



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ Ή
ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΕ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΝΤΑΓΙΑΝΤΑ ΕΛΕΝΗ
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΤΖΩΡΤΖΑΚΗΣ ΝΙΚΟΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

Αφιερωμένο στους γονείς μου Βασίλη και Ευρυδίκη και στα αδέρφια μου Μαρία και Γιώργο με την αγάπη μου και ένα μεγάλο ευχαριστώ, που τόσα χρόνια με στηρίζουν.

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, καθώς επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές, Μανιό Θρασύβουλο, Γκούμα Σοφία και Σαμπαθιανάκη Γιάννη για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν. Ακόμα τους συναδέλφους και φίλους: Παπαμιχαλάκη Μαρία και Σαριδάκη Χρήστο για την άψογη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μας εργασίας και τους συναδέλφους και φίλους Αντωνογιαννάκη Ιωάννα, Βοντικάκη Νίκο, Δασκαλάκη Γιώργο, Μπαλτζάκη Γιάννη, Πιλατάκη Γιώργο και Πιλάτου Μαρία για την πολύτιμη και καθοριστικής σημασίας βοήθειά τους. Τέλος την οικογένειά μου που με στήριξε όλα αυτά τα χρόνια, τόσο ηθικά όσο και οικονομικά, στους οποίους αφιερώνω και την παρούσα εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	8
ΜΕΡΟΣ Α	9
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	10
1.3.1 Το πρόβλημα των απορριμμάτων και η σημασία της κομποστοποίησης	10
1.3.2 Το συνολικό σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων και η σημασία της κομποστοποίησης σ' αυτό	13
1.3.3 Τρόποι διάθεσης του κόμποστ από Απαραίτητα Ποιοτικά Χαρακτηριστικά (Α.Σ.Α)	14
1.3.4 Επεξηγήσεις σχετικές με τη χρήση του κόμποστ στη γεωργία/δασοκομία	18
1.3.5 Παρασκευή υποστρωμάτων για καλλωπιστικά φυτά	20
1.4 Μελέτες αξιολόγησης/αξιοποίησης του κόμποστ από ΔΕΔΙΣΑ	21
2. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	23
2.1 Εισαγωγή	23
2.2 Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων	23
2.3 Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων	24
2.4 Χρήση υγρών αποβλήτων	24
2.5 Γεωργική χρήση υγρών αποβλήτων με έμφαση στην άρδευση	25
2.6 Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού	26
2.7 Χρήση χαμηλής ποιότητας νερού στη γεωργία	26
2.8 Επεξεργασμένα υγρά απόβλητα πρώτου, δεύτερου και τρίτου βαθμού	27
2.9 Το είδος της καλλιέργειας	27
2.10 Ανάγκη θέσπισης προδιαγραφών ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης αστικών υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα	28
2.11 Αστικά λύματα	28
2.11.1 Εισαγωγή	28
2.11.2 Προέλευση αστικών λυμάτων	29
2.11.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά αστικών λυμάτων	29
2.12 Υγροβιότοποι	29
2.13 Πρόσφατες ερευνητικές μελέτες	30
3 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ	32
3.1 Εισαγωγή	32
3.2 Καταγωγή-ιστορικό του φυτού	32
3.3 Συστηματική κατάταξη	33
3.4 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας	34
3.5 Βοτανικοί χαρακτήρες	37
3.6 Πολλαπλασιασμός – εγκατάσταση	40
3.7 Υποστύλωση – κλάδεμα	41

3.8	Εδαφικές απαιτήσεις	41
3.9	Λίπανση	42
3.10	Συγκομιδή – μετασυλλεκτικές φροντίδες	42
3.11	Εχθροί και ασθένειες	42
3.12	Φυσιολογικές ανωμαλίες καρπού	46
3.13	Ποικιλίες	47
	ΜΕΡΟΣ Β	50
4.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	50
4.1	Τόπος και χρόνος διεξαγωγής του πειράματος	50
4.2	Προετοιμασία και εγκατάσταση σποροφύτων πιπεριάς	51
4.3	Καλλιεργητικές φροντίδες	61
4.3.1	Πρόγραμμα φυτοπροστασίας	62
4.4	Μετρήσεις και προσδιορισμοί	65
4.4.1	Μέτρηση του αριθμού των φύλλων	65
4.4.2	Μέτρηση του ύψους του φυτού	65
4.4.3	Μέτρηση πάχους στελέχους φυτού	66
4.4.4	Μέτρηση 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 (ci).	68
4.4.7	Τελικές μετρήσεις	68
4.4.7.1	Μέτρηση νωπού βάρους και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών	68
4.4.7.2	Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών	70
4.4.8	Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	73
4.5	Αποτελέσματα	74
4.5.1	Επίδραση στην αύξηση / ανάπτυξη καλλιέργειας πιπεριάς	74
4.5.2	Επίδραση στην παραγωγή καλλιέργειας πιπεριάς	81
4.5.3	Επίδραση στην ποιότητα καρπών πιπεριάς	83
4.6	Συμπεράσματα-Συζήτηση	93
5	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	97
	ΜΕΡΟΣ Γ	102
6	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	102
6.1	Δημοσιεύσεις	102

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ρύπανση των υδάτινων πόρων από τα απόβλητα είναι ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο απασχολεί τους κατοίκους κάθε πόλης. Ένας από τους πιο αποτελεσματικότερους τρόπους αντιμετώπισης της ρύπανσης είναι οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων και έχουν ως σκοπό τον καθαρισμό (διαχωρισμό) των αστικών αποβλήτων από τα βλαβερά συστατικά που περιέχουν ώστε αυτά να διατεθούν ακίνδυνα στο περιβάλλον. Ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας τα απόβλητα διακρίνονται σε πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των επιπτώσεων της χρήσης αστικών στερεών αποβλήτων (κόμποστ), σε συνδυασμό ή όχι με τριτοβάθμια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σε καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Νεαρά φυτά πιπεριάς (ποικιλίας Oregon) αναπτύχθηκαν σε 10 πειραματικές επεμβάσεις ως προς τις αναλογίες κόμποστ και χρήσης τριτοβάθμιων υγρών αποβλήτων. 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 υπόλοιπα με τριτοβάθμια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα (ΤΑ).

Η χρήση κόμποστ με νερό επέδρασε θετικά στην αύξηση και ανάπτυξη καλλιέργειας, όταν χρησιμοποιήθηκε αναλογία κόμποστ 20% [μεταχείριση E-K (80-20)] στο ύψος φυτού, στον αριθμό φύλλων, ανθέων και καρπών φυτού και στο πάχος στελέχους φυτού. Δεν σημειώθηκαν αντίστοιχες μεταβολές όταν χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ. Το νωπό βάρος των φυτών πιπεριάς αυξήθηκε (και αντίθετα μειώθηκε η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία) όταν η αναλογία κόμποστ ήταν 10%, ενώ δεν παρουσιάστηκε μεταβολή με τη χρήση ΤΑ. Η χρήση ΤΑ έδωσε αρνητικά αποτελέσματα στην παραγωγή της καλλιέργειας, ειδικά σε συνδυασμό με κόμποστ 5%. Ο αριθμός των καρπών με χρήση κόμποστ 10% ήταν αυξημένος όταν χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ σε σχέση με το νερό άρδευσης, ενώ με τη χρήση νερού στο υπόστρωμα 10% παρουσιάστηκε μείωση του νωπού βάρους των συγκομιζόμενων καρπών έως και 31%. Δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών πιπεριάς. Η εμπορευσιμότητα των καρπών μετρήθηκε με κλίμακα 1-4 και βρέθηκε ότι και στις δύο μεταχειρίσεις (νερό και ΤΑ) βρέθηκαν θετικά αποτελέσματα με τη χρήση κόμποστ και ιδιαίτερα σε αναλογίες 5 και 20%.

Περαιτέρω μελέτη είναι απαραίτητη για την πλήρη αξιοποίηση των στερεών (κόμποστ) και υγρών αποβλήτων, ενώ επιπλέον μέτρα απολύμανσης στα υγρά επεξεργασμένα απόβλητα

πρέπει να εφαρμόζονται πριν ή κατά τη διάρκεια χρησιμοποίησής τους για την άρδευση των καλλιεργειών.

ABSTRACT

The pollution of aquatic natural resources from wastes is an important problem which is of great concern for the residents of each city. One of the most effective way of dealing with pollution issue is the treatment of urban wastes resulting in segregation from the damaging substitutes in order to be distinguished safely in the environment. Depending on the degree of treatment, wastes are distinguished in primary, secondary and tertiary.

The objective of present work is evaluation of impacts of composted solid wastes with or without trietary treated wastewater (TA) in pepper crop. Pepper plants (cv Oregon) were grown in 10 treatments regarding the compost percentage and usage of TA. 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 TA.

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 TA application did not reveal these effects. Plant fresh weight biomass increased (and plant dry matter decreased) in plants grown with 10% compost and irrigated with water. The use of TA in 5% compost treatment, reduced plant yield. Fruit number increased in case of TA and 10% compost treatment but fruit fresh weight decreased in case of water and 10%compost treatment. No major changes observed in fruit related characteristics. Additionally, fruit marketability maintained when compost (especially 5% and 20% of compost) added into the substrate and was independently of the water or TA irrigation. Further and deeper study is required for the complete exploitation of municipal solid waste and TA while disinfection means of waste water should be applied before or during their utilization for the irrigation crop needs.

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 έως τώρα πρακτικές που εφαρμόζονται 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 τη 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 (X.Y.T.A./X.Y.T.Y.) 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.

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

Στο Ακρωτήρι Ν. Χανίων έχει κατασκευαστεί ένα νέο εργοστάσιο μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, ως τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων της περιοχής.

Εδώ και 2,5 χρόνια περίπου λειτουργεί (αν και όχι ακόμα με πλήρη δυναμικότητα) 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

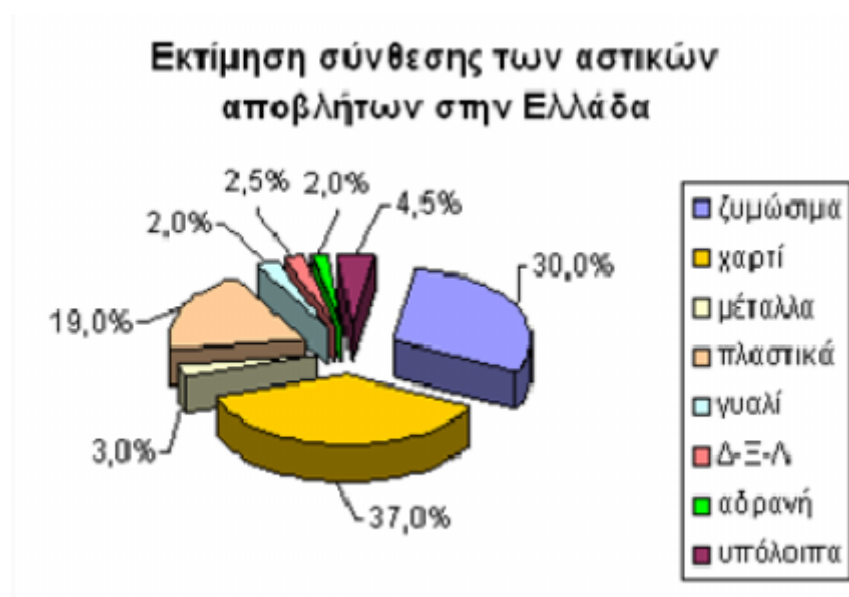
Τις τελευταίες δεκαετίες, στις περιοχές του πλανήτη όπου βρίσκονται οι λεγόμενες καταναλωτικές κοινωνίες, γιγαντώνεται το πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων και των κάθε είδους αποβλήτων. Στην περίπτωση της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων, η παρασκευή κομπόστ από το οργανικό κλάσμα 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.

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 έχει πλέον ξεπεράσει τα 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) εκτιμάται 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 μόνιμους 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 έφτανε το 40,3 (Διάγραμμα 1.3) ενώ η συνολική ετήσια παραγόμενη ποσότητα εκτιμήθηκε σε 85.590 τόννους (όπως αναφέρθηκε από Βλοντάκης, 2007).

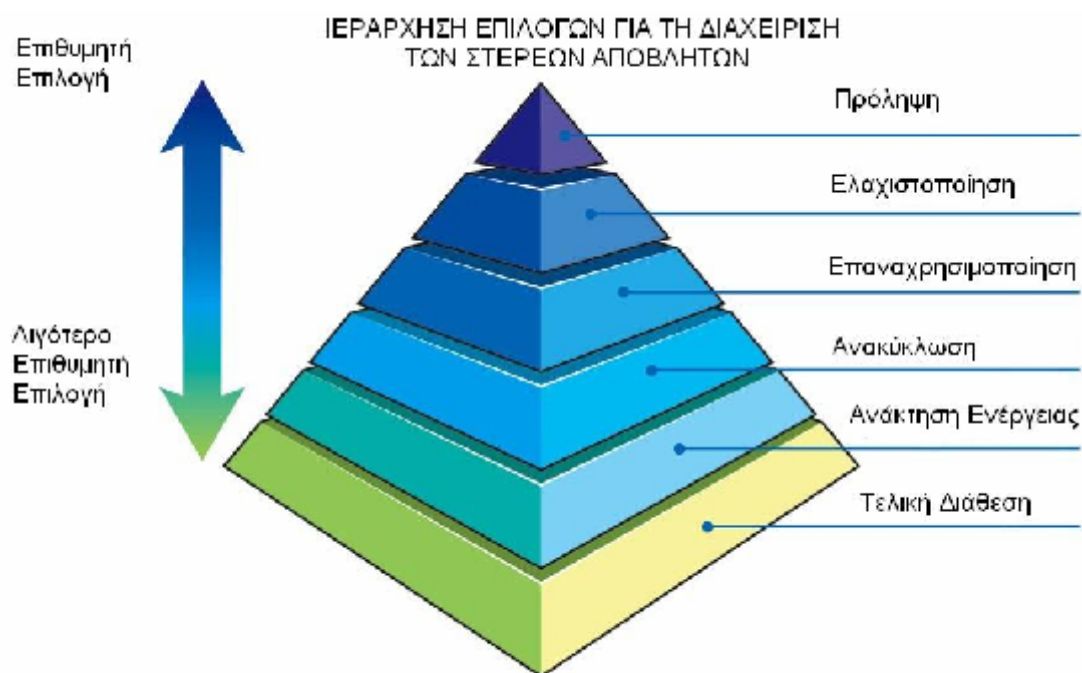


Διάγραμμα 1.3: Σύνθεση Α.Σ.Α. Ν. Χανίων

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, 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 αναμεμειγμένο με τύρφη, περλίτη ή άλλο υλικό).
- Χρήση σε δασικά φυτώρια ή σε δασικές εκτάσεις.
- Χρήση στις άκρες και στα πρανή 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 (Η πρακτική αυτή αποσκοπεί στη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους, τη μείωση των αγριόχορτων και, μακροπρόθεσμα, στην προσθήκη θρεπτικών στοιχείων του κομπόστ στο έδαφος).
- Κατασκευή βιοφίλτρων για απόσμιση (για τα ίδια τα εργοστάσια κομποστοποίησης οργανικού κλάσματος απορριμμάτων ή άλλα).
- Παρασκευή RDF για παραγωγή ενέργειας.
- Αντιχητικά πετάσματα.

Σε γενικές γραμμές οι χρήσεις που κυριαρχούν είναι αυτές της διαμόρφωσης και αποκατάστασης τοπίου (λατομεία, Χ.Υ.Τ. 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 I.A.K. (Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων)
- Η σχέση C/N
- Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά (Άζωτο, Φώσφορος, Κάλιο, Ασβέστιο, Μαγνήσιο, Θείο, Μαγνήσιο, 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 (Μανιός και Μανιαδάκης, 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, Κάλι. 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 γι 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 βραχυπρόθεσμο έλλειψη αζώτου στο χώμα (θα καταναλωθεί από τους αερόβιους μικροοργανισμούς) και συνθήκες τροφopenίας 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 φυτωριούχο, 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.

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 τροφopenία. 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 κομπόστ (100% κομπόστ). Η αυξημένη περιεκτικότητα σε κομπόστ μείωσε τον αριθμό φύλλων, το ύψος, το πάχος κεντρικού στελέχους και το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε κομπόστ είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των θρεπτικών στοιχείων (ειδικά του Κ και Να) 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 περιεκτικότητες του κομπόστ μέσα στα υποστρώματα (Τζωρτζάκης κ.α. 2011; Tzortzakis et al., 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται όλες οι ποσότητες νερού που αφού αξιοποιηθούν- χρησιμοποιηθούν σε διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες (οικιακές-αστικές, βιομηχανικές ή αγροτικές), αποβάλλονται (απομακρύνονται) από το χώρο παραγωγής τους. Η ασφαλής απελευθέρωση τους στο περιβάλλον ή επαναχρησιμοποίησή τους θα απαιτούσε κάποιο βαθμό επεξεργασίας.

Ως επεξεργασία ορίζεται το σύνολο των διεργασιών εκείνων που σκοπό έχουν τη μείωση της βλαπτικής επίδρασης των υγρών αποβλήτων στον άνθρωπο και στο περιβάλλον (Μανιός, 2007).

Τα υγρά απόβλητα πρέπει να υποβάλλονται πριν από τη διάθεσή τους σε κατάλληλη επεξεργασία ώστε να αμβλύνονται οι επιπτώσεις στους αποδέκτες. Ο καθαρισμός των υγρών αποβλήτων έχει κυρίως ως στόχο την προστασία των υδάτινων πόρων. Για την επιτυχή διαχείριση των υγρών αποβλήτων είναι απαραίτητη η γνώση της προέλευσής τους και των χαρακτηριστικών τους ώστε να υποβληθούν σε κατάλληλη επεξεργασία που είναι αποδεκτή από τους ρυθμούς αυτοκαθαρισμού του αποδέκτη διάθεσής τους. Οι υδάτινοι αποδέκτες επιτυγχάνουν αποδόμηση των οργανικών συστατικών με τα οποία φορτίζονται (από τη διάθεση υγρών αποβλήτων) εφόσον η φόρτιση που δέχονται διατηρείται κάτω από το επίπεδο που αντιστοιχεί στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους.

Το πρόβλημα των υγρών αποβλήτων γινόταν όλο και πιο έντονο από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα και ιδιαίτερα μετά από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο οπότε παρατηρήθηκε έντονη συγκέντρωση πληθυσμών στα αστικά κέντρα και ραγδαία βιομηχανική ανάπτυξη.

Στις επόμενες δεκαετίες η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων θα εντατικοποιηθεί στις Μεσογειακές χώρες εξαιτίας της έλλειψης νερού, των κλιματολογικών συνθηκών, της ανάγκης για γεωργική άρδευση, της ανάγκης βελτίωσης των συνθηκών υγείας και περιβάλλοντος για τον αυξανόμενο πληθυσμό και τουρισμό (Shelef and Azon, 1996).

2.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων έχει σκοπό την ελάττωση της ποσότητας των ρυπαντικών ουσιών που θα διοχετευθούν στο περιβάλλον σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην το επηρεάσουν. Ο βαθμός επεξεργασίας των αποβλήτων εξαρτάται από την ποιότητα των αποβλήτων (ποσότητες ρύπων που περιέχουν) κατά την διοχέτευσή τους στους αποδέκτες

(Σαββάκης, 2002). Σε αυτό τον τομέα συμβάλουν καθοριστικά οι μονάδες βιολογικού καθαρισμού που υπάρχουν σε μεγάλα και μεσαία αστικά κέντρα. Στης Εικόνα 2.1 φαίνεται η μονάδα βιολογικού καθαρισμού του Ηρακλείου.



Εικόνα 2.1: Αεροφωτογραφία βιολογικού καθαρισμού Ηρακλείου

2.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα υγρά απόβλητα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε σκοπό. Οι κύριες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης προεπεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η γεωργική και κυρίως η άρδευση, η βιομηχανική, ο εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων και διάφορες άλλες χρήσεις. Από αυτές η πιο σημαντική είναι η άρδευση που αντιπροσωπεύει στις μέρες μας αλλά και στο κοντινό μέλλον τον πιο σημαντικό χρήστη νερού και προσφέρει σοβαρές δυνατότητες για απορρόφηση όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων ανακτόμενων υγρών αποβλήτων (Αγγελάκης και Τσομπάνογλου, 1995).

2.4. ΧΡΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ορισμένες πιθανές εφαρμογές των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι:

Άρδευση αγροτικών περιοχών: Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, ιδιαίτερα για άρδευση καλλιεργειών, εφαρμόζεται στην πράξη επί αιώνες και φαίνεται ότι έχει τις ρίζες της στους αρχαίους Ελληνικούς πολιτισμούς (Angelakis and Spyridakis, 1996; Angelakis *et*

al., 2005). Σήμερα λειτουργούν αρκετά συστήματα επαναχρησιμοποίησης που παρέχουν ανακτημένο νερό για αγροτική άρδευση. Στις ΗΠΑ μόνο, υπάρχουν 3000 τέτοιες περιπτώσεις. Στις αναπτυσσόμενες χώρες η εφαρμογή λυμάτων στο έδαφος αποτελούσε πάντα και συνεχίζει να αποτελεί τον κύριο τρόπο διάθεσης των αστικών λυμάτων και ικανοποίησης των αρδευτικών αναγκών. Έτσι για παράδειγμα στην Κίνα $13,3 \times 10^6$ στρέμματα αγροτικής γης αρδεύονται με ανεπεξέργαστα ή μερικώς επεξεργασμένα αστικά λύματα.

Αστική επαναχρησιμοποίηση: Τα συστήματα αστικής επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων παρέχουν ανακτημένο νερό για οποιαδήποτε χρήση εκτός της πόσης σε αστικές περιοχές. Μεγάλο επιστημονικό και κοινωνικό ενδιαφέρον εστιάζεται στις νέες τεχνολογικές επιτεύξεις και εφαρμογές στον τομέα αυτό αν και υπάρχει περιορισμένη χρήση ανακτημένων λυμάτων. Μερικές από τις αστικές χρήσεις είναι το πότισμα δημόσιων πάρκων και κέντρων αναψυχής, αθλητικών γηπέδων, σχολικών αυλών, γηπέδων παιχνιδιού, νησίδων και κρασπέδων αυτοκινητοδρόμων, νεκροταφείων και κήπων που περιβάλλουν δημόσια κτίρια και εγκαταστάσεις, κήπων μονοκατοικιών και πολυκατοικιών, γενικό πλύσιμο και άλλες εργασίες συντήρησης, εμπορικές χρήσεις, όπως οι εγκαταστάσεις πλυσίματος οχημάτων, το πλύσιμο παραθύρων, το νερό ανάμιξης για ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα και υγρά λιπάσματα, πυροπροστασία κλπ. Κατά τον σχεδιασμό των συστημάτων επαναχρησιμοποίησης ανακτημένων υγρών αποβλήτων για αστική χρήση, οι σημαντικότεροι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι η αξιοπιστία εξυπηρέτησης και η προστασία της δημόσιας υγείας.

2.5. ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

Γενικά η άρδευση των υγρών αποβλήτων στην γεωργία αποτελούν την πιο μαζική χρήση νερού, ιδιαίτερα σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές (Αγγελάκης και Tchobanoglous, 1995). Οι καλλιέργειες αρδεύονται με υγρά απόβλητα μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία. Τα πλεονεκτήματα από την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων για άρδευση περιλαμβάνουν :

1. Πρόσληψη της ρύπανσης των επιφανειακών νερών
2. Συντήρηση των πόρων γλυκού νερού και η ορθολογική χρήση τους, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική στις ξηρές ημιάγονες περιοχές όπως στην Μεσόγειο.
3. Αύξηση της εδαφολογικής γονιμότητας, δεδομένου ότι τα υγρά απόβλητα είναι πλούσια σε θρεπτικές ουσίες και μειώνουν έτσι την ανάγκη για λίπανση.

4. Βελτίωση φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους μέσω της προστιθέμενης οργανικής ουσίας.

5. Μείωση του κόστους επεξεργασίας που απαιτείται για την διάθεση των αποβλήτων σε άλλες χρήσεις (Angelakis et al., 2001).

2.6. ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Όταν σχεδιάζεται ένα αρδευτικό έργο με νερό που έχει ανακτηθεί με υγρά απόβλητα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η φυτική παραγωγή και η εδαφικές ιδιότητες (Αγγελάκης και Tchobanoglous, 1995). Για να χρησιμοποιηθούν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα για άρδευση θα πρέπει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους να τηρούν κάποια κριτήρια. Τα πιο σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά (Στάμου, 1995) είναι τα εξής :

- Περιεκτικότητα σε άλατα.
- Περιεκτικότητα σε νάτριο.
- Περιεκτικότητα σε ανθρακικά ιόντα, χλώριο και βόριο.
- Περιεκτικότητα σε μέταλλα.
- Περιεκτικότητα σε αιωρούμενα στερεά.
- Περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά.
- Περιεκτικότητα σε παθογόνα συστατικά και
- Περιεκτικότητα σε τοξικά οργανικά.

2.7. ΧΡΗΣΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Η μείωση των υδατικών πόρων στον πλανήτη μας με αποτέλεσμα την μείωση του πόσιμου νερού αλλά και την έλλειψη ικανοποιητικών ποσοτήτων καθαρού νερού για της ανάγκες της άρδευσης. Αυτό έχει σαν συνέπεια την εξέταση της επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων τουλάχιστον για την άρδευση αν είναι δυνατόν (Στάμου, 1995). Όσον αφορά την λεκάνη της Μεσογείου η έλλειψη νερού εμφανίζεται ως κύριος περιοριστικός παράγοντας για τη γεωργική ανάπτυξη και όχι μόνο. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 25 ετών, αν και οι αρδευόμενες εκτάσεις θα αυξηθούν, μεγάλες ποσότητες νερού θα εκτραπούν από τη γεωργία για να ικανοποιήσουν την αυξανόμενη ζήτηση νερού για αστική και βιομηχανική χρήση (Correia, 1999).

Η νέα περιβαλλοντική πρακτική ανά τον κόσμο έχει βασιστεί στα πέντε R που αντιπροσωπεύουν τις βασικές αρχές προστασίας του περιβάλλοντος: Reclamation (επανάκτηση), Recycle (ανακύκλωση), Reuse (επαναχρησιμοποίηση), Renuable (ανανεώσιμη) και Reduce (μείωση). Κάτω από αυτό το πρίσμα τα εκατομμύρια νιλιάδες

κυβικά μέτρα υγρών αποβλήτων που παράγονται ανά τον κόσμο θα μπορούσαν να επανακτηθούν(reclamation), να επαναχρησιμοποιηθούν (reuse), δημιουργώντας έτσι μια μορφή ανακύκλωσης (recycle) που θα οδηγήσει σε μείωση (reduction) των ποσοτήτων καθαρού νερού που χρησιμοποιούνται στη γεωργία δημιουργώντας μια ανανεώσιμη (renewable) πηγή νερού (Μανιός, 2003).

2.8. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΡΩΤΟΥ, ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ

Τα απόβλητα διακρίνονται γενικά σε στερεά, υγρά και αέρια. Ανάλογα με την επεξεργασία τους διακρίνονται σε 3 βαθμούς.

I. Πρωτοβάθμια επεξεργασία (Μηχανικός καθαρισμός): Στο στάδιο αυτό απομακρύνονται τα αιωρούμενα στερεά με καθίζηση (κατά 50-70%) και παράλληλα μειώνεται το οργανικό φορτίο μέχρι 35%.

II. Δευτεροβάθμια επεξεργασία (Βιολογικός καθαρισμός): Στη δευτεροβάθμια επεξεργασία πραγματοποιείται βιολογική απομάκρυνση της οργανικής ύλης των λυμάτων από μικροοργανισμούς και ακολούθως το διαχωρισμό των βιολογικών στερεών από τα επεξεργασμένα λύματα.

III. Τριτοβάθμια επεξεργασία (Χημικός καθαρισμός): Το στάδιο της τριτοβάθμιας επεξεργασίας αποτελεί σύνθεση επιμέρους μονάδων, η οποία ποικίλει ανάλογα με τους ρύπους που πρόκειται να υποστούν επεξεργασία (Ανδρεαδάκης κ.α., 2001). Σκοπός της είναι η απομάκρυνση όλων εκείνων των μολυντών που διαφεύγουν της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας όπως αζωτούχων και φωσφορικών ενώσεων και παθογόνων μικροοργανισμών.

2.9. ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η ελευθερία της επιλογής του είδους της καλλιέργειας δίδει την δυνατότητα αποφυγής προβλημάτων στα φυτά, αλλά και στη δημόσια υγεία. Επιλέγοντας μία καλλιέργεια ανθεκτική σε αλκαλιωμένα εδάφη και σε τοξικά συστατικά περιορίζονται σημαντικά τα προβλήματα που μπορεί να προκληθούν στην καλλιέργεια. Επιλέγοντας, επίσης μία καλλιέργεια που οι καρποί της δεν καταναλώνονται ωμοί ή δεν έρχονται σε επαφή με την αρδευόμενη επιφάνεια του εδάφους περιορίζονται οι κίνδυνοι προσβολής της δημόσιας υγείας. Σε περίπτωση που το είδος της καλλιέργειας είναι δεδομένο, η προσοχή στρέφεται στα χαρακτηριστικά των αρδευτικών νερών τα οποία πρέπει να υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να ικανοποιούν τις απαραίτητες προδιαγραφές (Στάιουη 1995)

2.10. ΑΝΑΓΚΗ ΘΕΣΠΙΣΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα όπως και σε άλλες χώρες του κόσμου, έχει υιοθετηθεί η πρακτική της ανακύκλωσης των εκροών υγρών αποβλήτων προοδευτικά χωρίς την απαρχή θεσμοθέτηση σχετικών κριτηρίων. Οι βασικές χρήσεις στην Ελλάδα που έχουν ενδιαφέρον είναι η άρδευση καλλιεργειών και χώρων πρασίνου και ο εμπλουτισμός των υπογείων υδροφορέων για την προστασία του κυρίως από την υφαλμύρωση. Για κάθε χρήση θα πρέπει να εξετάζονται τα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια επίσης σε κάθε ιδιαίτερη θεώρηση που μια παραδοσιακή υδατική πηγή, αντικαθίσταται με ανακτώμενο νερό από επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται σε χρήσεις που έχουν σχέση με αυξημένη επαφή των αποβλήτων με τον άνθρωπο. Επομένως τα αναγκαία κριτήρια θα πρέπει να διαφοροποιούνται όχι μόνο μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών επαναχρησιμοποίησης, αλλά ακόμα και στην ίδια κατηγορία ανάλογα με τις επιμέρους χρήσεις (π.χ. άρδευση εδάδινων και βιομηχανικών φυτικών ειδών) (Tsagarakis et al., 2003).

Το 1989 ο WHO (Παγκόσμιος Οργανισμός Ύδρευσης) εξέδωσε μια οδηγία που καθόριζε μια σειρά από παραμέτρους σχετικά με την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων για άρδευση (Μανιός, 2007)

2.11. ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ

2.11.1. Εισαγωγή

Τα αστικά λύματα προέρχονται κυρίως από ανθρώπινα εκκρίματα και απόνερα οικιακής χρήσης. Στην κατηγορία των αστικών λυμάτων περιλαμβάνονται και αυτά των εστιατορίων, ξενοδοχείων, δημοσίων υπηρεσιών, καταστημάτων, γραφείων κλπ. Στα κυριότερα συστατικά τους περιλαμβάνονται οργανικές κυρίως ουσίες σε διάλυση ή αιωρούμενα σωματίδια, λίπη, έλαια, ανόργανες ουσίες και σε ελάχιστες ποσότητες διαλυμένα αέρια όπως αμμωνία (NH_3) και υδρόθειο (H_2S). Ανάλογα με το μέγεθος μιας πόλης μεταβάλλεται η ποσότητα των λυμάτων μεταξύ 100-300 lt ανά άτομο και ημέρα. Γενικά υπολογίζονται 150-200 lt ανά άτομο/ημέρα λαμβάνοντας υπόψη το ξεχωριστό σύστημα όπου κατασκευάζονται δύο ανεξάρτητα δίκτυα, ένα για την αποχέτευση των ομβρίων και ένα για τη συλλογή και απομάκρυνση των λυμάτων. Στη χώρα μας κυριαρχεί το μικτό σύστημα αποχέτευσης (αστικά λύματα και όμβρια) (Ντάρακας, 2006).

Η επεξεργασία των λυμάτων αποτελεί ένα σημαντικό μέτρο για τον περιορισμό των επιπτώσεων από τη διάθεση τους σε διάφορους αποδέκτες. Με τον όρο λύματα αναφερόμαστε είτε στα υγρά απόβλητα από τις κατοικίες (οικιακά λύματα) είτε στα υγρά απόβλητα από τις συνήθεις δραστηριότητες μιας πόλης (αστικά λύματα). Όταν τα υγρά απόβλητα μιας πόλης περιέχουν σημαντικά ποσοστά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων τότε δε τα ονομάζουμε αστικά λύματα αλλά υγρά αστικά απόβλητα. Τα οικιακά λύματα και τα αστικά λύματα παρουσιάζουν συνήθως μικρές μόνο διαφοροποιήσεις στα χαρακτηριστικά τους και αντιμετωπίζονται ως μια κοινή κατηγορία υγρών αποβλήτων όσον αφορά την επεξεργασία τους.

2.11.2. Προέλευση αστικών λυμάτων

Στις ημέρες μας θεωρείται απαραίτητη ανάγκη για έναν οικισμό η επάρκεια πόσιμου νερού, η ύπαρξη συστήματος διαχείρισης των παραγομένων αποβλήτων και η διασφάλιση αποδεκτής ποιότητας για το περιβάλλον. Το πόσιμο νερό, που αποτελεί θείο δώρο για τον άνθρωπο, μετατρέπεται μετά από τη χρήση του σε υγρά απόβλητα τα οποία είναι ενοχλητικά.

Εκεί που τελειώνει το δίκτυο ύδρευσης αρχίζει η παραγωγή των υγρών αποβλήτων που τροφοδοτούν το δίκτυο αποχέτευσης. Η απ' ευθείας αποχέτευση (διάθεση) των υγρών αποβλήτων σε ένα φυσικό (συνήθως υδάτινο) αποδέκτη δεν αποτελεί λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων. Τα υγρά απόβλητα περιέχουν διάφορους τύπους ρύπων που βρίσκονται σε αιωρούμενη ή κολλοειδή ή διαλυτή μορφή. Οι ρυπαντικές ουσίες εγκυμονούν κινδύνους για τους φυσικούς αποδέκτες και η απ' ευθείας διάθεση των υγρών αποβλήτων δε θεωρείται σήμερα αποδέκτη πρακτική.

2.11.3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά αστικών λυμάτων

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων μπορούν να διακριθούν σε φυσικά, χημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά. Επίσης το δείγμα από τη στιγμή της παραλαβής του μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού θα πρέπει να συντηρείται με κατάλληλο τρόπο ώστε να παραμένουν αναλλοίωτα τα χαρακτηριστικά του.

2.12. ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΙ

Οι υγροβιότοποι είναι τμήματα εδάφους κατακλυζόμενα με νερό συνήθως μικρού βάθους (<0,6 m) στα οποία αναπτύσσονται φυτά. Πρόκειται για διάφορα είδη κύπερης (φυτά της οικογένειας Cyperaceae, κυρίως του γένους Carex spp.), καλάμια (φυτά του

γένους *Phragmites*, κυρίως του γένους *P. communis*), είδη βούρλων (φυτά του γένους *Scirpus*) και άλλα όπως είναι είδη ψαθιού και αφράτου (φυτά του γένους *Typha*). Η φυτική βλάστηση προσφέρει το βασικό υπόστρωμα ανάπτυξης των βακτηριακών μεμβρανών, βοηθά στο φιλτράρισμα και την προσρόφηση συστατικών του αποβλήτου, μεταφέρει οξυγόνο στη μάζα νερού και περιορίζει την ανάπτυξη αλγών με τον έλεγχο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων έχουν χρησιμοποιηθεί οι τεχνητοί όσο και οι φυσικοί υδροβιότοποι.



Εικόνα 2.2: Υδροβιότοπος Αγροκτήματος ΤΕΙ Κρήτης

2.13. ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων αποβλήτων σε γεωργικές καλλιέργειες (Batarseh et al., 1989) και προς την κατεύθυνση αυτή γίνονται σήμερα σημαντικές έρευνες που στοχεύουν στην επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων αποβλήτων ως αρδευτικό νερό. Η χρήση υγρών αποβλήτων επηρέασε τις χημικές ιδιότητες του εδάφους (αυξήθηκε η αλατότητα, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, το Na, K, Ca, Mg και P, ενώ μειώθηκε το pH) στα πρώτα 30 εκ. αλλά και την σύσταση των φυτών (κουνουπίδι, λάχανο) (Kiziloglu et al., 2008). Η μείωση αυτή του pH ενισχύει την διαθεσιμότητα των κατιόντων, όπως του P (Mohammad and Mazahreh, 2003). Όταν σε γλαστρική καλλιέργεια αγγουριάς και τομάτας αναπτύχθηκαν σε μείγμα υποστρωμάτων (έδαφος:τύρφη:άμμος:κομπόστα 1:1:1:1) και χρησιμοποιήθηκαν πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια βρέθηκε θετική επίδραση (αύξηση) στο ύψος και στον αριθμό φύλλων (Manios et al., 2006).

Όταν χρησιμοποιήθηκαν πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα (EYA) σε υδροπονική καλλιέργεια αγγουριάς σε σύστημα Nutrient Film Technique (NFT) με ή χωρίς εμπλουτισμό θρεπτικού διαλύματος (ως συμπληρωματική λίπανση) βρέθηκε ότι η χρήση των πρωτοβάθμιων EYA μείωσε την ανάπτυξη (ύψος, αριθμός φύλλων και ανθέων) των φυτών (Tzortzakis et al., 2010). Δεν συνέβη το ίδιο όταν χρησιμοποιήθηκαν δευτεροβάθμια EYA. Η αυξημένη παραγωγή την πρώτη εβδομάδα συγκομιδής, οφειλόταν στον αυξημένο αριθμό καρπών και στο αυξημένο νωπό βάρος καρπών που παρήχθησαν σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια, ενώ μειώθηκε η περιεκτικότητα ξηράς ουσίας των καρπών αυτών. Δεν βρέθηκαν διαφορές ως προς τα επίπεδα χλωροφύλλης και φθορισμού των φύλλων μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η χρήση EYA είχε ως αποτέλεσμα την εξάπλωση ασθενειών ρίζας σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ έπειτα από μικροβιολογική ανάλυση βρέθηκαν παθογόνοι μικροοργανισμοί σε καρπούς σε όλες τις μεταχειρίσεις YAA και του μάρτυρα, λόγω μεταφοράς/επιμόλυνσης από τις μεταχειρίσεις YAA.

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.

Εκτός από τη χρήση τους σαν τροφή και καρύκευμα, οι πιπεριές έχουν και φαρμακευτικές ιδιότητες (κυρίως αυτές με την καυτερή γεύση) ενώ χρησιμοποιούνται και σαν καλλωπιστικές (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 αναγνωριστεί 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 1943 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:

(i) *Capsicum annuum*: Είναι το είδος που σήμερα είναι πιο διαδεδομένο και έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία. Περιλαμβάνει τις γλυκές πιπεριές καθώς επίσης τις περισσότερες καυτερές γεύσης, που ξηραίνονται και μετατρέπονται σε πιπέρι σκόνη. Οι καλλιεργούμενοι τύποι ανήκουν στο *C. annuum* var. *annuum* και οι άγριοι τύποι στο *C. annuum* var. *minimum*. Το είδος *Capsicum annuum* περιλαμβάνει φυτά ετήσια που χαρακτηρίζονται από τους ιώδεις ανθήρες, τη λευκή στεφάνη, από το μικρό κλειστό κάλυκα και φέρουν τους ανθοφόρους οφθαλμούς μονήρεις – ένα σε κάθε μασχάλη – (διακλάδωση φύλλου που γυρίζει προς τα κάτω).

(ii) *Capsicum baccatum*: Καλλιεργείται κυρίως στη Ν. Αμερική και ελάχιστα σε άλλες περιοχές. Τα καλλιεργούμενα είδη κατατάσσονται στο *Capsicum baccatum* var. *pendulum* και τα άγρια είδη στο *Capsicum baccatum* var. *baccatum*. Αν και το είδος αυτό συγγέεται με το είδος *C. annuum* εν τούτοις διακρίνεται από αυτό, γιατί φέρει στεφάνη κίτρινου χρώματος με καφέ στίγματα και ο κάλυκας φέρει ευδιάκριτα σέπαλα.

(iii) *Capsicum frutescens*: Το άγριο είδος συναντάται στις χαμηλού υψομέτρου τροπικές περιοχές της Ν. Αμερικής. Το καλλιεργούμενο είδος είναι λιγότερο διαδεδομένο σε σύγκριση με το *C. annuum*. Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από τους ιώδεις ανθήρες του, τη γαλακτώδη πράσινο – κιτρινόασπρη στεφάνη και το γεγονός ότι φέρει συνήθως τα άνθη κατά ομάδες (2 ή περισσότερα όρθια ανά θέση). Τα φυτά είναι πολυετή (2 – 3 χρόνια). Οι καρποί έχουν μέγεθος 0,7 – 2,5 x 0,3 – 10,0 cm), είναι κόκκινοι ή κίτρινοι και μπορεί να έχουν πολύ γλυκιά ή δριμεία γεύση.

(iv) *Capsicum chinense*: Το άγριο είδος είναι διασκορπισμένο στην τροπική ζώνη της Ν. Αμερικής και καλλιεργείται κυρίως στην περιοχή του Αμαζονίου. Μερικές ποικιλίες του είδους αυτού καλλιεργούνται στην Αφρική και αναφέρεται ότι είναι πιο καυτερές από όλα τα άλλα είδη. Μια στένωση που βρίσκεται κάτω από τον κάλυκα είναι το μόνο μορφολογικό χαρακτηριστικό που διακρίνει το *C. chinense* από το *C. frutescens*.

(v) *Capsicum pubescens*: Συναντάται στα υψίπεδα των Άνδεων. Είναι το μόνο είδος που έχει ευδιάκριτα μορφολογικά χαρακτηριστικά, σε σύγκριση με τα άλλα είδη, π.χ. έχει σκούρο ρυτιδωμένο (ζαρωμένο) σπόρο, ενώ τα άλλα έχουν αχυρώδη χρωματισμό και η εξωτερική επιφάνεια του σπόρου είναι λεία. Οι καρποί έχουν σάρκα πολύ πιο χονδρή σε σύγκριση με τα άλλα είδη.

Μεταξύ των τεσσάρων πρώτων ειδών, έχουν γίνει διασταυρώσεις σε πολλούς συνδυασμούς και έχουν προκύψει πολλά υβρίδια (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 εξάγουν (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.

Η εξέλιξη της καλλιέργειας της νωπής πιπεριάς στην Ελλάδα παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Εξέλιξη της καλλιέργειας της νωπής πιπεριάς

ΕΤΟ Σ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩ ΓΗ (τόνοι)	ΣΤΡΕΜ. ΑΠΟΔΟΣΗ (κιλά/στρεμ.)	ΤΙΜΗ (δρχ./κιλό)	ΑΚΑΘ. ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (σε χιλ. δρχ.)
1961	18.194	16.545	909	1,58	26.141
1962	20.598	17.494	849	1,85	32.364
1963	20.606	21.176	1.028	2,07	43.834
1964	20.953	20.129	961	2,30	46.297
1965	22.681	21.768	960	2,84	61.821
1966	23.909	23.475	982	2,70	63.383
1967	24.460	25.337	1.036	2,64	66.890
1968	23.768	24.667	1.038	3,32	81.894
1969	25.140	28.230	1.123	2,58	72.833
1970	22.065	27.438	1.244	2,68	73.534
1971	22.425	28.482	1.270	2,90	82.598
1972	23.080	30.801	1.335	3,06	94.251
1973	26.530	39.695	1.496	4,94	196.093
1974	27.020	42.541	1.574	6,41	272.688
1975	25.500	40.200	1.576	5,19	208.638
1976	26.530	43.132	1.626	8,74	376.974
1977	33.340	60.850	1.825	9,84	598.764
1978	27.000	47.450	1.757	13,60	645.320
1979	28.000	51.000	1.821	13,00	663.000
1980	24.900	50.580	2.031	20,41	1.032.338
1981	27.232	60.940	2.238	20,29	1.236.473
1982	27.150	64.343	2.370	28,04	1.804.178
1983	28.726	56.337	1.961	36,04	2.030.385
1984	29.452	58.810	1.997	44,11	2.594.109
1985	32.580	69.568	2.135	51,59	3.589.013
1986	32.149	70.201	2.184	52,55	3.689.063
1987	31.759	68.016	2.142	54,79	3.726.597
1988	32.304	71.681	2.219	86,54	6.203.274

1989	31.999	77.105	2.410	88,81	6.847.695
1990	32.998	88.128	2.671	127,19	11.209.000
1991	47.058	93.533	1.988	121,40	11.354.906
1992	36.670	90.136	2.458	136,10	12.267.510
1993	34.331	81.123	2.363	139,42	11.310.169
1994	37.092	90.677	2.445	151,48	13.735.752
1995	36.140	89.000	2.463	136,51	12.149.390
1996	35.560	92.870	2.612	157,40	14.617.738
1997	37.419	91.914	2.456	183,56	16.871.734
1998	42.675	99.809	2.339	167,39	16.707.029
1999	41.773	98.294	2.353	186,66	18.347.558
2000	39.350	103.710	2.636	189,30	19.632.303
2001	43.107	111.592	2.589	201,04	22.434.735
2002	42.035	96.750	2.302	0,56	54.180 *
2003	41.870	120.920	2.888	0,61	73.761 *
2004	43.320	130.580	3.014	0,51	66.596 *
2005	41.217	125.802	3.052	0,65	81.771 *
2006	42.000	134.704	3.207	0,61	82.169 *
2007	40.670	123.420	3.035	0,86	106.141 *
2008	38.540	139.693	3.625	0,95	132.708 *
2009	37.280	133.416	3.579	0,8	106.733 *
2010	32.000	73.600	2.300		0 *

* τιμές σε ευρώ

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων.

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 κλαδευτούν 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 ωθήκη 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.

Είναι φυτό ουδέτερο στο φωτοπεριοδισμό, δηλαδή για να σχηματιστούν και εμφανιστούν τα άνθη, δεν επηρεάζει σημαντικά το μήκος της ημέρας (διάρκεια φωτός). Στα άνθη της πιπεριάς, η ωρίμανση του στίγματος των ανθών είναι ταυτόχρονη, και η επικονίαση και γονιμοποίηση μπορεί να γίνει μετά το άνοιγμα του άνθους. 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.

Τα έντομα και τα μυρμήγκια μπορεί να προκαλέσουν κάποια σταυρογονιμοποίηση, αλλά είναι γνωστό ότι τα άνθη της πιπεριάς δεν ελκύουν τις μέλισσες και τα έντομα. Εάν όμως επιδιώκουμε την παραγωγή σπόρου (σποροπαραγωγή) θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα, ώστε διαφορετικές ποικιλίες να μην φυτεύονται κοντά (350 – 500 m απόσταση μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών) και επίσης στα θερμοκήπια να τοποθετείται σίτα, ώστε να εμποδίζεται η είσοδος εντόμων.

Επιπλέον, άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την καρπόδεση, είναι οι συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, φως, σύνθεση ατμόσφαιρας), η ευρωστία και υγιεινή του φυτού. Εάν κάποιος από τους παράγοντες αυτούς δεν είναι ευνοϊκός, το φυτό δυσκολεύεται να καρποδέσει και τα άνθη κιτρινίζουν, μαραίνονται και πέφτουν. Το τελικό μέγεθος του καρπού καθορίζεται, αφενός από το γονότυπο και αφετέρου από τη φυσική κατάσταση του φυτού και από το φορτίο που φέρει το φυτό σε καρπούς. Όταν ο καρπός πάρει το τελικό του μέγεθος, γίνεται γυαλιστερός και τότε βρίσκεται στο στάδιο της "πράσινης ωριμότητας".



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.

Η γέυση στις γλυκές πιπεριές είναι ευχάριστη, δροσιστική με πολύ ελαφρά δριμύτητα. Η δριμύτητα οφείλεται σε αλκαλοειδή καυστική ουσία, την καψαϊκίνη ($C_{18}H_{27}NO_3$) που βρίσκεται συγκεντρωμένη κυρίως στα διαφράγματα septa και στον πλακούντα του καρπού και όχι τόσο στα τοιχώματα του καρπού. Σπόροι, επίσης, έχουν μικρή ποσότητα της καυστικής ουσίας. Ο έλεγχος της δριμύτητας γίνεται από έναν απλό γόνο που είναι επιτακτικός.



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 διχτιού. 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. Οι αποδόσεις μειώνονται κατά 10% σε συγκέντρωση αλάτων $EC_e=2$ mmhos/cm (αγωγιμότητα εδαφικού διαλύματος στους 25°C), κατά 25% σε $EC_e=3$ και κατά 50% σε $EC_e=5$.

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 πάσουν 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. Η καταπολέμησή του είναι δύσκολη, και γίνεται είτε με χημικά μέσα είτε με βιολογική μέθοδο ή με τη χρήση κολλητικών παγίδων. Από τα χημικά σκευάσματα τα Actelic, Decis, Cymbush, Permethrine κ.ά. έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία. Πολύ αποτελεσματικά εμφανίζονται τα νέα εντομοκτόνα Juvenoides, τα οποία μόνα τους ή σε μείγμα με πυρεθρινοειδή δίδουν εξαιρετικά αποτελέσματα. Καλό είναι να γίνεται εναλλαγή

των χρησιμοποιούμενων εντομοκτόνων και να προτιμώνται οι νεφελοψεκασμοί έναντι των ψεκασμών διαβροχής.

Για την βιολογική καταπολέμηση χρησιμοποιούνται το εντομοφάγο παράσιτο *Encarsia Formosa* που εισάγεται στη φυτεία σαν νύμφη (pupa), το *Solenopsis invicta* και ο εντομοφάγος μύκητας *Verticillium lecanii*.

Σε αρκετές χώρες, και στην Ελλάδα, για την καταπολέμηση του αλευρώδη, χρησιμοποιούνται και ειδικές παγίδες κίτρινου χρώματος με κολλώδη ουσία για την συλλογή των τέλειων εντόμων, που όμως έχει παρατηρηθεί αρέσκονται στο κίτρινο χρώμα.



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. Οι αφίδες προκαλούν ζημιά με την απομύζηση, αφήνουν σημάδια στον καρπό και βοηθούν στην εξάπλωση ιώσεων. Κυκλοφορούν διάφορα ειδικά αφιδοκτόνα όπως το pirinicar, pirimor κ.ά., αλλά η επιτυχία της καταπολέμησης βασίζεται στη δυνατότητα να φτάσει το φάρμακο σε όλες τις θέσεις που βρίσκονται οι αφίδες στα φυτά, γι' αυτό οι νεφελοψεκασμοί και υποκαπνισμοί είναι προτιμότερες μέθοδοι.

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.

Η καταπολέμηση γίνεται με χημικά μέσα (διάφορα ακαρεοκτόνα), τα οποία καλό είναι να εναλλάσσονται, γιατί υπάρχει κίνδυνος να αναπτύξει το άκαρι ανθεκτικές φυλές.

Μπορεί να εφαρμοστεί και βιολογική καταπολέμηση με το αρπακτικό *Phytoseilus persimilis* σε συνδυασμό και με βιολογική καταπολέμηση του αλευρώδη.

Τέλος, όταν εμφανιστεί προσβολή από τετράνυχο, θα μπορούσε να γίνεται ψεκασμός των φυτών με νερό, εφόσον δεν υπάρχει κίνδυνος βοτρώτη, για να αυξηθεί η υγρασία και να καταστεί το περιβάλλον μη ευνοϊκό για την εξάπλωση του ακάρεως.



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*. Η καταπολέμηση όλων γίνεται με την εφαρμογή των κατάλληλων εντομοκτόνων και με την απολύμανση του εδάφους πριν τη μεταφύτευση (Ολύμπιος, 2001).

Προσβολές από μύκητες

Φαιά σήψη (Βοτρώτης) – *Botrytis cinerea*. Από τις μυκητολογικές ασθένειες που προσβάλλουν τις πιπεριές, κυρίως στα μη θερμαινόμενα πλαστικά θερμοκήπια, η πιο συχνή είναι ο Βοτρώτης. Ο μύκητας εμφανίζεται σαν γκριζα μούχλα που φέρει γκριζες βοτρωδείς καρποφορίες. Τα σπόρια του παθογόνου μεταφέρονται με τον αέρα και χρειάζεται υψηλή υγρασία για να βλαστήσουν και να αναπτυχθούν. Προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού, φύλλα, βλαστούς, στελέχη και κυρίως τους καρπούς. Αρκετά επικίνδυνη είναι η προσβολή των στελεχών, που τελικά ξηραίνονται, όταν η κηλίδα περιβάλλει το βλαστό, με σοβαρές επιπτώσεις στην παραγωγή. Η παρουσία πληγών διευκολύνει την είσοδο του παθογόνου.

Η αντιμετώπιση του βοτρώτη βασίζεται αρχικά σε καλλιεργητικά μέτρα προστασίας. Τα φυτά πρέπει να υποστρώνονται καλά και να κλαδεύονται, ώστε να γίνεται καλός αερισμός για να στεγνώσουν τα φύλλα του ικανοποιητικά. Θα πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία

πληγών στα φυτά και να απομακρύνονται τα προσβεβλημένα φυτικά μέρη, ώστε να μην αποτελούν εστίες μόλυνσης.

Για τη χημική πρόληψη και καταπολέμηση χρησιμοποιούνται διάφορα μυκητοκτόνα, όπως: Capran, Euraren, Daconil, Dicloran, Benlate, Neotopsin, Ronilan, Sumisclex κ.ά. Επειδή ο μύκητας έχει παρουσιάσει ανθεκτικότητα σε μυκητοκτόνα, επιβάλλεται εναλλαγή των φαρμάκων κατά την εφαρμογή τους.

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. Όταν κοπεί στο σημείο αυτό ο βλαστός εσωτερικά έχει χρώμα καφέ. Όπως ο Βοτρύτης, έτσι και η σκληρωτινίαση εξαπλώνεται όταν στο θερμοκήπιο επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας και έτσι οι οδηγίες για τον καλλιεργητικό έλεγχο και τη χημική καταπολέμηση του Βοτρύτη, αφορούν και αυτή την ασθένεια. Τα προσβεβλημένα στελέχη πρέπει να κλείνονται σε πλαστικές σακούλες και να απομακρύνονται από το θερμοκήπιο, για να μην αποτελούν πηγές μόλυνσης.

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. Σε σοβαρή προσβολή ακολουθεί φυλλόπτωση. Η καταπολέμηση του ωιδίου γίνεται με ειδικά χημικά ωιδιοκτόνα, όπως : Afugan, Morestan, SaproI, Benlate, Nimrod κ.ά.

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 (παρουσιάζεται καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου της ρίζας και του βλαστού) και λόγω της κακής λειτουργίας του τα φύλλα κιτρινίζουν από τη βάση, η ανάπτυξη περιορίζεται, το φυτό μαραίνεται και τελικά ξηραίνεται. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με μια καλή απολύμανση του εδάφους με χημικά μέσα, ατμό ή με την ηλιακή ενέργεια, που γίνεται πριν τη μεταφύτευση, όπως επίσης και με ανθεκτικές ποικιλίες. Μελλοντικά, πιθανόν να παρουσιαστεί ανάγκη εμβολιασμού της καλλιεργούμενης ποικιλίας ή υβριδίου σε ανθεκτικά υποκείμενα.

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. Οι σηψιρριζίες συνήθως ακολουθούν κάποιο καλλιεργητικό πρόβλημα όπως κακή στράγγιση, κακή δομή του εδάφους, τοπιαρισμοί

ριζών από την εφαρμογή λιπασμάτων σε στεγνές ρίζες κ.λπ. Εάν έχει προηγηθεί μια καλή απολύμανση του εδάφους δύσκολα εμφανίζονται σηψιρριζίες, αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζονται καλές συνθήκες στη ζώνη των ριζών. Οι σηψιρριζίες ελέγχονται χημικά με μυκητοκτόνα όπως το Zineb, τα χαλκούχα και άλλα, που εμφανίζονται με ριζοπότισμα.

Σε μικρότερη κλίμακα προκαλούνται ζημιές και από άλλους μύκητες, όπως: *Phytophthora capsici*, *Alternaria solani*, *Gloeosporium piperatum*, *Colletotrichum capsici*, *C. nigrum*. Κ.ά.

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*.

Όπως είναι γνωστό, δεν υπάρχει χημική καταπολέμηση ιώσεων και η απάντηση βρίσκεται αρχικά στους γενετιστές, για την παραγωγή ανθεκτικών ποικιλιών. Οι καινούριες ποικιλίες και υβρίδια, έχουν αρκετή αντοχή στον TMV αλλά εξακολουθεί να είναι πρόβλημα ο CMV 1. Στο θερμοκήπιο, τα φυτά που παρουσιάζονται καχεκτικά και με παραμορφώσεις ή μωσαϊκό χρωματισμό πρέπει να απομακρύνονται. Θα πρέπει επίσης να γίνεται αυστηρή καταπολέμηση των αφίδων, γιατί πιθανότατα να συμβάλλουν στη διάδοση των ιώσεων.

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. Το φυτό είναι μέσης ζωηρότητας και συμπαγές. Οι καρποί είναι τετράλοβοι, διαστάσεων 10 x 8 cm με χοντρά τοιχώματα και βαθύ πράσινο χρώμα και κατά την ωρίμανση γίνεται κόκκινο. Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται σήμερα σε πολύ μικρή έκταση.

Cleopatra N° 4 (310). Είναι πρώιμο και παραγωγικό υβρίδιο και καλλιεργείται (σε πολύ μικρή έκταση σήμερα) στη Ν. Ελλάδα τους χειμερινούς μήνες. Το φυτό είναι ζωηρό και αντέχει στο κρύο, στον ιό του μωσαϊκού του καπνού και στις τραχειομυκώσεις. Ο καρπός είναι συνήθως τετράλοβος επιμήκης 14 x 8 cm, με χοντρά τοιχώματα, μέσου βάρους 200 g και με σκούρο γυαλιστερό πράσινο χρώμα. Κατά την πλήρη ωρίμανση γίνεται κόκκινος.

Lamuyo F₁. Είναι πρώιμη ποικιλία (υβρίδιο). Το φυτό είναι υψηλό (65 – 75 cm) και ζωηρό, είναι ανθεκτικό στο TMV (Μωσαϊκό του καπνού). Ο καρπός είναι τρίλοβος – τετράλοβος, επιμήκης.

Π 13. Ελληνική επιλογή του Κ.Γ.Ε.Β.Ε. Καλλιεργείται στη Β. Ελλάδα. Το φυτό είναι μέσης ζωηρότητας και αρκετά παραγωγικό. Οι καρποί είναι στενόμακροι, κίτρινου χρώματος. Σήμερα καλλιεργείται σε πολύ περιορισμένη κλίμακα.

Π 14. Επιλογή του Κ.Γ.Ε.Β.Ε. Η επιλογή αυτή είναι πολύ πρώιμη και ανθεκτική στις τραχειομυκώσεις. Οι καρποί είναι τρίλοβοι ή τετράλοβοι, με κίτρινο χρώμα και είναι κατάλληλοι για παραγέμισμα. Σήμερα καλλιεργείται σε πολύ περιορισμένη κλίμακα.

California Wonder. Σε διεθνή κλίμακα, από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες κυρίως για υπαίθρια καλλιέργεια. Μέσης πρωιμότητας. Το φυτό είναι ζωηρό και αναπτύσσεται προς τα πάνω, σε ύψος 70 – 80 cm, εφόσον δεν υποστυλωθεί και κλαδευτεί. Ο καρπός είναι τρίλοβος – τετράλοβος διαστάσεων 10 x 9 cm, τετράγωνος με χοντρά τοιχώματα, αντέχει στη μεταφορά και χρησιμοποιείται για νωπή κατανάλωση και μεταποίηση. Η αρχική ποικιλία δεν είχε ανθεκτικότητα στο TMV, ενώ νεότερες ποικιλίες όπως California Wonder 300 κ.ά. είναι ανθεκτικές.

Yolo Wonder. Είναι του ίδιου τύπου, όπως η California Wonder (κυρίως για υπαίθρια καλλιέργεια). Είναι ποικιλία μέσης πρωιμότητας με πολύ ζωνρή ανάπτυξη, πολύ παραγωγική, ύψος φυτού 60 – 75 cm, με συμπαγή βλάστηση. Είναι ανθεκτική στο TMV. Ο καρπός είναι τρίλοβος ή τετράλοβος διαστάσεων 10 x 9 cm, τετράγωνος με χοντρά τοιχώματα, βαθύ πράσινο χρώμα καλής ποιότητας. Καταναλίσκεται νωπός και μετά από μεταποίηση. Εκτός από την αρχική ποικιλία υπάρχουν σήμερα και βελτιωμένες παραλλαγές της Yolo Wonder.

Gedeon F₁. Είναι υβρίδιο ζωνρής όρθιας ανάπτυξης. Πρώιμο, με ικανοποιητική καρπόδεση και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Οι καρποί είναι επιμήκεις, ορθογώνιοι με βαθύ πράσινο χρώμα και χοντρά τοιχώματα και με μέσο βάρος καρπού γύρω στα 200 g. Είναι κατάλληλος για νωπή κατανάλωση και για παραγέμισμα. Το φυτό είναι ανθεκτικό στο TMV και ελαφρώς ανθεκτικό στον ιό της αγγουριάς CMV 1. Κατάλληλο για καλλιέργεια τόσο στα θερμοκήπια όσο και στην ύπαιθρο.

Maor. Ίδιος τύπος με το California Wonder. Το φυτό είναι ανθεκτικό στον ιό PVY της πατάτας, και στο TMV. Αναπτύσσεται όρθια σε ύψος 45 – 65 cm όταν αφηθεί ελεύθερο χωρίς υποστύλωση και κλάδευμα. Ο καρπός έχει μήκος 10 – 12 cm και διάμετρο 8 – 10 cm ελαφρά επιμήκης και συνήθως τετράλοβος. Στην αρχή της συγκομιδής το χρώμα είναι γυαλιστερό βαθύ πράσινο, μετατρέπεται σε κόκκινο κατά την πλήρη ωρίμανση. Η σάρκα είναι χοντρή γλυκιά και χυμώδης. Αντέχει αρκετά στη μεταφορά και χρησιμοποιείται σε σαλάτες και για παραγέμισμα.

Gracia F₁. Πρώιμο υβρίδιο, το φυτό είναι εύρωστο και παραγωγικό. Καρποδένει και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες στις οποίες είναι ανθεκτικό. Ο καρπός είναι τετράλοβος, τύπου Lamuyo, με μήκος 13 – 16 cm και διάμετρο 7 – 8 cm. Το χρώμα του καρπού στην αρχή της συγκομιδής είναι πράσινο γυαλιστερό.

Asimi. Είναι ποικιλία κατάλληλη για παραγωγή καρπών κίτρινου χρώματος. Φυτό πολύ ζωνρό. Οι καρποί είναι μεγάλοι και με χοντρά τοιχώματα, πρώιμη ποικιλία ανθεκτική στο TMV.

Eagle. Είναι ποικιλία κατάλληλη για παραγωγή καρπού χρώματος πορτοκαλί. Φυτό μέτριας ανάπτυξης και μέτριας πρωιμότητας, ανθεκτικό στο TMV.

Tequila. Είναι ποικιλία κατάλληλη για παραγωγή καρπού χρώματος ιώδους κατά το στάδιο του ανώριμου καρπού. Κατά την πλήρη ωρίμανση ο καρπός παίρνει χρώμα κοκκινωπό. Είναι πολύ πρώιμη και με καρπό τρίλοβο ή τετράλοβο, ελαφρά επιμήκη. Το φυτό είναι ανθεκτικό στην ξήρανση κορυφής του καρπού και στο TMV.

Άλλες ποικιλίες και υβρίδια που καλλιεργούνται σε πολύ μικρή έκταση είναι: Bell Boy, New Ace, Bruinsma Wonder, Danube, Greenbell, Esterel κ.ά.

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 ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

4.1. ΤΟΠΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η πειραματική μελέτη για την αξιολόγηση κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων με ή χωρίς τη χρήση τριτοβάθμιων επεξεργασμένων αστικών λυμάτων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς 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». Το πείραμα διήρκησε 17 εβδομάδες εκ των οποίων τις δύο πρώτες εβδομάδες τα φυτά ποτίζονταν με αρδευτικό νερό. Επομένως, για διάστημα 15 εβδομάδων, τα μισά φυτά (που είχαν τοποθετηθεί σε γλάστρες) ποτίζονταν με νερό και τα άλλα μισά με τριτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα. Στα ποτίσματα περιλαμβάνονταν και η εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης (υδρολίπανσης), τόσο σε ένα ποσοστό γλαστρών που ποτίζονταν με νερό, όσο και με τριτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα. Πιο συγκεκριμένα το πείραμα ξεκίνησε στις 17/9/2010 και ολοκληρώθηκε στις 17/1/2011.

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
- ❖ Τη διάμετρο και το μήκος του καρπού
- ❖ Την ποιοτική κατηγορία των καρπών

Όταν ολοκληρώθηκε το πείραμα πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις όσον αφορά:

- ❖ Το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους

- ❖ Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών [pH, EC, ολικά διαλυτά στερεά (TSS), αντίσταση σάρκας, χρώμα L, a, b)]

4.2. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

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 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, 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 γλάστρες) και το υπόλοιπο με χρήση τριτοβάθμιων επεξεργασμένων αστικών αποβλήτων (οι υπόλοιπες 90 γλάστρες).

Η παρούσα πειραματική εργασία ήταν το 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) αλλά και με την χρήση αρδευτικού νερού ή με την χρήση υγρών τριτοβάθμιων επεξεργασμένων λυμάτων (ώστε να μελετηθεί η δυνατότητα ολικής ή μερικής αντικατάστασης του αρδευτικού νερού με αστικά υγρά απόβλητα (ΑΥΑ) με στόχο την ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων).

Οι αναλογίες των μειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στις γλάστρες για την καλλιέργεια των φυτών πιπεριάς 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 ή υγρά επεξεργασμένα αστικά λύματα για το πότισμα της καλλιέργειας. Επομένως μελετήθηκαν οι εξής 10 μεταχειρίσεις στην παρούσα πειραματική εργασία

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%) με επεξεργασμένα λύματα
7. 95% έδαφος – 5% κόμποστ (υπόστρωμα 5%) με επεξεργασμένα λύματα
8. 90% έδαφος – 10% κόμποστ (υπόστρωμα 10%) με επεξεργασμένα λύματα
9. 80% έδαφος – 20% κόμποστ (υπόστρωμα 20%) με επεξεργασμένα λύματα
10. 60% έδαφος – 40% κόμποστ (υπόστρωμα 40%) με επεξεργασμένα λύματα



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. Χανίων)



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 4.11: Χωροθέτηση των γλαστρών ανά μεταχείριση



Εικόνα 4.12: Χωροθέτηση των γλαστρών ανά μεταχείριση



Εικόνα 4.13: Τελικές αποστάσεις ανάπτυξης των φυτών



Εικόνα 4.14: 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 τριτοβάθμια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα (λύματα).

Τα αστικά υγρά απόβλητα (ΑΥΑ) που χρησιμοποιήθηκαν, για τις ανάγκες του πειράματος προέρχονταν από τον υδροβιότοπο του Αγροκτήματος που βρίσκεται στο ΤΕΙ Κρήτης. Η διαφορά μεταξύ των ΑΥΑ δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας επεξεργασίας ήταν ότι τα δεύτερα ήταν χλωριωμένα ΑΥΑ της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Τα ΑΥΑ μεταφερόταν από το υδροβιότοπο στο χώρο του θερμοκηπίου για τη διεξαγωγή του πειράματος μέσα σε πλαστικά ντεπόζιτα, ενώ ο μέγιστος χρόνος παραμονής τους στα πλαστικά δοχεία είναι λιγότερος των 3 ημερών.

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 των φυτών) στο οριζόντιο σύρμα. Επίσης, εβδομαδιαίως γινόταν η αφαίρεση πλαγίων βλαστών και ζιζανίων. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας σημειώθηκε προσβολή από αλευρώδεις (*Trialeurodes vaporariorum*) καθώς και από τον μύκητα *Phytophthora infestans*, ο οποίος προκαλεί την ασθένεια περονόσπορο. Επίσης σημειώθηκαν προσβολή από οΐδιο (*Oidiopsis sicula*). Οι ασθένειες και οι ζωικοί εχθροί αντιμετωπίστηκαν με κατάλληλο ψεκασμό, που γίνονταν σε διάστημα μιας εβδομάδας.



Εικόνα 4.15: Ψεκασμός φυτών πιπεριάς και τομάτας για αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών.

4.3.1. Πρόγραμμα φυτοπροστασίας

Το πρόγραμμα φυτοπροστασίας που εφαρμόστηκε κατά την διάρκεια της καλλιέργειας παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: χρονική διάταξη ψεκασμών με φυτοπροστατευτικά.

Ημερομηνία	Φυτοπροστατευτικό σκεύασμα	Ασθένεια/Εχθρός
20-12-2010	Ridomil	Ωίδιο
30-12-2010	Ridomil	Ωίδιο
6-1-2010	Ridomil	Ωίδιο
13-1-2010	Ridomil	Ωίδιο



Εικόνα 4.16 : Ωίδιο πιπεριάς



Εικόνα 4.17: Προσβολή του φύλλου πιπεριάς από περονόσπορο



Εικόνα 4.18: Ηλιόκαμα καρπού πιπεριάς



Εικόνα 4.19: Σκευάσματα φυτοπροστασίας (Affirm, Nimrod, Kocide, Dithane, Ridomil)

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, 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 συμπεριλαμβάνονται 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. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν κάθε δύο εβδομάδες.



Εικόνα 4.20: 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 4.21: 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 τις 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 (opti-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 4.22: Φθορίμετρο, opti-sciences UK και τα ειδικά "μανταλάκια".

4.4.6. Μέτρηση φωτοσυνθετικής ικανότητας (Pn), στοματικής αγωγιμότητας (gs) και της εσωτερικής συγκέντρωσης του CO₂ (Ci)

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 4.23: Υπέρυθρη συσκευή μέτρησης αερίων

4.4.7. Τελικές μετρήσεις

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

4.4.7.1. Μέτρηση νωπού βάρους και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών.

Για τον προσδιορισμό του νωπού 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.



Εικόνα 4.24: Ζυγαριά για μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους



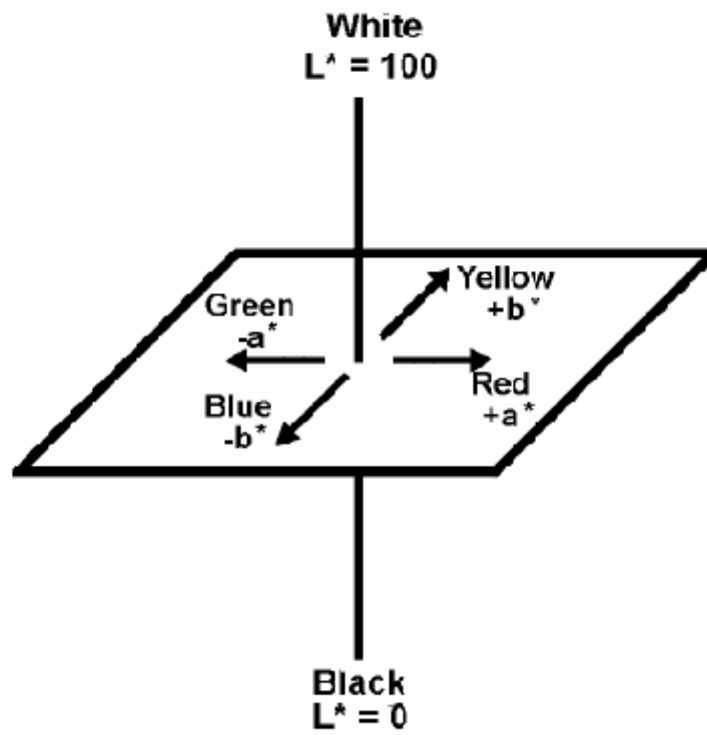
Εικόνα 4.25: Τοποθέτηση φυτών σε χαρτοσακούλες για την ξήρασή τους και μέτρηση ξηρού βάρους

4.4.7.2. Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών

Κατά την διάρκεια συγκομιδής των καρπών (όταν οι καρποί είχαν αποκτήσει το κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης και ήταν έτοιμοι για συγκομιδή), γινόταν άμεση μεταφορά στον χώρο του εργαστηρίου (σε θερμοκρασία δωματίου) για περαιτέρω μελέτη-καταγραφή και ανάλυση αυτών. Πραγματοποιήθηκαν 7 συνολικά συγκομιδές. Οι συγκομιδές έγιναν στις 10/12/2010, 17/12/2010, 23/12/2010, 30/12/2010, 7/1/2011, 13/1/2011 και 17/1/2011.

Μετρήθηκε

- ο αριθμός των καρπών από κάθε φυτό,
- το βάρος του κάθε καρπού με ζυγό ακριβείας
- το ξηρό βάρος του κάθε καρπού και τα αποτελέσματα αναφέρονται σε επί της εκατό περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία
- το μήκος και το πλάτος (μέσος όρος από δυο μετρήσεις) του κάθε καρπού με την χρήση του παχύμετρου ακριβείας (ή χάρακα αν απαιτείτο)
- η κατάταξη των καρπών σε εμπορική κλίμακα 1-4, και συγκεκριμένα: 1- κατηγορία Α, 2- κατηγορία Β, 3- κατηγορία Γ και 4- κατηγορία Χ (μη εμπορεύσιμη)
- καταγραφή των φυσιολογικών και εντομολογικών ανωμαλιών (σχίσσιμο καρπού), παραμόρφωση, ηλιόκαμα, έντομο κτλ)
- το χρώμα του καρπού, και συγκεκριμένα οι τιμές L (αναφέρεται στην φωτεινότητα του καρπού), a και b (που αναφέρονται στο πράσινο-κόκκινο χρώμα) χρησιμοποιώντας χρωματόμετρο Minolta
- η αντίσταση της σάρκας στη πίεση (σε kg) με δυναμόμετρο Chatillon.
- Με τη βοήθεια κόφτη (μπλέντερ) πολτοποιήθηκαν οι καρποί και μετρήθηκαν τα ολικά διαλυτά στερεά (σε BRIX^o) με διαθλασίμετρο,
- το pH και η EC με φορητό πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο αντίστοιχα



Σχεδιάγραμμα 4.1: Σχέση παραμέτρων a , b και L όσο αφορά το χρώμα και την φωτεινότητα.



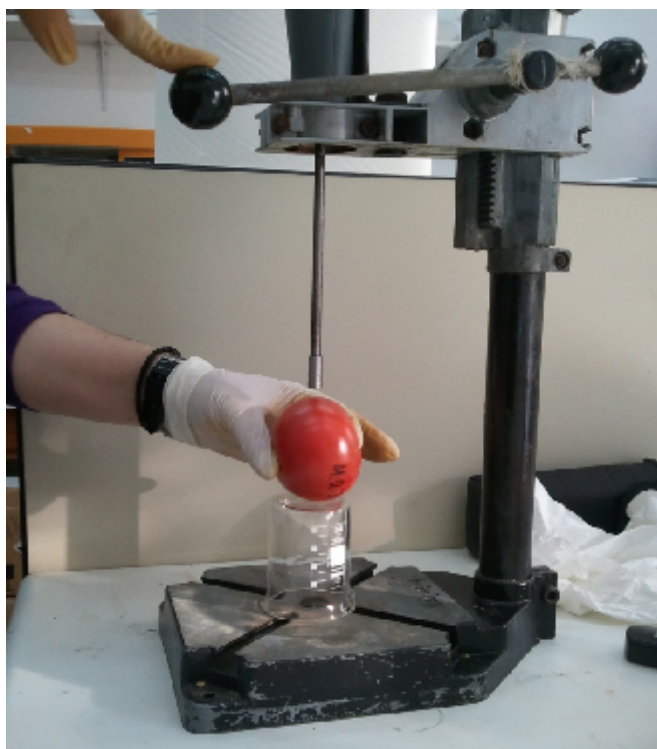
Εικόνα 4.26: Κόφτης (μπλέντερ) για το άλεσμα των καρπών τομάτας και πιπεριάς.



Εικόνα 4.27: Διαθλασίμετρο για τον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών (TSS) τομάτας και πιπεριάς



Εικόνα 4.28: Πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο για τον προσδιορισμό του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αντίστοιχα τομάτας και πιπεριάς



Εικόνα 4.29: Δυναμόμετρο Chatillon για τον προσδιορισμό της αντίστασης της σάρκας στην πίεση τομάτας και πιπεριάς

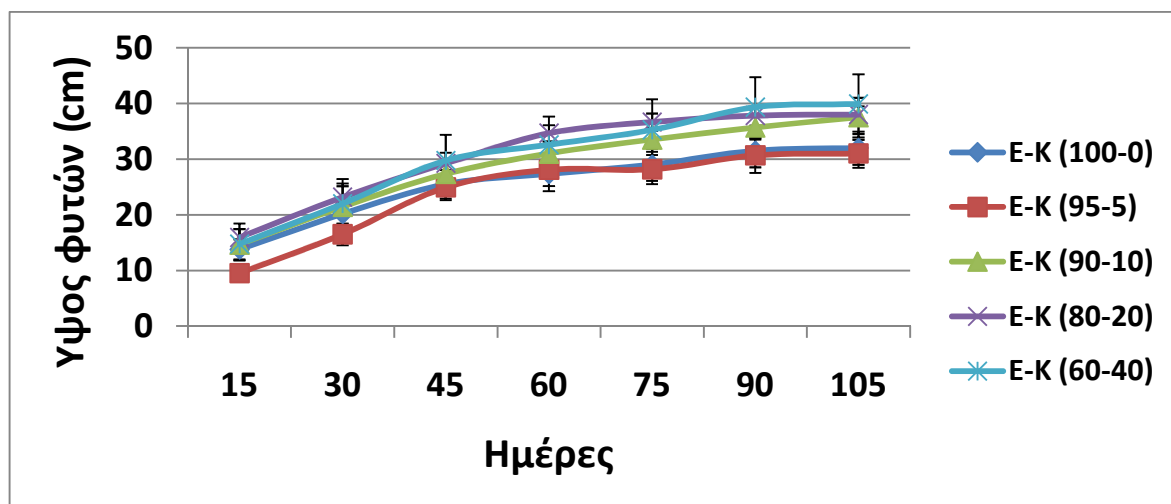
4.4.8. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

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.

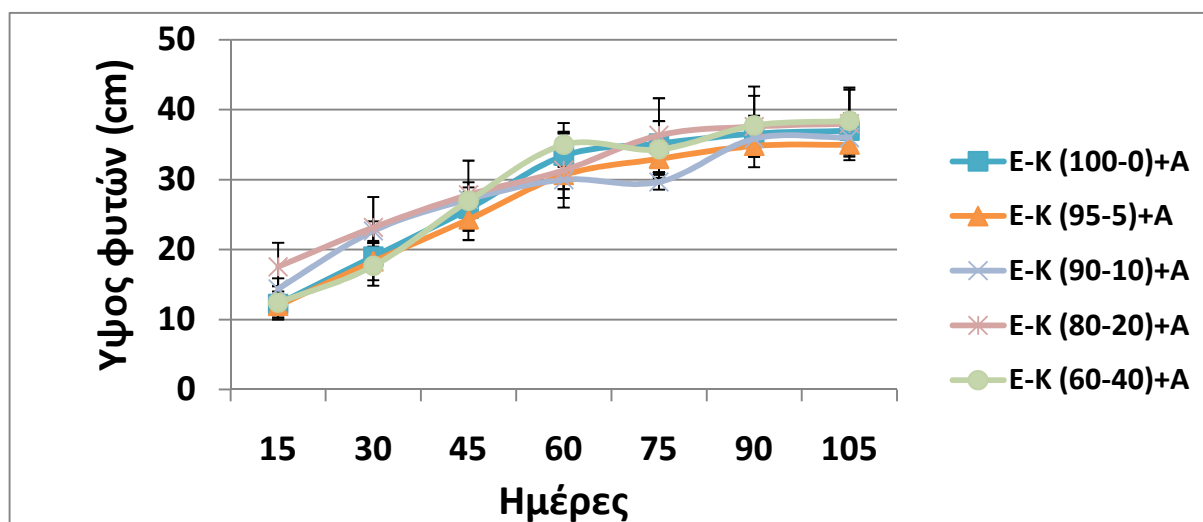
4.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.5.1. Επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη καλλιέργειας πιπεριάς

Το ύψος φυτών όπως παρατηρήθηκε και στις δύο μετρήσεις δηλαδή με χρήση νερού και Τριτοβάθμια Επεξεργασμένα Υγρά Απόβλητα (ΤΑ) διαφοροποιήθηκε κατά την διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα ήταν μειωμένος 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). Αξίζει να σημειωθεί ότι περιεκτικότητα σε κόμποστ >20% είχε θετική επίδραση στο ύψος των φυτών. Όταν χρησιμοποιήθηκαν απόβλητα για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων (Γράφημα 4.2).

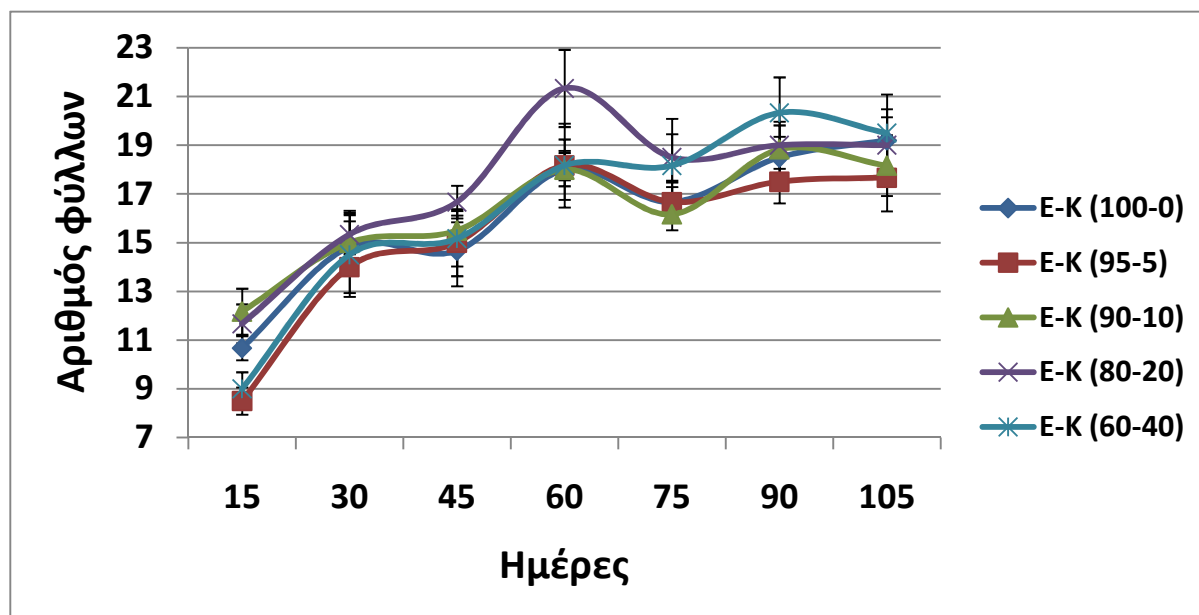


Γράφημα 4.1: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

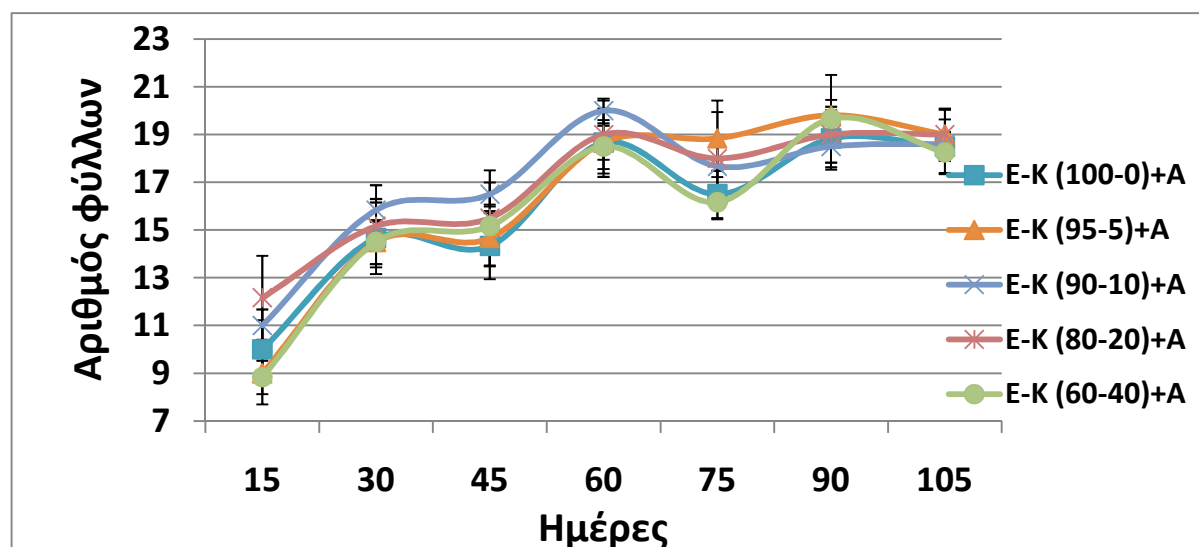


Γράφημα 4.2: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Ο αριθμός των φύλλων παρουσίασε αύξηση (κατά 15%) σε 60 μέρες από την μεταφύτευση, όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε E-K (80-20) σε σχέση με το μάρτυρα και τις υπόλοιπες περιεκτικότητες κόμποστ μέσα στο υπόστρωμα με τη χρήση αρδευτικού νερού (Γράφημα 4.3) ενώ δεν σημειώθηκαν αλλαγές με τη λήξη του πειράματος. Αναφορικά με τη χρήση ΤΑ, δεν βρέθηκαν αλλαγές στον αριθμό των φύλλων, μεταξύ των μεταχειρίσεων (Γράφημα 4.4).

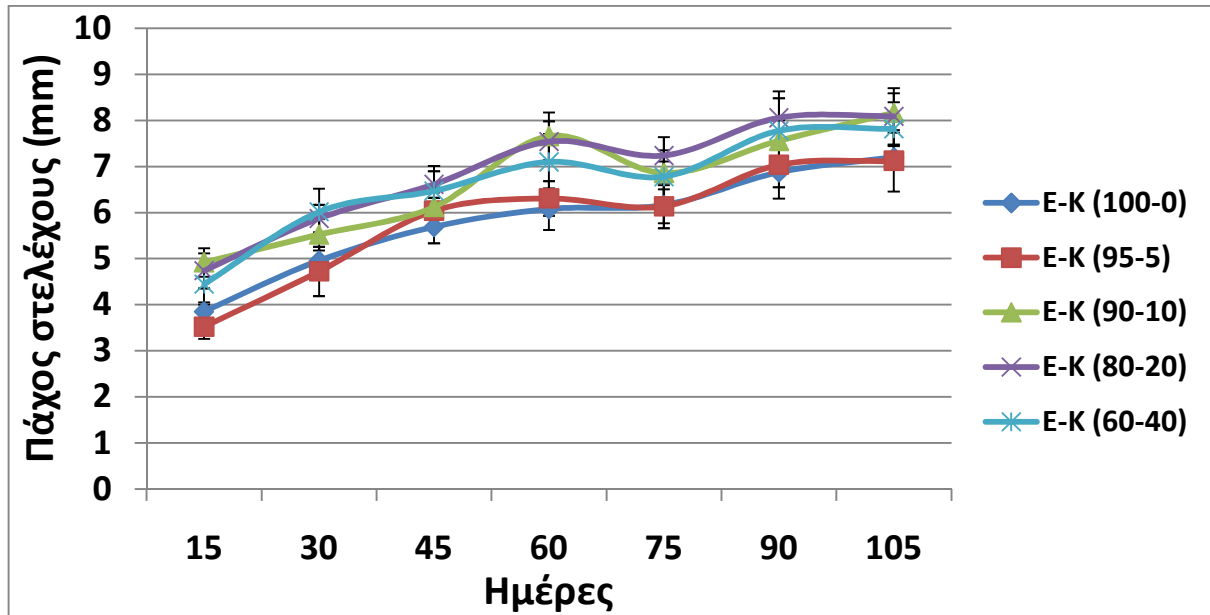


Γράφημα 4.3: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

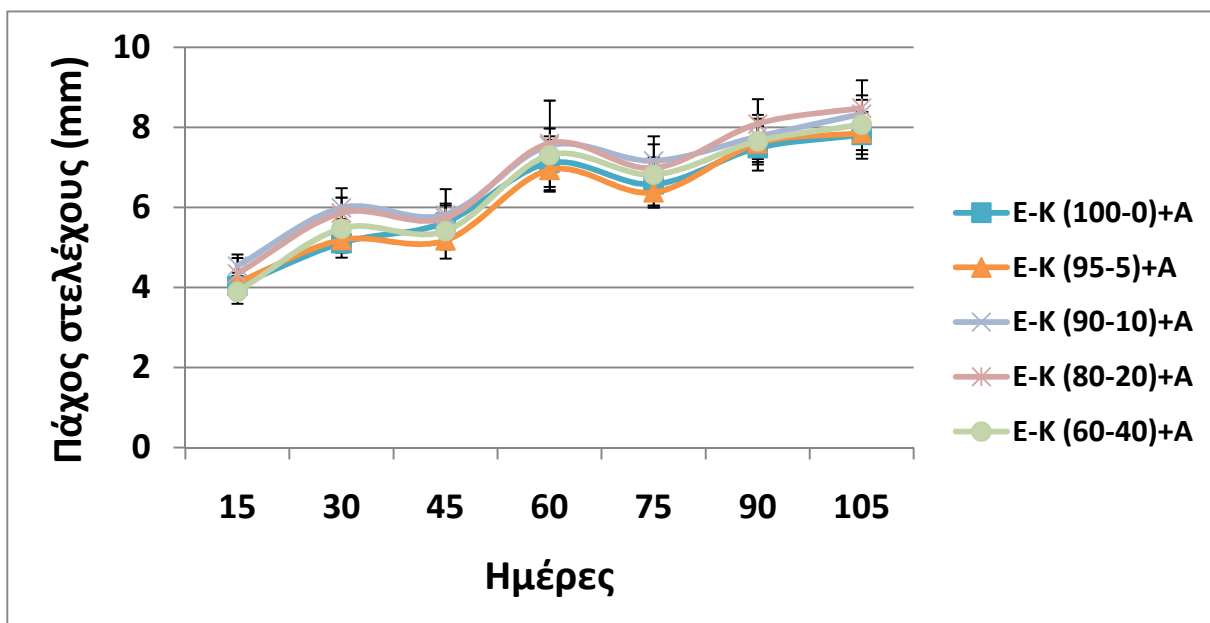


Γράφημα 4.4: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

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%) ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές όταν χρησιμοποιήθηκαν υγρά απόβλητα (βλέπε Γραφήματα 4.5 και 4.6).

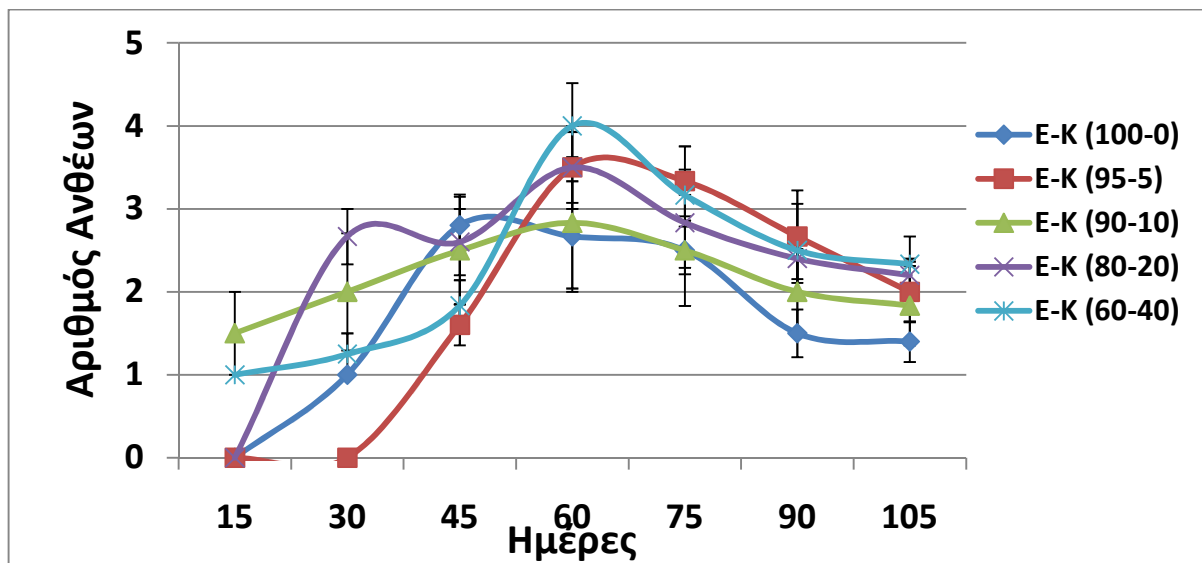


Γράφημα 4.5: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

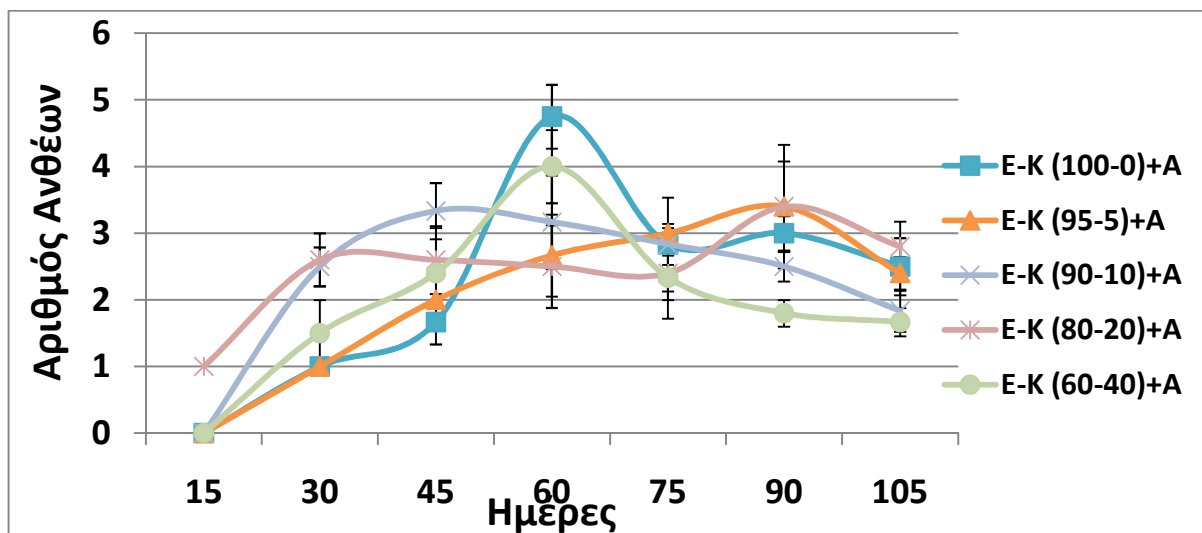


Γράφημα 4.6: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test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

Ο αριθμός των ανθέων όπως παρατηρήθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις δηλαδή με χρήση νερού και ΤΑ διαφοροποιήθηκε κατά την διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα 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 χρησιμοποιήθηκαν απόβλητα για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας, βρέθηκε ότι φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα με περιεκτικότητα 40% κόμποστ είχαν μικρότερο αριθμό ανθέων σε σχέση με τον μάρτυρα (E 100%) (Γράφημα 4.8).

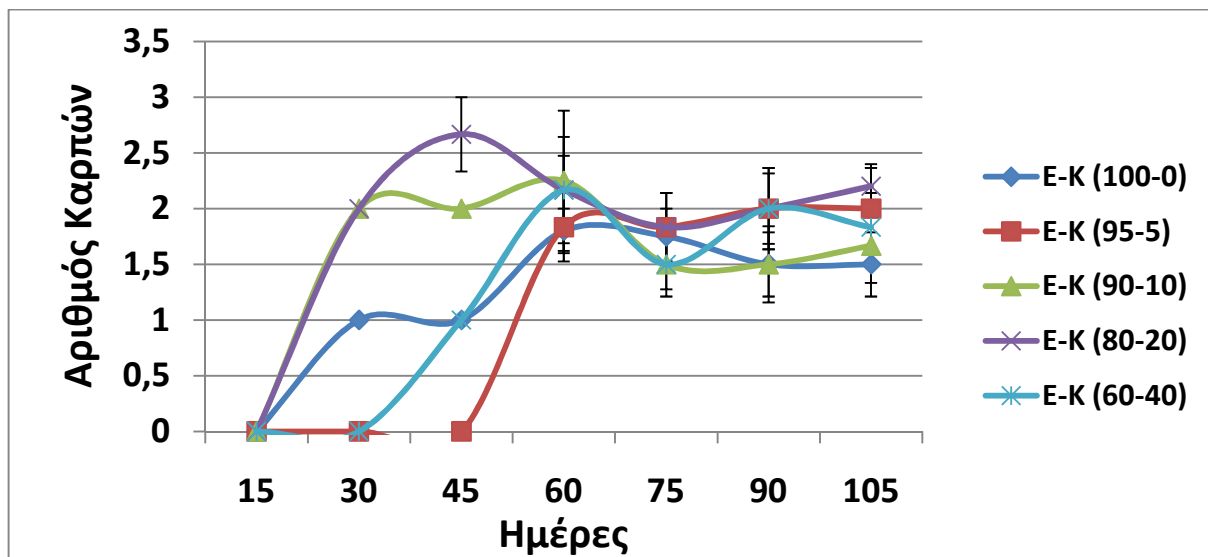


Γράφημα 4.7: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

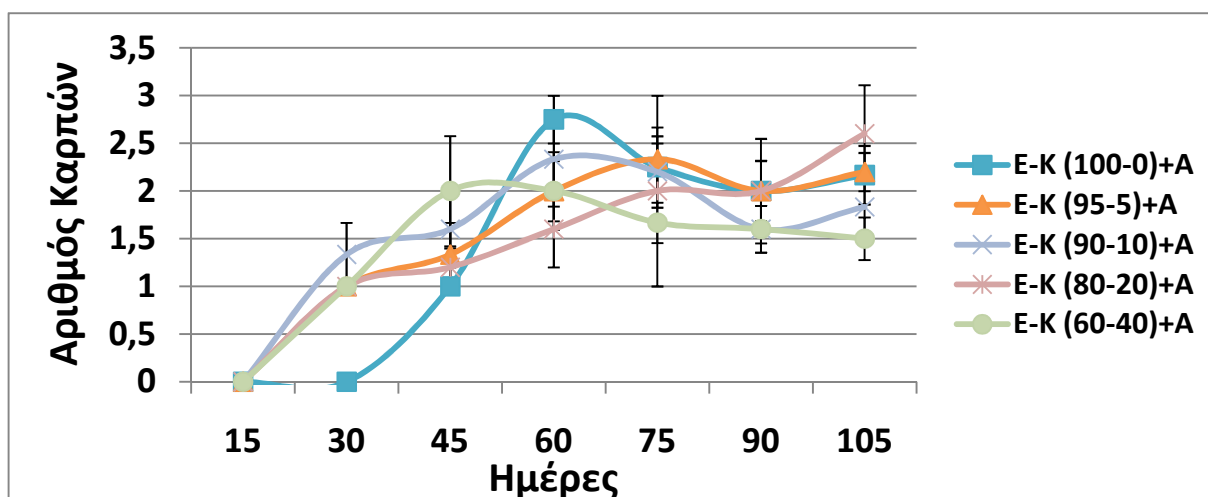


Γράφημα 4.8: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Σχετικά με τον αριθμό σχηματισθέντων καρπών όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό, τις πρώτες 45 ημέρες του πειράματος το μικρότερο αριθμό παραγόμενων καρπών έδωσε η μεταχείριση E-K (95-5) σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ υψηλότερα ποσοστά προς το τέλος του πειράματος αλλά και καθ' όλη τη διάρκειά του, έδωσε η μεταχείριση με 20% κόμποστ, E-K (80-20). Όταν χρησιμοποιήθηκαν τα υγρά απόβλητα (A) χαμηλότερα ποσοστά από όλες τις μεταχειρίσεις είχε ο μάρτυρας E-K (100-0) + A, ενώ με το τέλος του πειράματος η μεταχείριση με το υψηλότερο ποσοστό ήταν όταν χρησιμοποιήθηκε υπόστρωμα 20%, δηλαδή E-K (80-20) + A (Γράφημα 4.10).

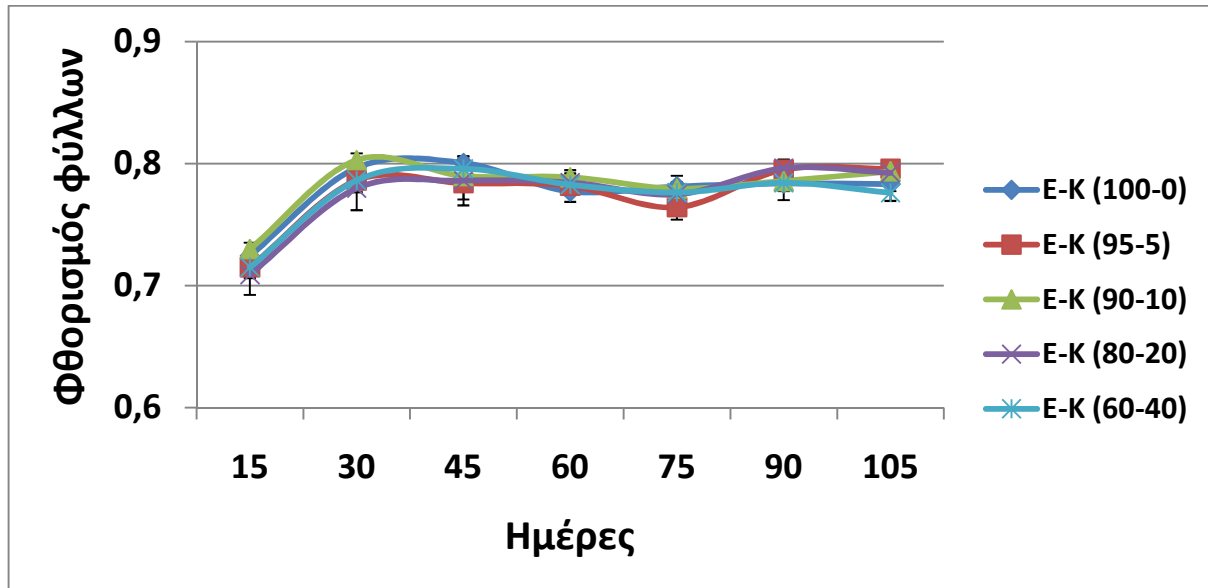


Γράφημα 4.9: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στον αριθμό των σχηματισθέντων καρπών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

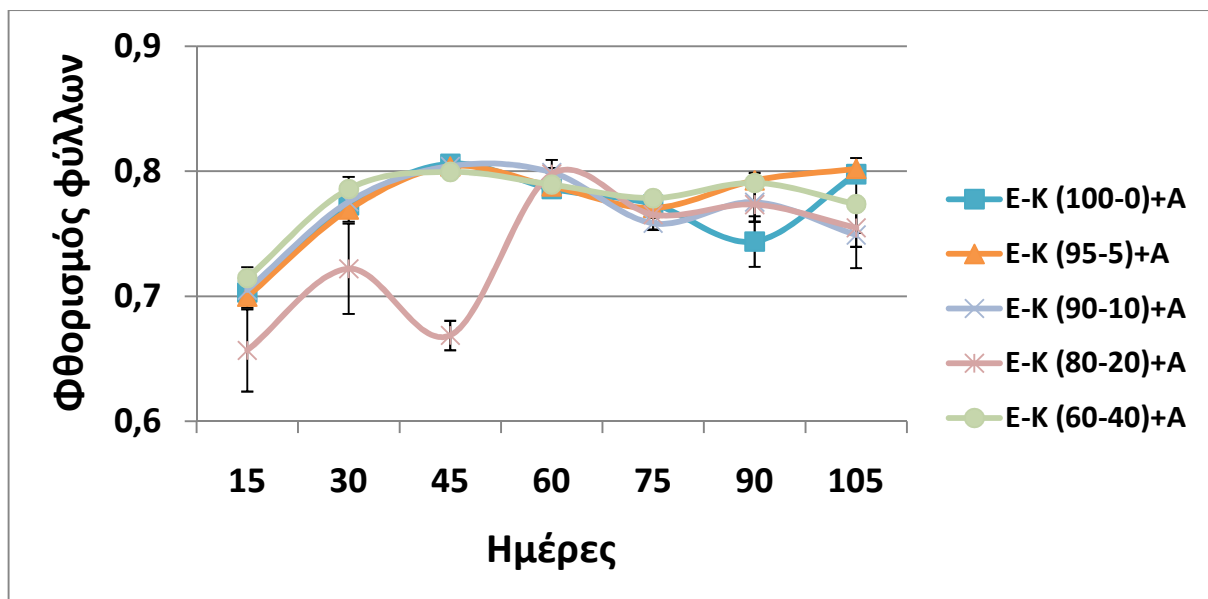


Γράφημα 4.10: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στον αριθμό σχηματισθέντων καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές σχετικά με το φθορισμό των φύλλων χρησιμοποιώντας διάφορες αναλογίες κόμποστ στα υποστρώματα με χρήση αρδευτικού νερού ή αποβλήτων (Γράφημα 4.11 και 4.12). Κατ' εξαίρεση το υπόστρωμα 20% με χρήση αποβλήτων, E-K (80-20) + A, έδωσε χαμηλό ποσοστό (μείωση κατά 17%) στα πρώτα μισά της καλλιέργειας (Γράφημα 4.12).

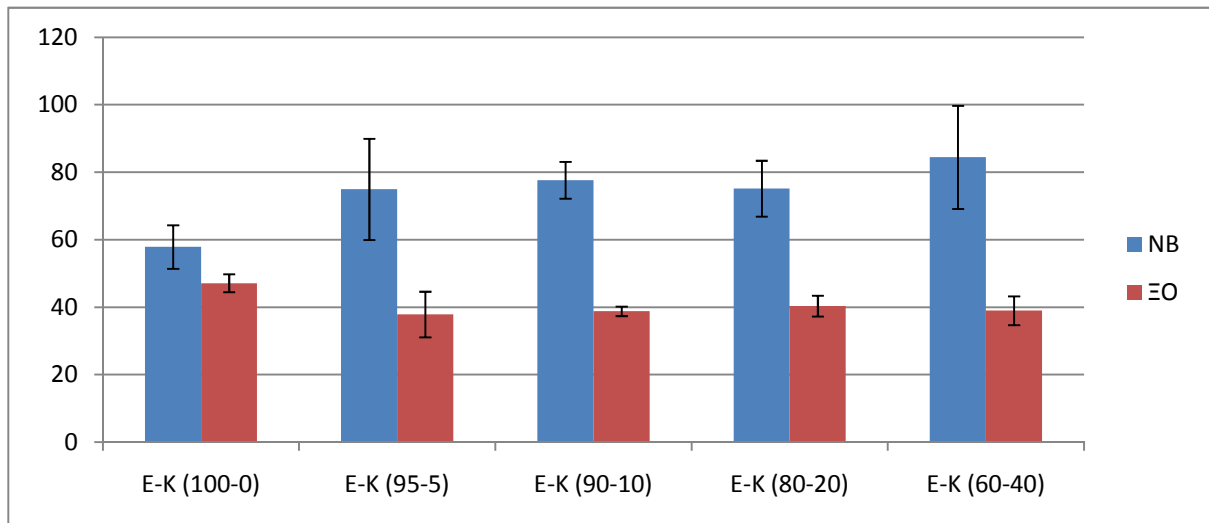


Γράφημα 4.11: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

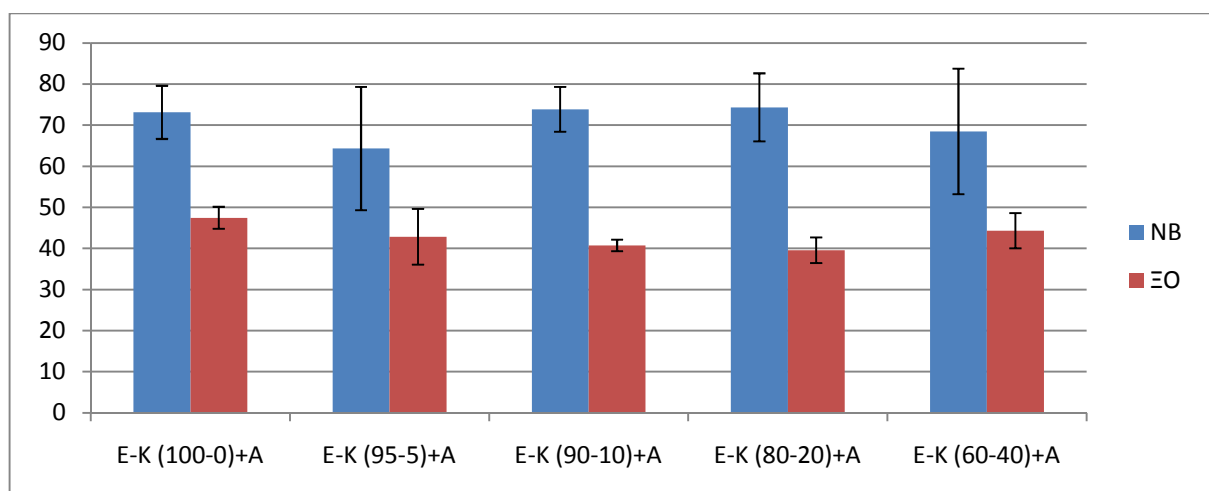


Γράφημα 4.12: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test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

Σχετικά με το νωπό και ξηρό βάρος φυτών πιπεριάς, 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 4.13). Όταν χρησιμοποιήθηκαν απόβλητα για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας δεν διαφοροποιήθηκε το νωπό βάρος των φυτών μεταξύ των διαφορετικών υποστρωμάτων (διαφορετικές περιεκτικότητας σε κομποστ) ενώ σημειώθηκε μείωση στην περιεκτικότητα της ξηράς ουσίας στις μεταχειρίσεις E-K (90-10) και E-K (80-20) (βλέπε Γράφημα 4.14).



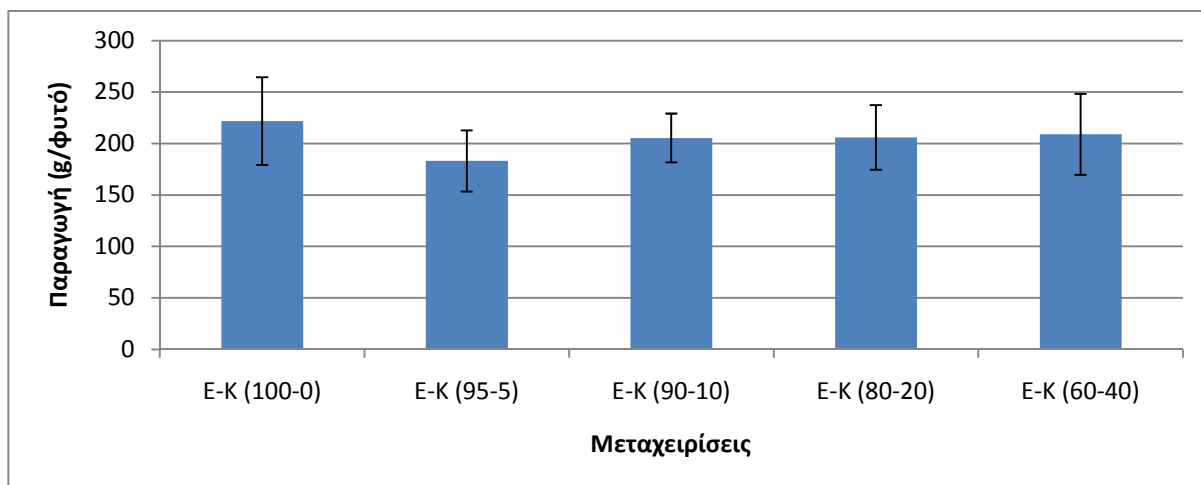
Γράφημα 4.13: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



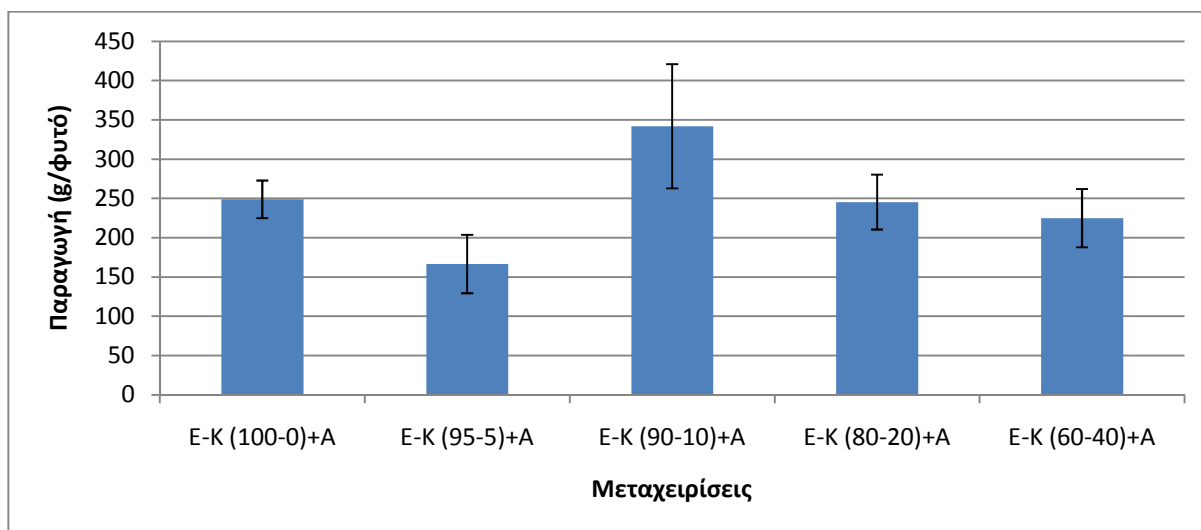
Γράφημα 4.14: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα 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 αντίθετα με τη χρήση ΤΑ σημειώθηκε μικρή αλλά στατιστικά σημαντική μείωση (κατά 33%) στην παραγωγή σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε Ε-Κ (95-5) + Α σε σχέση με το μάρτυρα (Γραφήματα 4.15 και 4.16).

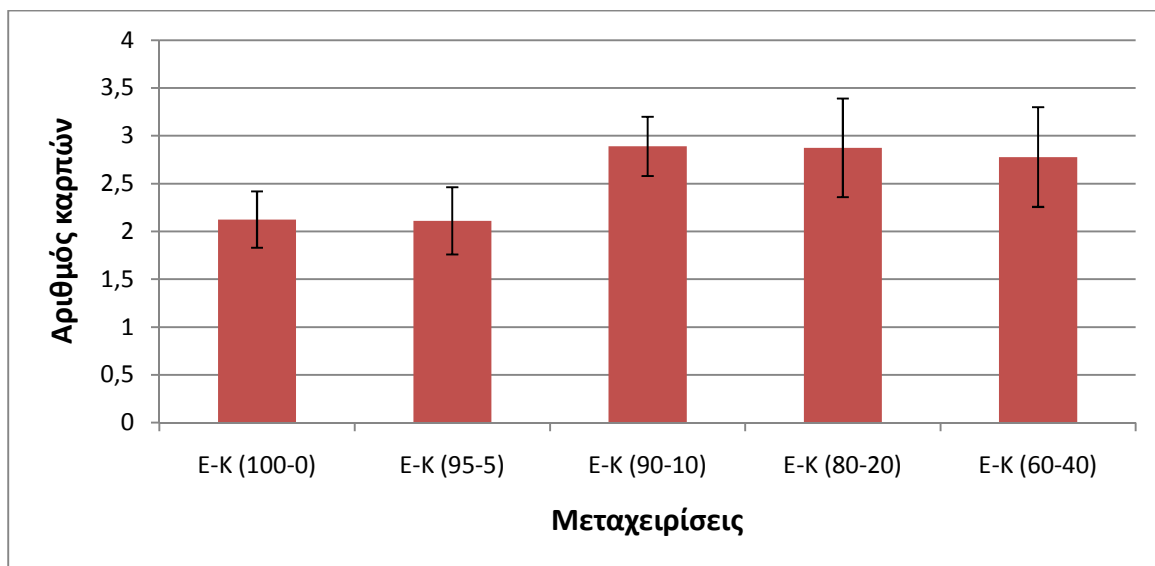


Γράφημα 4.15: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην παραγωγή (g/φυτού), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

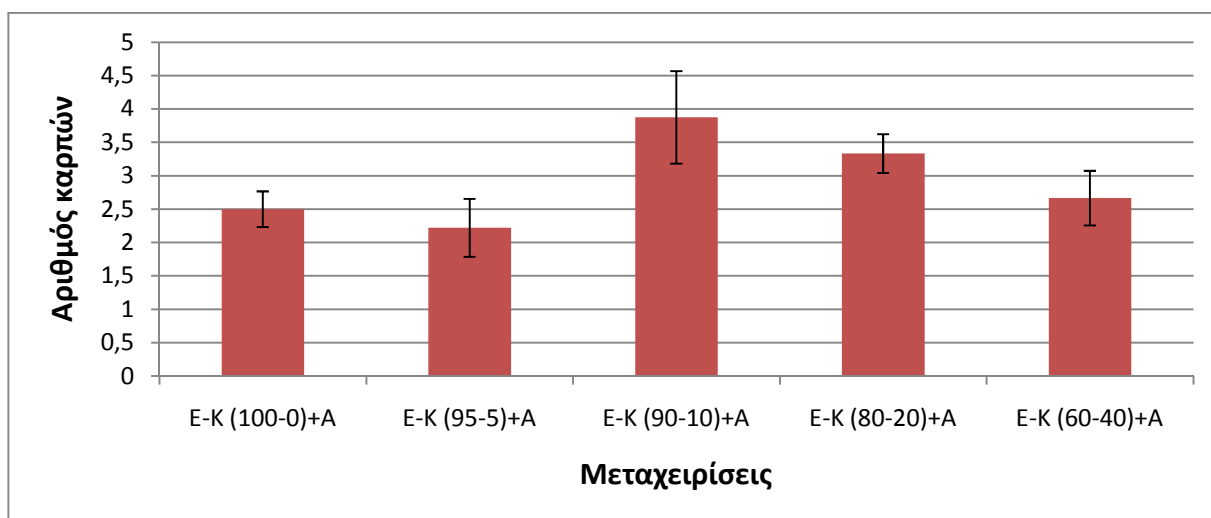


Γράφημα 4.16: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στην παραγωγή (g/φυτού), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Ο αριθμός των καρπών ήταν αυξημένος σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε E-K (90-10) και αρδεύονταν με νερό, ενώ όταν χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ, ο αριθμός των καρπών αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις E-K (90-10)+Α και E-K (80-20)+Α σε σύγκριση με τους αντίστοιχους μάρτυρες για την κάθε περίπτωση άρδευσης (βλέπε Γραφήματα 4.17-4.18).



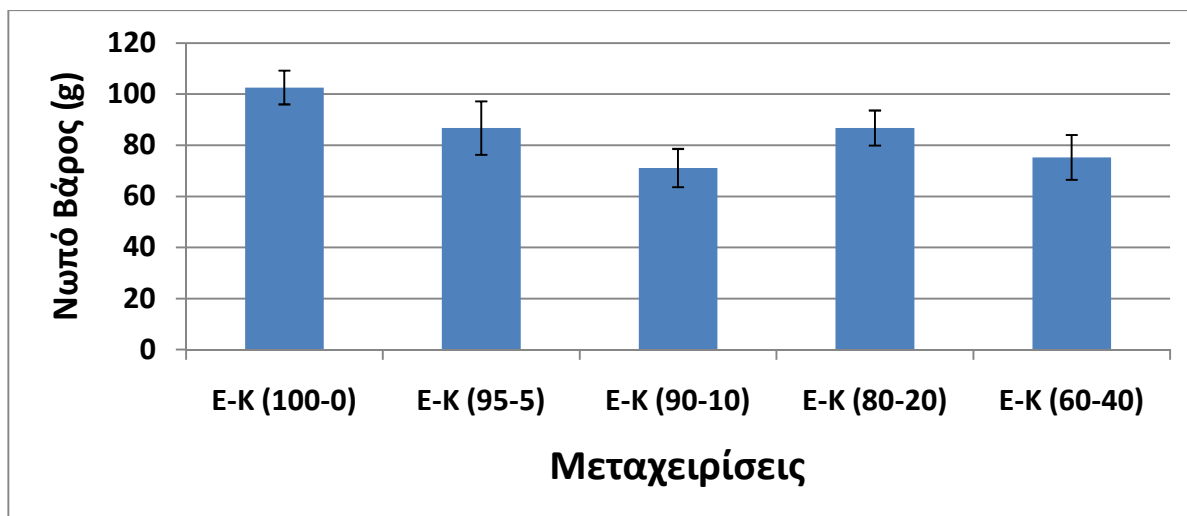
Γράφημα 4.17: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



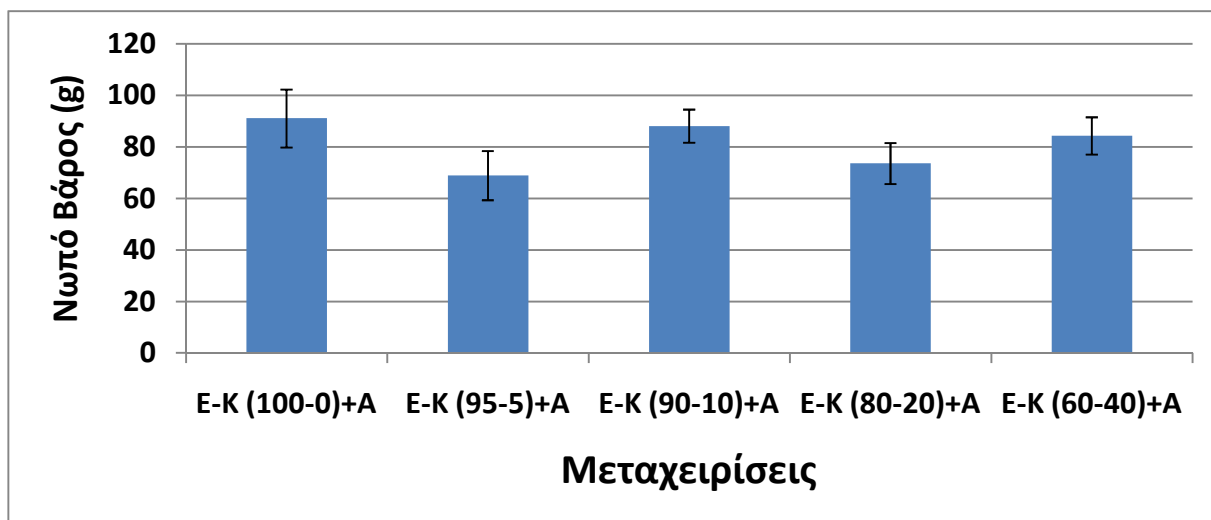
Γράφημα 4.18: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

4.5.3. Επίδραση στην ποιότητα καρπών πιπεριάς

Μείωση (έως και 31%) του νωπού βάρους των καρπών βρέθηκε όταν χρησιμοποιήθηκε κόμποστ σε περιεκτικότητα >10% με χρήση αρδευτικού νερού ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και σε μικρή περιεκτικότητα κόμποστ π.χ. 5% (Γράφημα 4.19). Στην περίπτωση που η άρδευση γινόταν με ΤΑ, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Γράφημα 4.20).

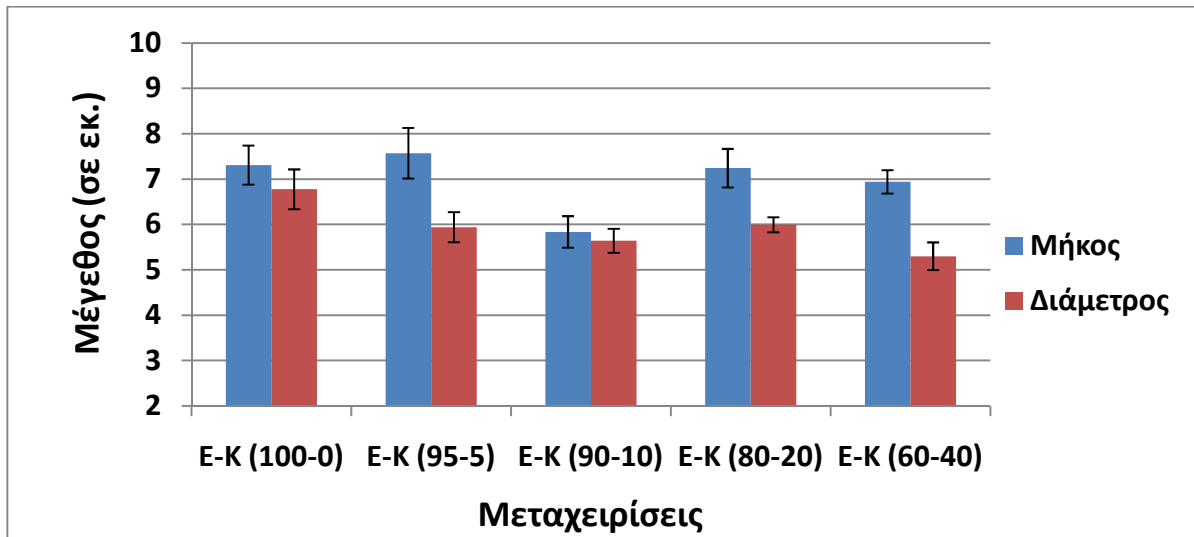


Γράφημα 4.19: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο νωπό βάρος καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

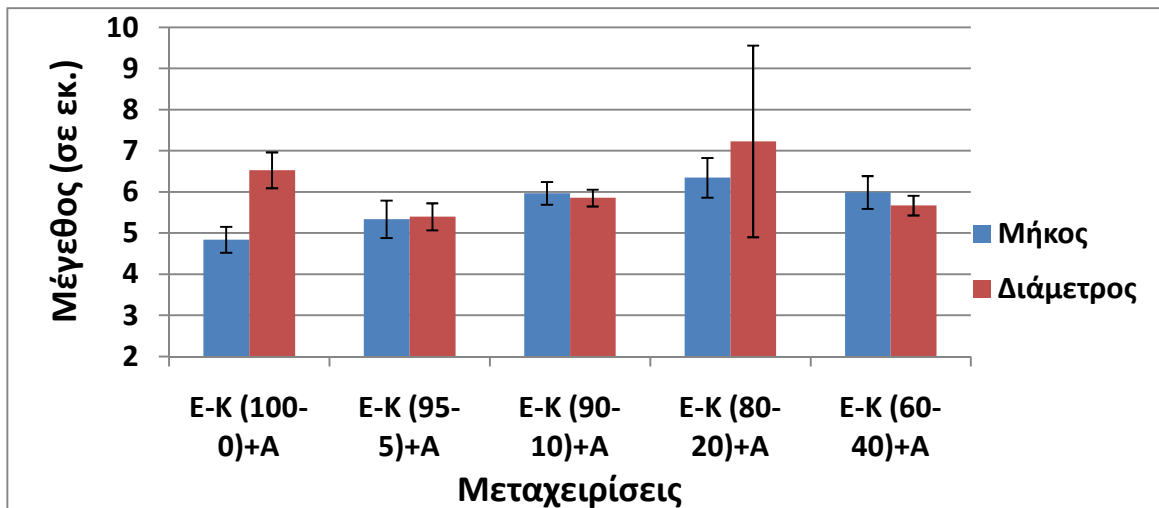


Γράφημα 4.20: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο νωπό βάρος καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό για την ανάπτυξη των φυτών πιπεριάς, βρέθηκε μείωση του μήκους των καρπών που συγκομίστηκαν όταν η περιεκτικότητα του κόμποστ ήταν > 10% σε σχέση με το μάρτυρα ενώ δεν διαφοροποιήθηκε το πλάτος (διάμετρος) των καρπών (Γράφημα 4.21). σχετικά αντίστροφα αποτελέσματα βρέθηκαν στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ για την άρδευση της καλλιέργειας, και συγκεκριμένα μειώθηκε το πάχος (διάμετρος) των καρπών όταν προστέθηκε κόμποστ μέσα στα υποστρώματα, δηλαδή για περιεκτικότητα κόμποστ >5%, ενώ δεν διέφεραν οι καρποί ως προς το μήκος τους (βλέπε Γράφημα 4.22).

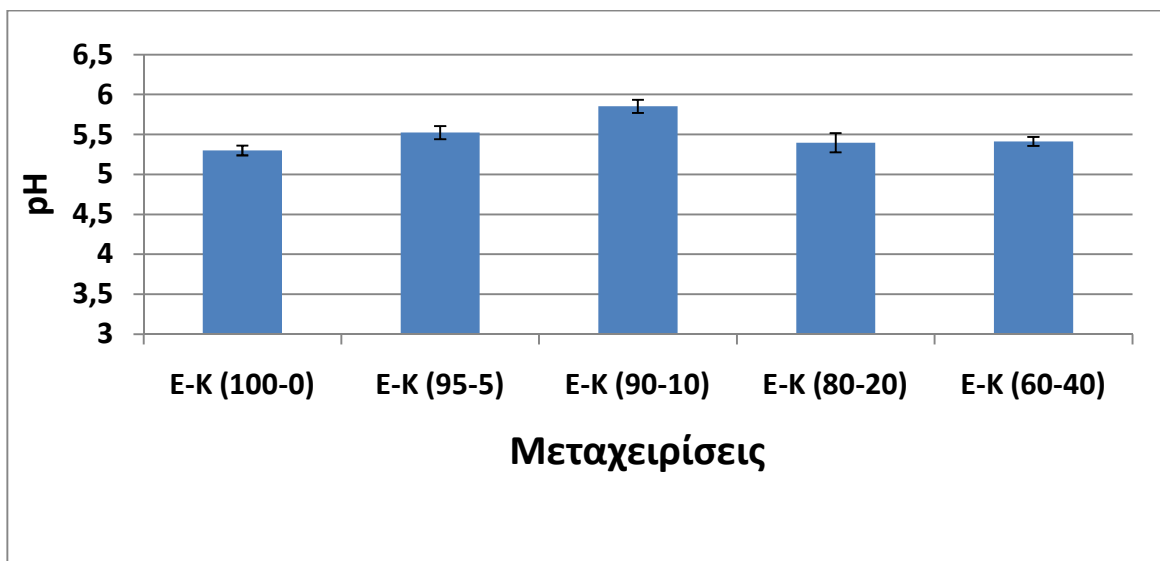


Γράφημα 4.21: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο μήκος και την περίμετρο των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



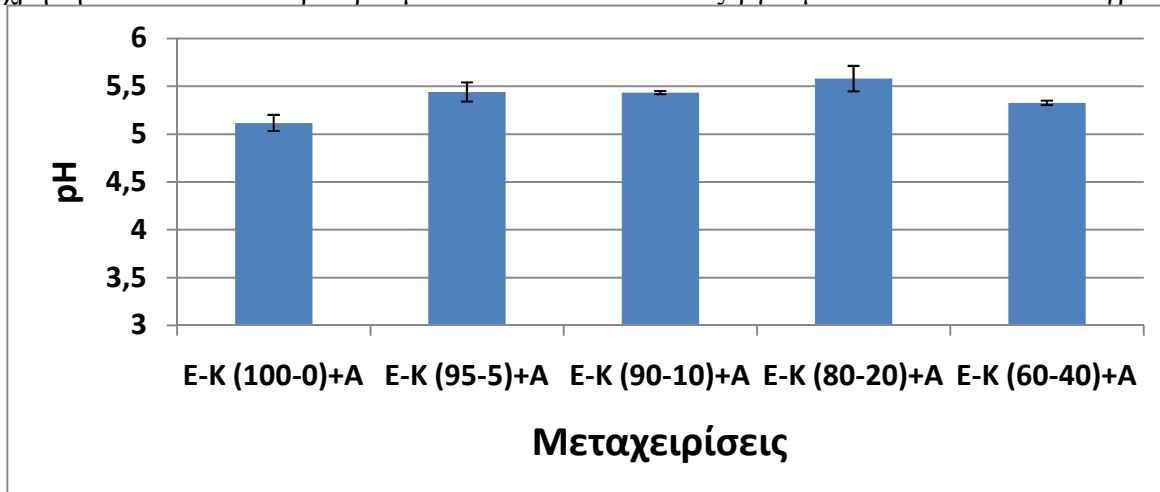
Γράφημα 4.22: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο μήκος και την περίμετρο των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Μικρή αύξηση του pH στο καρπό (αλεσμένος χυμός καρπού) πιπεριάς βρέθηκε σε χαμηλές περιεκτικότητες κόμποστ σε σχέση με το μάρτυρα τόσο με την χρήση νερού όσο και με την χρήση ΓΑ για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας (Γραφήματα 4.23-4.24).



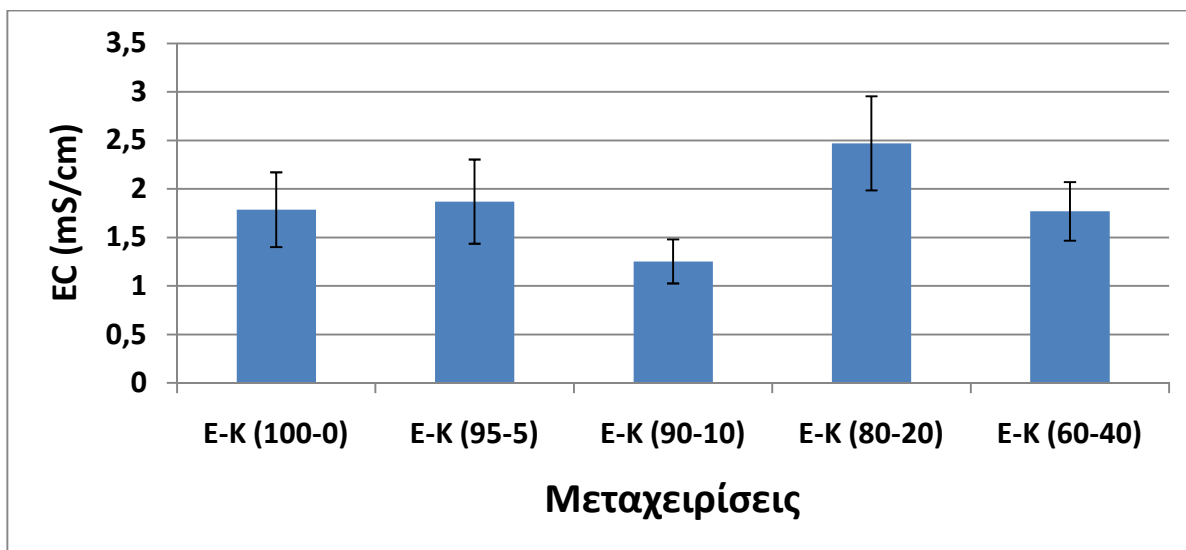
Γράφημα 4.23: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο pH των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Γράφημα 4.24: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών

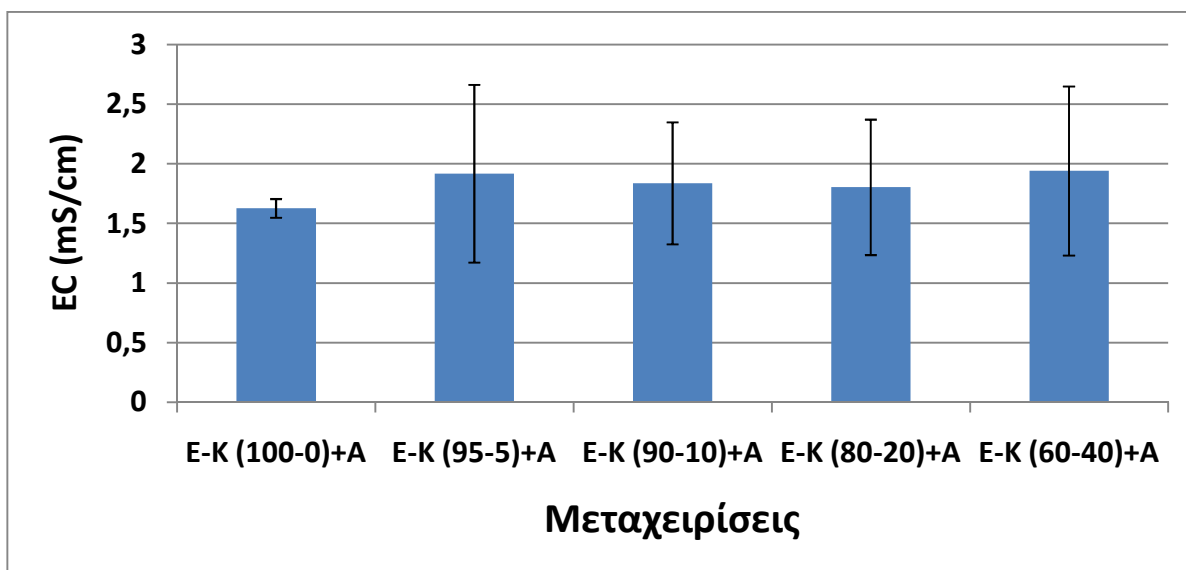


Αποβλήτων (Α) στο pH των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Σχετικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC σε mS/cm) των καρπών (αλεσμένος χυμός καρπού) πιπεριάς δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και των διαφορετικής ποιότητας (νερό και ΤΑ) νερού για άρδευση που χρησιμοποιήθηκε (Γραφήματα 4.25-4.26).

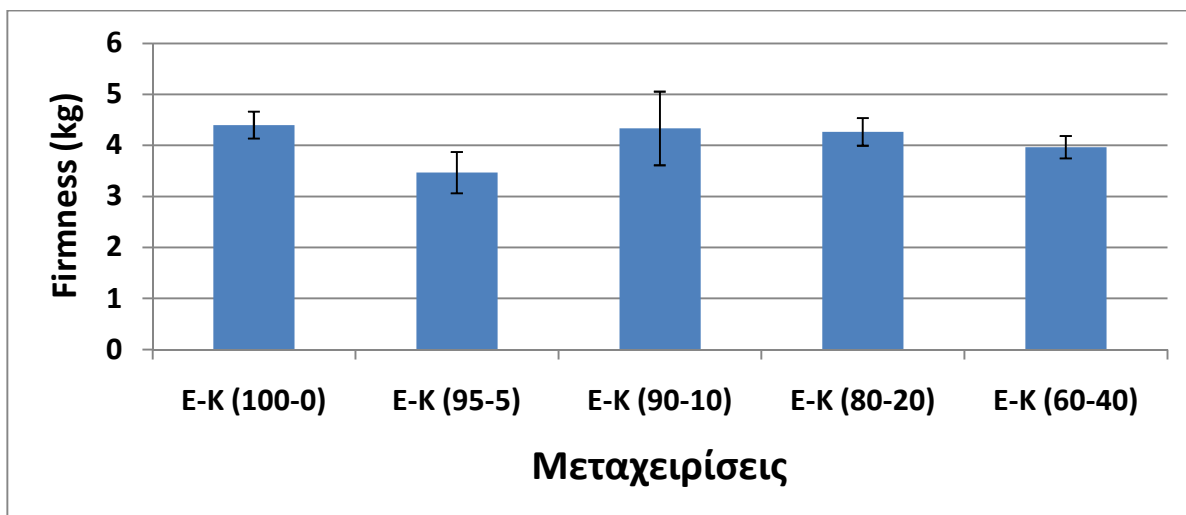


Γράφημα 4.25: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην EC (mS/cm) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

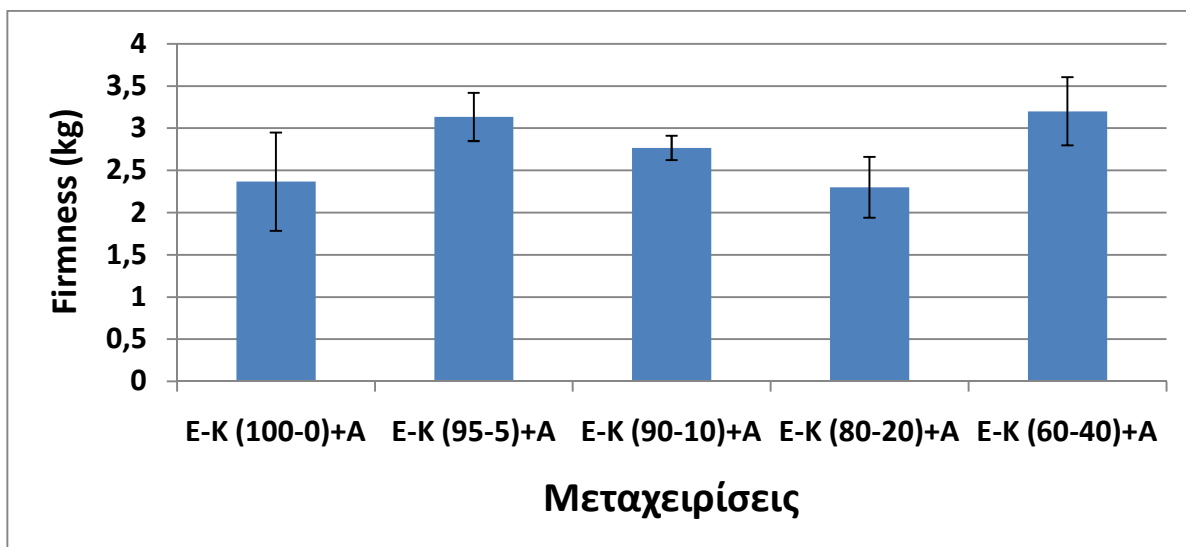


Γράφημα 4.26: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στην EC (mS/cm) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Ομοίως, δεν διαφοροποιήθηκε η αντίσταση της σάρκας των καρπών μεταξύ των μεταχειρίσεων και των επεμβάσεων με νερό και ΤΑ (βλέπε Γραφήματα 4.27-4.28). Εξαιρέση αποτελεί η μεταχείριση Ε-Κ (95-5) που έδωσε χαμηλότερα αποτελέσματα σε σχέση με το μάρτυρα.

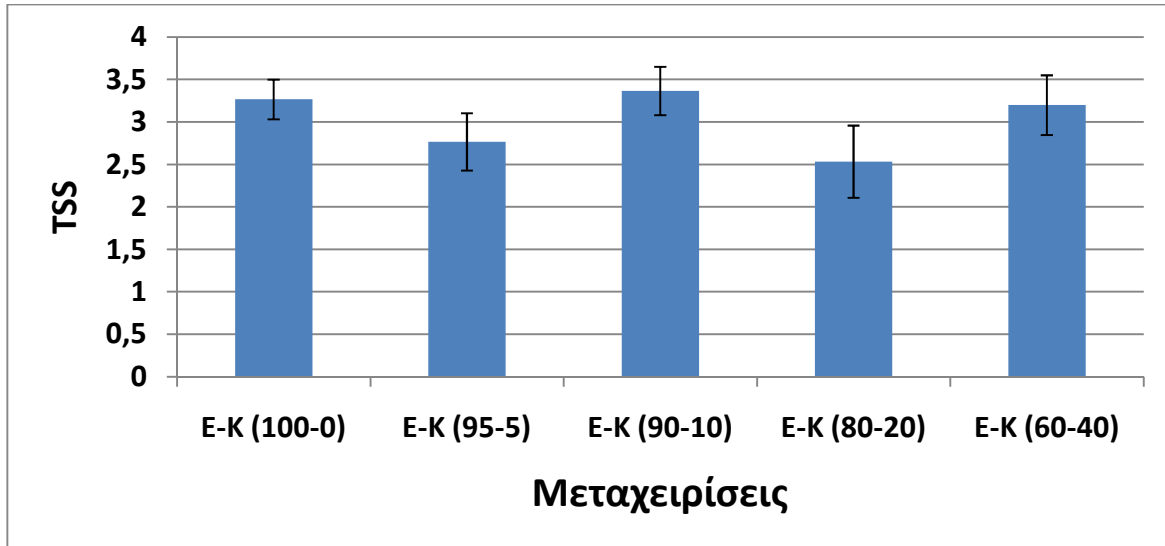


Γράφημα 4.27: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην αντίσταση της σάρκας στην πίεση (Firmness σε Kg) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

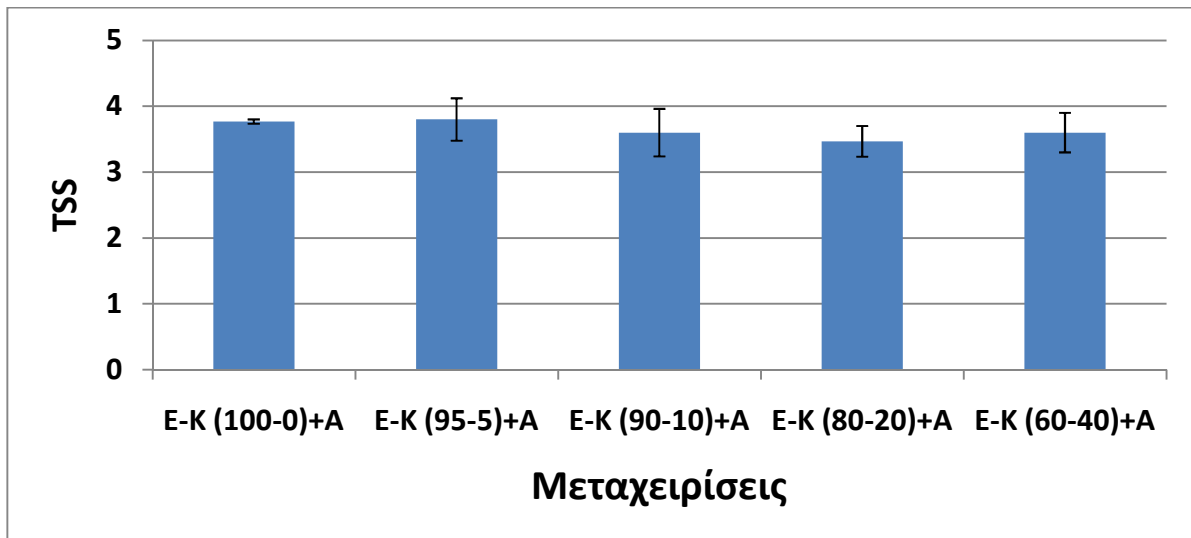


Γράφημα 4.28: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στην αντίσταση της σάρκας στην πίεση (Firmness σε Kg) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Όσον αφορά τον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών (TSS) σε καρπούς πιπεριάς, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και των επεμβάσεων με νερό και ΤΑ (Γραφήματα 4.29-4.30).

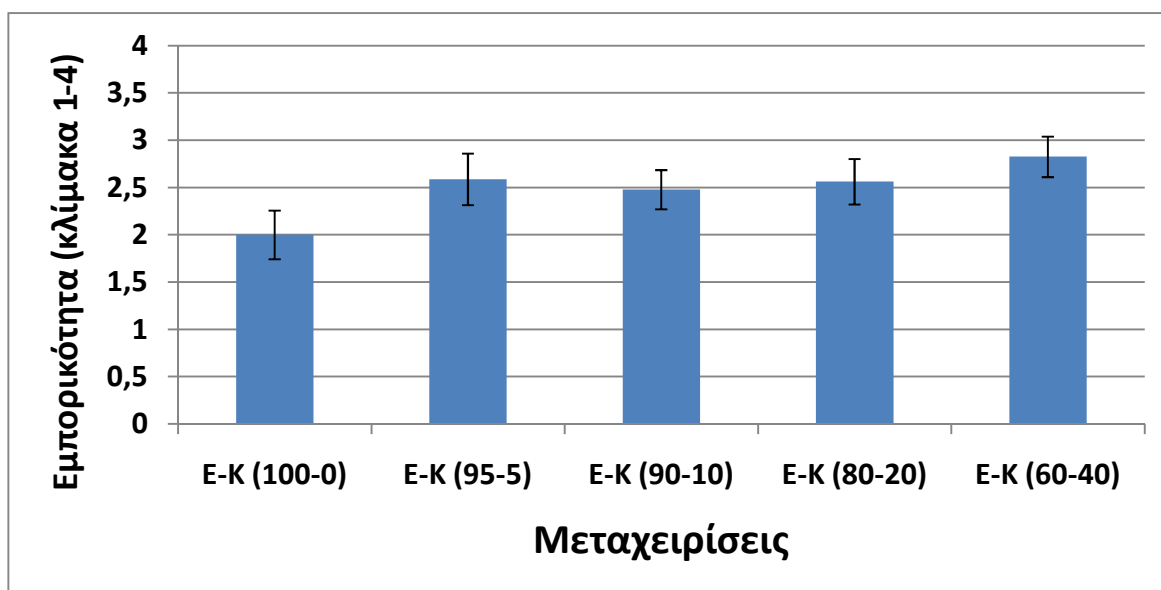


Γράφημα 4.29: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στα Ολικά Διαλυτά Στερεά (ΤSS) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

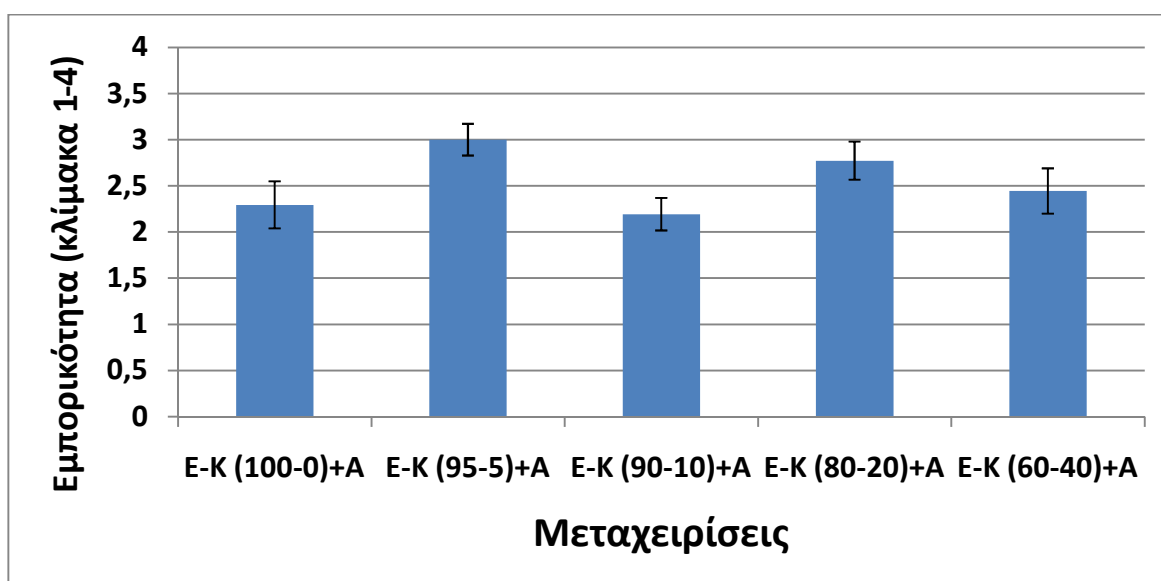


Γράφημα 4.30: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στα Ολικά Διαλυτά Στερεά (ΤSS) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Η εμπορικότητα των καρπών μετρήθηκε με βάση την κλίμακα 1-4 και με τη χρήση του αρδευτικού νερού παρατηρήθηκε ότι όλες οι μεταχειρίσεις έδωσαν πιο υψηλά αποτελέσματα σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.31), ενώ με τη χρήση των ΤΑ οι μεταχειρίσεις Ε-Κ (95-5) + Α και Ε-Κ (80-20) + Α έδωσαν πιο υψηλή κλίμακα σε σχέση με το μάρτυρα. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν διαφορές (Γραφήματα 4.32).

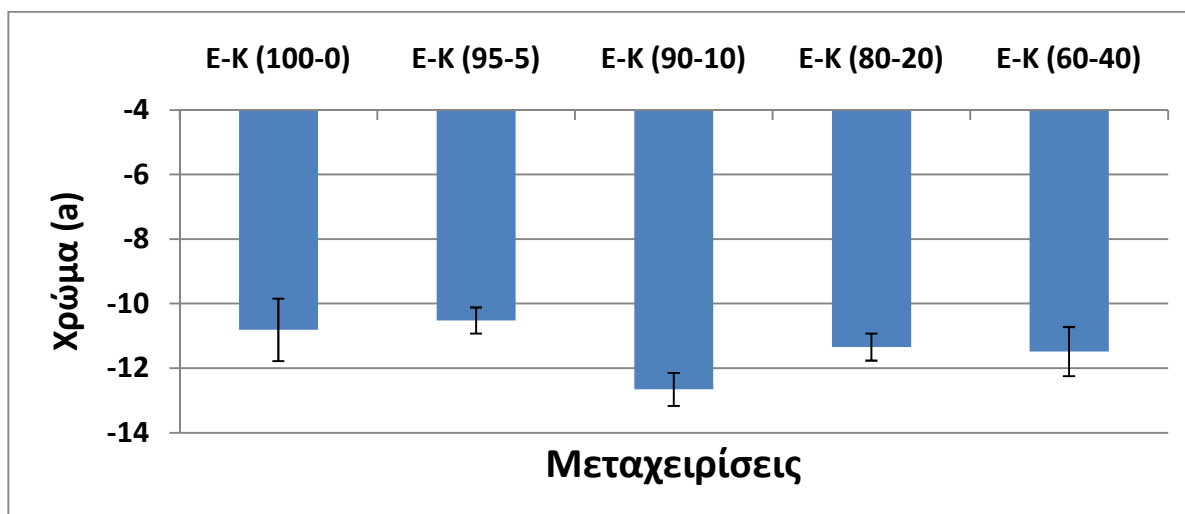


Γράφημα 4.31: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην εμπορικότητα των καρπών (κλίμακα 1-4), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

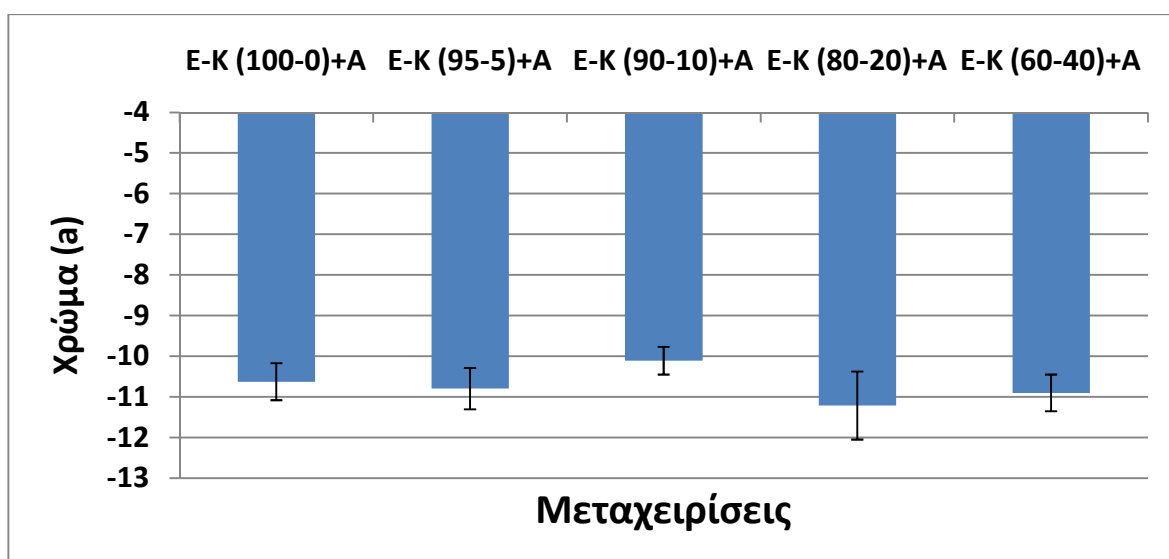


Γράφημα 4.32: Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στην εμπορικότητα των καρπών (κλίμακα 1-4), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

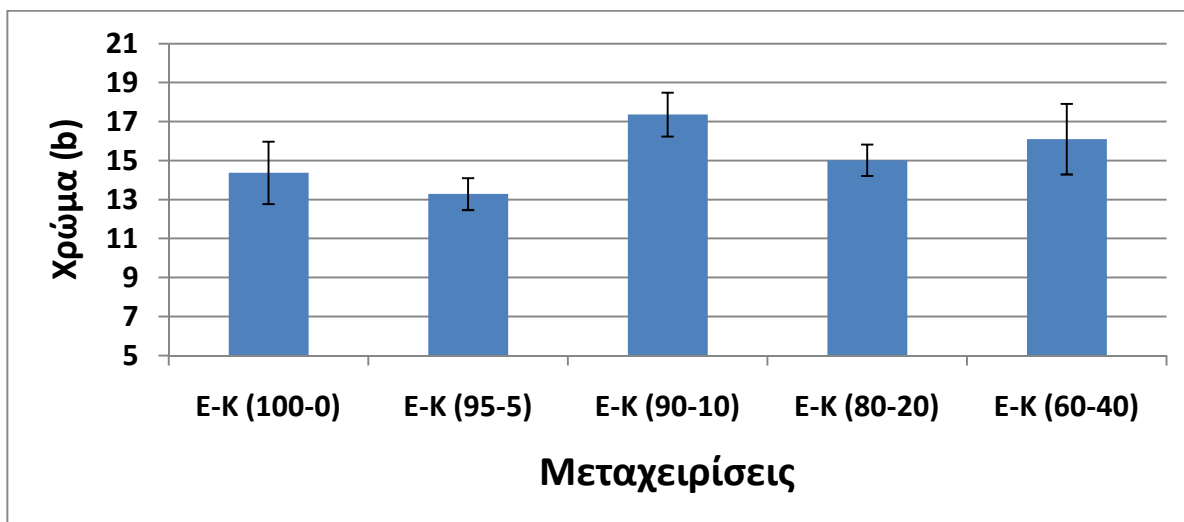
Το χρώμα των καρπών της πιπεριάς μετρήθηκε σε χρωματόμετρο και διαχωρίστηκε σε a, b και L (Γραφήματα 4.33-4.38). Γενικότερα, μπορεί να ειπωθεί ότι δεν διαφοροποιήθηκε το χρώμα (a και b) και η φωτεινότητα L στους καρπούς. Οι τιμές του a είναι αρνητικές, όπως είναι αναμενόμενο, αφού έτσι αντιπροσωπεύουν το πράσινο χρώμα της πιπεριάς, σε σχέση με τις θετικές τιμές του a αν μετρήσαν κόκκινο χρώμα καρπού (Γραφήματα 4.33-4.34 και Σχεδιάγραμμα 4.1).



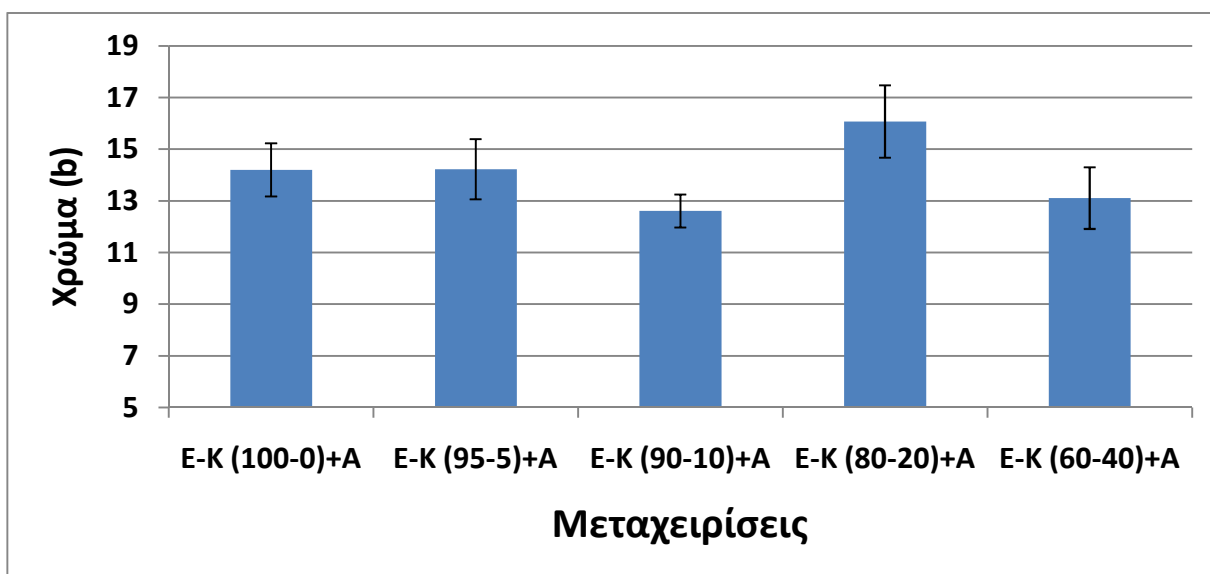
Γράφημα 4.33: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο χρώμα (a) των καρπών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



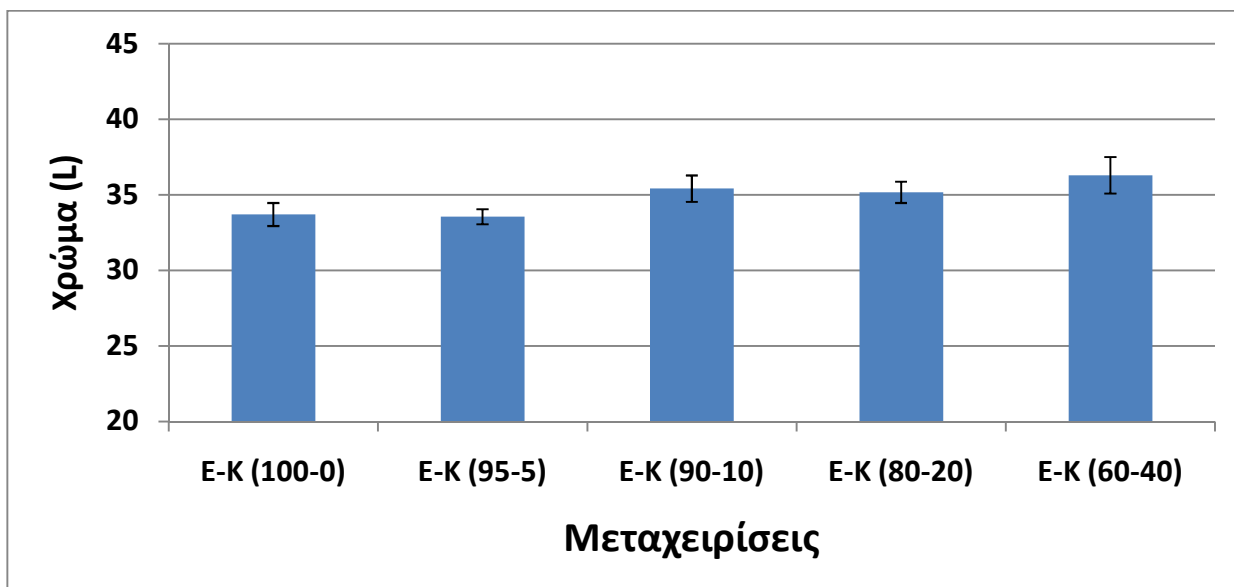
Γράφημα 4.34: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο χρώμα (a) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



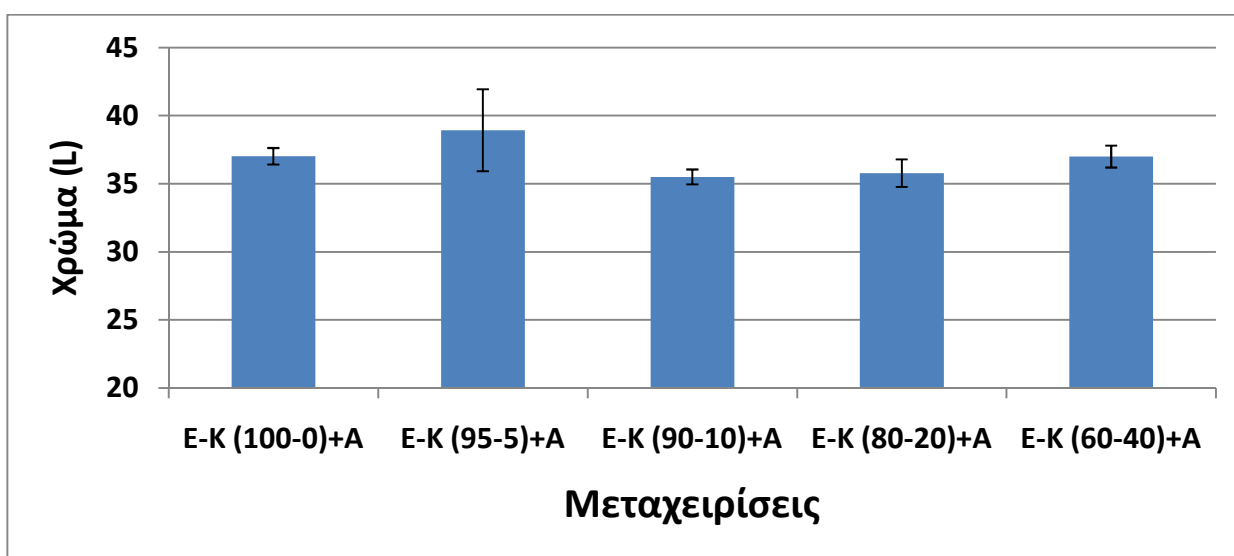
Γράφημα 4.35: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο χρώμα (b) των καρπών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο (\pm τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



Γράφημα 4.36: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο χρώμα (b) των 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 4.37: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο χρώμα (L) των 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 4.38: Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο χρώμα (L) των 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).

4.6. Συζήτηση – Συμπεράσματα

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. Ακόμα σε παγκόσμιο επίπεδο και ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου παρατηρείται έντονη έλλειψη νερού στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες. Υπολογίζεται ότι μετά από 50 χρόνια περίπου το 65% της ανθρωπότητας θα αντιμετωπίσει σοβαρή έλλειψη νερού αν δεν ληφθούν από τώρα τα απαιτούμενα μέτρα.

Συγκεκριμένα στην Ελλάδα η λανθασμένη διαχείριση των φυσικών πόρων, οι κλιματική αλλαγή, η ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα καθώς και η επέκταση της αρδευόμενης γεωργίας ευθύνονται για την έλλειψη και την ποιοτική υποβάθμιση του νερού. Λόγω της μειωμένης διαθεσιμότητας καλής ποιότητας νερού κρίνεται αναγκαία η εξέταση επαναχρησιμοποίησης υποβαθμισμένων νερών. Το νερό από βιολογικούς καθαρισμούς θα μπορούσε να αλλάξει τη σημερινή κατάσταση που προκαλεί η λειψυδρία, καθώς είναι μια πρόσθετη, αξιόπιστη και ανανεώσιμη πηγή νερού, η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για το πότισμα χιλιάδων στρεμμάτων καλλιεργειών και αστικού πράσινου, αντί να καταλήγει στη θάλασσα. Επιστημονικές έρευνες έχουν δείξει ότι τα υγρά απόβλητα περιέχουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών υλικών που χρησιμοποιούν τα φυτά για την ανάπτυξή τους. Επίσης τα φυτά έχουν τη δυνατότητα αποδόμησης στοιχείων τα οποία στη συνέχεια είτε τα χρησιμοποιούν είτε τα χρησιμοποιούν είτε τα αποβάλλουν σε καθαρή ή αβλαβή για το οικοσύστημα μορφή.

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 τριτοβάθμιων επεξεργασμένων αστικών λυμάτων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς. Αρχικά στον προσδιορισμό αύξησης/ανάπτυξης

των φυτών σημειώθηκε αύξηση με τη χρήση κόμποστ περιεκτικότητας 20% στο ύψος και τον αριθμό φύλλων φυτού, ενώ μείωση παρατηρήθηκε με τη χρήση κόμποστ περιεκτικότητας 5% στο ύψος των φυτών. Αντίθετα με τη χρήση ΤΑ δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές. Σύμφωνα με άλλες πειραματικές μελέτες σχετικά με τη σύγκριση χρήσης νερού και ΤΑ σε κηπευτικά, βρέθηκε ότι τα ΤΑ δίνουν αυξημένο ύψος σε σχέση με την άρδευση με νερό (Παπαρηγορίου, 2004). Πιθανότατα, ο λόγος που το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης μελέτης διαφέρει σε σχέση με το αποτέλεσμα της παρούσας εργασίας είναι ότι στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν άλλα φυτικά είδη (τομάτα και αγγούρι) και η μοναδική επιπλέον πηγή θρεπτικών στοιχείων προέρχονταν από τα ΤΑ, ενώ στην παρούσα εργασία, η κύρια πηγή θρεπτικών στοιχείων ήταν το κομπόστ και σε πολύ μικρότερο βαθμό τα ΤΑ. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν όταν χρησιμοποιήθηκε κόμποστ σε καλλιέργεια γερανίου (Ribeiro et al., 2000).

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%. Ομοίως και σε αυτά τα αποτελέσματα δεν βρέθηκαν αλλαγές με τη χρήση ΤΑ. 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 αντίθετα όταν η άρδευση γινόταν με ΤΑ σημειώθηκε μείωση στη μεταχείριση E-K (60-40) + A.

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), ενώ αλλαγές υπήρξαν με τη χρήση των ΤΑ. Συγκεκριμένα ο μάρτυρας βρέθηκε μειωμένος στη μεταχείριση δηλαδή E-K (100-0) σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μετρήσεις, με την πιο σημαντική αύξηση να εμφανίζεται στη μεταχείριση E-K (80-20) + A. 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 αντίθετα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν με τη χρήση ΤΑ

Δεν σημειώθηκαν διαφορές στο φθορισμό των φύλλων με τη χρήση αρδευτικού νερού σε όλες τις αναλογίες του κόμποστ, ενώ αντίθετα με τη χρήση ΤΑ, εξαίρεση παρουσίασε η μεταχείριση E-K (80-20) + A, αφού παρατηρήθηκε μείωση της τάξεως του 17% σε σχέση με τον μάρτυρα.

Όσον αφορά στην επίδραση στην παραγωγή καλλιέργειας πιπεριάς οι μετρήσεις για την παραγωγή (σε g/φυτό) των φυτών παρουσίασαν μείωση κατά 33% όταν έγινε χρήση

χαμηλής περιεκτικότητας κόμποστ (έως 5%) με άρδευση με ΤΑ, ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις με χρήση ΤΑ αλλά και με νερό δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές. Αυξημένος βρέθηκε ο αριθμός των καρπών με χρήση κόμποστ 10% και για το νερό και για τα Τ.Α, δηλαδή στις μεταχειρίσεις E-K (90-10) και E-K (90-10) + A. Επιπλέον, αύξηση σημειώθηκε στη μέτρηση E-K (80-20) + A σε σύγκριση με το μάρτυρα. Προηγούμενες μελέτες, αναφέρουν αύξηση της παραγωγής (κατά 58%) σε καλλιέργεια τομάτας όταν προστέθηκαν 1,12 τον. /στρέμμα κομποστ 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 Ozogres-Hampton (1994) αλλά η χρήση κομποστ αστικών στερεών αποβλήτων ήταν δαπανηρή διαδικασία σε σχέση με την χρήση συμβατικών χημικών λιπασμάτων, για την κάλυψη των θρεπτικών αναγκών της καλλιέργειας.

Παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα από την επίδραση στη ποιότητα των καρπών πιπεριάς, βρέθηκε ως προς το νωπό βάρος των καρπών ότι η μεταχείριση E-K (90-10) παρουσίασε τη μεγαλύτερη μείωση με ποσοστό 31% με χρήση νερού. Δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και της περιεκτικότητας σε κόμποστ 5%. Αντίθετα δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στις μεταχειρίσεις στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ για άρδευση.

Η ανάπτυξη των καρπών πιπεριάς παρουσιάζεται σχετικά με το μήκος και το πλάτος (διάμετρος) τους. Όσον αφορά το μήκος, μείωση παρατηρήθηκε στη μεταχείριση E-K (90-10) με χρήση αρδευτικού νερού, ενώ η χρήση ΤΑ δεν επηρέασε το μήκος των καρπών. Αντίθετα το πλάτος (η διάμετρος) των καρπών δεν παρουσίασε αλλαγές όταν έγινε άρδευση με νερό, ενώ με ΤΑ όλες οι μεταχειρίσεις βρέθηκαν μειωμένες σε σχέση με τον μάρτυρα. Δεν σημειώθηκαν αλλαγές στο χρώμα (a και b) και στη φωτεινότητα L στους καρπούς της πιπεριάς.

Η εμπορικότητα των καρπών παρουσιάστηκε με βάση την κλίμακα 1-4 και βρέθηκε ότι όλοι οι καρποί που αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με περιεκτικότητα κόμποστ 5-40 % (δηλαδή όλες οι μεταχειρίσεις, εκτός του μάρτυρα) παρουσίασαν αύξηση σε άρδευση με νερό. Η χρήση ΤΑ δεν έδωσε διαφορές στις μεταχειρίσεις σε σχέση με το μάρτυρα. Εξαιρέση αποτελούν οι μεταχειρίσεις E-K (95-5) + A και E-K (80-20) + A που παρουσίασαν αύξηση σε σχέση με το μάρτυρα.

Μικρή αύξηση του pH του χυμού (αλεσμένοι καρποί πιπεριάς) παρατηρήθηκε στις χαμηλές περιεκτικότητες κόμποστ (5 και 10%), με τη χρήση αρδευτικού νερού και ΤΑ, ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές ως προς την ηλεκτρική αγωγιμότητα του γυμού.

Επιπλέον υπολογίστηκε και η αντίσταση της σάρκας των καρπών (firmness) και βρέθηκε ότι δεν σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές στις μεταχειρίσεις με νερό και ΓΑ, ενώ εξαίρεση αποτελεί η μεταχείριση E-K (95-5) που παρουσίασε μείωση σε σχέση με το μάρτυρα όταν χρησιμοποιήθηκε άρδευση με νερό. Δεν σημειώθηκαν, τέλος, διαφορές, στον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών (TSS), σε καρπούς πιπεριάς μεταξύ των μεταχειρίσεων και των επεμβάσεων με νερό και ΓΑ.

Γενικότερα, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι επιπλέον μελέτη είναι απαραίτητη για την πλήρη αξιοποίηση των στερεών (κόμποστ) και υγρών αποβλήτων για την χρήση τους σε κηπευτικές καλλιέργειες, ενώ επιπλέον μέτρα απολύμανσης στα υγρά επεξεργασμένα απόβλητα πρέπει να εφαρμόζονται πριν ή κατά τη διάρκεια χρησιμοποίησής τους για την άρδευση των καλλιεργειών. 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 υγρών αποβλήτων, εξασφαλίζοντας την προστασία του περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μανιός Θ, 2003. Περιβαλλοντική Πολιτική & Κοινωνική ευαισθητοποίηση. Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης, Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας. Τμήμα Κοινωνικής Εργασίας.
- Τσαγκαράκης ΚΠ, Παρανυχιανάκης Ν, Αγγελάκης ΑΝ, 2003. Προτεινόμενα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα. Τσώνης Στυλιανός, (2004) Επεξεργασία λυμάτων. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Τσαγκαράκης, ΚΠ, Παρανυχιανάκης Ν, Αγγελάκης ΑΝ, 2003. Προτεινόμενα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα. Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, HELECO' 03, 4^η Διεθνή έκθεση και συνέδριο για την τεχνολογία περιβάλλοντος, Τόμος Α, 236-255.
- Αγγελάκης ΑΝ, Τσομπάνογλου Γ, 1995. Υγρά απόβλητα. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας και ανάκτησης, επαναχρησιμοποίησης και διάθεσης εκροών. Ηράκλειο, Ελλάδα, 2, 157-199.
- Ανδρεαδάκης Α, Κατσίρη Α, Μαμάης Δ, 2001. Επεξεργασία και Διάθεση Αποβλήτων. Τεχνολογία Αντιμετώπισης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Τόμος Α'. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Πάτρα.
- Ανώνυμος, 1997. Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. ΚΥΑ 114218, Φ.Ε.Κ. 1016/Β/17-11- 97.
- Ανώνυμος, 2002. Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. ΚΥΑ 29407/3508, Φ.Ε.Κ. 1572/Β/16-12-2002.
- Ανώνυμος, 2005. Επικαιροποίηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων Περιφέρειας Κρήτης.
- Ανώνυμος, 2010. Βελτιστοποίηση ανάκτησης και κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος των στέρεων απόβλητων και αποτελεσματική αξιοποίηση του κομπόστ σε αγροτικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.
- 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.
- Κοπάσης Ε, Μυλωνάκη Θ, 2007. Συνέντευξη στην εφημερίδα «Πυξίδα» των Χανίων, τ. 56, Απρίλιος 2007.

- Κουλούμπης Π, Τσαντήλας Χ, Γκαντίδης Ν, 2005. Εγχειρίδιο Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την Ενδεδειγμένη Αξιοποίηση της Ιλύος των Αστικών Λυμάτων. Εκδόσεις Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Αθήνα. Σελ 114.
- Λαζαρίδη Κ, Κουλουμπής Π, Σκουλάξινου Σ, Κανακόπουλος Δ, Λώλο Γ, 2002. Προδιαγραφές ποιότητας και διάθεση κομπόστ. Η ελληνική και διεθνής εμπειρία. Εισηγήση στο 1ο Συνέδριο για τη διαχείριση απορριμμάτων της Ε.Ε.Δ.Σ.Α., Αθήνα 2002.
- Μανιός Β, 1989. Παρασκευή οργανοχουμικών υλικών (Composts) από οργανικά υπολείμματα και εφαρμογές τους στη γεωργία. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών τ. 3, 1986-1989, σελ. 47-65.
- Μανιός Β, 2006. Κομποστοποίηση: Τάσεις, προοπτικές, προϋποθέσεις. Πανελλήνια Σύνοδος Φορέων για τα Αστικά Στερεά Απόβλητα. Εισηγήσεις συνεδρίου. Χανιά, 13-15 Απριλίου 2006.
- Μανιός ΒΙ, Μανιαδάκης ΚΜ, 2001. Προδιαγραφές ποιότητας κομπόστ. «Ολοκληρωμένη διαχείριση οργανικών αποβλήτων και υπολειμμάτων». Πρακτικά διημερίδας, Χαροκόπειο Παν/μιο, Αθήνα.
- Μανιός ΒΙ, Μανιός ΘΒ, Μανιαδάκης ΚΜ, 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.
- Μανιός Θ, 2007. Επεξεργασία και αξιοποίηση υγρών αποβλήτων. Σημειώσεις, ΤΕΙ Κρήτης. Σελ. 113.
- Ντάρακας Ε, 2006. Επεξεργασία Βιομηχανικών Αποβλήτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη. Σελ 138.
- Ολύμπιος ΧΜ, 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια, εκδόσεις Σταμούλη, σελ. 772
- Πεδιαδιτάκης Γ, 2002. Σημειώσεις ειδική Λαχανοκομίας Ι. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΤΕΙ Κρήτης, σελ. 58
- Σαββάκης ΚΕ, 2002. Χημική Τεχνολογία. Εισαγωγή στην περιβαλλοντική τεχνολογία, Θεσσαλονίκη, 13, 488-513.
- Σιδηράς ΚΝ, 1997. Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. Εκδοση οργανισμού «ΔΗΩ», Αθήνα.

- Στάμου ΑΙ, 1995. Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων :Με παρατεταμένο αερισμό και βιολογική απομάκρυνση θρεπτικών. 8, 177-197.
- 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 Οκτώβριος 2011.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angelakis AN, Chartzoulakis M, Salgot, 2001. Wastewater reclamation and reuse. *In: Advanced Wastewater Treatment and Reuse (EU-Leonardo Da Vinci Programme (Eds) A. Angelakis, Iraklio, Crete, Greece, pp.157-168.*
- Angelakis AN, Koutsoyiannis D, Tchobanoglous G, 2005. Wastewater Technologies in the Ancient Greece. *Water Resources, 39 : 210-220.*
- Angelakis AN, Spyridakis SV, 1996. The Status of Water Resources in Minoan Times - A Preliminary Study. *In: Diachronic Climatic Impacts on Water Resources with Emphasis on Mediterranean Region (A. Angelakis, A. Issar, Eds.). Springer-Verlag, Heidelberg, Germany. Pp 161-191.*
- 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.
- Cleick P, 2000. The World's Water 2000-2001. Water Reclamation and Reuse: Waste Not, Want Not, 7,139.
- Correia NF, 1999. Water Resources in the Mediterranean Region. *Water International. 24: 22-30.*
- Epstein E, 1997. The science of composting. Technomic Publishing Co.,Inc., U.S.A.
- Gidaracos E, Havas G, Ntzamilis P, 2005. MSW composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

- Heiser CB Jr, 1979. Peppers. Published by N. W. Simmonds in Evolution of Crop Plants. Longman Group Limited. pp 339.
- Kiziloglu FM, Turan M, Sahin U, Kuslu Y, Dursun A, 2008. Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. Agricultural water management 95: 716-724.
- Manios T, Papagrorgiou I, Daskalakis G, Sabathianakis I, Terzakis S, Maniadakis K, Markakis G, 2006. Evaluation of primary and secondary treated and disinfected wastewater irrigation of tomato and cucumber plants under greenhouse conditions, regarding growth and safety considerations. Water Environment Research, 78: 797-804.
- Manser AGR, Keeling AA, 1996. Practical Handbook of Processing and Recycling Municipal Waste. U.S.A.
- Maynard AA, 1995. Increasing tomato yields with MSW compost. Biocycle, 36, 104-106.
- McConnell DB, Shiralipour A, Smith W, 1993. Compost application improves soil properties. Biocycle, 34: 61-63.
- Mohammad MJ, Mazahreh N, 2003. Changes in soil fertility parameter in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 34: 1281-1294.
- Ozores-Hampton M, 1994. Nutrient concentrations, growth and yield of tomato and squash in municipal solid- waste- amended soil. Hortscience, 29: 785-788.
- Raviv M, 1998. Horticultural uses of composted material. Acta Horticulturae, 469: 225-234.
- Ribeiro HM, Vasconcelos E, dos Santos JQ, 2000. Fertilisation of potted geranium with a municipal solid waste compost. Bioresource Technology, 73: 247-249.
- Shelef G, Azon Y, 1996. The coming era of intensive wastewater reuse in the Mediterranean region. Water science and technology, 33, 10-11, 115-125.
- Tzortzakis N, Dagianta E, Daskalakis G, Manios V, Paterakis C, Manios T, 2011. Deployment of municipal solid waste compost as growing medium in melon seedlings production. 5th European Bioremediation Conference, Chania, 4-7 July 2011.
- 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 N, Pilatakis G, Psarafti K, Manios T, 2010. Deployment of primary and secondary treated municipal wastewater irrigation in hydroponically grown cucumber. 7th International conference on organic resources in the carbon economy –ORBIT 2010, 29.6.2010-3.7.2010. Heraklion.

Wright TR, 2005. Environmental Science. 9th edition. Pearson Education, U.S.A.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Δ/νση 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 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., 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 αναραιωτο εκχύλισμα δεν φύτρωσαν οι σπόροι βασιλικού. Επιπλέον, τα 10^{-1} και 10^{-2} εκχυλίσματα αύξησαν το μήκος του βλαστίδιου. 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



25^ο Επιστημονικό Συνέδριο Ε.Ε.Ε.Ο.
Λεμεσός, Κύπρος
1-4 Νοεμβρίου 2011

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

Τζωρτζάκης Ν, Νταγιαντά Ε, Σαριδάκης Χ, Πατεράκης Κ,
Παπαδημητρίου Μ, Μανιός Θ

Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Σχολή Τεχνολογίας
Γεωπονίας, ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο
E-mail: ntzortzakis@staff.tei crete.gr

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ 5TH EUROPEAN BIOREMEDIATION CONFERENCE

Εργασία που παρουσιάστηκε από την κ. Νταγιαντά Ελένη κατά το 5th European Bioremediation Conference, 4-7 Ιουλίου, Χανιά, Ελλάδα.

Tzortzakis N, Dagianta E, Daskalakis G, Manios V, Paterakis C, Manios T. 2011. Municipal solid waste compost: A growing medium component for melon seedling production. 5th European Bioremediation Conference in Chania, 4-7 July 2011.

SUMMARY

The impacts of municipal solid waste compost (MSWC) in different content was evaluated in melon (*Citrulus melo* L., cv Ananas) seed germination and seedling production in nursery study. Extracts (10^{-0} up to 10^{-6} dilutions) of MSWC evaluated for seed priming/germination in Petri dishes. The MSWC extracts at 10^{-1} – 10^{-6} accelerated (up to 20%) seedling germination as well as shoot and root radicle length. However, pure extracts (at 10^{-0}) delayed 3 days the seed germination which was less than 25%. Under nursery conditions, six medium [(% v/v): peat:MSWC (100:0) as control; peat:MSWC (85:15); peat:MSWC (70:30); peat:MSWC (55:45); peat:MSWC (40:60) and peat:MSWC (0:100)] prepared from commercial peat and MSWC. Seedling growth/development parameters assessed. Seed emergence accelerated when low MSWC content (< 30%) used while increased MSWC content (>60%) reduced (up to 80%) emergence and delayed up to 6 days the emergence time. Under nursery conditions, addition of MSWC (especially in content greater than 30%) reduced leaf number produced, seedling fresh weight (and dry matter content), Chlorophyll a and total carotenoids content. Increased MSWC content into the substrate affected negatively the seedling height and leaf internal CO₂ concentration. Stem diameter, leaf fluorences and Chlorophyll b content accelerated when 15-45% MSWC content used into the substrate. No major differences observed in leaf stomatal conductance in plants grown in different MSWC content. No visual phytotoxicity obtained macroscopically. Thus, low content (up to 30%) of MSWC may act as alternative substitute of peat in melon seedling production.

Keywords: compost; municipal solid waste; peat; growth; fertigation; melon; seed emergence

* 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**

**Municipal solid waste compost: A growing
medium component for melon seedling
production**

***Tzortzakis N, Daglanta E, Daskalakis G, Manios V, Paterakis
C, Manios T.***

Department of Organic Greenhouse Crops and Floriculture, School of Agricultural Technology,
Technological Educational Institute of Crete, Heraklion, Greece,
E-mail: tmanios@staff.tcicrete.gr