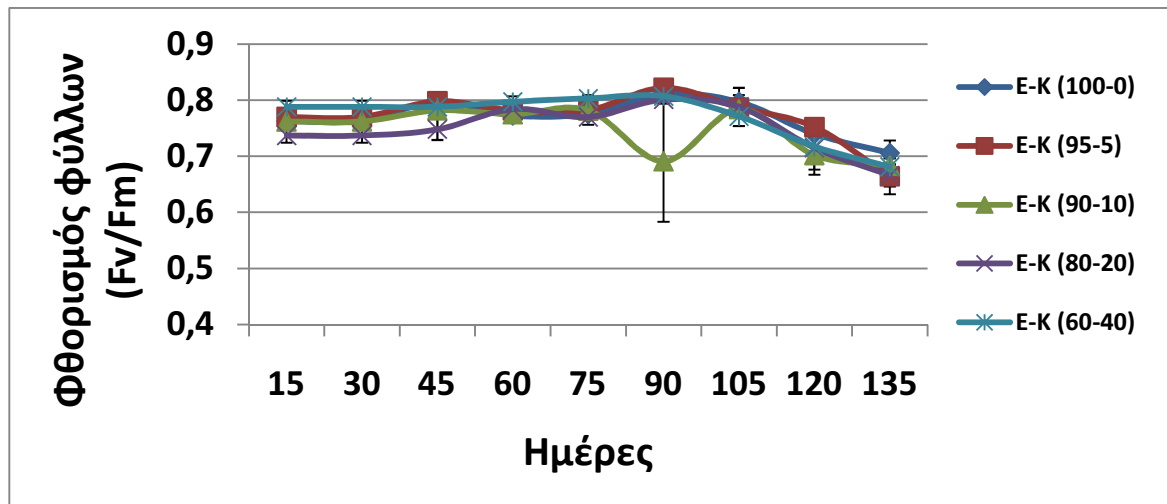


Γράφημα 4.25: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

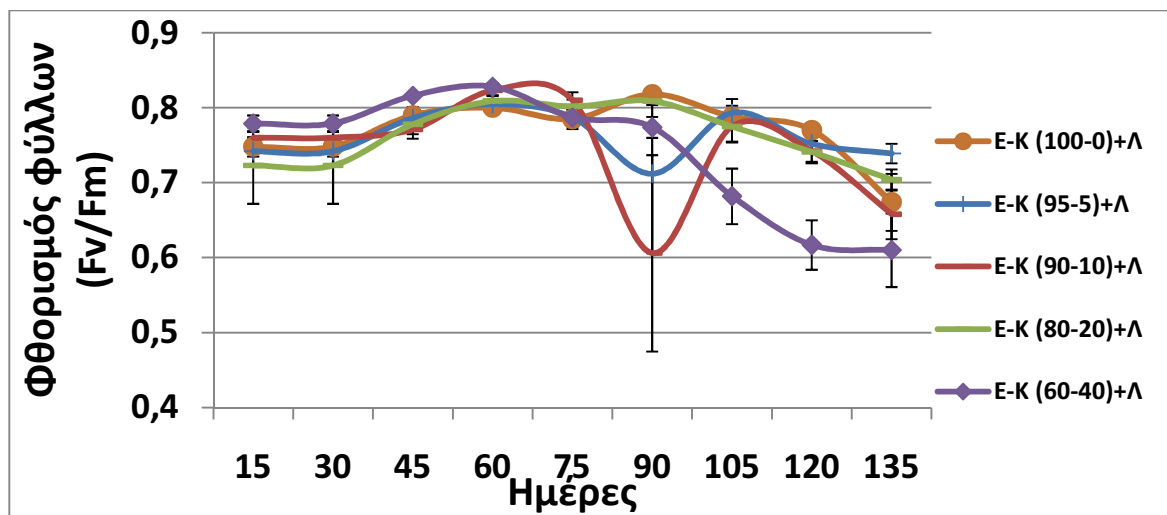


Γράφημα 4.26: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές σχετικά με το φθορισμό των φύλλων χρησιμοποιώντας διάφορες αναλογίες κόμποστ στα υποστρώματα με χρήση αρδευτικού νερού και νερού με λίπανση. Κατ' εξαίρεση το υπόστρωμα 10% με χρήση νερού, και νερού με λίπανση έδωσε χαμηλό ποσοστό στις 90 μέρες και το υπόστρωμα E-K (60-40) είχε μείωση προς το τέλος του πειράματος (Γράφημα 4.27 και 4.28).

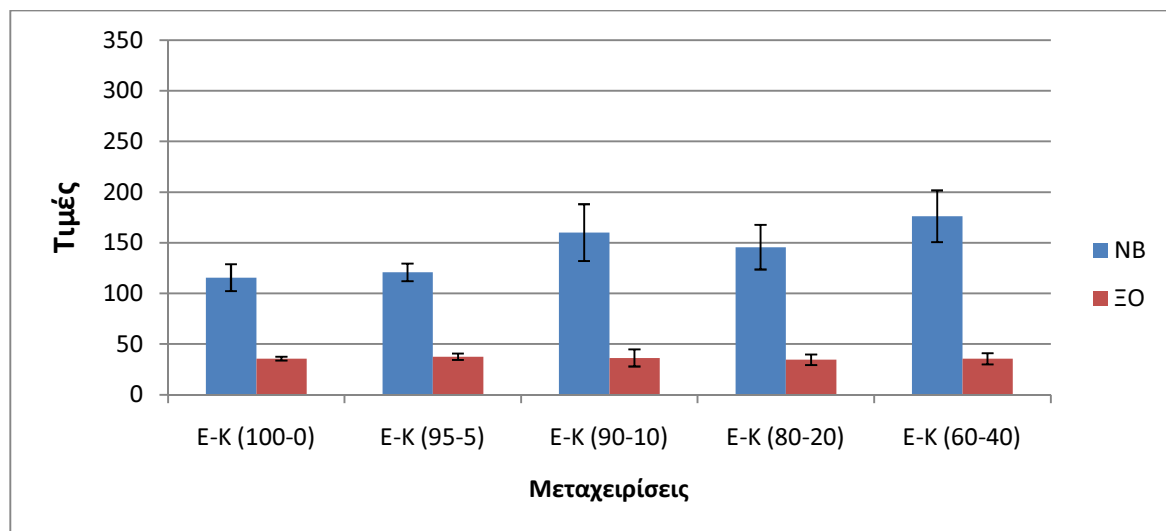


Γράφημα 4.27: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε Duncan's Multiple Range Test (MRT). γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το

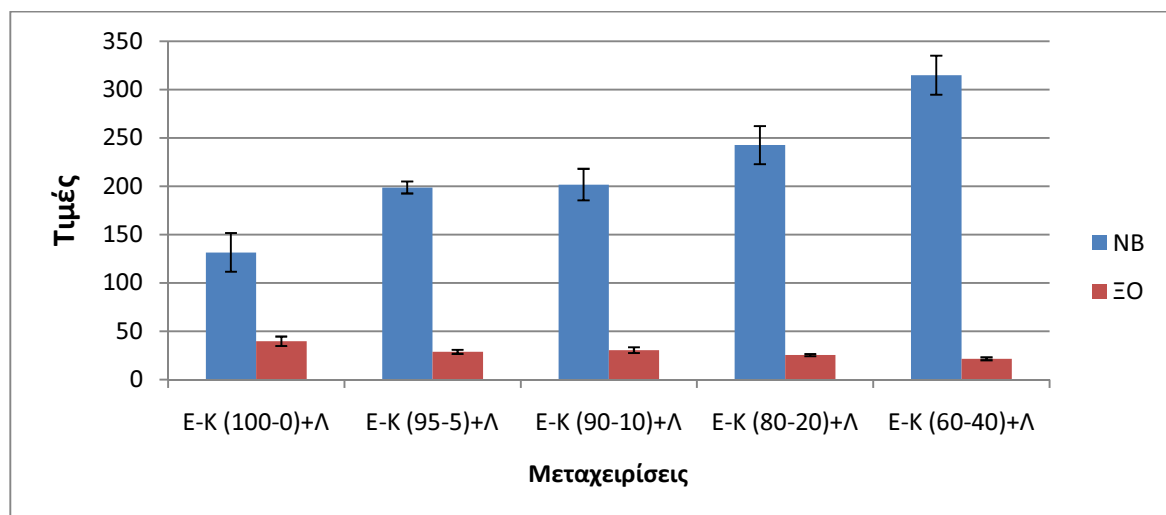


Γράφημα 4.28: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Σχετικά με το νωπό και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των φυτών τομάτας, με τη χρήση του αρδευτικού νερού παρουσιάστηκε αύξηση στο νωπό βάρος και μείωση αντίστοιχα στην περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των φυτών όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με περιεκτικότητα κόμποστ > 10% (Γράφημα 4.29). Όταν χρησιμοποιήθηκε λίπανση για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας τη μεγαλύτερη αύξηση στο νωπό βάρος παρατηρήθηκε στα φυτά στο υπόστρωμα Ε-Κ (60-40) καθώς και μεγάλη μείωση στη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.30).



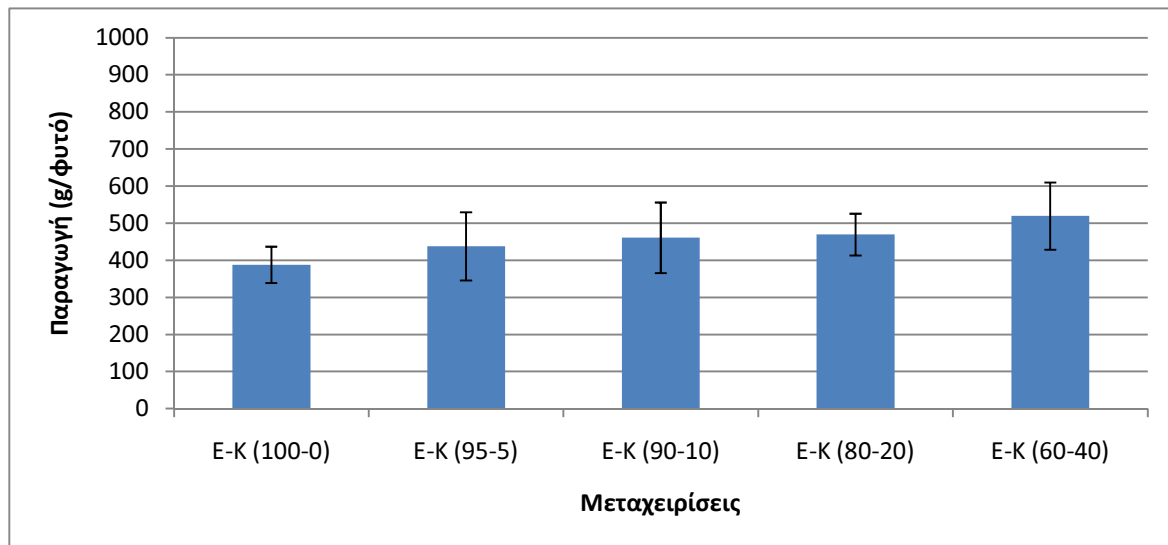
Γράφημα 4.29: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



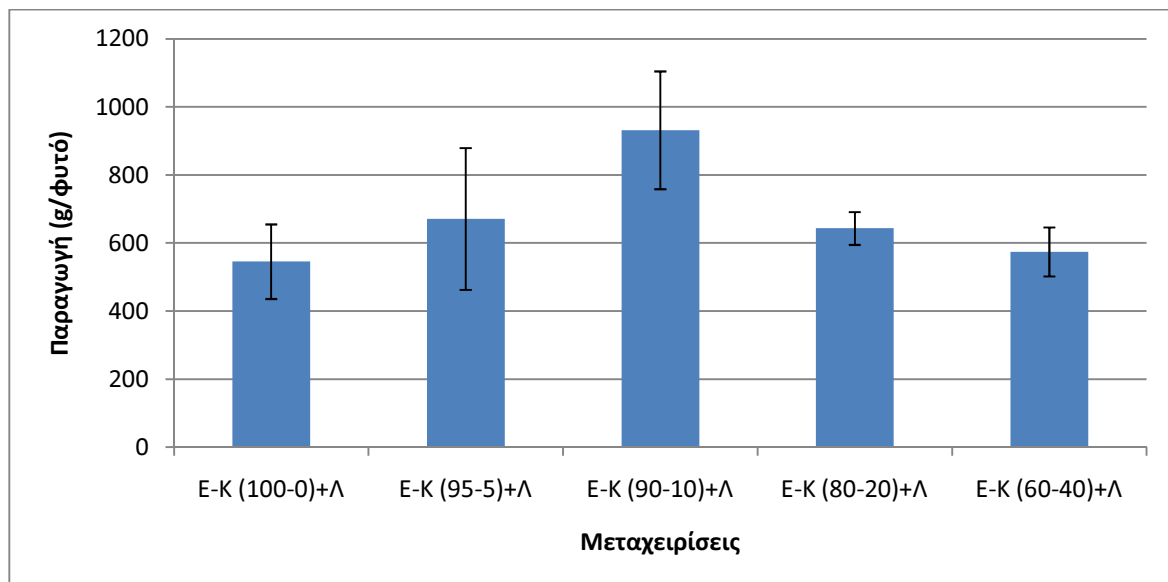
Γράφημα 4.30: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

4.5.4. Επίδραση στην παραγωγή καλλιέργειας τομάτας

Δεν σημειώθηκαν ουσιαστικές αλλαγές στην παραγωγή φυτών τομάτας (g/φυτό) όταν χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές αναλογίες εδάφους και κόμποστ όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό, ενώ αντίθετα με τη χρήση λίπανσης σημειώθηκε μεγάλη παραγωγή σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε Ε-Κ (90-10) + Λ σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.31 και 4.32).



Γράφημα 4.31: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην παραγωγή (g/φυτού) σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



Γράφημα 4.32: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) και με λίπανση στην παραγωγή (g/φυτού), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

4.6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια ο πληθυσμός της γης αυξάνεται ραγδαία προκαλώντας μεγάλα προβλήματα στους διάφορους οργανισμούς που ζουν σ' αυτή, αφού όσο αυξάνεται ο πληθυσμός τόσο θα αυξάνεται και η ανάγκη για παραγωγή επαρκών και κυρίως ασφαλών τροφίμων. Για το λόγο αυτό για να μπορέσει ο άνθρωπος να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες κρίθηκε αναγκαίο η παραγωγή περισσότερων τροφίμων, με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος. Η επεξεργασία στερεών αποβλήτων (γνωστή και ως κομποστοποίηση) είναι πολύ σημαντική για την αντικατάσταση ως προς ένα βαθμό του εδάφους που χρησιμοποιείται για καλλιέργειες φυτικών ειδών αφού έχει δώσει θετικά αποτελέσματα με μικρό κόστος.

Η χρήση κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων ως προσθετικό οργανικής ουσίας όταν εφαρμόστηκε σε έδαφος, βρέθηκε ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε καλλιέργειες γενικότερα αφού βελτιώνει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, αυξάνει την συγκράτηση του νερού καθώς επίσης προσθέτει μια σημαντική ποσότητα θρεπτικών στοιχείων (McConnell et al., 1993; Raviv, 1998).

Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα μελέτη, αξιολογήθηκε η επίδραση κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων με ή χωρίς χρήση λίπανσης σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς και τομάτας εξετάζοντας την πιθανή συμμετοχή του κόμποστ ως οργανικό υλικό στην θρεπτική κατάσταση των καλλιεργειών.

Αρχικά για την πιπέρια, στον προσδιορισμό αύξησης/ανάπτυξης των φυτών σημειώθηκε αύξηση στο ύψος και τον αριθμό φύλλων φυτού με τη χρήση κόμποστ περιεκτικότητας 20%, ενώ μείωση παρατηρήθηκε με τη χρήση κόμποστ περιεκτικότητας 5% στο ύψος των φυτών. Με την εφαρμογή λίπανσης τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε περιεκτικότητα κόμποστ 10% και 20% είχαμε αύξηση ύψους και αριθμού φύλλων, καθώς επίσης είχαμε μείωση στο ύψος των φυτών σε περιεκτικότητα 5% κόμποστ. Θετική επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη βρέθηκε με τη χρήση κόμποστ στο πάχος στελέχους φυτών πιπεριάς στις μεταχειρίσεις E-K (80-20) και E-K (60-40) όταν γινόταν άρδευση με νερό, ενώ μείωση σημειώθηκε με τη χρήση κόμποστ περιεκτικότητας 5%. Με την χρήση λίπανσης είχαμε αύξηση στο πάχος στελέχους σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε 10% και 20% κόμποστ, ενώ μείωση σημειώθηκε στα φυτά στο υπόστρωμα με περιεκτικότητα 5% κόμποστ.

Ο αριθμός ανθέων παρουσίασε μείωση στη μεταχείριση E-K (95-5) και αύξηση στις μεταχειρίσεις E-K (80-20) και E-K (60-40) με τη χρήση αρδευτικού νερού, ενώ με την χρήση λίπανσης είχαμε μείωση του αριθμού των ανθέων στις μεταχειρίσεις E-K (60-40) + Λ και E-K (90-10) + Λ ενώ αντίστοιχη αύξηση είχαμε στις μεταχειρίσεις E-K (95-5) + Λ και E-K

(80-20) + Λ. Στην περίπτωση του αριθμού των σχηματισθέντων καρπών βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα με τον αριθμό των ανθέων, αφού ομοίως σημειώθηκε μείωση στη μεταχείριση E-K (95-5) και αύξηση στη μεταχείριση E-K (80-20). Με τη χρήση λίπανσης είχαμε μείωση του αριθμού των ανθέων στις μεταχειρίσεις E-K (60-40) + Λ και E-K (90-10) + Λ και αύξηση είχαν οι μεταχειρίσεις E-K (95-5) + Λ και E-K (80-20) + Λ. Συγκεκριμένα ο αριθμός των ανθέων στο μάρτυρα (E-K 100-0) με την χρήση νερού βρέθηκε μειωμένος σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μετρήσεις, ενώ με τη χρήση λίπανσης ο αριθμός των ανθέων στον αντίστοιχο μάρτυρα E-K (100-0) + Λ βρέθηκε αυξημένος σε σχέση με το υπόστρωμα E-K (60-40) + Λ.

Σχετικά με το νωπό βάρος και αντίστοιχα την περιεκτικότητα του φυτού σε ξηρά ουσία, βρέθηκε ότι η μεταχείριση E-K (90-10) με νερό παρουσίασε αύξηση του νωπού βάρους και αντίθετα μείωση της ξηράς ουσίας, ενώ με την χρήση λίπανσης τα φυτά στα υποστρώματα >10% κόμποστ παρουσίασαν αύξηση του νωπού βάρους και μείωση της ξηράς ουσίας.

Δεν σημειώθηκαν διαφορές στο φθορισμό των φύλλων με τη χρήση αρδευτικού νερού σε όλες τις αναλογίες του κόμποστ, ενώ με την χρήση λίπανσης είχαμε τα ίδια αποτελέσματα εκτός από μια μικρή μείωση στην μεταχείριση E-K (90-10) + Λ στο τέλος του πειράματος.

Όσον αφορά στην επίδραση στην παραγωγή (σε g/φυτό) καλλιέργειας πιπεριάς, που γενικότερα δεν διαφοροποιήθηκε μεταξύ των μεταχειρίσεων, με την χρήση λίπανσης είχαμε μείωση της παραγωγής στα φυτά της μεταχείρισης E-K (60-40) + Λ. Για την τομάτα ως προς το προσδιορισμό αύξησης/ανάπτυξης των φυτών σημειώθηκε αύξηση στις μεταχειρίσεις >10% κόμποστ για το ύψος των φυτών ενώ μειωμένο ύψος βρέθηκε στην μεταχείριση 5% κόμποστ. Ο αριθμός των φύλλων αυξήθηκε στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε >5% κόμποστ. Ομοίως με την χρήση λίπανσης, στις μεταχειρίσεις >5% σε κόμποστ, τα φυτά είχαν αύξηση στο ύψος, ενώ για τον αριθμό των φύλλων βλέπουμε ότι η μεταχείριση που είχε την μεγαλύτερη ανάπτυξη φύλλων στα φυτά, είναι η E-K (90-10) + Λ ενώ τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε E-K (80-20) είχαν τη μικρότερη ανάπτυξη φύλλων σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις.

Για το πάχος στελέχους βλέπουμε θετική επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη στο πάχος στελέχους φυτών με την χρήση νερού σε φυτά τομάτας τα όποια περιέχουν κόμποστ >5%. Ομοίως και με την χρήση λίπανσης τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε περιεκτικότητα >5% κόμποστ είχαν θετικά αποτελέσματα.

Όσον αφορά τον αριθμό των ανθέων βλέπουμε ότι οι μεταχειρίσεις με περιεκτικότητα σε κόμποστ 5% και πάνω έχουν αυξημένο αριθμό σχηματισμένων ανθέων, με μεγαλύτερες τιμές να σημειώνονται σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε E-K (95-5). Με τη χρήση λίπανσης βλέπουμε

ότι τα φυτά στις μεταχειρίσεις με 10% κόμποστ και πάνω έχουν μεγαλύτερο αριθμό ανθέων, ενώ στην μεταχείριση E-K (95-5) + Λ, τα φυτά έχουν μειωμένο αριθμό ανθέων, πιο χαμηλό και από το μάρτυρα (E-K (100-0) + Λ). Στην περίπτωση του αριθμού των σχηματισμένων καρπών βρεθήκαν παρόμοια αποτελέσματα με τον αριθμό των ανθέων αφού ομοίως βρέθηκε αυξημένος αριθμός στις περιπτώσεις με 5% κόμποστ και πάνω όταν αρδεύονταν με νερό, ενώ με την χρήση λίπανσης οι μεταχειρίσεις με 10% κόμποστ και πάνω έδωσαν αυξημένες τιμές.

Για το νωπό βάρος και αντίστοιχα την περιεκτικότητα του φυτού σε ξηρά ουσία βλέπουμε ότι υπάρχει αύξηση στο νωπό βάρος στις μεταχειρίσεις με >5% κόμποστ ενώ δεν διαφέρει η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ με την χρήση λίπανσης είχαμε αυξημένο νωπό βάρος στις μεταχειρίσεις με >5% κόμποστ και μειωμένη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία αντίστοιχα.

Δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στο φθορισμό των φύλλων με τη χρήση αρδευτικού νερού και νερού με λίπανση έκτος από την μεταχείριση E-K (90-10) και E-K (90-10) + Λ αφού παρατηρήθηκε μια μείωση στα μέσα του πειράματος, καθώς και η μεταχείριση E-K (60-40) + Λ στην όποια παρατηρήθηκε μείωση από τα μέσα του πειράματος και η όποια διατηρήθηκε μέχρι την λήξη του.

Για την παράγωγη της τομάτας οι μετρήσεις που πείραμα μας έδειξαν ότι με την χρήση νερού τα φυτά δεν είχαν ουσιαστικές αλλαγές. Με την χρήση λίπανσης έχουμε παρόμοια αποτελέσματα αλλά τα φυτά στην μεταχείριση E-K (90-10) + Λ έδωσαν τη μεγαλύτερη παράγωγη σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Προηγούμενες μελέτες, αναφέρουν αύξηση της παραγωγής (κατά 58%) σε καλλιέργεια τομάτας όταν προστέθηκαν 1,12 τον. /στρέμμα κομπόστ αστικών στερεών αποβλήτων (Maynard, 1995) ενώ υπήρχαν και εμφανή συμπτώματα ανάπτυξης ασθενειών. Θετική επίδραση στην αύξηση και στην παραγωγή σε καλλιέργεια τομάτας βρέθηκε και από τον Ozores-Hampton (1994) αλλά η χρήση κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων ήταν δαπανηρή διαδικασία σε σχέση με την χρήση συμβατικών χημικών λιπασμάτων, για την κάλυψη των θρεπτικών αναγκών της καλλιέργειας..

Γενικότερα, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι επιπλέον μελέτη είναι απαραίτητη για την πλήρη αξιοποίηση των στερεών (κόμποστ) αποβλήτων για την χρήση τους σε κηπευτικές καλλιέργειες. Απώτερος στόχος είναι η ανάπτυξη φυτών και η παραγωγή καρπών αρίστης ποιότητας, απαλλαγμένους από μικροοργανισμούς και ασθένειες, ενώ ταυτόχρονα θα γίνεται ορθολογική χρήση των στερεών και αποβλήτων, εξασφαλίζοντας την προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον η πιθανή εξοικονόμηση θρεπτικών στοιχείων με την χρήση οργανικών μέσων θα συμβάλει ίσως σε σημαντικές μειώσεις της χρήσης λιπασμάτων και

κυριότερα της αλόγιστης χρήσης και επιβάρυνσης στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες αλλά και στο έδαφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική:

- Ανώνυμος, 2010: Βελτιστοποίηση ανάκτησης και κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος των στέρεων απόβλητων και αποτελεσματική αξιοποίηση του κομπόστ σε αγροτικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.
- Ανώνυμος, 2005: Επικαιροποίηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων Περιφ. Κρήτης.
- Ανώνυμος, 2002: Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. ΚΥΑ 29407/3508, Φ.Ε.Κ. 1572/B/16-12-2002.
- Ανώνυμος, 1997: Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. ΚΥΑ 114218, Φ.Ε.Κ. 1016/B/17-11- 97.
- Βλοντάκης Γ., 2007: Η παραγωγή κομπόστ του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης της Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α. Χανίων. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Σελ. 85.
- Γερόσταθος Κ., Κωστάκης Γ., 1993: Αερόβια χώνευση οργανικών στερεών αποβλήτων». Πτυχιακή εργασία, Παν/μιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Κοπάσης Ε., Μυλωνάκη Θ., 2007: Συνέντευξη στην εφημερίδα «Πυξίδα» των Χανίων, τ. 56, Απρίλιος 2007.
- Λαζαρίδη Κ., Κουλουμπής Π., Σκουλάξινου Σ., Κανακόπουλος Δ. Λώλο Γ., 2002: Προδιαγραφές ποιότητας και διάθεση κομπόστ. Η ελληνική και διεθνής εμπειρία. Εισήγηση στο 1ο Συνέδριο για τη διαχείριση απορριμμάτων της Ε.Ε.Δ.Σ.Α., Αθήνα 2002.
- Μανιός Β., 2006: Κομποστοποίηση: Τάσεις, προοπτικές, προϋποθέσεις. Πανελλήνια Σύνοδος Φορέων για τα Αστικά Στερεά Απόβλητα. Εισηγήσεις συνεδρίου. Χανιά, 13-15 Απριλίου 2006.
- Μανιός Β., 1989: Παρασκευή οργανοχουμικών υλικών (Composts) απο οργανικά υπολείμματα και εφαρμογές τους στη γεωργία. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών τ. 3, 1986-1989, σελ. 47-65.
- Μανιός Β.Ι., Μανιαδάκης Κ.Μ., 2001: Προδιαγραφές ποιότητας κομπόστ. «Ολοκληρωμένη διαχείριση οργανικών αποβλήτων και υπολειμμάτων». Πρακτικά διημερίδας, Χαροκόπειο Παν/μιο, Αθήνα.
- Μανιός Β.Ι., Μανιός Θ.Β., Μανιαδάκης Κ. Μ., 2001: Δυνατότητες και περιορισμοί χρήσης του compost μηχανικής διαλογής απορριμμάτων στη γεωργία. «Εφαρμογές του compost μηχανικής διαλογής απορριμμάτων», Πρακτικά ημερίδας Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Χαροκόπειο Παν/μιο.

- Ολύμπιος Χ Μ, 2001: Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια, εκδόσεις Σταμούλη, σελ. 211-292.
- Πανέλλας Β., Χειρακάκης Χ., 2004: Αξιολόγηση κλαδεμάτων σε θερμοκηπιακή τομάτα Τ. Cherry. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, ΑΤΕΙ Ηρακλείου, σελ.60.
- Πεδιαδιτάκης Γ, 2002: Σημειώσεις ειδική Λαχανοκομίας Ι. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΤΕΙ Κρήτης, σελ 59.
- Σιδηράς Κ.Ν., 1997: Οργανική λίπανση και αμειμισπορές. Εκδοση οργανισμού «ΔΗΩ», Αθήνα.
- Τζωρτζάκης Ν, 2007: Σημειώσεις εργαστηρίου Ειδικής Λαχανοκομίας Ι. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΤΕΙ Κρήτης, σελ. 4.
- Τζωρτζάκης Ν, Νταγιαντά Ε, Παπαμιχαλάκη Μ, Σαριδάκης Χ, Πατεράκης Κ, Παπαδημητρίου Μ, Μανιός Θ., 2011: Επίδραση λίπανσης και κομπόστ αστικών στερεών αποβλήτων ως εναλλακτικό μέσο ανάπτυξης για την παραγωγή σποροφύτων βασιλικού. 25^ο Πανελλήνιο Συνέριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Λεμεσός Οκτωβρίου 2011.

Ξένη:

- Archer E., Baddeley A., Klein A., Schwager J., Whiting K., 2005: Mechanical-Biological Treatment: A Guide for Decision Makers – Processes, Policies & Markets. The Summary Report. Juniper Consultancy Services Ltd, England.
- Bardos, P., 2005: Composting of Mechanically Segregated Fractions of Municipal Solid Waste – A Review. SITA Environmental Trust – England.
- Epstein, E., 1997: The science of composting. Technomic Publishing Co.,Inc., U.S.A.
- Gidarakos E., Havas G., Ntzamilis P., 2005: MSW composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- Manser, A.G.R., Keeling, A.A., 1996: Practical Handbook of Processing and Recycling Municipal Waste. U.S.A.
- Ntagianta E, Saridakis C, Manios T, Tzortzakis N, 2011. Deployment of municipal solid waste compost as growing medium in melon seedlings production.5th European Bioremediation Conference, Chania, 4-7 July 2011.
- Pintado C, Tzortzakis NG, Singleton I, Barnes J, 2005. Deployment of ozone for the preservation of fresh produce. OZONE IV: Agricultural & Food Processing Applications

- of Ozone as an Antimicrobial Agent. 2-4 March 2005, Fresno, CA, USA.
- Wright, T.R., 2005: Environmental Science. 9th edition. Pearson Education, U.S.A.
- Tzortzakis N, Papamichalaki M, Mpaltzakis I, Gouma S, Paterakis C, Manios T, 2011: Impact of fertigation and municipal solid waste compost as a growing medium in katife seedlings production. 5th European Bioremediation Conference, Chania, 4-7 July 2011.
- Tzortzakis NG, 2007: Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 8: 111-116.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης. (http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/piperies.htm/ Ανακτημένο στις 16/03/2011).

ΜΕΡΟΣ Γ

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κατά την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας και της πρακτικής μου άσκησης στο εργαστήριο Διαχείρισης Στερεών Υπολειμμάτων και Υγρών Αποβλήτων, συμμετείχα σε πειράματα και σε αναλύσεις όπου ένα μέρος των δεδομένων αυτών παρουσιάστηκαν στα παρακάτω συνέδρια

6.1. Δημοσιεύσεις

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ 5TH EUROPEAN BIOREMEDIATION CONFERENCE

Προφορική εργασία που παρουσιάστηκε από τον κ. Σαριδάκη Χρήστο κατά το 5th European Bioremediation Conference, 4-7 Ιουλίου, Χανιά, Ελλάδα.

Tzortzakis N, Saridakis C, Antonogiannaki I, Gouma S, Paterakis C, Manios T, 2011. Use of fertigation and Municipal Solid Waste Compost for greenhouse pepper cultivation. 5th European Bioremediation Conference in Chania, 4-7 July 2011.

¹Dept. of Organic Greenhouse Crops and Floriculture, School of Agricultural Technology, Technological Educational Institute of Crete, Heraklion, Greece.

²Inter-Municipal Enterprise for the Management of Solid Wastes – IMEMSW, Chania, Greece.

SUMMARY

The performance and suitability of municipal solid waste compost (MSWC) in different content and/or fertigation in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants were studied over a 4-month period in greenhouse conditions. Five different substrates with soil (S) and/or MSWC mixtures (v:v %) [S (100%) as control; S:MSWC 95:5; S:MSWC 90:10; S:MSWC 80:20 and S:MSWC 60:40] used with or without fertigation (F), resulting in ten treatments. Substrate affected some characteristics of plant growth and yield. Plants grown in 10-20% MSWC were taller and produced greater leaf number comparing with the control while fertigation enhanced mainly the plant height. However, no differences observed in low (S:MSWC 95:5) and high (S:MSWC 60:40) MSWC content. Increased MSWC content (> 10%) into the substrate resulted in thicker (between 12% and 24%) stem (increased stem

diameter) without and with fertigation respectively. The number of flowers and as a consequence the number of fruits produced was fluctuated among treatments with increased number in S:MSWC 80:20 (and S:MSWC 60:40 for flowers) without fertilizer. Plant biomass (leaves and lateral stems) increased as MSWC content increased into the substrate, while biomass dry matter decreased occasionally. Leaf fluoresces increased in plants grown in S:MSWC 95:5. There were no differences regarding the plant yield in different MSWC content (averaged 205 g/plant) while fertigation added benefits in yield (averaged 278 g/plant). The addition of MSWC into the soil increased nutritive value (N, K, P, organic matter) and/or alter physicochemical properties of the substrate resulting in increased EC and Na accumulation. The results indicate the low content of MSWC added into substrate improved plant growth for greenhouse pepper without affecting plant yield, while fertigation acted beneficially.

Keywords: compost; municipal solid waste; growth; fertigation; pepper

*Authors of correspondence: Dr Thrassyvoulos Manios, Department of Organic Greenhouse Crops and Floriculture, School of Agricultural Technology, Technological Education Institute of Crete, Heraklion, Greece, E-mail: tmanios@staff.teicrete.gr



5th European Bioremediation Conference
Chania, 4-7 July 2011.

**USE OF FERTIGATION AND MUNICIPAL SOLID
WASTE COMPOST FOR GREENHOUSE PEPPER
CULTIVATION**

***Tzortzakis N., Saridakis C., Antonogiannaki I., Gouma S.,
Paterakis C., Manios T.***

Department of Organic Greenhouse Crops and Floriculture, Technological Agricultural School,
TEI of Crete, Heraklion. *E-mail: tmanios@staff.teicrete.gr*
Inter-Municipal Enterprise for the Management of Solid Wastes – IMEMSW, Chania, Greece

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ 25^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

Εργασία που παρουσιάστηκε από τον Δρ. Τζωρτζάκη Νικόλαο κατά το 25^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 1-4 Νοεμβρίου, Λεμεσός, Ελλάδα.

Τζωρτζάκης Ν, Νταγιαντά Ε., Παπαμιχαλάκη Μ, Σαριδάκης Χ, Πατεράκης Κ, Παπαδημητρίου Μ, Μανιός Θ, 2001. Επίδραση λίπανσης και κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων ως εναλλακτικό μέσο ανάπτυξης για την παραγωγή σποροφύτων βασιλικού. 25ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 1-4 Νοεμβρίου, Λεμεσός, Ελλάδα (poster).

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση της συμπληρωματικής λίπανσης στην παραγωγή σποροφύτων βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.) με μερική αντικατάσταση της τύρφης (Τ) με κόμποστ Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑΚ). Εκχυλίσματα (10^0 έως 10^{-6} αραιώσης) από ΑΣΑΚ αξιολογήθηκαν για την βλάστηση/έκπτυξη σπόρων βασιλικού σε τριβλία. Τα εκχυλίσματα σε 10^{-1} έως 10^{-6} αραιώσης σημείωσαν όμοια φυτρωτικότητα με αυτή του μάρτυρα (νερό), ενώ στο αναραιωτό εκχύλισμα δεν φύτρωσαν οι σπόροι βασιλικού. Επιπλέον, τα 10^{-1} και 10^{-2} εκχυλίσματα αύξησαν το μήκος του βλαστιδίου. Τα εκχυλίσματα από ΑΣΑΚ μείωσαν το μήκος του ριζιδίου σε σχέση με το μάρτυρα. Σε σπορεία, χρησιμοποιήθηκαν δυο υποστρώματα [Τ:ΑΣΑΚ (85:15) και Τ:ΑΣΑΚ (55:45)] με εφαρμογή λίπανσης, είτε ως βασική λίπανση (ΒΛ), είτε ως διαφυλλική λίπανση (ΔΛ). Αξιολογήθηκαν οι παράμετροι αύξησης/ανάπτυξης των σποροφύτων. Η έκπτυξη των σποροφύτων ήταν αυξημένη σε χαμηλής περιεκτικότητας (15%) κόμποστ χωρίς λίπανση ή με ΒΛ, ενώ αντίθετα αποτελέσματα βρέθηκαν στην αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ (45%) με ή χωρίς συμπληρωματική λίπανση. Η αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ καθυστέρησε το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων από 1 έως και 3 μέρες σε σχέση με τη χαμηλή περιεκτικότητα. Τα σπορόφυτα που αναπτύχθηκαν σε κόμποστ (45%) παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη και προσαρμοστικότητα σε σχέση με τα χαμηλής περιεκτικότητας κόμποστ (15%). Η προσθήκη ΒΛ σε κόμποστ 15% αύξησε τον αριθμό φύλλων, τον αριθμό πλευρικών βλαστών και πάχος κεντρικού στελέχους και το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους σε σχέση με κόμποστ χωρίς λίπανση ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές στο ύψος του σποροφύτου, στο φθορισμό, χλωροφύλλη a και b, και ολικά καροτενοειδή των φύλλων αλλά και στην περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία. Συνοπτικά, υποστρώματα χαμηλής (15%) περιεκτικότητας σε κόμποστ μπορεί να αποτελέσουν εναλλακτικό μέσο ανάπτυξης και παραγωγής σποροφύτων με θετική επίδραση όταν η συμπληρωματική λίπανση δίδεται ως ΒΛ σε σχέση με ΔΛ.

Λέξεις κλειδιά: κόμποστ, αστικά στερεά απόβλητα, τύρφη, ανάπτυξη, βασιλικός

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΑΝΤΩΝ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ



ΤΖΩΡΤΖΑΚΗΣ Ν¹., ΝΤΑΓΙΑΝΤΑ Ε¹., ΠΑΠΑΜΙΧΑΛΑΚΗ Μ¹., ΣΑΡΙΔΑΚΗΣ Χ¹., ΠΑΤΕΡΑΚΗΣ Κ³., ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Μ²., ΜΑΝΙΟΣ Θ¹.

¹Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπτικών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας, ΓΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, (E-mail: ntzortzakis@staff.teicrete.gr)

²Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΓΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, Ελλάδα

³Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΔΕΔΙΣΑ) Χανίων, Ελλάδα

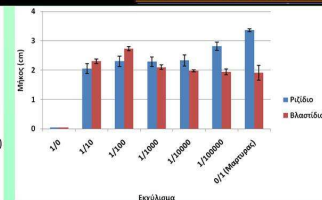
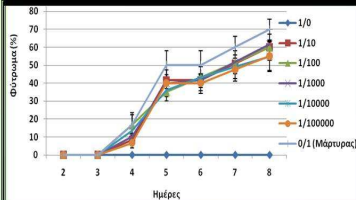
Εισαγωγή

Η παρατεταμένη χρήση της τύρφης ως υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών και σποροφύτων έχει οδηγήσει στην ανάλυση εναλλακτικών υλικών για την μερική ή και ολική αντικατάσταση της τύρφης (Stettett, 2001) ενώ σε αυτά τα υλικά συμπεριλαμβάνονται οργανικά υλικά που έχουν κομποστοποιηθεί (Siminis and Manios, 1990). Αν και έχει αναφερθεί επιτυχημένη ανάμιξη κόμποστ με perlite ως υπόστρωμα, χωρίς να χρειάζεται συμπληρωματική λίπανση (Castillo et al., 2004), συχνά υπάρχουν περιορισμοί σε ορισμένα κόμποστ που χρησιμοποιούνται λόγω μεταβολών στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος (π.χ. ποσότητες, συγκέντρωση αλάτων). Το Κόμποστ Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑΚ) ως οργανικό υλικό όταν εφαρμόζεται στο έδαφος είναι δυνατόν να βελτιώσει την παραγωγή και τις φυσιολογικές ιδιότητες του εδάφους, παρέχοντας σημαντικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων (McConnell et al., 1993). Όμως, υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με την χρήση ΑΣΑΚ ως εναλλακτικό μέσο της τύρφης σε σπορεία για την παραγωγή σποροφύτων, πριν την διάθεσή τους στην αγορά.

Υλικά & Μέθοδοι

Κόμποστ Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑΚ) προμηθεύτηκε από τη ΔΕΔΙΣΑ Χανίων. Εκχύλιμα (σε διάφορες αναλογίες: 10⁰- 10⁻⁶) από ΑΣΑΚ χρησιμοποιήθηκε σε τριβλία για 8 ημέρες, μελετώντας το φώτρωμα των σπόρων (15 σπόροι/τριβλία/4 επαναλήψεις) βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.) και το μήκος του ριζιδίου και βλαστίδιου. Σε σπορεία, χρησιμοποιήθηκαν μείγματα τύρφης (Τ) ή ΑΣΑΚ χωρίς ή με εφαρμογή λίπανσης [είτε ως βασική-ΒΛ είτε ως διαφυλλική-ΔΛ (εβδομαδιαία εφαρμογή)] δημιουργώντας τις παρακάτω περιπτώσεις: 1). Τ:ΑΣΑΚ 85:15, 2). Τ:ΑΣΑΚ 55:45, 3). Τ:ΑΣΑΚ 85:15 + ΒΛ, 4). Τ:ΑΣΑΚ 55:45 + ΒΛ, 5). Τ:ΑΣΑΚ 85:15 + ΔΛ, και 6). Τ:ΑΣΑΚ 55:45 + ΔΛ. Σπόροι βασιλικού (5 σπόροι/θέση: 4 θέσεις/επανάληψη; 5 επαναλήψεις/μεταχείριση) φυτεύτηκαν σε δίσκους σποράς όπου ποτίζονταν καθημερινά. Μελετήθηκε το φώτρωμα των σπόρων και η ανάπτυξη [αριθμός φύλλων, ύψος (cm), αριθμός πλευρικών βλαστών, πάχος κεντρικού βλαστού (mm), υπέργειο νοσίο βάρους (g), περιεκτικότητα ξηράς ουσία (%), φθορισμός φύλλων, περιεκτικότητα (μg/g νοσίο βάρους) σε χλωροφύλλη a (Chla), χλωροφύλλη b (Chlb) και ολική καροτενοειδή (Car), και περιεκτικότητα των φύλλων σε Κ, Να, Ρ και Ν) του φυταρίου.

Αποτελέσματα



• Το φώτρωμα των σπόρων δεν επηρεάστηκε όταν χρησιμοποιήθηκε αρωμαμένο εκχύλιμα ΑΣΑΚ τουλάχιστον κατά 10 φορές.

• Σε μη αρωμαμένο εκχύλιμα δεν φώτρωσαν οι σπόροι του βασιλικού και αυτό πιθανώς να οφείλεται στην υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC: 11,21 dS/m) και pH (6,87).

• Εκχύλιμα 1/10 και 1/100 αύξησαν το μήκος του βλαστίδιου. Τα εκχύλιματα μείωσαν το μήκος του ριζιδίου σε σχέση με το μάρτυρα.

• Αυξημένη έκπτυξη των σποροφύτων σε χαμηλής περιεκτικότητας (15%) κόμποστ χωρίς λίπανση ή με ΒΛ, ενώ αντίθετα αποτελέσματα βρέθηκαν στην αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ (45%), με ή χωρίς συμπληρωματική λίπανση.

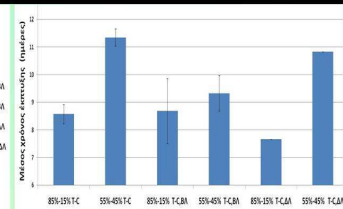
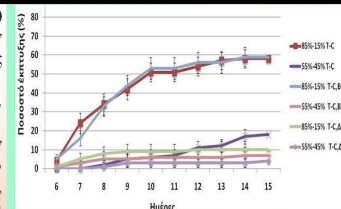
• Με κόμποστ 45% καθυστέρησε ο μέσος χρόνος φώτρωματος των σπόρων από 1 έως 3 ημέρες σε σχέση με χρήση κόμποστ 15%.

• Η προσθήκη ΒΛ σε 15% κόμποστ αύξησε τον αριθμό των φύλλων, τον αριθμό των πλευρικών βλαστών, το πάχος του κεντρικού στελέχους και το νοσίο βάρους του υπέργειου μέρους σε σχέση με κόμποστ χωρίς λίπανση, ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές στην περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (%) και στο ύψος του σποροφύτου.

• Η εφαρμογή λίπανσης (ΒΛ ή ΔΛ) σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ μείωσε (έως και 71%) τον φθορισμό των φύλλων, σε σχέση με το μάρτυρα (55%-45%-Τ-С).

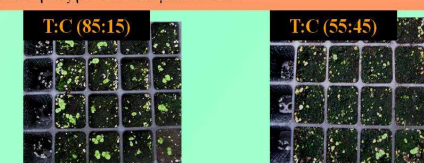
• Δεν βρέθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές στη Chl a, Chl b και στα ολικά καροτενοειδή στα φύλλα όσο αφορά την εφαρμογή λίπανσης ενώ η αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ έδωσε μειωμένες τιμές σε σχέση με την χαμηλής περιεκτικότητα σε κόμποστ.

• Φυτά που αναπτύχθηκαν σε 45% κόμποστ είχαν αυξημένο Κ και Να, ενώ η λίπανση αύξησε το Ν και μείωσε το Ρ.



	Υψος	Αρ. φύλλων	Αρ. πλευρικών βλαστών	Πάχος στελέχους	Υπέργειο NB	Υπέργειο ΞΟ
85%-15% T-C	11,58 ab	8,3 b	3,0 b	2,5 d	1,98 b	8,45 a
55%-45% T-C	8,75 b	7,5 b	4,0 b	1,7 c	1,28 c	8,48 a
85%-15% T-C,BA	12,58 a	11,0 a	6,2 a	2,2 a	3,10 a	8,73 a
55%-45% T-C,BA	2,58 c	4,3 c	0,7 c	0,8 f	0,29 abc	9,25 a
85%-15% T-C,DL	8,45 b	9,3 ab	5,3 ab	1,7 b	2,22 b	7,99 a
55%-45% T-C,DL	2,66 c	3,3 c	2,3 bc	0,6 e	0,49 c	7,79 a

	Φθορισμός	Chla	Chlb	Car	N	K	P	Na
85%-15% T-C	0,80 a	57,68 a	25,32 a	30,68 a	8,58 b	0,08 c	0,018 a	0,028 b
55%-45% T-C	0,79 a	58,96 a	15,74 b	31,97 a	7,40 b	0,10 b	0,017 a	0,036 a
85%-15% T-C,BA	0,78 a	56,83 a	30,42 a	29,85 a	9,74 b	0,07 c	0,009 b	0,022 c
55%-45% T-C,BA	0,55 b	48,28 ab	17,71 b	24,49 ab	- ^z	0,08 c	0,011 b	0,033 a
85%-15% T-C,DL	0,81 a	58,22 a	25,07 ab	30,09 a	17,25 a	0,08 bc	0,013 b	0,025 bc
55%-45% T-C,DL	0,27 c	38,45 ab	17,60 b	19,93 b	- ^z	0,12 a	0,022 a	0,034 a



Συμπεράσματα:

• Τα σποροφύτα που αναπτύχθηκαν σε κόμποστ (45%) παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη και προσαρμοστικότητα σε σχέση με τα υποστρώματα χαμηλής περιεκτικότητας κόμποστ (15%). Η μείωση αυτή πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη EC ή/και σε μεταβολές των φυσιολογικών ιδιοτήτων του υποστρώματος.

• Τα υποστρώματα χαμηλής περιεκτικότητας σε κόμποστ (15%) μπορεί να αποτελέσουν εναλλακτικό μέσο ανάπτυξης και παραγωγής σποροφύτων με θετική επίδραση όταν η συμπληρωματική λίπανση δίδεται ως ΒΛ σε σχέση με ΔΛ.