



**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 ΤΟΜΑΤΑΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΜΙΧΑΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ**  
**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΤΖΩΡΤΖΑΚΗΣ ΝΙΚΟΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Έπειτα από την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να πω ένα θερμό ευχαριστώ στον καθηγητή μου Δρ. Νίκο Τζωρτζάκη, εργαστήριο 'Καλλιέργειες Εκτός Εδάφους' στο ΤΕΙ Κρήτης κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής μου εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές, Γκούμα Σοφία, Μανιό Θρασύβουλο και Σαμπαθιανάκη Γιάννη για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν. Ακόμα τους συνάδελφους και φίλους Νταγιαντά Ελένη 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 και Πιλατάκη Γιώργο για την πολύτιμη και καθοριστικής σημασίας βοήθειά τους. Τέλος την οικογένεια μου που με στήριξε όλα αυτά τα χρόνια, στους οποίους αφιερώνω και την παρούσα εργασία.

<i>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</i>	<i>Σελίδες</i>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	5
<b>ABSTRACT</b>	7
<b>ΜΕΡΟΣ Α</b>	8
<b>1. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ</b>	8
1.1 Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων	8
1.2 Παραγωγή κόμποστ ΔΕ.ΔΙ.ΣΑ ΧΑΝΙΩΝ	9
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
<b>2. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ</b>	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
<b>3 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ</b>	32
3.1 Εισαγωγή	32
3.2 Καταγωγή-ιστορικό του φυτού	32
3.3 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας	33
3.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά	35
3.5 Πολλαπλασιασμός	38
3.6 Έδαφος	38
3.7 Λίπανση	39

3.8	Εποχή φύτευσης	39
3.9	Αποστάσεις φύτευσης	39
3.10	Συνθήκες και περιποίηση στο θερμοκήπιο	41
3.10.1	Θερμοκρασία	41
3.10.2	Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου	42
3.10.2.1	Θερμοκρασία αέρα	42
3.10.2.2	Θερμοκρασία εδάφους	43
3.10.2.3	Υγρασία αέρα	43
3.11	Άρδευση	43
3.12	Συγκομιδή – μετασυλλεκτικές φροντίδες	44
3.13	Φυσιολογικές ανωμαλίες	45
3.14	Εχθροί και ασθένειες	45
3.15	Ποικιλίες – Υβρίδια	47

## **ΜΕΡΟΣ Β**

<b>4.</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	<b>48</b>
4.1	Τόπος και χρόνος διεξαγωγής του πειράματος	48
4.2	Προετοιμασία και εγκατάσταση σποροφύτων τομάτας	49
4.3	Καλλιεργητικές φροντίδες	57
4.3.1	Πρόγραμμα φυτοπροστασίας	60
4.4	Μετρήσεις και προσδιορισμοί	62
4.4.1	Μέτρηση του αριθμού των φύλλων	62
4.4.2	Μέτρηση του ύψους του φυτού	63
4.4.3	Μέτρηση πάχους στελέχους φυτού	63
4.4.4	Μέτρηση του αριθμού των σχηματισθέντων ανθέων και καρπών	64
4.4.5	Μέτρηση φθορισμού των φύλλων	65
4.4.6	Μέτρηση φωτοσυνθετικής ικανότητας (Pn), στοματικής αγωγιμότητας (gs), και της εσωτερικής συγκέντρωσης του CO <sub>2</sub> (ci).	66
4.4.7	Τελικές μετρήσεις	67
4.4.7.1	Μέτρηση νωπού βάρους και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών	67
4.4.7.2	Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών	69
4.4.8	Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	72
4.5	Αποτελέσματα	73
4.5.1	Επίδραση στην αύξηση / ανάπτυξη καλλιέργειας τομάτας	73
4.5.2	Επίδραση στην παραγωγή καλλιέργειας τομάτας	80
4.5.3	Επίδραση στην ποιότητα καρπών τομάτας	82
4.6	Συμπεράσματα-Συζήτηση	92

<b>5</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>96</b>
----------	---------------------	-----------

## **ΜΕΡΟΣ Γ**

<b>6</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>101</b>
6.1	Δημοσιεύσεις	101



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ρύπανση των υδάτινων πόρων από τα απόβλητα είναι ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο απασχολεί τους κατοίκους κάθε πόλης. Ένας από τους 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 τομάτας σε γλάστρες. Νεαρά φυτά τομάτας (υβρίδιο '1414'), 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 40% [μεταχείριση E-K (60-40)] στο ύψος φυτού, στον αριθμό φύλλων του φυτού και στο πάχος στελέχους φυτού και στην αναλογία 5% [μεταχείριση E-K (95-5)] στον αριθμό καρπών και φύλλων (προς το τέλος του πειράματος) καθώς επίσης και στο πάχος στελέχους του φυτού. Αντίστοιχες μεταβολές αύξησης στην αναλογία κόμποστ 40% όταν χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ παρουσιάστηκαν μόνο στον αριθμό των φύλλων και στο πάχος του στελέχους, ενώ αντίθετα μείωση παρουσιάστηκε στην αναλογία κόμποστ 5% [μεταχείριση E-K (95-5)] στον αριθμό των καρπών και των φύλλων. Το νωπό βάρος των φυτών τομάτας αυξήθηκε (και αντίθετα μειώθηκε η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία), ενώ με τη χρήση ΤΑ παρουσιάστηκε περίπου 50% αύξηση σε σχέση με τη χρήση αρδευτικού νερού. Η χρήση ΤΑ έδωσε αρνητικά αποτελέσματα στην παραγωγή της καλλιέργειας, ειδικά σε συνδυασμό με κόμποστ 10%. Ο αριθμός των καρπών με χρήση κόμποστ >20% ήταν αυξημένος όταν χρησιμοποιήθηκε νερό άρδευσης, ενώ δεν παρουσιάστηκε μεταβολή με τη χρήση ΤΑ. Με τη χρήση νερού στα υποστρώματα 5% και 20% παρουσιάστηκε μείωση του νωπού βάρους των συγκομισμένων καρπών, όπως και με τη χρήση ΤΑ με κόμποστ >20%. Δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά

των καρπών τομάτας. 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 στην αναλογία 40%.

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 tertiary treated wastewater (TA) in pepper crop. Tomato plants (cv '1414') 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 40% compost into the substrate with water had positive impacts in plant growth (plant height, leaf number and stem diameter) while TA application affected only leaf number and stem diameter. Plant fresh weight biomass increased (and plant dry matter decreased) in tomato plants with greater impacts when TA used comparing with the irrigation with water. The use of TA in 10% compost treatment, reduced plant yield. Fruit number increased in case of irrigation with water and >20% compost treatment but fruit fresh weight decreased in case of water and 5% or 20% compost treatment. No major changes observed in fruit related characteristics. Additionally, fruit marketability maintained when compost (especially in 40% 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 (Χ.Υ.Τ.Α./Χ.Υ.Τ.Υ.) ή μονάδων καύσης σε μια περιοχή) - ενώ, παράλληλα, απαιτεί ένα υπέρογκο συχνά κόστος δημιουργίας και λειτουργίας των σχετικών δομών και εγκαταστάσεων. Ένα κόστος που παλιότερα «διαχέονταν» 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 κόμποστ εννοούμε το σταθεροποιημένο προϊόν της κομποστοποίησης, δηλαδή της βιολογικής αποδόμησης οργανικού υλικού σε ελεγχόμενες, αερόβιες

συνθήκες (Erstein, 1997). Το κόμποστ έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε χούμο. Ο χούμος είναι ένα ακαθόριστο μείγμα οργανικών ενώσεων μεγάλου μοριακού βάρους, μαλακό, σπογγώδες και σκούρου χρώματος. Η χρησιμότητα του κόμποστ στη γεωργία, δασοκομία, αποκαταστάσεις τοπίου, ανθοκομία είναι πολύ μεγάλη.

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

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

Στο Ακρωτήρι του νομού 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 κόμποστ 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**

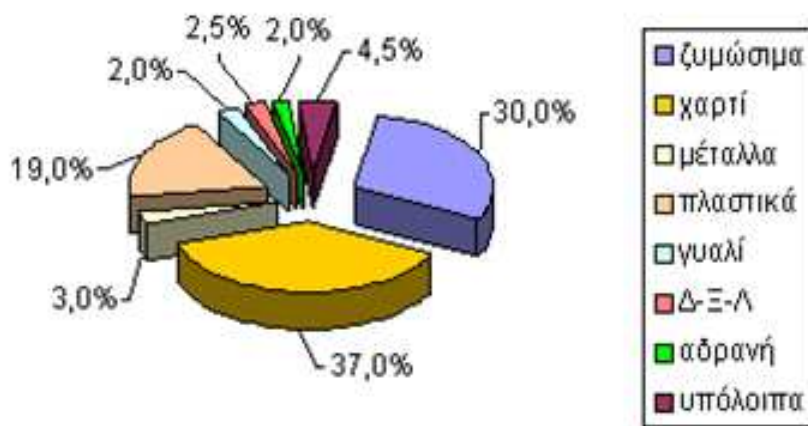
Τις τελευταίες δεκαετίες, στις περιοχές του πλανήτη όπου βρίσκονται οι λεγόμενες καταναλωτικές κοινωνίες, γιγαντώνεται το πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων και των κάθε είδους αποβλήτων. Στην περίπτωση της διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων, η παρασκευή κόμποστ από το οργανικό κλάσμα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

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 90 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.

### Εκτίμηση σύνθεσης των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα



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

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. τόνους. 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.

Στην Κρήτη η παραγωγή σκουπιδιών υπολογιζόταν το 2001 στους 229.162 τόνους και το 2005 στους 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 νομό Χανίων για το 2006 ποσότητας 67.763 τόνων, ενώ στην πραγματικότητα έφτανε τους 87.000 τόνους. Αυτό 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.



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

Το ποσοστό των ζυμώσιμων, σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα φτάνει το 39,15%. Στο νομό Χανίων καθημερινά παράγονται 200-300 περίπου τόνοι 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 τόνους 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 τόνων των δήμων και κοινοτήτων του νομού που έχουν αυτόνομη διαχείριση (7.613 τόνοι 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 τόνους (όπως αναφέρθηκε από Βλοντάκης, 2007).

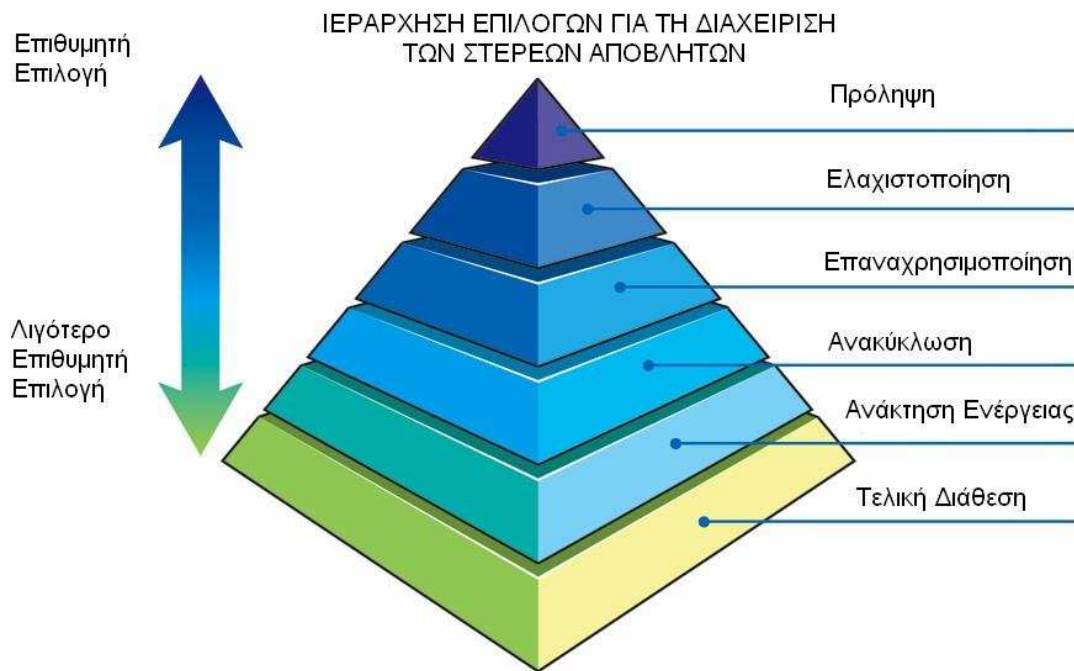




**Διάγραμμα 1.3:** Σύνθεση Α.Σ.Α. Ν. Χανίων.

### 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 κόμποστ από Α.Σ.Α. – απαραίτητα ποιοτικά χαρακτηριστικά

Επομένως η διάθεση του παραγομένου κόμποστ είναι ζωτικής σημασίας για το συνολικό σύστημα διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων. Η διάθεση του κόμποστ 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, 2007). Η ιδιομορφία όμως του συγκεκριμένου κόμποστ, ως προερχομένου κατά κύριο λόγο από σύμμεικτα απορρίμματα, απαιτεί ιδιαίτερους χειρισμούς και ενέργειες, συγκριτικά με τα διάφορα είδη κόμποστ από κοπριές ζώων, γεωργικά υπολείμματα και άλλες «παραδοσιακές» πηγές, προκειμένου να μπορεί αυτό να διατεθεί με επιτυχία.

Διεθνώς οι χρήσεις του κόμποστ [(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 πρηνή δρόμων.
- Υπόστρωμα για ανάπτυξη χλοοτάπητα σε γήπεδα, πάρκα κ.λπ.
- 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 κόμποστ στο έδαφος).
- Κατασκευή βιοφίλτρων για απόσμιση (για τα ίδια τα εργοστάσια κομποστοποίησης οργανικού κλάσματος απορριμμάτων ή άλλα).
- Παρασκευή RDF για παραγωγή ενέργειας.
- Αντηχητικά 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 καλλιεργούμενων 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 κόμποστ 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. σαλμονέλας ή διαφόρων άλλων εντεροβακτηριδίων) μέσα στο κόμποστ, (εξαιτίας της μη θανάτωσής τους κατά τη ζύμωση λόγω ελαττωματικής διαδικασίας), γεγονός που δημιουργεί απειλή για τους χρήστες του

προϊόντος, όσο και με τις επιδράσεις διαφόρων συστατικών του κόμποστ στα γεωργικά προϊόντα, εφόσον αυτά είναι τρόφιμα. Συγκεκριμένα, το κόμποστ 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 κόμποστ 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 κόμποστ. Αν οι προηγούμενες παράμετροι αποτελούν προϋποθέσεις (δηλ. αναγκαίες συνθήκες για να μπορεί ένα κόμποστ να χρησιμοποιηθεί), η αποτελεσματικότητα του κόμποστ στις καλλιέργειες ή στις δασικές εκτάσεις είναι πιο πολύπλοκο θέμα, αλλά και πάρα πολύ σημαντικό, αν υπάρχει πρόθεση να «σταθεί» αποτελεσματικά ένα κόμποστ στην αγορά βελτιωτικών εδάφους και λιπασμάτων, αντιμετωπίζοντας έναν ανταγωνισμό από πλήθος παρασκευάσματα ποικίλης προέλευσης. Οι ιδιότητες που πρέπει να εξεταστούν σε ένα βελτιωτικό εδάφους είναι φυσικές - χημικές και οργανοληπτικές, και είναι αναλυτικά οι παρακάτω:

#### *Χημικές ιδιότητες:*

- Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία
- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (αλατότητα)
- Το pH (οξύτητα/αλκαλικότητα) του εδάφους ή του υποστρώματος καλλιέργειας
- Η Ι.Α.Κ. (Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων)
- Η σχέση C/N
- Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά (Άζωτο, Φώσφορος, Κάλιο, Ασβέστιο, Μαγνήσιο, Θείο, Μαγγάνιο, Σίδηρος, Ψευδάργυρος, Χλώριο κ.α.). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η περιεκτικότητα σε Άζωτο, Φώσφορο, Κάλιο.
- Η πιθανή φυτοτοξικότητα

#### Φυσικές ιδιότητες:

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

#### Οργανοληπτικές ιδιότητες:

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

Να σημειωθεί πως για κόμποστ 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):

- Κοκκομετρία: 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 κόμποστ:

- 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. Και άλλα μακροστοιχεία, αλλά στην πράξη οι περιεκτικότητες αυτές δεν ξεπερνούν το 1,5-2% το πολύ. Πρέπει όμως να επισημανθεί πως στη γεωργική πρακτική το κόμποστ 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 κόμποστ στη γεωργία/δασοκομία**

Η οργανική ουσία που παρέχει στο έδαφος το κόμποστ 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 CO<sub>2</sub>) (E.U.- 2003).

Περιπτώσεις βλαβερής επίδρασης του κόμποστ 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 να αναπτύσσονται ασθένειες των φυτών. Βλάβη στις ρίζες των φυτών μπορεί να προκαλέσει και η υπερβολική αλατότητα του κόμποστ.

Επίσης, αν η αναλογία C/N (άνθρακα προς άζωτο) στο τελικό προϊόν είναι πολύ υψηλή, 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 κόμποστ, 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 κόμποστ 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.λπ. Η αλληλεπίδραση των χαρακτηριστικών των συγκεκριμένων φυτών με το συγκεκριμένο έδαφος ή το εδαφικό υπόστρωμα, το τροποποιημένο με το κόμποστ, 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.λπ., 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 κόμποστ 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 και άλλες 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 κόμποστ από αστικά απορρίμματα, αυτά δεν γίνονταν αποδεκτά από τους αγρότες, που δε 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 κόμποστ από Α.Σ.Α. πρέπει να λέγεται κόμποστ. Μια άποψη είναι να ονομαστεί «σταθεροποιημένο οργανικό απόβλητο», για να αποφύγουν πιθανή δυσφήμιση των κόμποστ από «καθαρή» πρώτη ύλη.

Είναι φανερό πως η πολύ καλή ποιότητα του παραγομένου κόμποστ 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 κόμποστ 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 κόμποστ 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 κόμποστ της συγκεκριμένης προέλευσης (Archer κ.α., 2005).

Πιο εύκολη παρουσιάζεται η περίπτωση της διάθεσης του κόμποστ 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 και άλλους χώρους αναψυχής.

Τέλος, η πιο συνηθισμένη και εύκολη περίπτωση χρήσης, που δεν απαιτεί ιδιαίτερη ποιότητα κόμποστ, είναι η αποκατάσταση-διαμόρφωση τοπίου και η χρήση του στην κάλυψη Χ.Υ.Τ. Στην περίπτωση αυτή, βέβαια, πρόκειται για κόμποστ 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**

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

#### **Υπόστρωμα 2**

Κόμποστ	45% κατά όγκο
Τύρφη ξανθιά	25% κατά όγκο
Περλίτης ή άμμο	30% κατά όγκο
Σύνθετο λίπασμα	1kg/m <sup>3</sup> υποστρώματος



#### 1.4. ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ/ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΠΟ ΔΕΔΙΣΑ

Η αξιολόγηση των αγρονομικών χαρακτηριστικών του κόμποστ 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 κόμποστ 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 κόμποστ (ΔΕΔΙΣΑ) ενώ το 25% του συνολικού όγκου ήταν ανόργανο (περλίτης) υλικό και το 75% οργανικά υλικά (τύρφη-κόμποστ). Συγκεκριμένα δοκιμάστηκαν οι παρακάτω συνδυασμοί περιεκτικότητας κόμποστ/τύρφης: 15-60, 30-45, 40-35, 60-15.

1. Στον Φίκο η αναλογίες 45% κόμποστ, 30% τύρφη, 25% περλίτης και 60% κόμποστ, 15% τύρφη και 25% περλίτης έδειξαν τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την ανάπτυξη των φυτών χωρίς προβλήματα. Στις πιο χαμηλές συγκεντρώσεις του κόμποστ 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% κόμποστ, 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 κόμποστ 45%-60% έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα. Για τη γαρδένια υπήρχε εξ' αρχής μεγάλη επιφυλακτικότητα γιατί είναι οξύφιλο φυτό, ενώ το pH του κόμποστ 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. Τζωρτζάκη), 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/m<sup>3</sup>). Μελετηθήκαν 2 ανθοκομικά είδη, ο κατηφές και ο βασιλικός. Υπήρξαν 20 επαναλήψεις ανά υπόστρωμα (5 σπόροι ανά θέση) και ανά είδος σε πλαστικούς δίσκους σποράς, και έγιναν μετρήσεις έκπτυξης των σπόρων και ανάπτυξης των σποροφύτων με καθημερινές μετρήσεις. Η έκπτυξη των σποροφύτων ήταν αυξημένη σε χαμηλής περιεκτικότητας (15%) κόμποστ χωρίς λίπανση ή με βασική λίπανση, ενώ αντίθετα αποτελέσματα βρέθηκαν στην αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ (45%) με ή χωρίς συμπληρωματική λίπανση. Η αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ καθυστέρησε το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων από 1 έως και 3 μέρες σε σχέση με τη χαμηλή περιεκτικότητα. Δεν φύτρωσαν σπόροι σε υπόστρωμα που αποτελούνταν από αυτούσιο κόμποστ (100% κόμποστ). Η αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ μείωσε τον αριθμό φύλλων, το ύψος, το πάχος κεντρικού στελέχους και το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε κόμποστ είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των θρεπτικών στοιχείων (ειδικά του K και Na) έπειτα από ανάλυση στα φύλλα. Παρατηρήθηκε διακύμανση των φυσιολογικών παραμέτρων και συγκεκριμένα της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φύλλων, της περιεκτικότητας χλωροφύλλης (a και b) και ολικών καροτενοειδών σε σχέση με τις περιεκτικότητες του κόμποστ μέσα στα υποστρώματα (Τζωρτζάκης κ.α. 2011; Ntagianta et al., 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 επαναχρησιμοποίηση 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 διάθεση 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<sup>ου</sup> 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. Στην 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 (Cleick, 2000). 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 ανακτώμενων 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 αυτοκινητόδρομων, 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 αποτελεί την πιο μαζική χρήση νερού, ιδιαίτερα σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές (Αγγελάκης και Tchobanoglous, 1995). Οι καλλιεργείες 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 έχει αποτέλεσμα την μείωση του πόσιμου νερού αλλά και την έλλειψη ικανοποιητικών ποσοτήτων καθαρού νερού για τις 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), Renewable (ανανεώσιμη) και Reduce (μείωση). Κάτω από αυτό το πρίσμα τα εκατομμύρια χιλιάδες 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% (Ανδρεαδάκης κ.α., 2001, Κουλούμπης κ.α., 2005).

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 (Ανδρεαδάκης κ.α., 2001).

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 δίνει τη 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 (Στάμου, 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 αρχική θεσμοθέτηση σχετικών κριτηρίων. Οι βασικές χρήσεις στην Ελλάδα που έχουν ενδιαφέρον είναι η άρδευση καλλιεργειών και χώρων πρασίνου και ο εμπλουτισμός των υπόγειων 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 εδώδιμων 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, δημόσιων 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 ( $\text{NH}_3$ ) και υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ). 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 ορό 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 δεν 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 παραγόμενων 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 δεν 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 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, τα 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: κόμποστ 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

### 3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

(*Lycopersicon esculentum*, Οικ. Solanaceae)

2n=24

Lycopersicon: από το ελληνικό λυκοροδάκινο

Συνώνυμα: ντομάτα, πομιδόρο, πομιλορκά

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

#### 3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

Ακόμη και οι άωροι καρποί (τοξικοί, εάν καταναλωθούν νωποί) συντηρούνται σε άλμη ή ξύδι (τουρσί). Είναι γνωστοί οι φόβοι που επικρατούσαν μέχρι τον 20<sup>ο</sup> αιώνα στις περιοχές της Μεσογείου, Β. Ευρώπης και στην Β. Αμερική, ότι οι τομάτες περιέχουν ουσίες τοξικές, γεγονός που εμπόδιζε την κατανάλωση. Οι φόβοι αυτοί οφείλονταν στην παρουσία δηλητηριωδών γλυκοαλκαλοϊδών στα φύλλα και τους καρπούς άλλων μελών της ίδιας οικογένειας. Αυτό ξεπεράστηκε στις αρχές του 20<sup>ο</sup> αιώνα, και από τότε η κατανάλωση της τομάτας αυξήθηκε σημαντικά.

Ποικιλίες της τομάτας έχουν εγκλιματιστεί σε ένα μεγάλο εύρος τύπων εδάφους και κλίματος, αν και θα έπρεπε να τονιστεί ότι το φυτό απαιτεί θερμό κλίμα και εδάφη με καλή στράγγιση.

#### 3.2. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ

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

Αν και αρχικά επικρατούσε η άποψη ότι η χώρα καταγωγής της τομάτας είναι το Περού, σήμερα, γίνεται δεκτό ότι η καταγωγή της καλλιεργούμενης τομάτας είναι το

Μεξικό και μάλιστα η περιοχή Vera Cruz-Puebla, απ' όπου αρχικά μεταφέρθηκε τον 16<sup>ο</sup> αιώνα στην Ευρώπη και στη συνέχεια διασκορπίστηκε σε αρκετές περιοχές γης. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα η εισαγωγή της έγινε αρχικά στην Αθήνα περίπου το 1818.

### 3.3. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Μια γενική παρατήρηση είναι ότι κάθε χρόνο οι πιο υψηλές τιμές εξασφαλίζονται τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Δεκέμβριο, αποτέλεσμα - όπως πιστεύεται - της αυξημένης ζήτησης λόγω του Πάσχα και των Χριστουγέννων και της μειωμένης προσφοράς του προϊόντος την περίοδο αυτή. Η εξέλιξη της καλλιέργειας της τομάτας στην Ελλάδα παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1, και προκύπτει ότι ενώ η καλλιεργούμενη έκταση δεν έχει μεταβληθεί αρκετά, υπάρχει αύξηση της παραγωγή κατά 3 ή 4 φορές, γεγονός που υποδηλώνει την βελτίωση των καλλιεργητικών πρακτικών και ανθεκτικών ποικιλιών/υβριδίων.

**Πίνακας 3.1:** Εξέλιξη της καλλιέργειας της τομάτας.

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)	ΣΤΡΕΜ. ΑΠΟΔΟΣΗ (κιλά/στρεμ.)	ΤΙΜΗ (δρχ./κιλό)	ΑΚΑΘ. ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (σε χιλ. δρχ.)
1961	290.443	549.877	1.893	1,34	736.835
1962	244.347	422.637	1.730	2,13	900.217
1963	269.245	526.889	1.957	1,92	1.011.627
1964	270.620	532.490	1.968	1,91	1.017.056
1965	261.885	548.294	2.094	2,12	1.162.383
1966	263.161	610.551	2.320	2,23	1.361.529
1967	275.875	678.222	2.458	2,20	1.492.088
1968	287.870	747.154	2.595	2,25	1.681.097
1969	288.230	826.833	2.869	1,87	1.546.178
1970	306.515	1.021.493	3.333	1,91	1.951.052
1971	331.710	1.168.507	3.523	1,59	1.857.926
1972	315.529	1.046.230	3.316	2,40	2.510.952
1973	338.000	1.300.000	3.846	2,43	3.159.000
1974	382.000	1.590.000	4.162	3,60	5.724.000
1975	401.000	1.647.000	4.107	3,17	5.220.990
1976	306.000	1.109.000	3.624	5,00	5.545.000

1977	360.000	1.393.000	3.869	5,75	8.009.750
1978	396.000	1.718.000	4.338	4,89	8.401.020
1979	390.200	1.749.860	4.485	6,18	10.814.135
1980	372.200	1.684.100	4.525	6,39	10.761.399
1981	403.597	1.915.360	4.746	8,08	15.476.109
1982	402.640	1.894.910	4.706	10,10	19.138.591
1983	449.952	1.892.965	4.207	11,71	22.166.620
1984	458.468	2.423.637	5.286	13,11	31.773.881
1985	463.044	2.187.457	4.724	16,85	36.858.650
1986	338.210	1.647.594	4.872	23,72	39.080.930
1987	349.440	1.661.982	4.756	22,42	37.261.636
1988	374.969	1.699.831	4.533	33,54	57.012.332
1989	376.917	2.005.384	5.320	30,91	61.986.419
1990	384.793	1.755.382	4.562	49,66	87.172.270
1991	390.158	1.887.236	4.837	56,00	105.685.216
1992	365.530	1.873.845	5.126	68,72	128.770.628
1993	331.103	1.735.207	5.241	74,66	129.550.555
1994	374.850	2.030.530	5.417	67,49	137.040.470
1995	383.530	1.976.660	5.154	71,00	140.342.860
1996	373.100	1.932.824	5.180	81,89	158.278.957
1997	375.224	1.990.477	5.305	103,87	206.750.846
1998	369.710	1.956.331	5.292	95,17	186.184.021
1999	353.060	1.831.890	5.189	90,47	165.731.088
2000	374.232	1.863.687	4.980	95,90	178.727.583
2001	325.631	1.704.996	5.236	95,41	162.673.668
2002	335.833	1.707.676	5.085	0,26	478.149 *
2003	353.621	1.973.040	5.580	0,37	730.025 *
2004	345.509	1.953.075	5.653	0,20	390.615 *
2005	300.524	1.682.486	5.599	0,33	555.220 *
2006	300.570	1.713.045	5.699	0,29	496.783 *
2007	267.502	1.423.720	5.322	0,35	498.302 *
2008	229.090	1.826.170	7.971	0,33	602.636 *
2009	229.040	1.827.625	7.980		0 *

\* τιμές σε ευρώ. Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης.

### 3.4. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

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

**Ρίζα:** Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια, όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στη μόνιμη θέση. Επειδή όμως, κατά κανόνα, τουλάχιστον στην καλλιέργεια στο θερμοκήπιο, η τομάτα μεταφυτεύεται μια ή περισσότερες φορές, η κεντρική ρίζα κόβεται, καταστρέφεται και το φυτό αρχίζει να παράγει με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες, ακόμη και από το λαιμό του φυτού, γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνει τη μεταφύτευση του φυτού, ακόμη και με γυμνή ρίζα ή μπάλα χώματος, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αυτή είναι και η ενδεδειγμένη τεχνική της καλλιέργειας της τομάτας. Στη μεταφύτευση το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται πλάγια και όχι σε βάθος. Το γεγονός ότι το φυτό εύκολα παράγει νέες ρίζες από το λαιμό του, βοηθά στη διαπίστωση των συνθηκών κάτω από τις οποίες ζει και αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα, π.χ. εάν παρατηρηθούν εξογκώματα ή εναέριες ρίζες στην περιοχή του λαιμού του φυτού, εμβάλλει σε υποψία ότι η κατάσταση στο ριζόστρωμα είναι προβληματική, π.χ. κακός αερισμός (έλλειψη  $O_2$ ) λόγω υπερβολικής υγρασίας, συμπίεσης εδάφους, κ.α.

**Βλαστός:** Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Η τομάτα έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς βλαστούς. Πολλές φορές, οι πλευρικοί βλαστοί που βρίσκονται κοντά στην κορυφή του φυτού, είναι τόσο ζωντοί, που με δυσκολία μπορεί κανείς να ξεχωρίσει ποιος είναι ο κεντρικός βλαστός και ποιος ο πλευρικός. Είναι σημαντικό κατά το κλάδεμα να μπορεί να ξεχωρίσει ο χειριστής τον κεντρικό από τον πλευρικό βλαστό. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. Σε μερικές περιπτώσεις ο βλαστός εμφανίζεται με κενό στο εσωτερικό του (μη φυσιολογική κατάσταση). Μεταξύ των αιτιών που προκαλούν 'κούφωμα' του βλαστού στην τομάτα είναι η προσβολή από βακτήρια. Ο



**Εικόνα 3.1:** Φυτό τομάτας σε μονοστέλεχο σύστημα.



βλαστός στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης, μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται, και είναι σχετικά εύθραυστος. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά το μήκος, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών (indeterminate) ή με καθορισμένο μήκος (determinate). Αυτό το γεγονός είναι πιο έντονο, όταν κλαδεύεται η τομάτα σε μονοστέλεχο σύστημα (αφαίρεση πλαγίων), οπότε, στην πρώτη περίπτωση το μήκος του κεντρικού βλαστού μπορεί να φθάσει και 10 ή περισσότερα μέτρα (Ολύμπιος, 1994).

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

**Άνθη-Ταξιανθία:** Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες, είναι τέλεια, αυτογονιμοποιούμενα, και ανεμόφιλα, με την έννοια πως ο άνεμος τινάζει τα άνθη με αποτέλεσμα την απελευθέρωση της γύρης, την επικονίαση και τη γονιμοποίηση. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά



**Εικόνα 3.2:** Ανθοταξία τομάτας.

ταξιανθία που θα εξελιχθεί σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των



βλαστών του φυτού και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα, ανάλογα με την ποικιλία. Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει και ένα άνθος. Το άνθος φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με 5 ενωμένα πέταλα και 5 στήμονες, ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Η ωοθήκη είναι πολύχωρη (2-7 χώρους) και κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια.

**Καρπός:** Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρος ράγα, με ποικίλα σχήματα. Ο καρπός ποικιλιών με δύο χωρίσματα (χώρους) είναι συνήθως στρογγυλός, ενώ αυτών με 3, 4, 5 ή περισσότερα χωρίσματα είναι πεπλατυσμένος και πιθανόν ακανόνιστος. Το χρώμα της τομάτας είναι βαθύ πράσινο όταν ο καρπός είναι άωρος και σταδιακά κατά την ωρίμανση αλλάζει σε κιτρινοπράσινο, ρόδινο και τελικά αποκτά κόκκινο χρώμα στην πλήρη ωρίμανση (Πεδιαδιτάκης, 2002).



**Εικόνα 3.3:** Καρποί τομάτας.

Η χαρακτηριστική χρωστική του καρπού, στην οποία οφείλεται το χρώμα (κόκκινο) της τομάτας ονομάζεται λυκοπίνη. Το πορτοκαλί χρώμα οφείλεται στο β-καροτένιο (προβιταμίνη Α). Με την πρόοδο της γενετικής βελτίωσης και της βιοτεχνολογίας έχουν δημιουργηθεί υβρίδια των οποίων οι καρποί έχουν κίτρινο, μωβ και άλλους χρωματισμούς. Ο καρπός αποτελείται από το φλοιό, τη σάρκα, τους ιστούς και τους σπόρους. Το πάχος του φλοιού αυξάνει στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του καρπού και μετά λεπταίνει και απλώνει κατά το στάδιο της ωρίμανσης. Η σάρκα σχηματίζεται στους χώρους των κελιών και είναι ανάλογα με την ποικιλία, λιγότερο ή περισσότερο σημαντική, πλούσια σε χυμό, ο οποίος χρησιμοποιείται στη μεταποίηση από τις βιομηχανίες κονσερβών. Ο χυμός έχει 3-6% στερεά συστατικά μέσα στους χώρους και σε μία ζελατινώδη ουσία βρίσκονται οι σπόροι, πολλοί ή λίγοι σε αριθμό, ανάλογα με την ποικιλία.

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

ένα μικρό ενδοσπέρμιο. Η επιφάνεια εξωτερικά έχει χρώμα γκριζοκίτρινο και καλύπτεται από χνούδι γκριζό ή αργυρό. Ο σπόρος της τομάτας διατηρεί υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης τη βλαστικότητα του για τουλάχιστον 4 χρόνια μετά τη συγκομιδή του, εάν όμως αποθηκευτεί σε χαμηλή θερμοκρασία και με χαμηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία, εύκολα διατηρεί τη βλαστικότητά του πάνω από 10 χρόνια. Ένα γραμμάριο σπόρου έχει 450 περίπου σπέρματα.

### **3.5. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ**

Η τομάτα πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Ο σπόρος απολυμαίνεται πριν από την αποθήκευση ή πριν από τη σπορά ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών και παθογόνων δια του σπόρου. Για τον σκοπό αυτό, συνιστάται η εμβάπτιση του σπόρου σε νερό θερμοκρασίας 50° C για 25 λεπτά, για την καταπολέμηση της βακτηριακής στιγματώσης (*Xanthomonas vesicatoria*), του βακτηριακού καρκίνου (*Corynebacterium michiganese*) και της ανθράκνωσης. Επίσης, για προστασία από τα παθογόνα που βρίσκονται στην επιφάνεια του σπόρου ή στο εδαφικό υπόστρωμα, συνιστάται η επίπαση των σπόρων με σκόνη thiram, σε αναλογία 12 γραμμάρια ανά κιλό σπόρου.

### **3.6. ΕΔΑΦΟΣ**

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

Το ριζικό σύστημα της τομάτας αναπτύσσεται μέχρι το βάθος των 75 εκ., και θα πρέπει, όταν η φυσική στράγγιση του εδάφους δεν είναι ικανοποιητική, να προβλέπεται εγκατάσταση συστήματος στράγγισης στο θερμοκήπιο.

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

δίδει καλά αποτελέσματα.

### **3.7. ΛΙΠΑΝΣΗ**

Οι ποσότητες των κύριων θρεπτικών στοιχείων που θα προστεθούν με τη βασική λίπανση για τη συμπλήρωση της γονιμότητας του εδάφους του θερμοκηπίου πρέπει να υπολογίζονται με βάση την ανάλυση του εδάφους. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι μια φυτεία τομάτας της οποίας η παραγωγή σε καρπούς ανέρχεται στους 10 τον/στρ. απορροφά από το έδαφος περίπου 23-26 κιλά N, 6-13 κιλά P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15-70 κιλά K<sub>2</sub>O, 3-56 κιλά CaO και 4-9 κιλά MgO.

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

### **3.8. ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ**

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

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

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

Γίνεται αντιληπτό ότι, όταν εφαρμόζεται η πρώτη τακτική, το θερμοκήπιο απασχολείται μόνο με καλλιέργεια τομάτας καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Όταν εφαρμόζεται η δεύτερη τακτική, τότε της τομάτας μπορεί να προηγηθεί άλλη καλλιέργεια, όπως π.χ. αγγουριά, καρπουζιά, πεπονιά, κολοκυθιά, κ.λπ., και έτσι ο καλλιεργητής να εκμεταλλεύεται δύο καλλιέργειες την ίδια καλλιεργητική περίοδο, με στόχο το μεγαλύτερο εισόδημα.

### **3.9. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ**

Η κατασκευή του θερμοκηπίου επηρεάζει περισσότερο τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, όπου γίνεται προσπάθεια να αξιοποιηθεί καλύτερα το πλάτος των αψίδων. Για παράδειγμα, στα θερμοκήπια του τύπου "Ιεράπετρας" όπου η απόσταση μεταξύ των

πασσάλων είναι 2,5 μέτρα, φυτεύονται δύο γραμμές ανά αγίδα.

Στην Ελλάδα επικράτησαν δύο κυρίως συστήματα φύτευσης:

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

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

Το δεύτερο σύστημα παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε σύγκριση με το πρώτο στο ότι:

- i) Με τις προαναφερόμενες αποστάσεις, ο αριθμός των φυτών ανά στρέμμα αυξάνεται κατά 30% δηλ. από 2.000 σε 2.600 φυτά/στρ.
- ii) Ο χώρος μεταξύ των διπλών γραμμών φύτευσης παραμένει ασυμπιέστος (εξασφαλίζεται ο καλός αερισμός του ριζικού συστήματος), γιατί όλες οι καλλιεργητικές περιποιήσεις στα φυτά από εργάτες και μηχανήματα, γίνονται από τους διαδρόμους.
- iii) Μπορεί να εξασφαλιστεί σημαντική οικονομία στην εγκατάσταση του συστήματος άρδευσης στάγδην, γιατί με μια κεντρική σωλήνα άρδευσης στο μέσο των διπλών γραμμών και με τα ειδικά σωληνάκια τύπου "macaroni tubes", μπορούν να ποτιστούν δύο γραμμές φυτών (ενώ στο A σύστημα κάθε γραμμή φυτών θέλει και ένα λάστιχο ποτίσματος). Και στο σύστημα αυτό με τη μείωση της απόστασης φύτευσης, κυρίως επί των γραμμών, μπορεί να αυξηθεί ο αριθμός των


φυτών/στρέμμα, ανάλογα με την εποχή φύτευσης, την ποικιλία κ.λπ.


Τα πιο πάνω συστήματα φύτευσης εφαρμόζονται στα υψηλά θερμοκήπια, είτε είναι μονόρρικτα ή πολύρρικτα. Η τομάτα στην Ελλάδα καλλιεργείται και σε ημίγηλα επίπεδα τύπου "τούνελ" (Πρέβεζα), όπου οι αποστάσεις φύτευσης που εφαρμόζονται είναι διαφοροποιημένες, για να εξυπηρετούν την συγκεκριμένη κατασκευή. Συγκεκριμένα, όταν το πλάτος του τούνελ είναι 5 μέτρα φυτεύονται 6 γραμμές φυτών με αποστάσεις μεταξύ τους 80-85εκ. και τα φυτά επί της γραμμής στα 30-35εκ. Παραλλαγή αυτού, είναι η ύπαρξη πιο πλατειών διαδρόμων στο κέντρο, για την διευκόλυνση της κίνησης του προσωπικού και των μηχανημάτων.


### **3.10. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ**


#### **3.10.1. Θερμοκρασία**

Για να πετύχει μια καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο, θα πρέπει οι κυριότερες συνθήκες θερμοκρασίας, φωτισμού και συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>, να βρίσκονται σε έναν άριστο συνδυασμό.

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

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

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

 Θερμοκρασία Ανάπτυξης και Καρπόδεσης: Ημέρας 20-28°C. Νύχτας 13-18°C. Στις θερμοκρασίες αυτές το φυτό αναπτύσσει στο μέγιστο τις λειτουργίες του. Οι χαμηλότερες από αυτές τις θερμοκρασίες απαιτούνται τις πολύ συννεφιασμένες ημέρες του χειμώνα και τις νύχτες που τις ακολουθούν. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες τις ηλιόλουστες ημέρες, από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο και οι ενδιάμεσες θερμοκρασίες με ηλιοφάνεια το χειμώνα και συννεφιά την άνοιξη και το φθινόπωρο. Όσο οι θερμοκρασίες απομακρύνονται από τις κανονικές τιμές, τόσο αυξάνουν τα προβλήματα

στην ανάπτυξη του φυτού, στη γονιμοποίηση και καρπόδεση, στο μέγεθος των καρπών. Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 31-32°C για μερικές ώρες ή 35°C για λίγη ώρα προκαλείται ανθόπτωση, δεν γίνεται ή γίνεται ελάχιστα καρπόδεση.

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

### 3.10.2. Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου

#### 3.10.2.1.Θερμοκρασία αέρα

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

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

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

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

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

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

### **3.10.2.2. Θερμοκρασία εδάφους**

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

### **3.10.2.3. Υγρασία αέρα**

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

## **3.11. ΑΡΔΕΥΣΗ**

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

α) μέθοδος του καταιονισμού από ψηλά, που είναι χρήσιμη για την προετοιμασία του εδάφους πριν τη μεταφύτευση, για την εγκατάσταση των φυτών μετά τη μεταφύτευση, για τη γονιμοποίηση των ανθέων (δόνηση), για την εφαρμογή διαφυλλικών λιπασμάτων και φαρμάκων, και για την κατάβρεξη των φυτών και διαδρόμων όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες.

β) μέθοδος εφαρμογής του νερού στο έδαφος, που είναι χρήσιμη για το πότισμα, για την υγρή λίπανση της καλλιέργειας σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Και οι δύο μέθοδοι μπορούν να αυτοματοποιηθούν σε μεγάλο βαθμό, για τη μείωση του κόστους των εργατικών. Καλό είναι τα θερμοκήπια να έχουν εγκαταστάσεις και για τις δύο μεθόδους, αν και η μέθοδος καταιονισμού έχει περιορισμένη εφαρμογή, λόγω των προβλημάτων προσβολής από ασθένειες (Βοτρύτης), που δημιουργεί η διαβροχή των φύλλων και των βλαστών των φυτών. Επίσης, η διαβροχή των διαδρόμων και χώρων μεταξύ των γραμμών δημιουργεί δυσκολίες στις καλλιεργητικές περιποιήσεις (κλάδεμα, ψεκασμός, συγκομιδή κ.λπ.). Δεν παύει, όμως, η μέθοδος να είναι χρήσιμη για τους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Υπάρχουν βέβαια διαφορετικοί τύποι εκτοξευτήρων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με το σκοπό που καλούνται να εξυπηρετήσουν.

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

i) Με αυλάκια

- ii) Με εκτοξευτήρες χαμηλού ύψους
- iii) Με πλαστικούς σωλήνες από λεπτό μαύρο πολυαιθυλένιο, σύστημα "viaflo" κ.ά.
- iv) Μέθοδος στάγδην (σταγόνων)

### **3.12. ΣΥΚΟΜΙΔΗ – ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ**

Τρεις με τέσσερις μήνες από τη σπορά μπορεί να αρχίσει η συγκομιδή των καρπών για νωπή κατανάλωση, και να συνεχιστεί για 3-5 μήνες. Οι καρποί συγκομίζονται σε διάφορα στάδια ωριμότητας που αρχίζει από το στάδιο του πράσινου ώριμου και φθάνει μέχρι το στάδιο του πλήρως ώριμου καρπού. Σε κοντινό τόπο προορισμού, οι καρποί μπορούν να συγκομισθούν εντελώς ή σχεδόν ώριμοι, δηλαδή πλήρως ανεπτυγμένοι κόκκινοι, αλλά να μην έχουν αρχίσει να μαλακώνουν. Αν αντίθετα το προϊόν προορίζεται για κάποια μακρινή αγορά, οι καρποί συγκομίζονται στο στάδιο του πράσινου ώριμου καρπού, κατά το οποίο ο καρπός έχει ήδη δεχτεί το 99% των ουσιών που θα έπαιρνε από το φυτό αν έμενε μέχρι την πλήρη ωρίμανση. Καρποί που συγκομίστηκαν στο στάδιο αυτό δεν ωριμάζουν αν διατηρηθούν σε θερμοκρασία κάτω από 10-12° C ή πάνω από 26-28°C. Για να ωριμάσουν κανονικά οι καρποί αυτοί πρέπει να διατηρηθούν σε θερμοκρασία 15 – 20°C, καλό αερισμό και υψηλή σχετική υγρασία, και χρειάζονται γι' αυτό 8-15 μέρες. Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι, σταδιακά, και με πολλή προσοχή για να μην τραυματισθούν οι καρποί που συνήθως κόβονται με τον μίσχο. Μετά τη συλλογή τους οι καρποί διαλογίζονται και συσκευάζονται κατάλληλα, ανάλογα με τον προορισμό τους. Διατηρούνται σε θερμοκρασία που εξαρτάται από το στάδιο συγκομιδής και τον τόπο προορισμού και δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να βρεθούν σε θερμοκρασία κάτω από 10°C. Εκτός από τον αερισμό που πρέπει να είναι καλός, η σχετική υγρασία πρέπει να είναι 85 και 90%, και αν θέλουμε να καθυστερήσει η ωρίμανση πρέπει να προσθέσουμε CO<sub>2</sub>, ενώ αν θέλουμε να επιταχυνθεί να αφαιρέσουμε CO<sub>2</sub> από τον χώρο αποθήκευσης (Πεδιαδιατάκης, 2002).

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



βελτιώνοντας μερικώς ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού (Tzortzakis and Economakis, 2007; Tzortzakis, 2007a, 2007b, 2010).

### **3.13. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ**

#### **Ανωμαλίες στο φυτό**

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

#### **Ανωμαλίες στον καρπό**

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

### **3.14. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

#### **Ζωικοί εχθροί:**

Νηματώδεις – *Meloidogyne* spp και *Heterodera rostochiensis*: Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα. Καταπολεμούνται με απολυμάνσεις, ριζοποτίσματα, ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια και με ανθεκτικό υποκείμενο.

Σιδηροσκώληκες – *Agriotes obscurus*: Προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Καταπολεμούνται με την απολύμανση και με ριζοπότισμα.

Αφίδες – διάφορα είδη: Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα.

Θρίπες – *Thrips tabaci*: Προσβάλλουν τα φύλλα. Μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα.

Φυλλορύκτης της τομάτας - *Liriomyza solani*: Προκαλεί στοές στο μεσόφυλλο. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα.

Τετράνυχος – *Tetranychus urticae*: Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα. Καταπολεμάται με

ακαρεοκτόνα, εντομοκτόνα και με βιολογικό τρόπο με το παράσιτο *Phytoseiulus persimilis*.

Αλευρώδης – *Trialeurodes vaporariorum*: Προσβάλλει τα φύλλα. Καταπολεμάται με εντομοκτόνα, παγίδες και με βιολογικό τρόπο με το παράσιτο *Encarsia Formosa*.

### **Ασθένειες:**

Αδρομυκώσεις – *Verticillium dahlia*, *V. albo - atrum*, *Fusarium oxysporum* F. sp. *lycopersici*: Καταπολεμούνται με ανθεκτικές ποικιλίες, απολύμανση εδάφους, εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα, π.χ. KVFN.

Καστανή σήψη των ριζών ή φελλώδης σηψιρριζία – (Brown root ή Corky root). *Pyrenochaeta lycopersici*: Καταπολεμάται με απολύμανση και εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα, π.χ. KVFN.

Ντιντιμέλλα – *Didymella lycopersici*: Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμάται με καρβαμιδικά μυκητοκτόνα και το Benlate.

Φαιά σήψη – *Botrytis cinerea*: Προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη, όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή < 18° C. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με βελτίωση συνθηκών στο θερμοκήπιο (καλός εξαερισμός, υψηλή θερμοκρασία).

Όψιμος περονόσπορος – *Phytophthora infestans*: Προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία υψηλή. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας του θερμοκηπίου.

Πρώιμος περονόσπορος – *Alternaria solani*: Προσβάλλει το λαιμό των νεαρών φυτών και στα ανεπτυγμένα φυτά, τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Ευνοείται από υψηλή θερμοκρασία και υψηλή υγρασία. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς .

Κλαδοσπορίαση – *Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*: Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 18-24° C και υγρασία 95%. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας.

Όϊδιο – *Leveillula taurica*: Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Καταπολεμάται με ωιδιοκτόνα (κυρίως Θείο).

Σκληρωτινίαση – *Sclerotinia sclerotiorum*: Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και φύλλα και καρπούς. Καταπολεμάται με απολύμανση του εδάφους και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με μυκητοκτόνα.

Βακτηριακός καρκίνος – *Corynebacterium michiganense*: Προσβάλλει φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς, όπου προκαλεί καρκίνο. Καταπολεμάται με απολύμανση των σπόρων, με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών, μείωση της εξάπλωσης με ψεκάσμο με χαλκούχα μυκητοκτόνα (π.χ. Βορδιγάλειο Πολτό).

Μωσαϊκό του καπνού – TMV: Προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα του μωσαϊκού. Καταπολεμάται με ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση σπόρου, απολύμανση εδάφους, μόλυνση νεαρών φυτών τομάτας με ήπιο κλώνο TMV για προστασία φυτών από περισσότερο καταστρεπτικό κλώνο.

Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων – TYLCV: Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό, αλλά κυρίως τη βλαστανούσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση. Δεν καταπολεμείται άμεσα και δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες. Έμμεσα εμποδίζεται η μετάδοση με καταπολέμηση του αλευρώδη που θεωρείται φορέας της ίωσης.

### **3.15. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ**

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

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

## **ΜΕΡΟΣ Β ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ**

#### **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 τομάτας 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 22 εβδομάδες εκ των οποίων τις δύο πρώτες εβδομάδες τα φυτά ποτίζονταν με αρδευτικό νερό. Επομένως, για διάστημα 20 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 17/2/2011.

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

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

Στο υποκεφάλαιο αυτό, γίνεται αναφορά για τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν τόσο για την προετοιμασία όσο και για την εγκατάσταση-μεταφύτευση των σποροφύτων τομάτας 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 τομάτας, υβρίδιο '1414', σε φυτόχωμα (Favorit Kultursubstrat), και τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς δίσκους σποράς 45 θέσεων. Οι δίσκοι παρέμειναν σε σύστημα υδρονέφωσης αρχικά και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στο θερμοκήπιο, με σκοπό την ανάπτυξη των σποροφύτων. Η προετοιμασία των φυτών έγινε από ειδικευμένο φυτώριο (Κρόνος, Ιεράπετρα). Ακολούθησε η μεταφύτευσή των νεαρών σποροφύτων σε γλάστρες με μείγμα σε διάφορες αναλογίες (χώμα – κόμποστ– άμμος) στις 30/9/2010.

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

Έπειτα οι γλάστρες (180) τοποθετήθηκαν σε χώρο 125 τ. μ. στο χώρο του θερμοκηπίου με εγκατεστημένο αρδευτικό δίκτυο, όπου κατά το ήμισυ ποτίζονταν με νερό (90) και το υπόλοιπο με χρήση 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 (ξεπλωμένη/ποταμίσια).



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



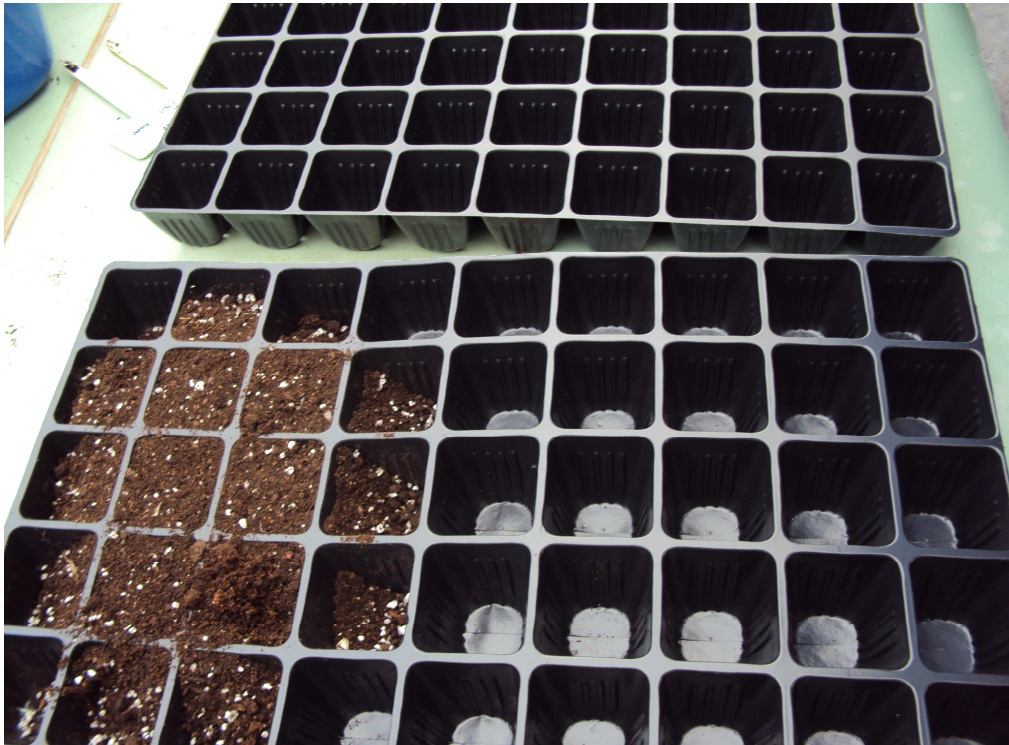


**Εικόνα 4.5:** Αναλογίες υποστρωμάτων (0, 5, 10 και 20%) σε κόμποστ.



**Εικόνα 4.6:** Υπόστρωμα 40% σε κόμποστ.





**Εικόνα 4.7:** Πλαστικοί δίσκοι σποράς 45 θέσεων.



**Εικόνα 4.8:** Φυτά με διαφορετικές αναλογίες κόμποστ, μετά τη μεταφύτευση.





**Εικόνα 4.9:** Εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου.



**Εικόνα 4.10:** Χωροθέτηση των γλαστρών ανά μεταχείριση.





**Εικόνα 4.11:** Χωροθέτηση των γλαστρών ανά μεταχείριση.



**Εικόνα 4.12:** Τελικές αποστάσεις ανάπτυξης των φυτών.





**Εικόνα 4.13:** Τελική όψη εγκατάστασης του πειράματος.

Μετά τη μεταφορά των γλαστρών στην τελική τους θέση για δύο εβδομάδες ποτίζονταν όλα τα φυτά με αρδευτικό νερό, ενώ στην συνέχεια ποτίζονταν τα μισά με 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 στο οριζόντιο σύρμα. Επίσης, εβδομαδιαίως γινόταν η αφαίρεση πλαγίων βλαστών και ζιζανίων. Κατά τη διάρκεια της

καλλιέργειας σημειώθηκε προσβολή από αλευρώδεις (*Trialeurodes vaporariorum*) και φυλλορύκτη (*Tuta absoluta*) καθώς και από τον μύκητα *Phytophthora infestans*, ο οποίος προκαλεί την ασθένεια περονόσπορο. Επίσης σημειώθηκαν προσβολή από οίδιο (*Oidiopsis sicula*) και κλαδοσπορίαση (*Fulvia fulva*). Οι ασθένειες και οι ζωικοί εχθροί αντιμετωπίστηκαν με κατάλληλο ψεκασμό, που γίνονταν σε διάστημα μιας εβδομάδας.



**Εικόνα 4.14:** Κατάλληλος ψεκασμός της καλλιέργειας.





**Εικόνα 4.15:** Φυλλορύκτης τομάτας (*Tuta absoluta*).



**Εικόνα 4.16:** Κλαδοσποριάση τομάτας.

### 4.3.1 Πρόγραμμα φυτοπροστασίας

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

**Πίνακας 4.1:** χρονική διάταξη ψεκασμών με φυτοπροστατευτικά.

<b>Ημερομηνία</b>	<b>Φυτοπροστατευτικό σκεύασμα</b>	<b>Ασθένεια/Εχθρός</b>
15-10-2010	Altacor	Φυλλορύκτης
21-10-2010	Alverde	Φυλλορύκτης
27-10-2010	Belt	Φυλλορύκτης
3-11-2010	Altacor	Φυλλορύκτης
10-11-2010	Alverde	Φυλλορύκτης
24-11-2010	Belt	Φυλλορύκτης
1-12-2010	Affirn	Φυλλορύκτης
8-12-2010	Affirn	Φυλλορύκτης
9-12-2010	Nimrod	Κλαδοσποριάση
16-12-2010	Belt	Φυλλορύκτης
17-12-2010	Dithane, Kocide	Κλαδοσποριάση
20-12-2010	Ridomil	Ωίδιο
23-12-2010	Dithane, Kocide	Κλαδοσποριάση
30-12-2010	Ridomil	Ωίδιο
6-1-2011	Ridomil	Ωίδιο
13-1-2011	Ridomil	Ωίδιο





**Εικόνα 4.17:** Σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση της *Tuta absoluta* (Altacor, Alverde, Belt).



Εικόνα 4.18: 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 τομάτας, μελετήθηκαν οι παρακάτω παράμετροι:

4.4.1 Μέτρηση του αριθμού των φύλλων

Η μέτρηση του αριθμού των φύλλων πραγματοποιούνταν κάθε 2 εβδομάδες, από την έναρξη μέχρι και το πέρας του πειράματος. Στη μέτρηση περιλαμβάνονται και τα φύλλα



που τυχόν αφαιρέθηκαν από τα φυτά (κλάδεμα, φυλλόπτωση, ασθενικά φύλλα).

#### 4.4.2 Μέτρηση του ύψους του φυτού

Η μέτρηση του ύψους του φυτού έγινε με τη χρήση απλού χάρακα στην αρχή της ανάπτυξης των φυτών και μετά με μέτρο, όπου μετρήθηκε το ύψος της κορυφής του πιο ψηλού στελέχους του κάθε φυτού τομάτας. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν κάθε δύο εβδομάδες.



**Εικόνα 4.19:** Μέτρηση ύψους φυτών τομάτας 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 4.20:** Μέτρηση πάχους στελέχους φυτών τομάτας 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 (orti-sciences OS 30p, UK). Χρησιμοποιώντας ειδικά "μανταλάκια" καλύφθηκε η πάνω επιφάνεια των φύλλων για τουλάχιστον 10 λεπτά. Έπειτα χρησιμοποιώντας το φθορίμετρο μετρήθηκε το  $F_0-F_{max}$  στο πιο αντιπροσωπευτικό φύλλο κάθε φυτού. Το φθορίμετρο μπορεί να μετρήσει την ικανότητα της φωτοχημικής δράσης του φωτοσυστήματος II και να αποτελέσει αξιόπιστο δείκτη της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας του φυτού. Αυτό συμβαίνει επειδή η χλωροφύλλη εκπέμπει ερυθρό φθορισμό σε μεγάλου μήκους κύματος από 680nm έως 720nm που μπορεί εύκολα να μετρηθεί χρησιμοποιώντας οπτικοηλεκτρονικό εξοπλισμό.



**Εικόνα 4.21:** Μέτρηση φθορισμού φύλλων τομάτας.



Εικόνα 4.22: Φθορίμετρο, opti-scences UK και τα ειδικά "μανταλάκια".

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

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

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



**Εικόνα 4.23:** 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), τοποθετήθηκε 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 νεπού και ξηρού βάρους.



**Εικόνα 4.25:** Τοποθέτηση φυτών σε χαρτοσακούλες για την ξήρανσή τους και μέτρηση ξηρού βάρους.



#### 4.4.7.2 Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών

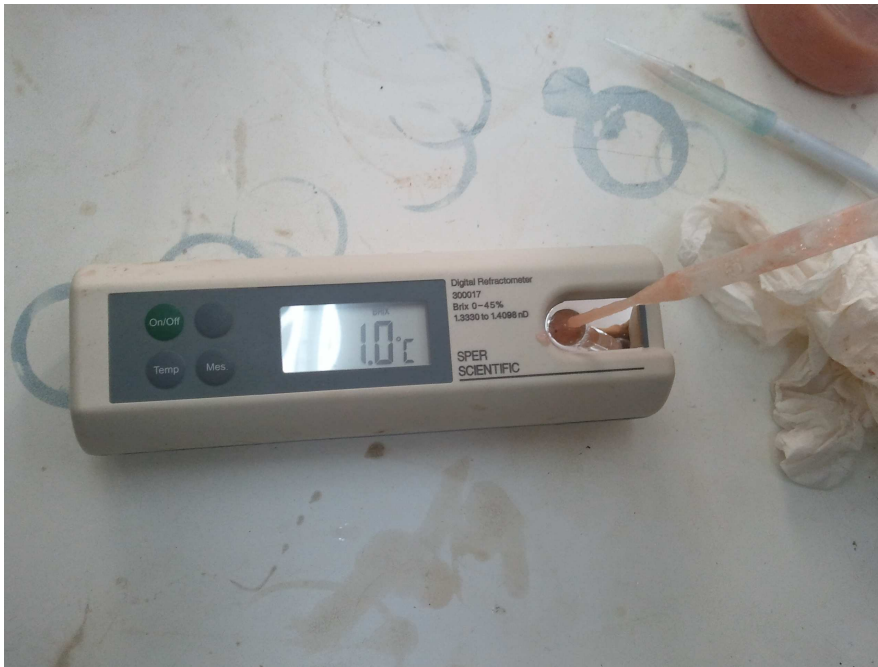
Κατά την διάρκεια συγκομιδής των καρπών (όταν οι καρποί είχαν αποκτήσει το κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης και έτοιμοι για συγκομιδή), γινόταν άμεση μεταφορά στον χώρο του εργαστηρίου (σε θερμοκρασία δωματίου) για περεταίρω μελέτη-καταγραφή και ανάλυση αυτών. Πραγματοποιήθηκαν 10 συνολικά συγκομιδές. Οι συγκομιδές έγιναν στις 10/12/2010, 17/12/2010, 23/12/2010, 30/12/2010, 7/1/2011, 13/1/2011, 19/1/2011, 28/1/2011, 5/2/2011, και 17/2/2011.

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, σήψη της κορυφής (Blossom – end rot), 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<sup>o</sup>) με διαθλασίμετρο,
- το pH και η EC με φορητό πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο αντίστοιχα



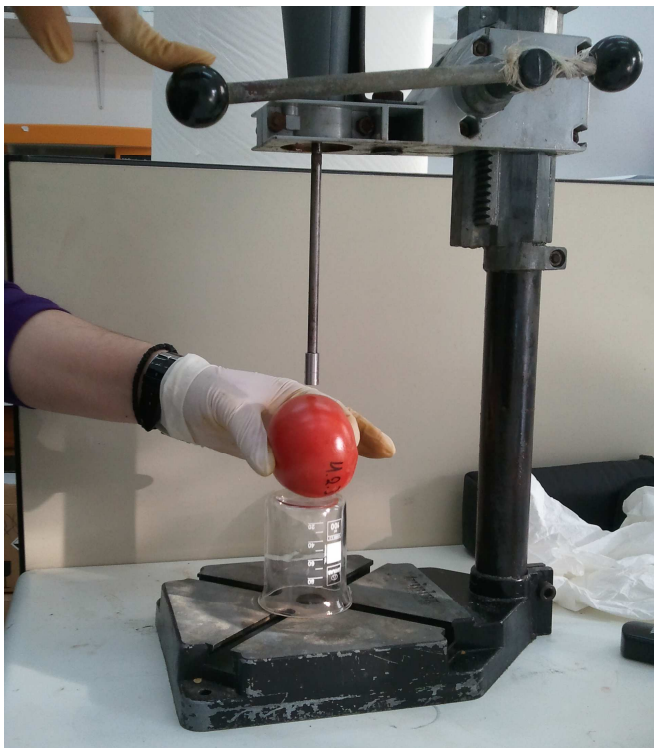
**Εικόνα 4.26:** Κόφτης (μπλέντερ) για το άλεσμα των καρπών.



**Εικόνα 4.27:** Διαθλασίμετρο για τον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών (TSS).



**Εικόνα 4.28:** Πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο για τον προσδιορισμό του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αντίστοιχα.



**Εικόνα 4.29:** Δυναμόμετρο Chatillon για τον προσδιορισμό της αντίστασης της σάρκας στην πίεση.



**Εικόνα 4.30:** Μέτρηση μήκους και πλάτους καρπού με την χρήση του παχύμετρου ακριβείας.

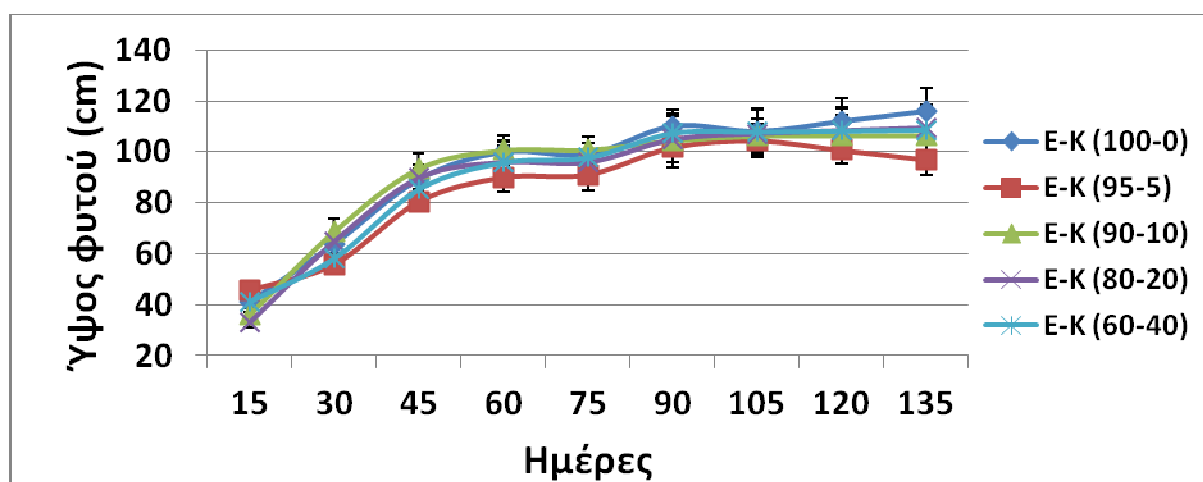
#### **4.4.8. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων**

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.

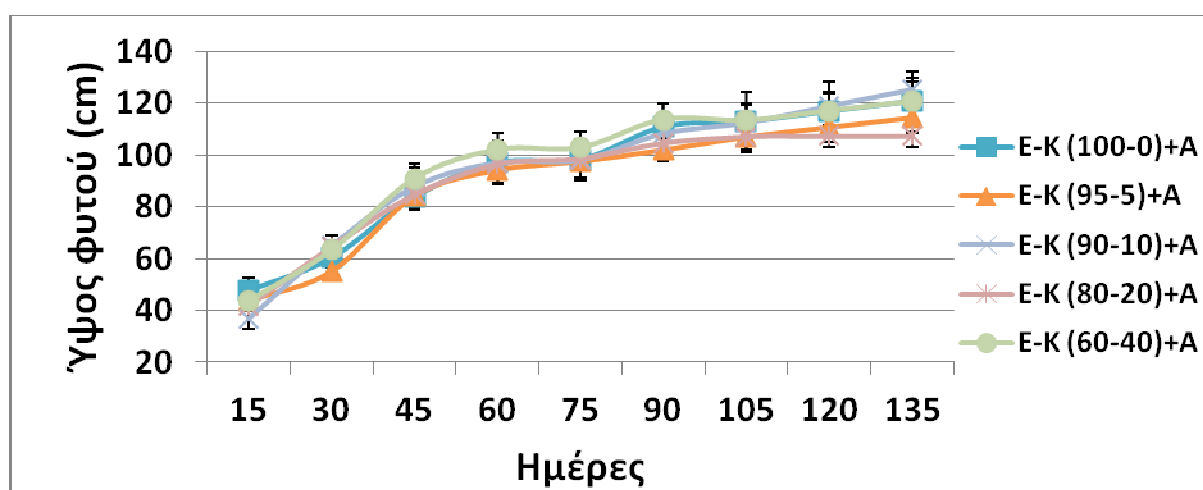
## 4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.5.1. Επίδραση στην αύξηση/ανάπτυξη καλλιέργειας τομάτας

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 μειωμένο στη μεταχείριση Ε-Κ (95-5) καθ' όλη την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών και ιδιαίτερα μετά κατά τη διάρκεια του 4<sup>ου</sup> μήνα (105 ημέρες) όταν η άρδευση γινόταν με νερό (Γράφημα 4.1). Αξίζει να σημειωθεί ότι περιεκτικότητα σε κόμποστ 40% 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).

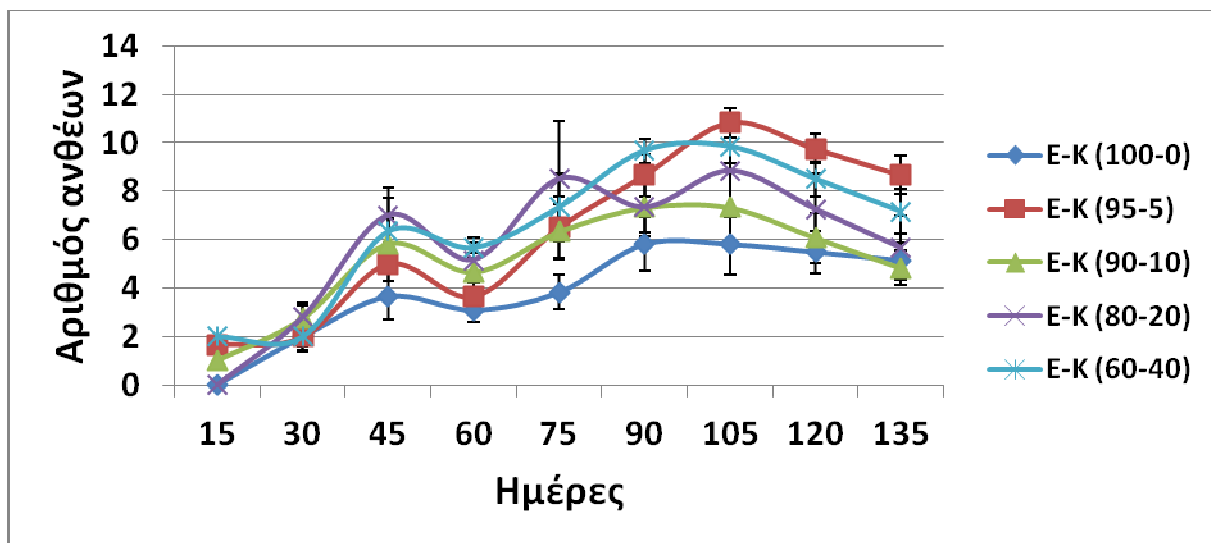


**Γράφημα 4.1:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

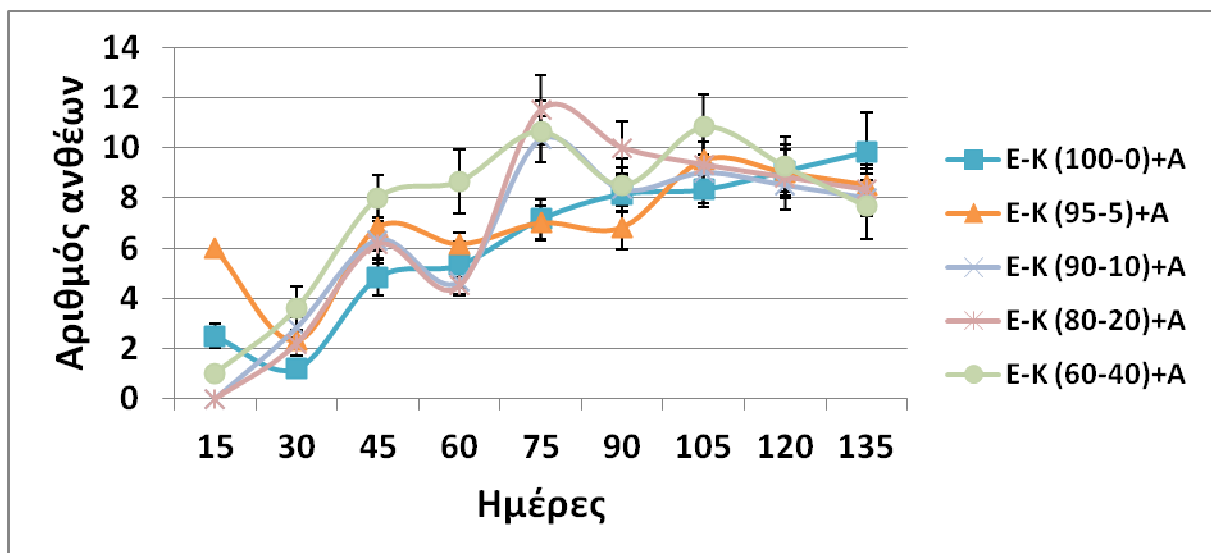


**Γράφημα 4.2:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο ύψος φυτών (cm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range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

Ο αριθμός των ανθέων όπως παρατηρήθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις δηλαδή με χρήση νερού και ΤΑ διαφοροποιήθηκε κατά την διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα ήταν αυξημένος (έως και 50% σε ορισμένες περιπτώσεις σε όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών σε σχέση με το μάρτυρα, όταν δηλαδή η άρδευση γινόταν με νερό (Γράφημα 4.3). Όταν χρησιμοποιήθηκαν απόβλητα για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας, βρέθηκε ότι φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα με περιεκτικότητα σε κόμποστ >20%, δηλαδή στις μεταχειρίσεις E-K (80-20) και E-K (60-40) είχαν μικρότερο αριθμό ανθέων σε σχέση με τον μάρτυρα (E 100%) (Γράφημα 4.4).

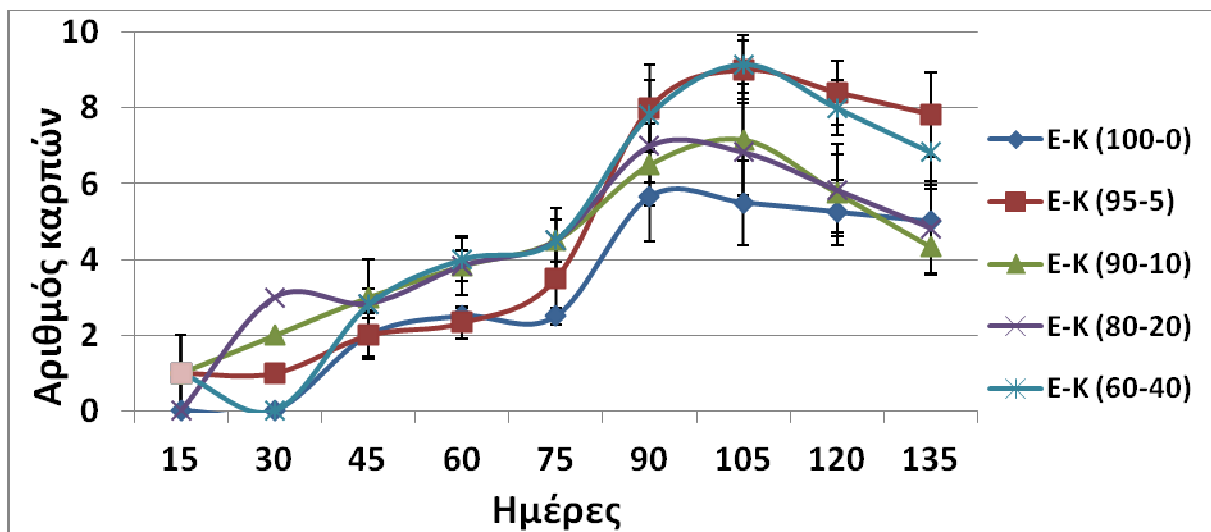


**Γράφημα 4.3:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

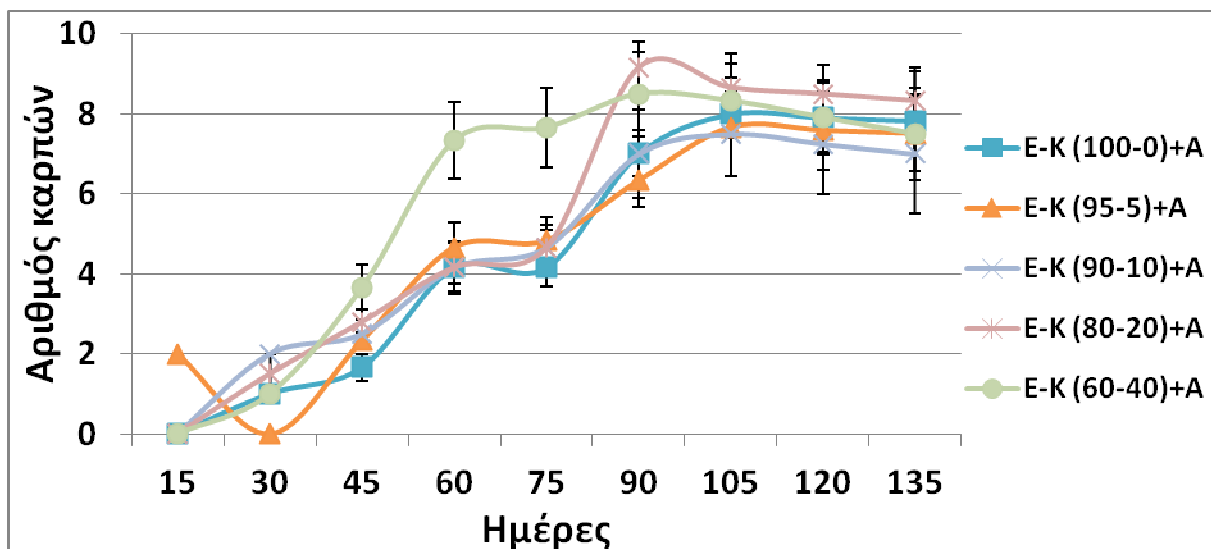


**Γράφημα 4.4:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στον αριθμό ανθέων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Σχετικά με τον αριθμό σχηματισθέντων καρπών όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό, τις πρώτες 30 ημέρες του πειράματος ο μικρότερος αριθμός παραγόμενων καρπών βρέθηκε στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε E-K (60-40) και στον μάρτυρα E-K (100-0), ενώ υψηλότερα ποσοστά προς το τέλος του πειράματος αλλά και καθ' όλη τη διάρκειά του, έδωσαν τα φυτά στη μεταχείριση με 5% κόμποστ. Όταν χρησιμοποιήθηκαν τα υγρά απόβλητα χαμηλότερα ποσοστά από όλες τις μεταχειρίσεις είχε η E-K (95-5) + A, ενώ με το τέλος του πειράματος τα φυτά με το μεγαλύτερο αριθμό καρπών ήταν στο υπόστρωμα με 20% σε κόμποστ, δηλαδή E-K (80-20) + A (Γράφημα 4.6).



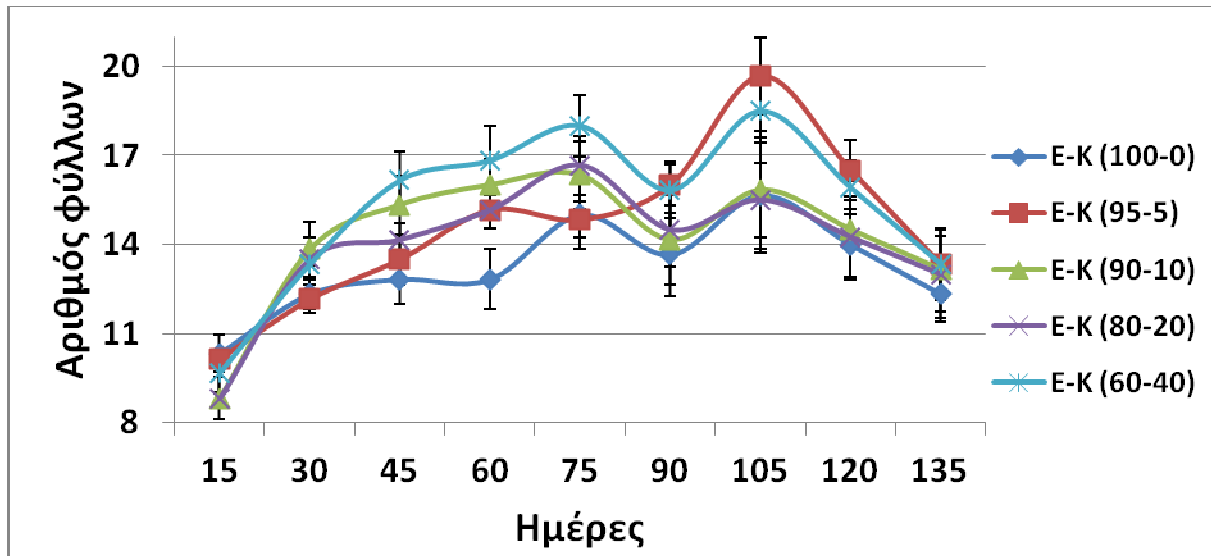
**Γράφημα 4.5:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στον αριθμό των σχηματισθέντων καρπών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



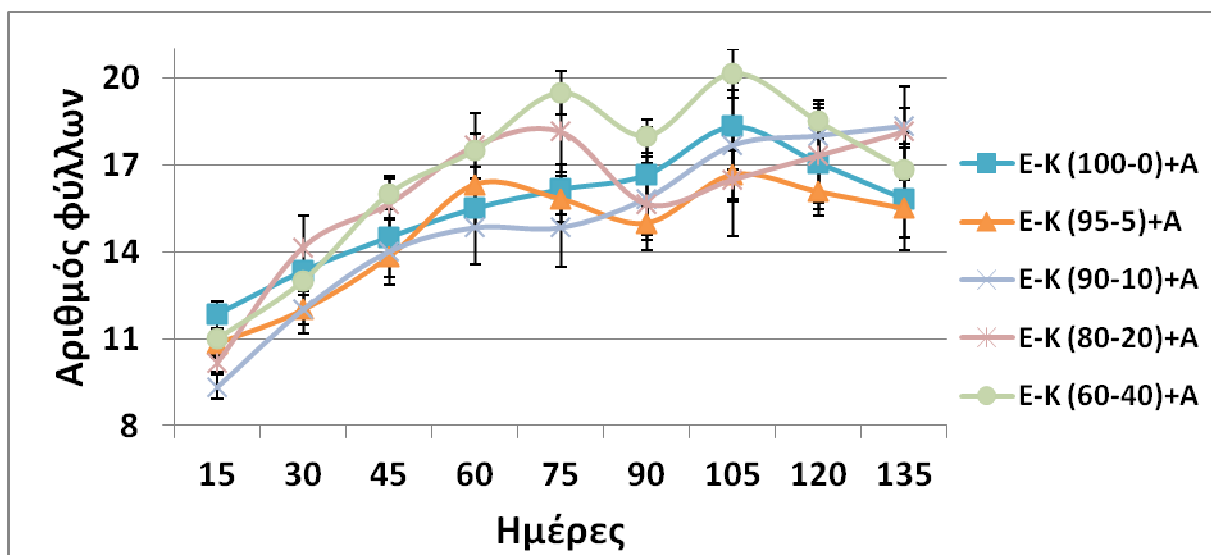
**Γράφημα 4.6:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στον αριθμό σχηματισθέντων καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple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



Ο αριθμός των φύλλων παρουσίασε αύξηση όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε E-K (60-40) σε σχέση με το μάρτυρα και τις υπόλοιπες περιεκτικότητες κόμποστ μέσα στο υπόστρωμα με τη χρήση αρδευτικού νερού (Γράφημα 4.7) ενώ υψηλότερα ποσοστά προς το τέλος του πειράματος, έδωσε η μεταχείριση με 5% κόμποστ, E-K (95-5). Αναφορικά με τη χρήση ΤΑ, μειωμένο αριθμό φύλλων παρουσιάζουν σε σχέση με το μάρτυρα τα φυτά στη μεταχείριση E-K (95-5)+A, ενώ αύξηση παρατηρείται στα φυτά στη μεταχείριση E-K (60-40)+A σε 30 μέρες από την μεταφύτευση, αλλά και καθ' όλη την υπόλοιπη ανάπτυξη τους (Γράφημα 4.8).



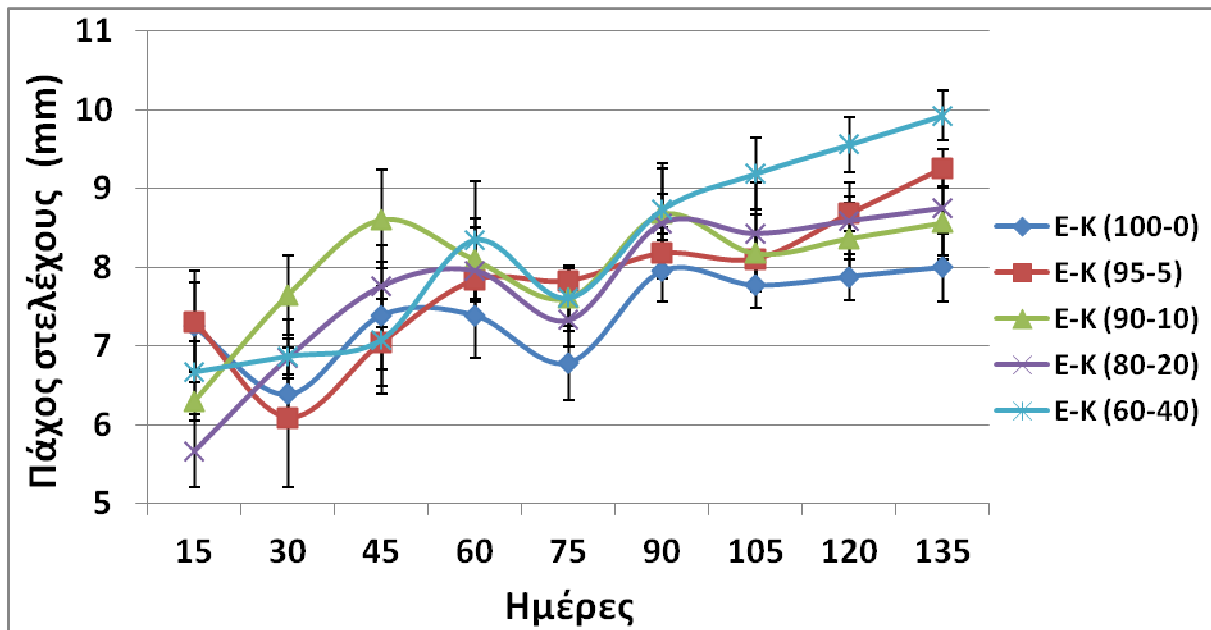
**Γράφημα 4.7:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



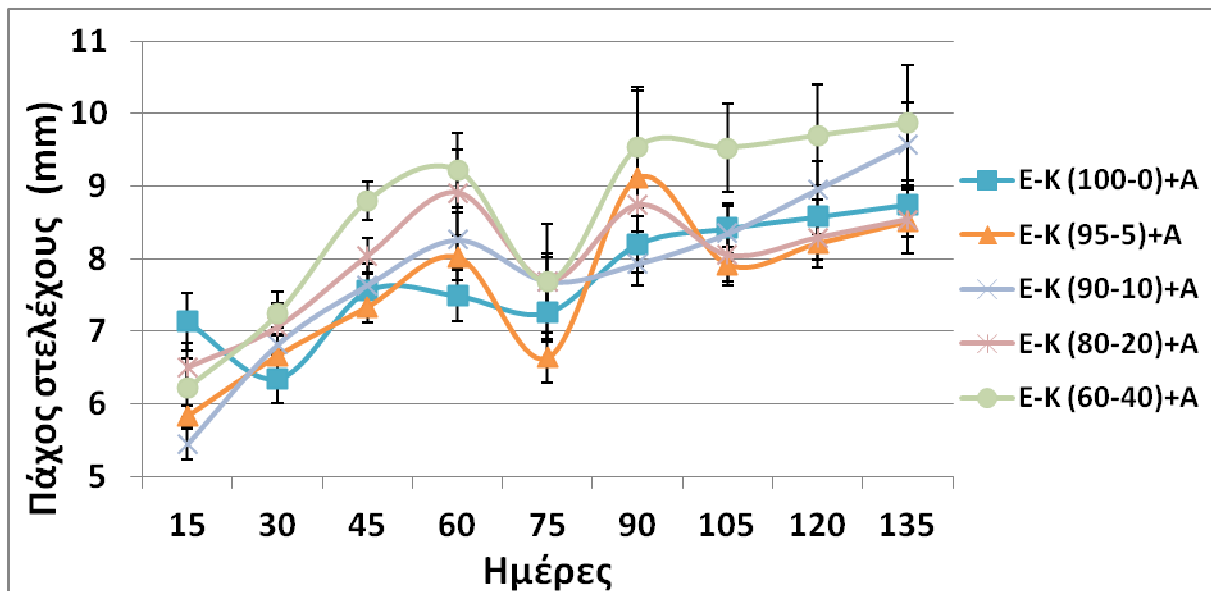
**Γράφημα 4.8:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στον αριθμό φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



Όσον αφορά το πάχος στελέχους των φυτών με χρήση αρδευτικού νερού, έχουμε αύξηση (16%) στη μεταχείριση E-K (95-5) και στη E-K (60-40) σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ με τη χρήση ΤΑ παρουσιάστηκε αύξηση στη μεταχείριση E-K (60-40)+Α.

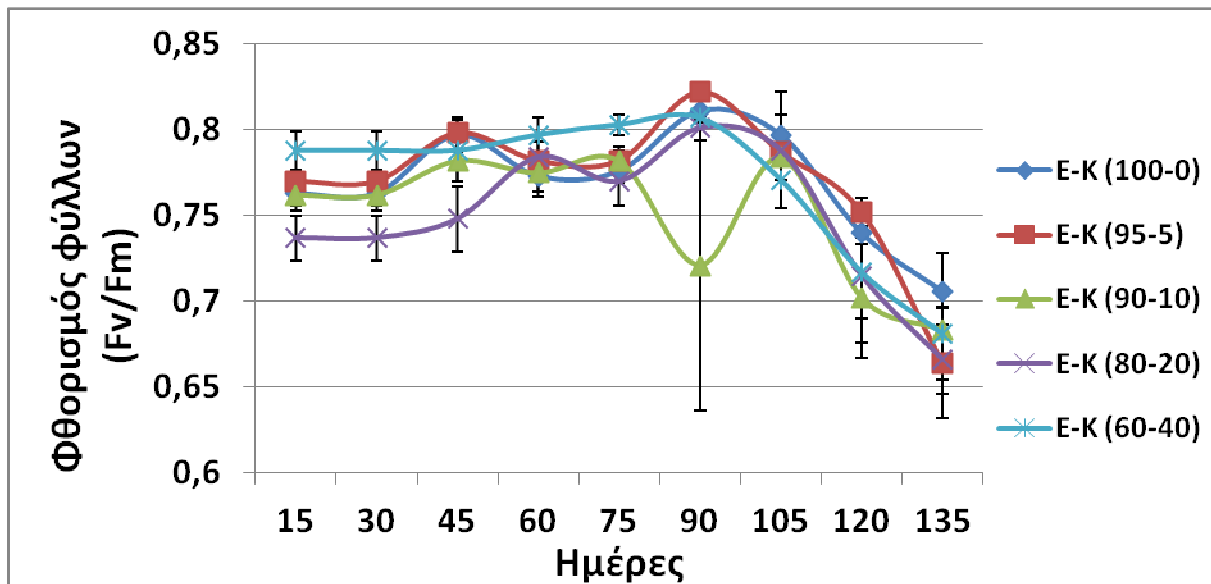


**Γράφημα 4.9:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

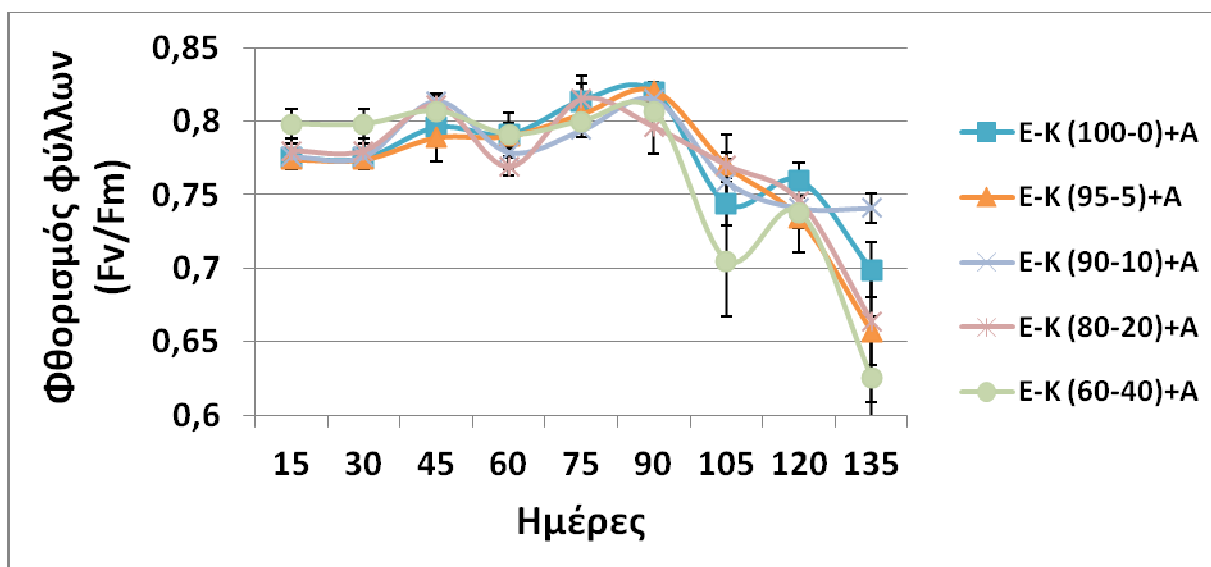


**Γράφημα 4.10:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο πάχος στελέχους (mm), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Δεν σημειώθηκαν διαφορές στο φθορισμό των φύλλων όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό για τις ανάγκες της καλλιέργειας (Γράφημα 4.11). Αντίθετα, όταν χρησιμοποιήθηκαν απόβλητα, βρέθηκε αύξηση στο φθορισμό των φύλλων στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε 40% κόμποστ με χρήση αποβλήτων (E-K (60-40)+A), ενώ τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα με μικρότερες περιεκτικότητες κόμποστ, είχαν μειωμένες τιμές φθορισμού των φύλλων (Γράφημα 4.12).

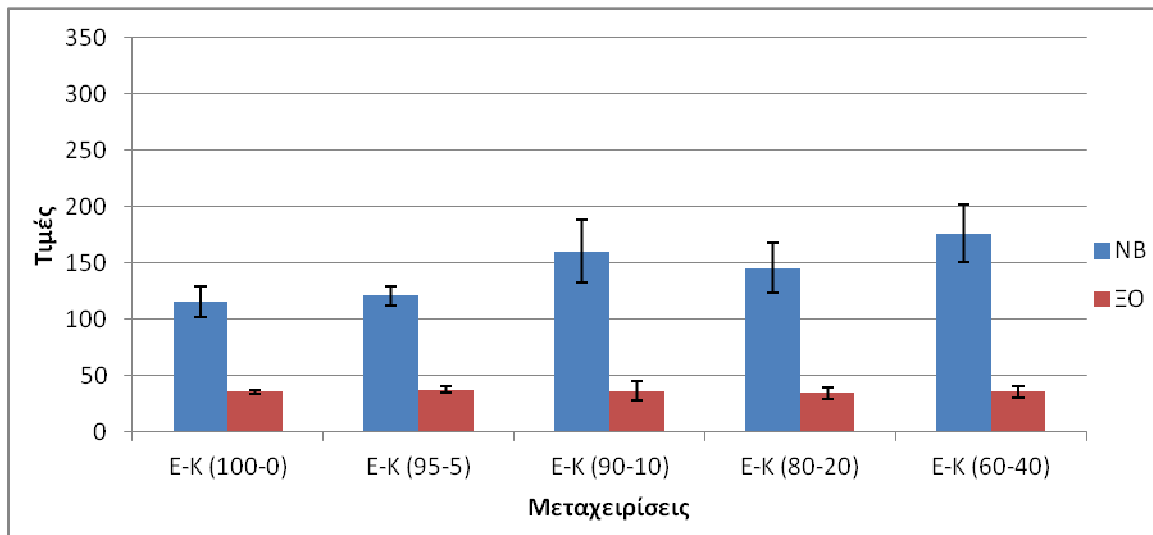


**Γράφημα 4.11:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

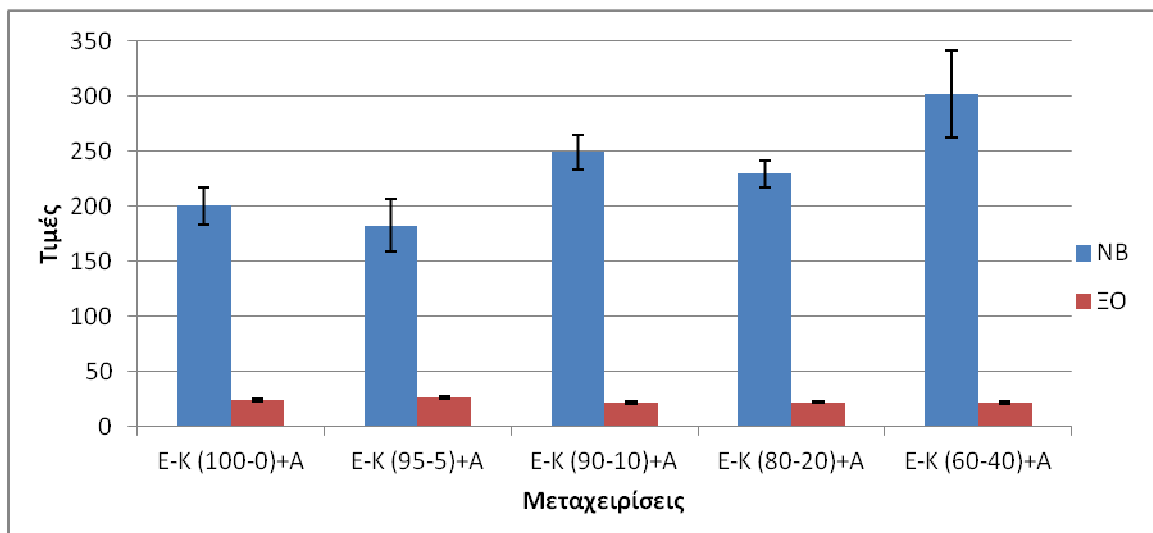


**Γράφημα 4.12:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο Φθορισμό των φύλλων, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range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

Σχετικά με το νωπό και ξηρό βάρος των φυτών τομάτας, τόσο με τη χρήση του αρδευτικού νερού όσο και αποβλήτων παρουσιάστηκε μικρή αύξηση στο νωπό βάρος και αντίστοιχα μικρή μείωση στην περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των φυτών μεταξύ των διαφορετικών υποστρωμάτων (διαφορετικές περιεκτικότητας σε κόμποστ). Όταν χρησιμοποιήθηκαν απόβλητα για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας είχαμε περίπου 50% αύξηση σε σχέση με τη χρήση αρδευτικού νερού (βλέπε Γράφημα 4.14).



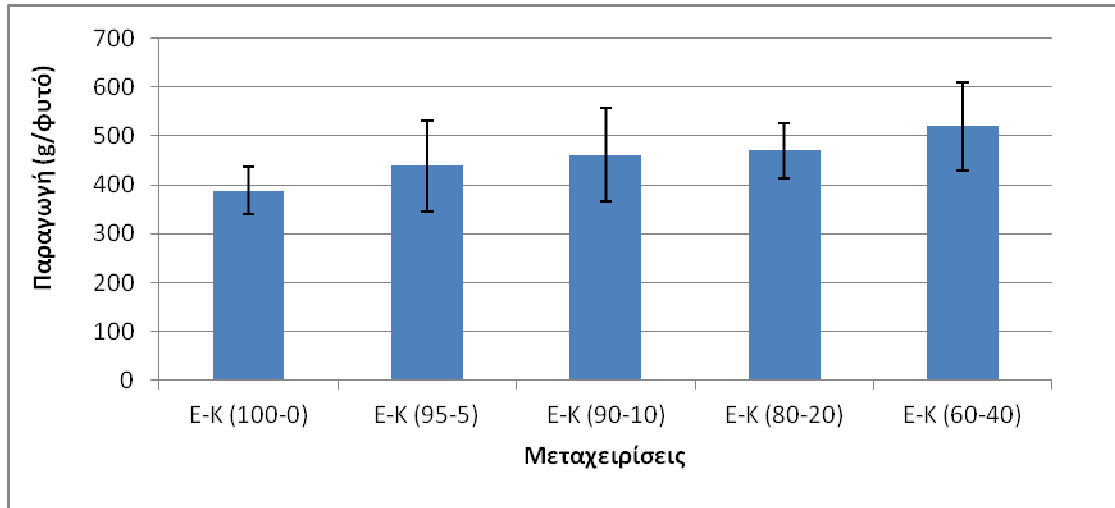
**Γράφημα 4.13:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



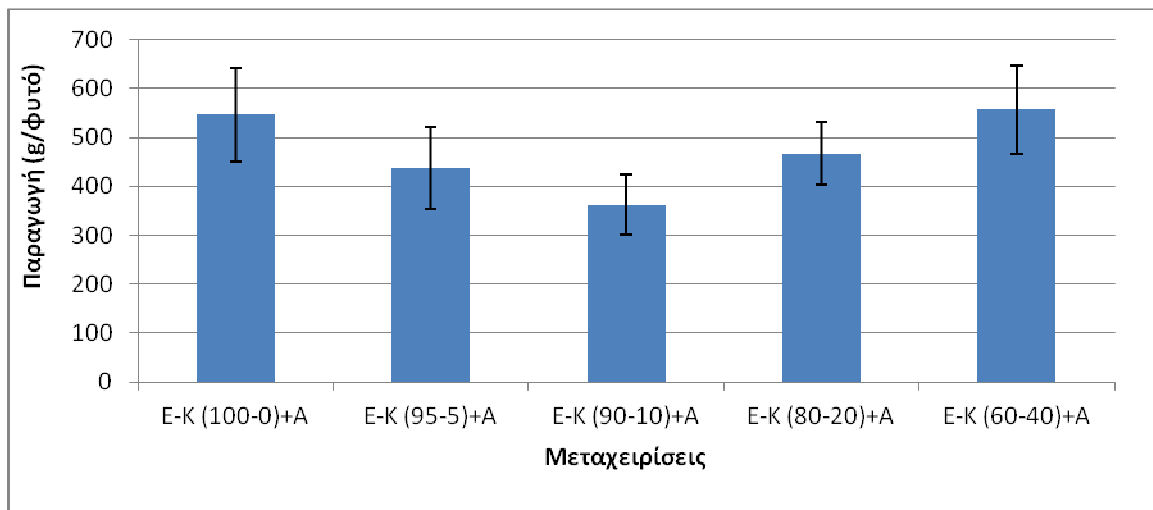
**Γράφημα 4.14:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του φυτού, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

#### 4.5.2. Επίδραση στην παραγωγή καλλιέργειας τομάτας

Δεν σημειώθηκαν ουσιαστικές αλλαγές στην παραγωγή φυτών τομάτας (g/φυτό) όταν χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές αναλογίες εδάφους και κόμποστ όταν αρδεύονταν με νερό (Γράφημα 4.15), ενώ με τη χρήση ΤΑ σημειώθηκε μείωση στην παραγωγή σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε Ε-Κ (90-10) + Α σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.16).

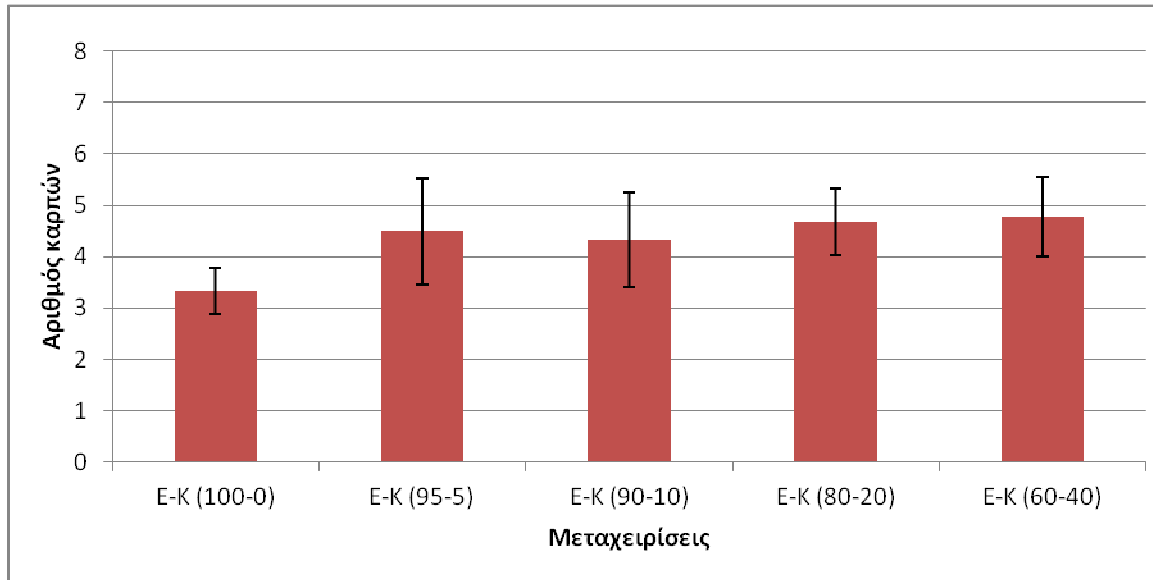


**Γράφημα 4.15:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην παραγωγή (g/φυτού), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

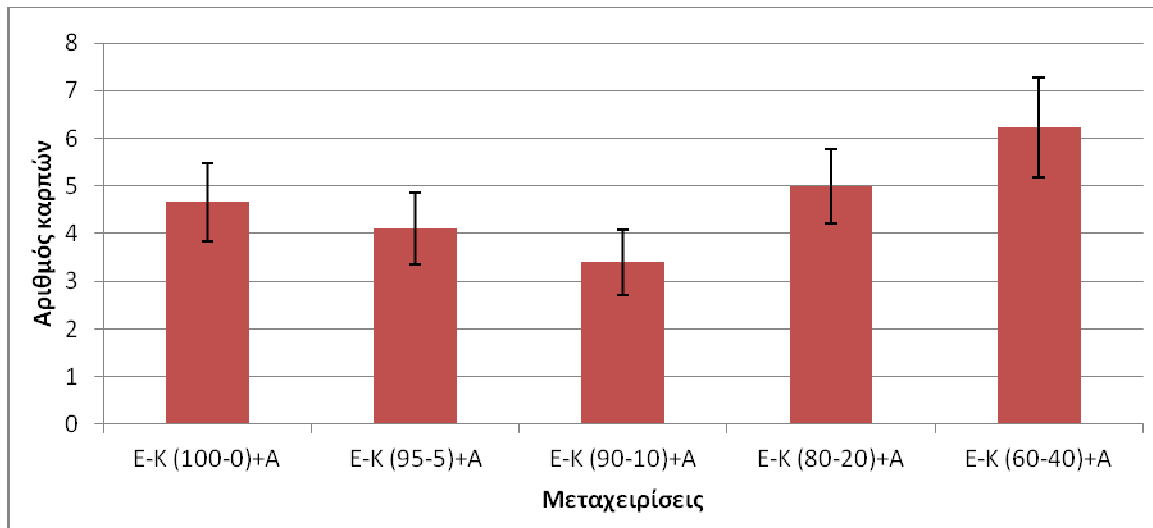


**Γράφημα 4.16:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στην παραγωγή (g/φυτού), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range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

Ο αριθμός των καρπών αυξήθηκε σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με > 20% κόμποστ, ενώ δεν διαφοροποιήθηκε στις μικρότερες περιεκτικότητες κόμποστ σε σχέση με το μάρτυρα με τη χρήση αρδευτικού νερού, ενώ όταν χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ, ο αριθμός των καρπών αν και διακυμάνθηκε, δεν διαφοροποιήθηκε μεταξύ των μεταχειρίσεων (βλέπε Γραφήματα 4.17-4.18).



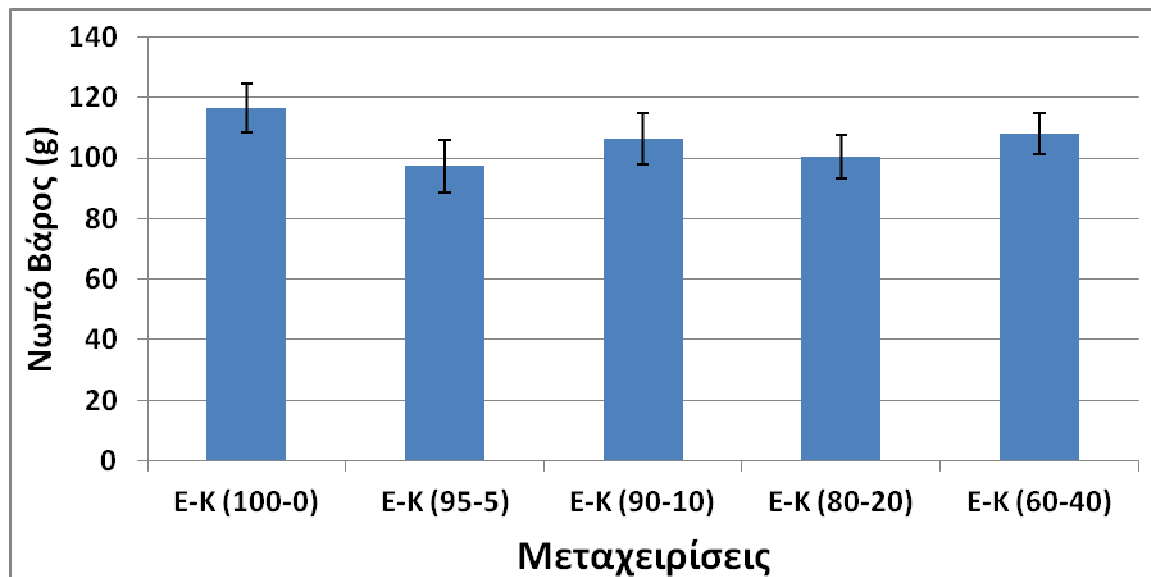
**Γράφημα 4.17:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



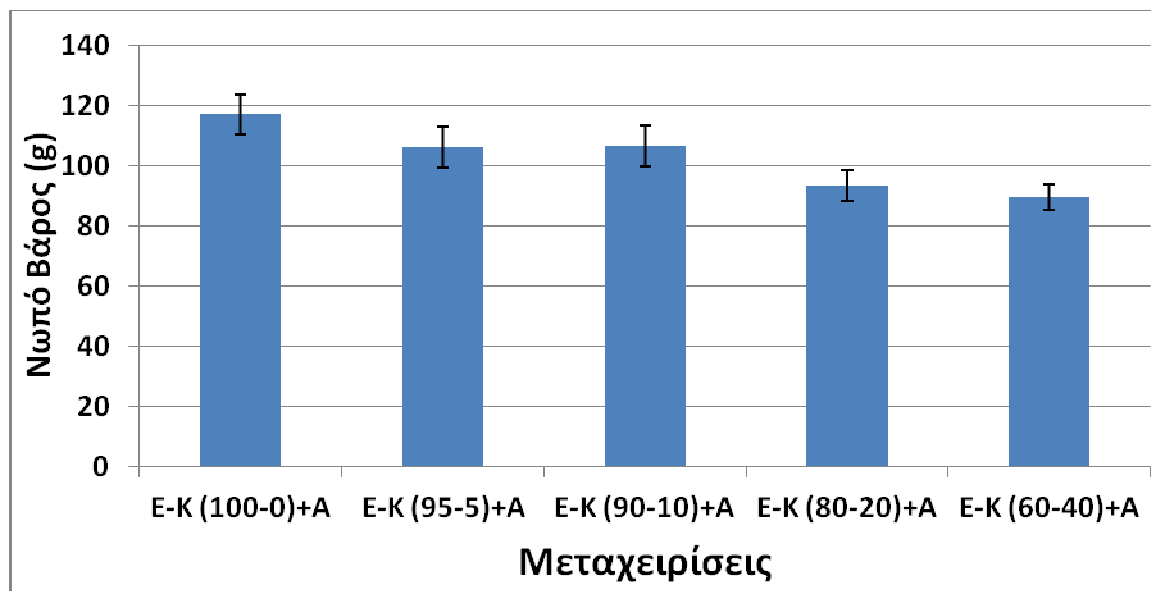
**Γράφημα 4.18:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στον αριθμό καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range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

### 4.5.3. Επίδραση στην ποιότητα καρπών τομάτας

Μείωση του νωπού βάρους των καρπών βρέθηκε στις μεταχειρίσεις E-K (95-5) και E-K (80-20) με χρήση αρδευτικού νερού (Γράφημα 4.19). Στην περίπτωση που η άρδευση γινόταν με ΤΑ, βρέθηκε μείωση στις μεταχειρίσεις E-K (80-20)+A και E-K (60-40)+A σε σχέση με το μάρτυρα(Γράφημα 4.20).

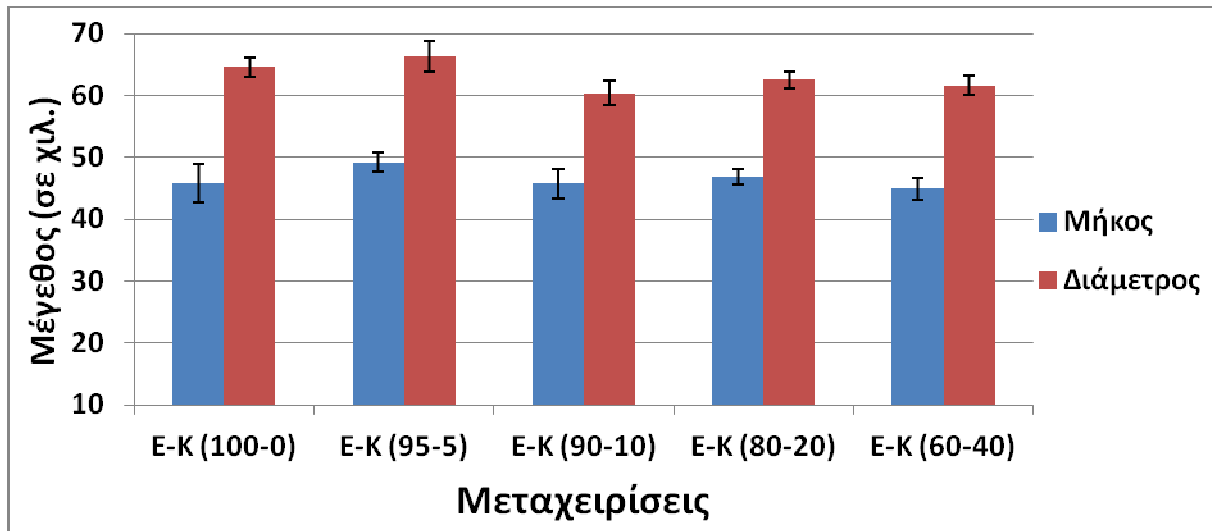


**Γράφημα 4.19:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο νωπό βάρος καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

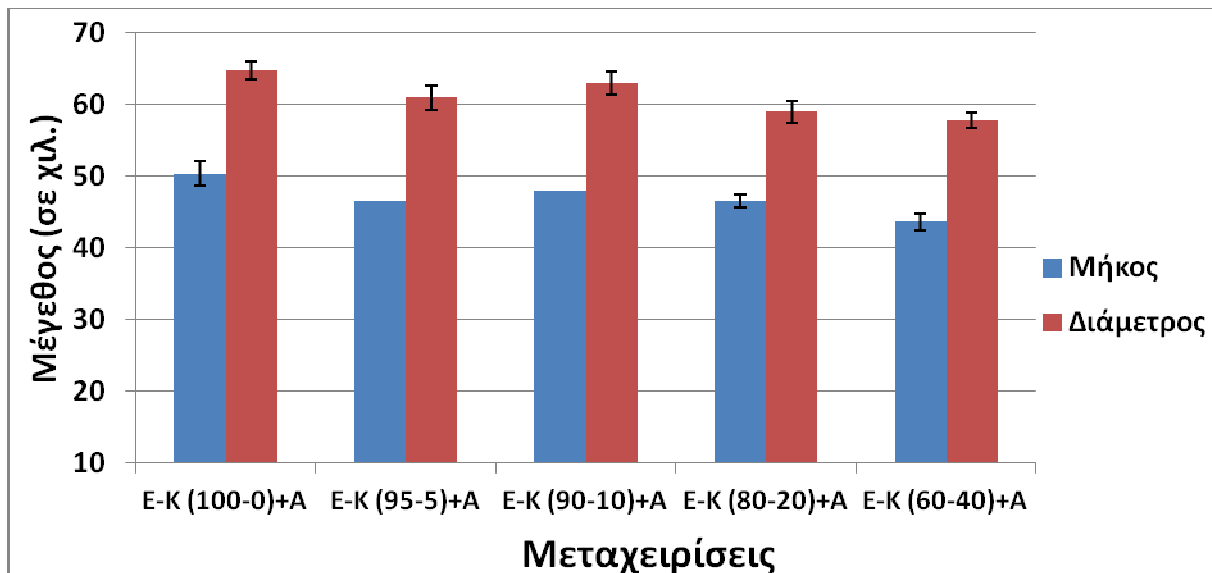


**Γράφημα 4.20:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο νωπό βάρος καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range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

Δεν σημειώθηκαν αλλαγές στο μήκος και το πλάτος (διάμετρος) των καρπών τομάτας όταν χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές αναλογίες εδάφους και κόμποστ με χρήση αρδευτικού νερού. Όταν όμως χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ για τις αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας βρέθηκε μείωση στη διάμετρο των καρπών σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε Ε-Κ (95-5)+Α, Ε-Κ (80-20)+Α και Ε-Κ (60-40)+Α ενώ το μήκος των καρπών μειώθηκε με την παρουσία κόμποστ μέσα στο υπόστρωμα (Γραφήματα 4.21-4.22).

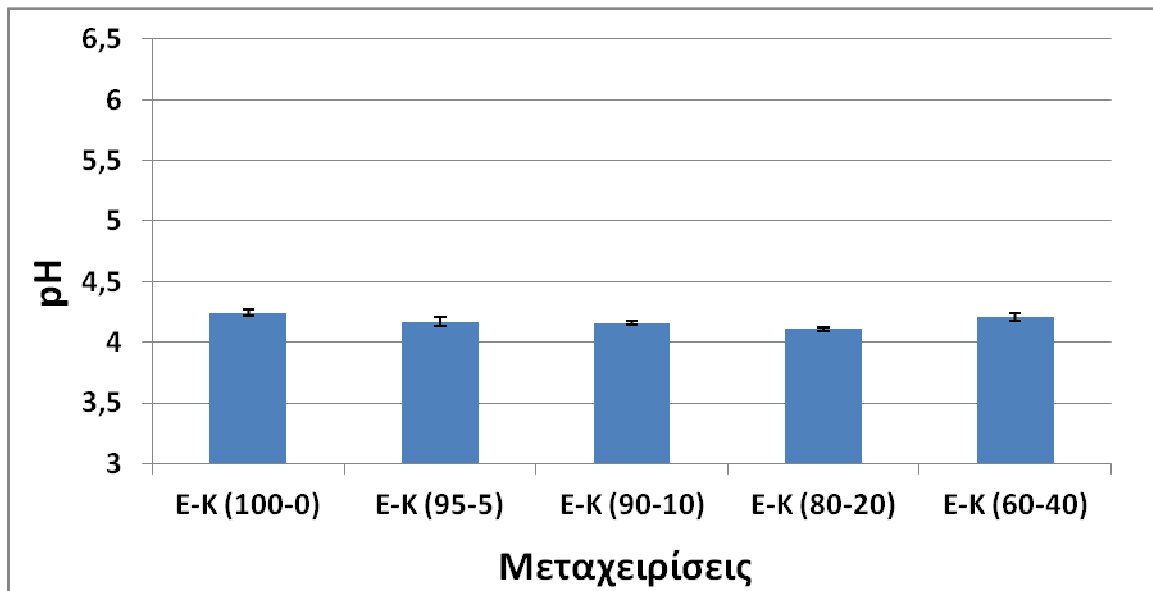


**Γράφημα 4.21:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στο μήκος και την περίμετρο των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

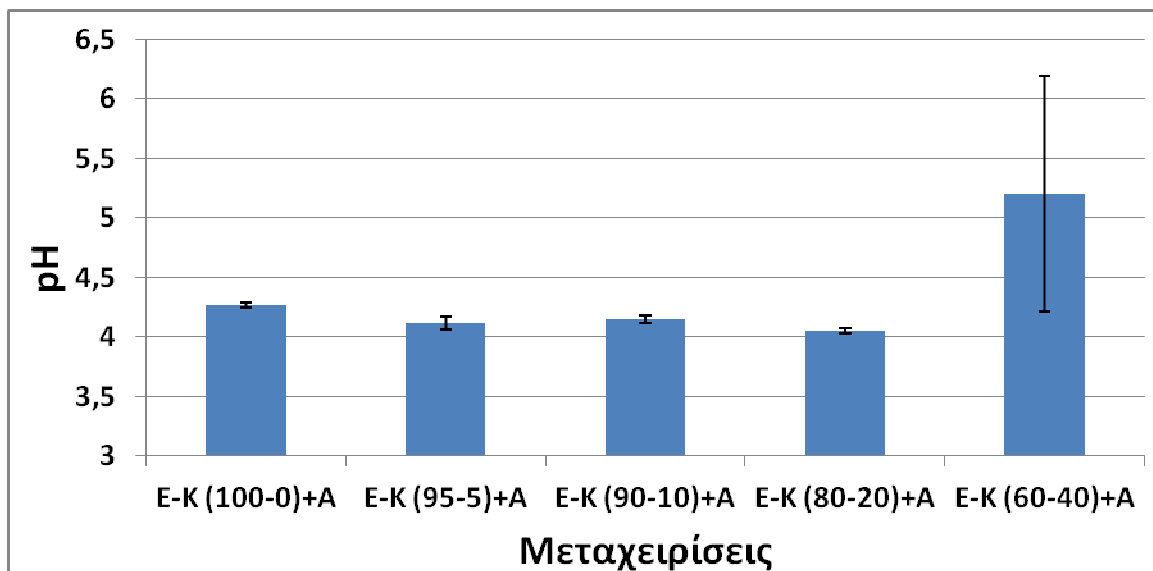


**Γράφημα 4.22:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στο μήκος και την περίμετρο των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's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

Δεν σημειώθηκαν ουσιαστικές αλλαγές στο pH των καρπών στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε διάφορες περιεκτικότητες κόμποστ με τη χρήση αρδευτικού νερού (Γράφημα 4.23). Με τη χρήση TA σημειώθηκε αύξηση κατά 18% σε σχέση με το μάρτυρα στη μεταχείριση E-K (60-40) + A (Γράφημα 4.24). Βέβαια αυτή η μεμονωμένη αύξηση, ίσως να οφείλεται και σε πιθανή λανθασμένη μέτρηση, και έτσι δεν θα μπορούσε να αποδοθεί στο κόμποστ, χωρίς περαιτέρω ανάλυση και επανάληψη της μέτρησης.



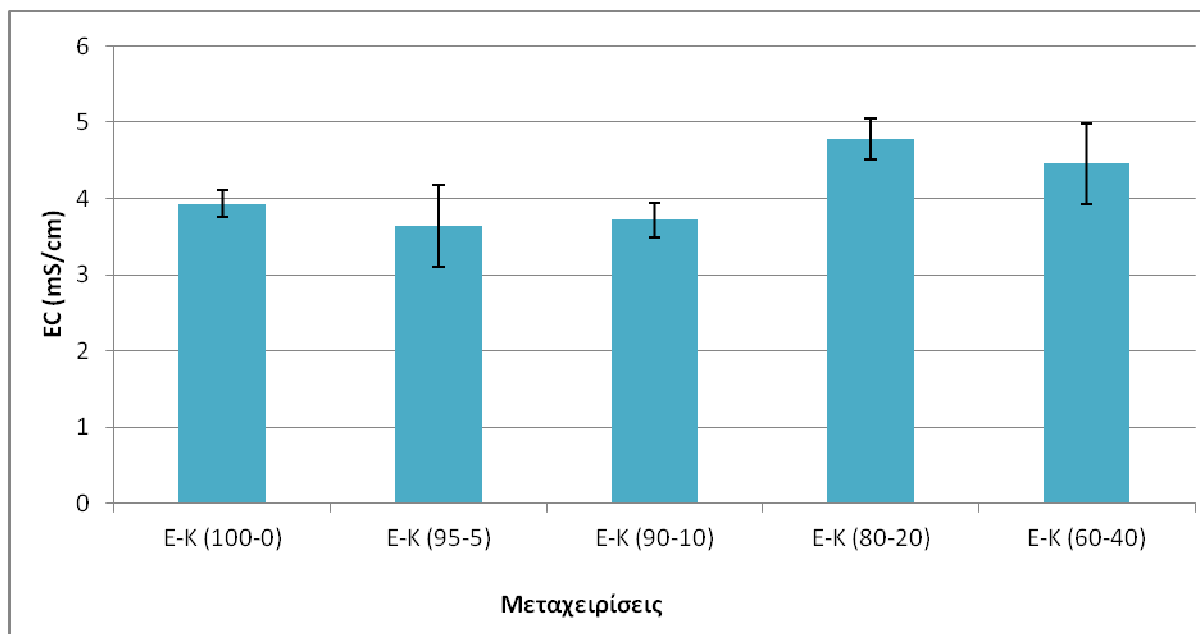
**Γράφημα 4.23:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο pH των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



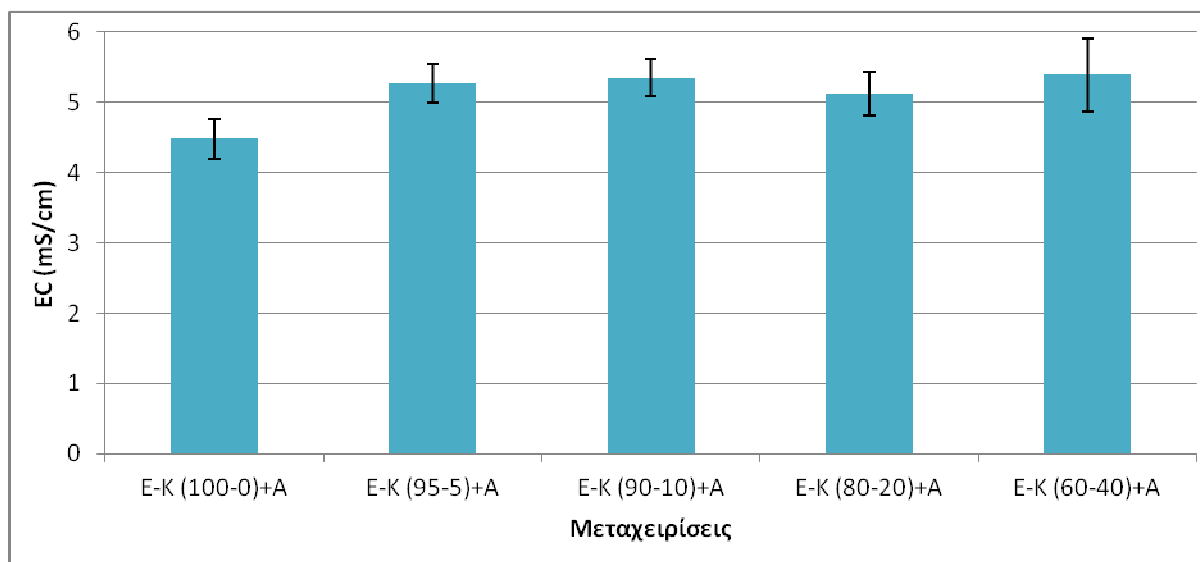
**Γράφημα 4.24:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο pH των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT)



Σχετικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC σε mS/cm) των καρπών (αλεσμένος χυμός καρπού) τομάτας βρέθηκε αύξηση στη μεταχείριση E-K (80-20) σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.25), ενώ μικρή αύξηση βρέθηκε σε όλα τα υποστρώματα που περιείχαν κόμποστ σε σχέση με το μάρτυρα με τη χρήση με ΤΑ (Γράφημα 4.26).

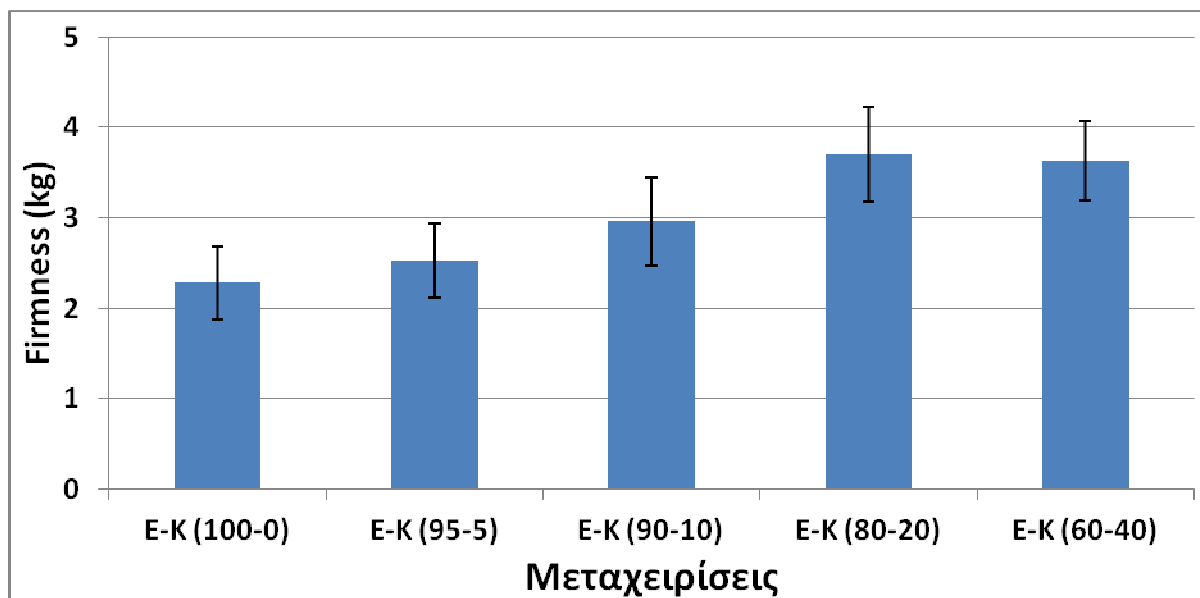


**Γράφημα 4.25:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στην EC (mS/cm) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

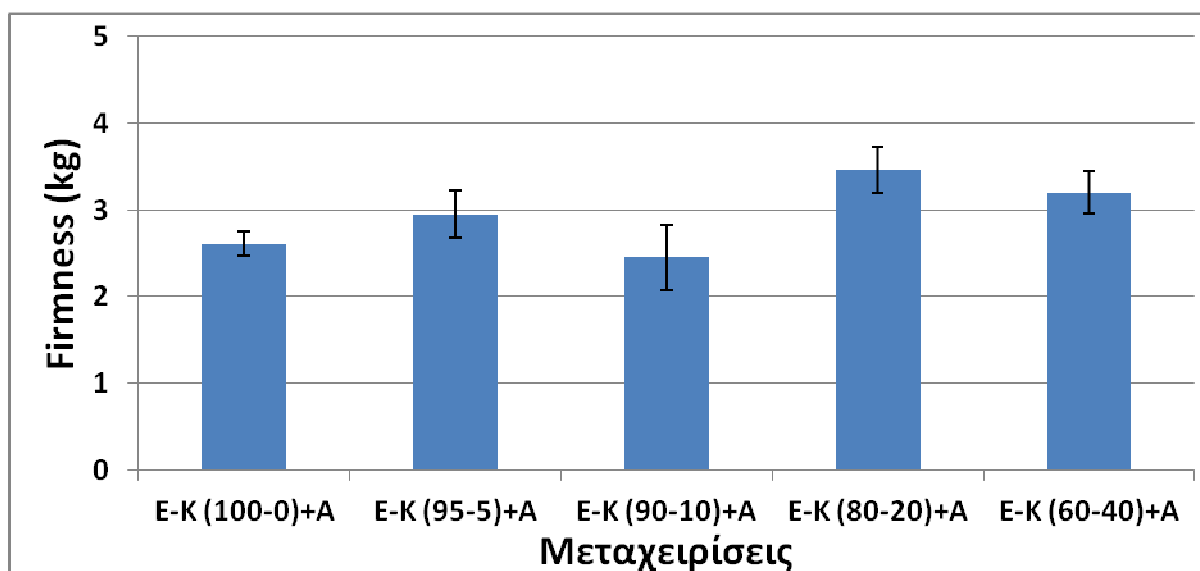


**Γράφημα 4.26:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στην EC (mS/cm) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομ σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range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

Στην αντίσταση της σάρκας (firmness) των καρπών μεταξύ των μεταχειρίσεων με κόμποστ και των επεμβάσεων με νερό υπήρχε σταδιακή αύξηση (Γράφημα 4.27), που έγινε σημαντική στα υποστρώματα με περιεκτικότητα > 20% σε κόμποστ, ενώ με τη χρήση ΤΑ μεγαλύτερη αύξηση είχε η μεταχείριση Ε-Κ (80-20) + Α σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.28).

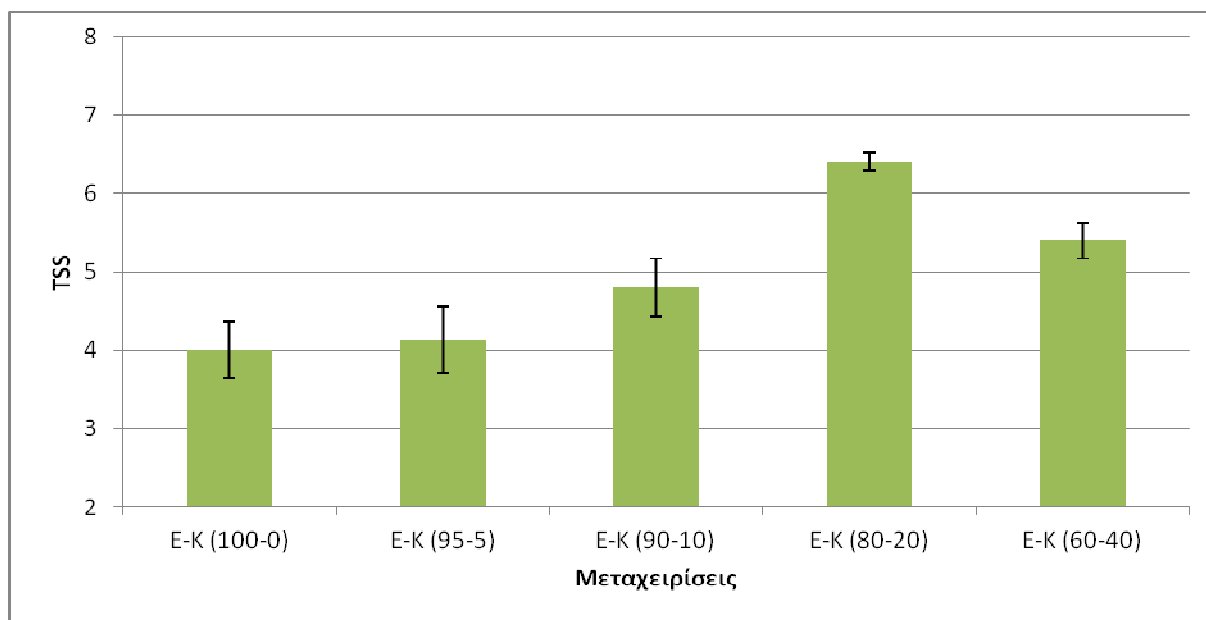


**Γράφημα 4.27:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην αντίσταση της σάρκας στην πίεση (Firmness σε Kg) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test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

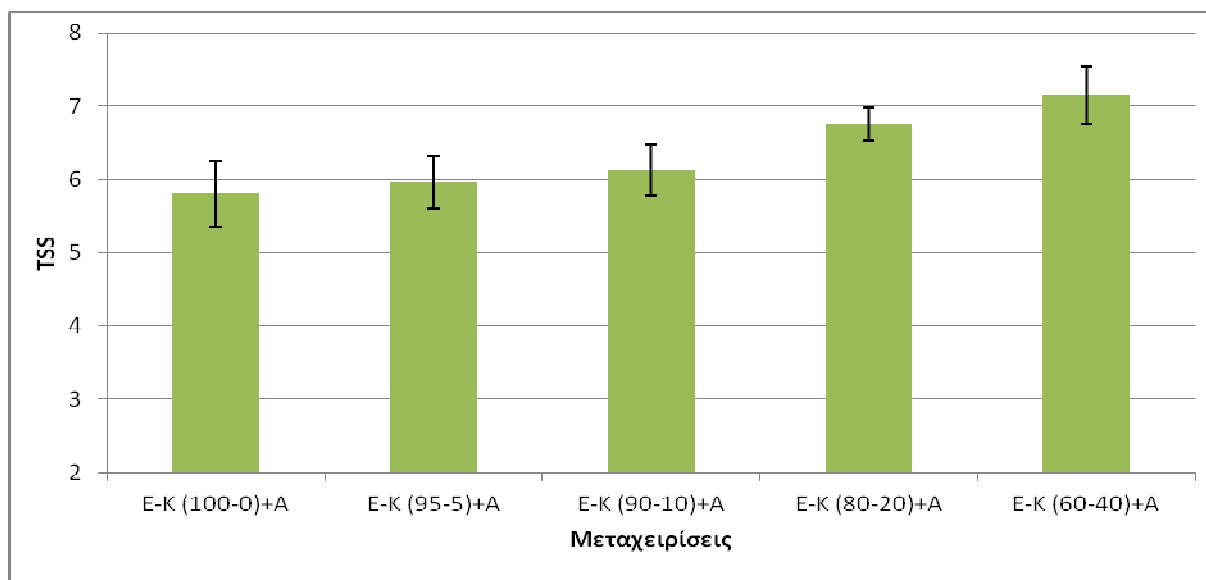


**Γράφημα 4.28:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στην αντίσταση της σάρκας στην πίεση (Firmness σε Kg) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό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

Όσον αφορά τον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών (TSS) σε καρπούς τομάτας, παρατηρήθηκε αύξηση κατά 35% στη μεταχείριση E-K (80-20) σε σχέση με το μάρτυρα (Γράφημα 4.29), ενώ μεταξύ των μεταχειρίσεων με κόμποστ και των επεμβάσεων με τη χρήση ΤΑ υπήρχε σταδιακή αύξηση σε περιεκτικότητα > 20% σε κόμποστ (Γράφημα 4.30).

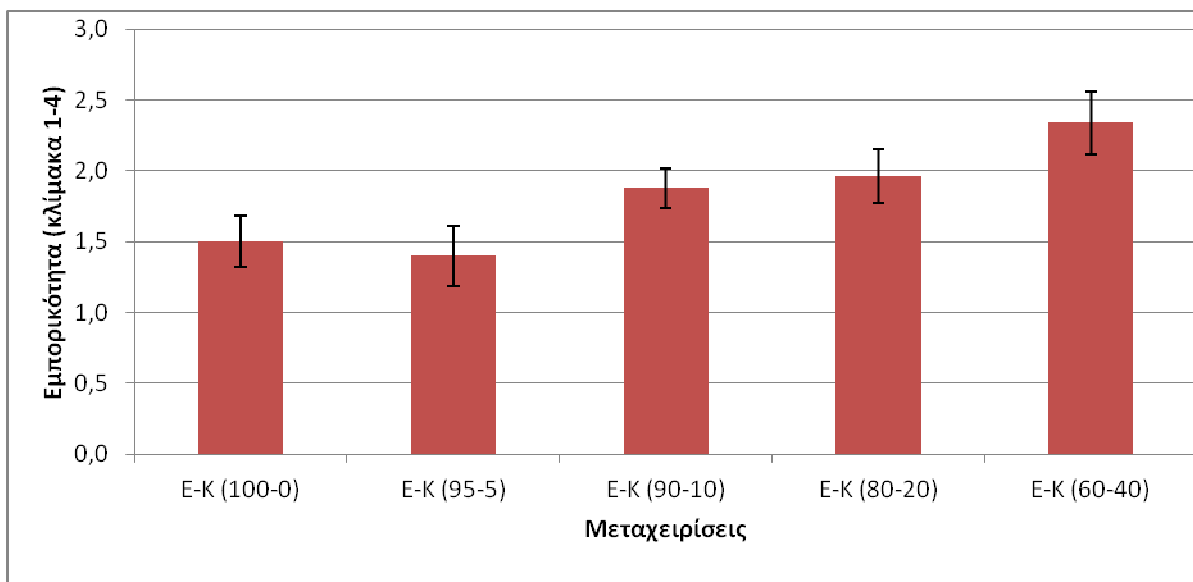


**Γράφημα 4.29:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στα Ολικά Διαλυτά Στερεά (TSS) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

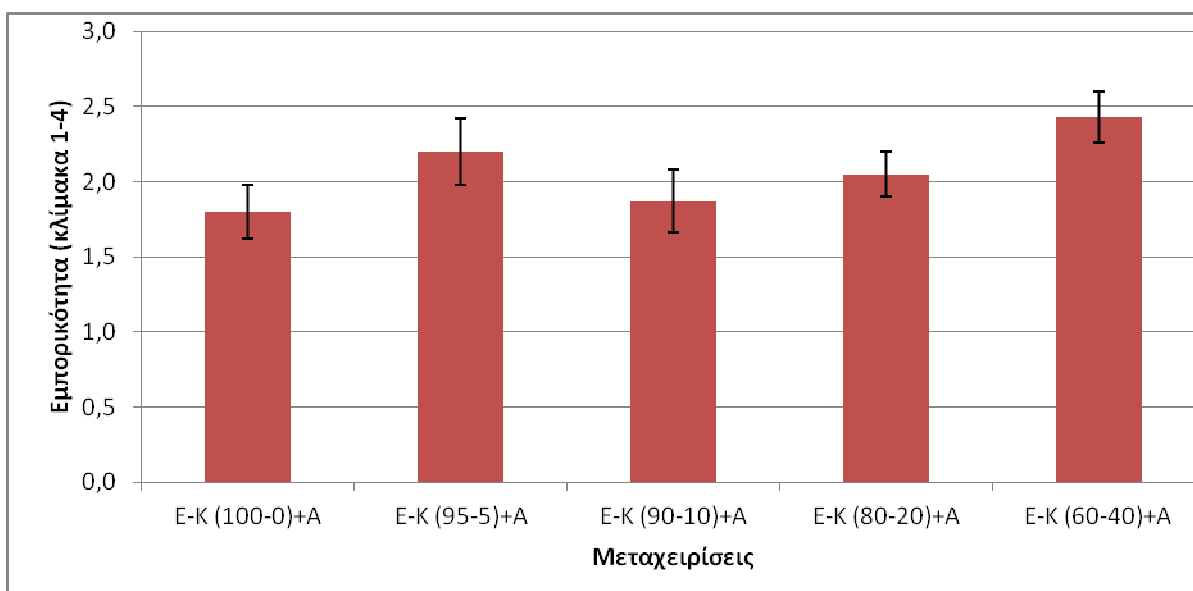


**Γράφημα 4.30:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στα Ολικά Διαλυτά Στερεά (TSS) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Η εμπορικότητα των καρπών μετρήθηκε με βάση την κλίμακα 1-4 και με τη χρήση του αρδευτικού νερού παρατηρήθηκε ότι όλες οι μεταχειρίσεις με κόμποστ έδωσαν πιο υψηλά αποτελέσματα σε σχέση με το μάρτυρα εκτός από την E-K (95-5) (Γράφημα 4.31). Αντίθετα, με τη χρήση των ΤΑ οι μεταχειρίσεις E-K (95-5) + Α και E-K (60-40) + Α έδωσαν πιο υψηλή κλίμακα σε σχέση με το μάρτυρα. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν διαφορές (Γραφήματα 4.32).

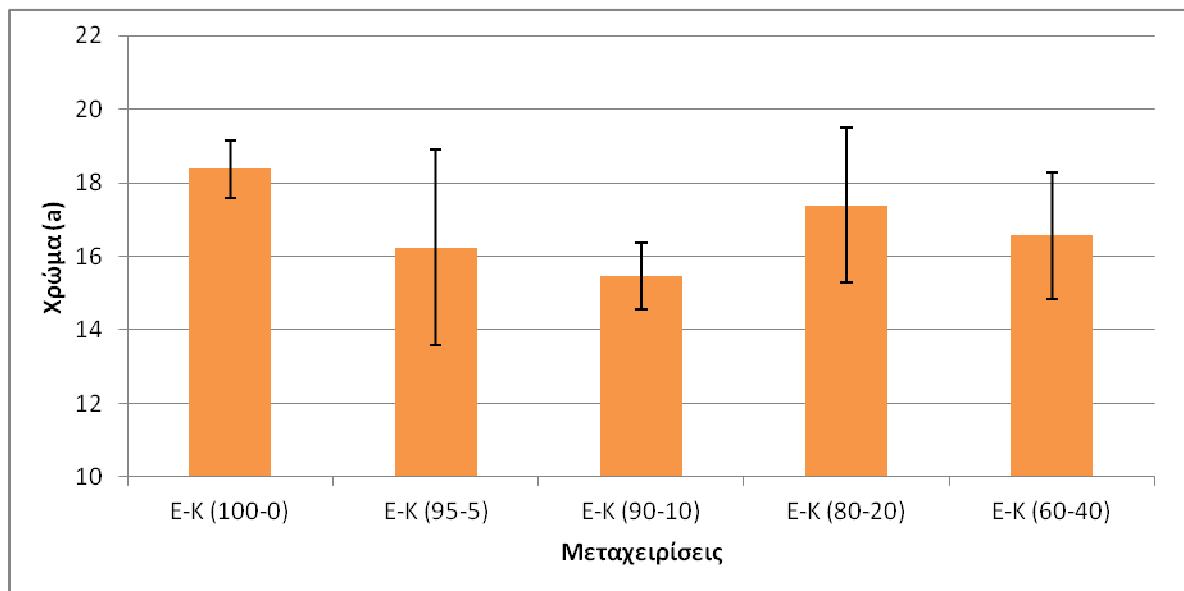


**Γράφημα 4.31:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με νερό στην εμπορικότητα των καρπών (κλίμακα 1-4), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

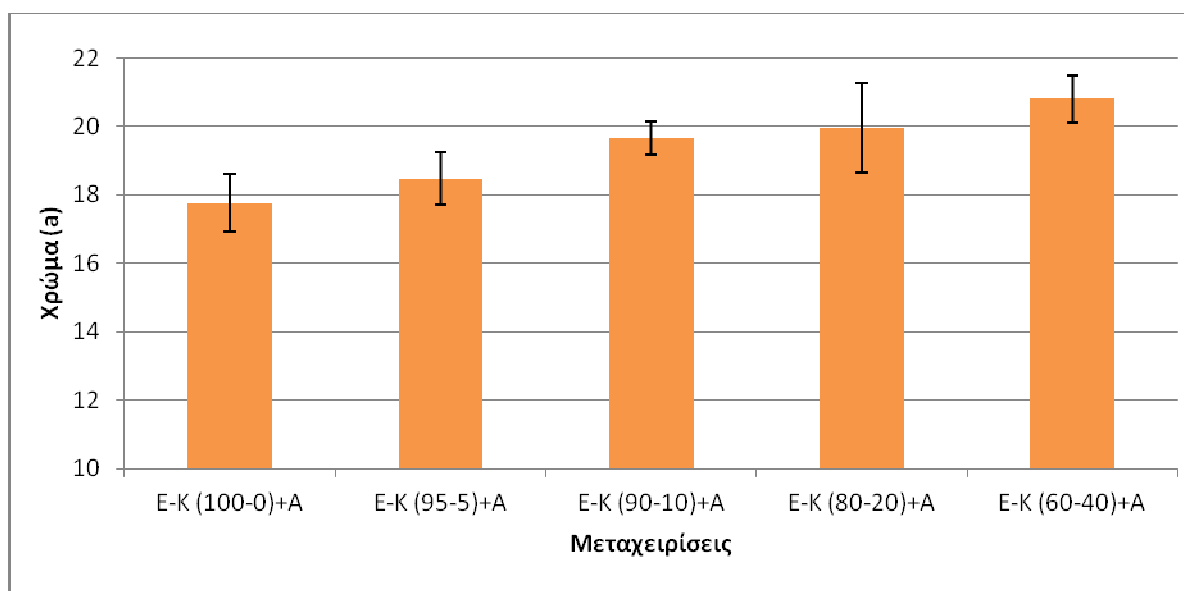


**Γράφημα 4.32:** Επίδραση κόμποστ (Κ) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (Ε) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (Α) στην εμπορικότητα των καρπών (κλίμακα 1-4), σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το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

Το χρώμα των καρπών της τομάτας μετρήθηκε με χρωματόμετρο και διαχωρίστηκε σε a, b και L (Γραφήματα 4.33-4.38). Βρέθηκε μείωση του χρώματος a των καρπών στην μεταχείριση με 10% κόμποστ με την χρήση αρδευτικού νερού, ενώ αντίθετα με την χρήση υγρών αποβλήτων, αυξήθηκε το χρώμα a των καρπών σε μεταχειρίσεις με >10% κόμποστ (Γραφήματα 4.33-4.34).



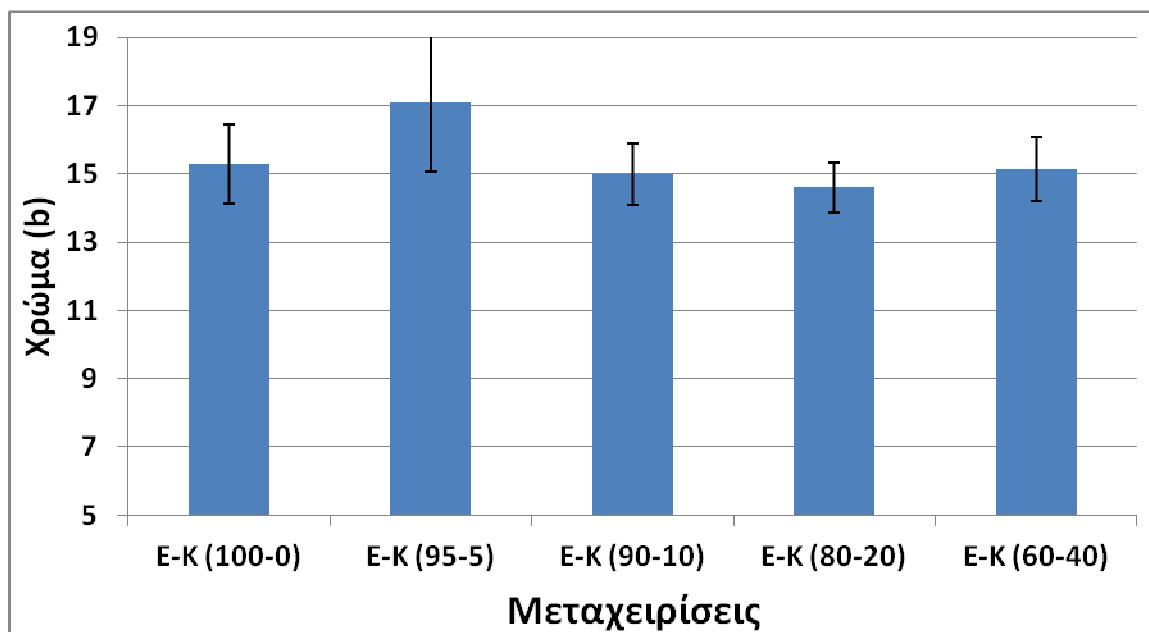
**Γράφημα 4.33:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο χρώμα (a) των καρπών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



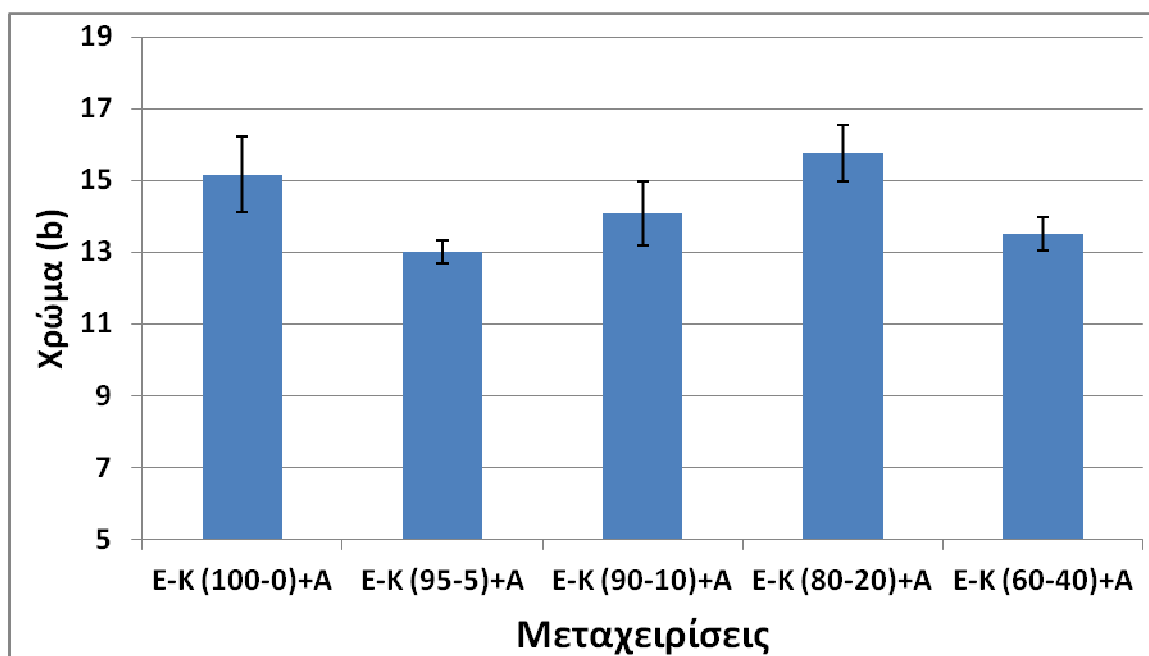
**Γράφημα 4.34:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο χρώμα (a) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple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



Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο χρώμα b των καρπών τομάτας που αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με κόμποστ τόσο με χρήση αρδευτικού νερού όσο και με χρήση αποβλήτων (Γραφήματα 4.35-4.36).

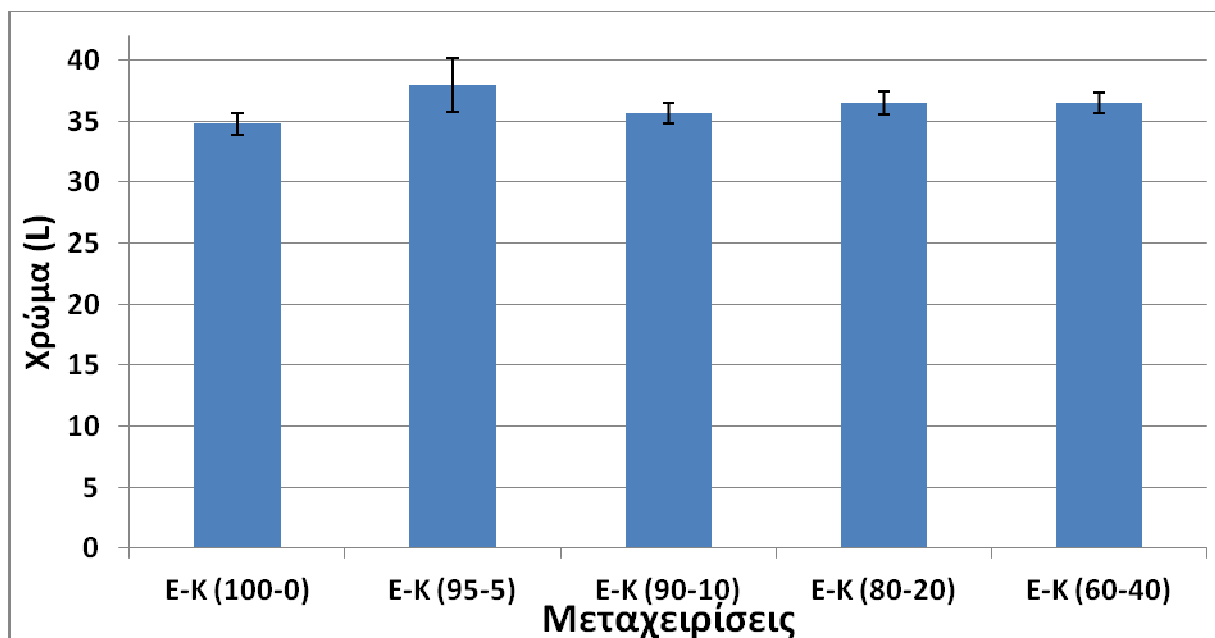


**Γράφημα 4.35:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο χρώμα (b) των καρπών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

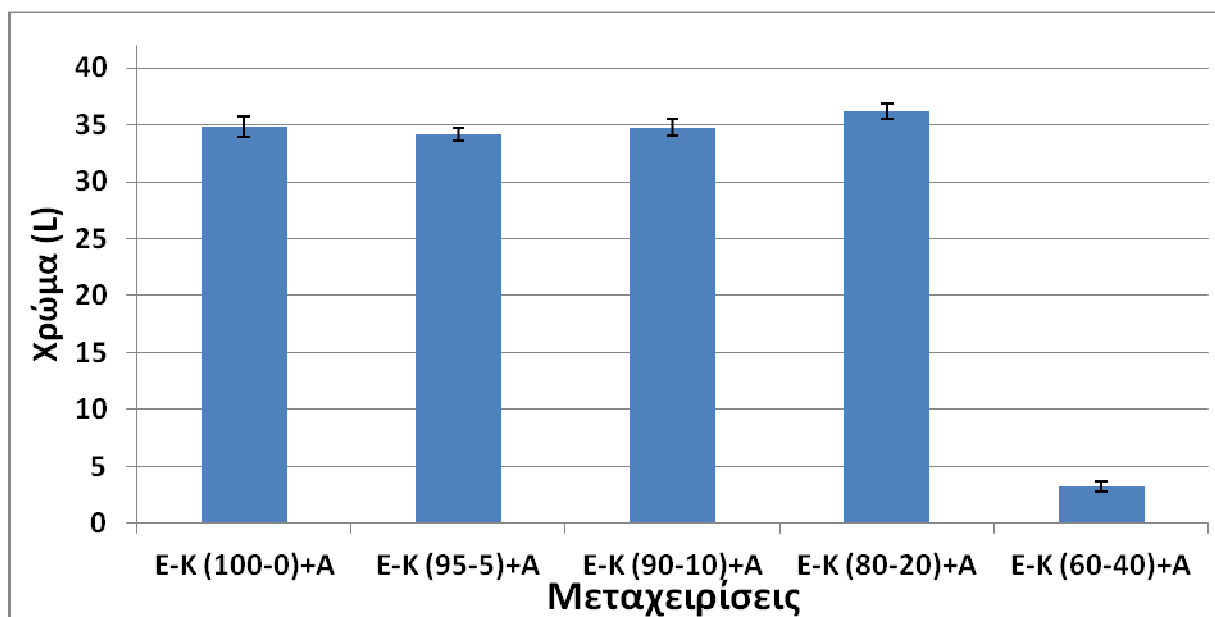


**Γράφημα 4.36:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο χρώμα (b) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο χρώμα L των καρπών τομάτας που αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα με κόμποστ τόσο με χρήση αρδευτικού νερού όσο και με χρήση αποβλήτων με εξαίρεση την μείωση του στην μεταχείριση με 40% κόμποστ και απόβλητα (Γραφήματα 4.37-4.38).



**Γράφημα 4.37:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με νερό στο χρώμα (L) των καρπών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).



**Γράφημα 4.38:** Επίδραση κόμποστ (K) σε διαφορετικές αναλογίες με έδαφος (E) με χρήση Τριτοβάθμιων Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (A) στο χρώμα (L) των καρπών, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας σε γλάστρες. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) σύμφωνα με το Duncan's Multiple Range Test (MRT).

#### 4.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

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, η 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 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 χρησιμοποιηθεί 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 το λόγο αυτό, στην παρούσα μελέτη, αξιολογήθηκε η επίδραση κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων με ή χωρίς χρήση τριτοβάθμιων επεξεργασμένων αστικών λυμάτων

σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. Αρχικά στον προσδιορισμό αύξησης/ανάπτυξης των φυτών σημειώθηκε αύξηση με περιεκτικότητα κόμποστ 40% στο ύψος, τον αριθμό φύλλων και το πάχος του στελέχους με τη χρήση αρδευτικού νερού, ενώ με τη χρήση ΤΑ υπήρξε αύξηση στα φύλλα, το πάχος στελέχους και το φθορισμό. Επιπροσθέτως θετική επίδραση σε χαμηλή περιεκτικότητα κόμποστ (5%) βρέθηκε στους καρπούς και στα φύλλα προς το τέλος του πειράματος αλλά και στο πάχος στελέχους. Αντίθετα, με τη χρήση ΤΑ, η χαμηλή περιεκτικότητα κόμποστ έδωσε αρνητικά αποτελέσματα στον αριθμό των καρπών και φύλλων. Γενικότερα στον αριθμό των ανθέων υπήρξε αύξηση κατά 50% καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Ομοίως, η χρήση κόμποστ επηρέασε θετικά την αυξήσει/ανάπτυξη των φυτών πιπεριάς (Tzortzakis et al., 2011a).

Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς την ανάπτυξη των φυτών, σε προηγούμενη μελέτη που αφορούσε την άρδευση δυο ειδών κωνοφόρων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα και με σκέτο νερό (Sakellariou-Makrantonaki *et al.*, 2003). Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι εκτός από ΤΑ χρησιμοποιήθηκε κόμποστ σε διάφορες αναλογίες και επέδρασε κατά ένα μεγάλο ποσοστό στα τελικά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

Όσον αφορά στο ύψος των φυτών παρατηρήθηκε μείωση σε χαμηλή περιεκτικότητα κόμποστ, ενώ αυξήθηκε στη μεταχείριση E-K (60-40) με τη χρήση νερού. Αντίθετα δεν σημειώθηκαν αλλαγές με τη χρήση ΤΑ. 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 (Παπαγρηγορίου, 2004). Πιθανότατα, ο λόγος που το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης μελέτης διαφέρει σε σχέση με το αποτέλεσμα της παρούσας εργασίας είναι ότι στη μελέτη αυτή η μοναδική επιπλέον πηγή θρεπτικών στοιχείων προέρχονταν από τα ΤΑ, ενώ στην παρούσα εργασία, η κύρια πηγή θρεπτικών στοιχείων ήταν το κόμποστ και σε πολύ μικρότερο βαθμό τα ΤΑ. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν όταν χρησιμοποιήθηκε κόμποστ σε καλλιέργεια γερανίου (Ribeiro et al., 2000).

Σχετικά με τον αριθμό των ανθέων η χρήση κόμποστ είχε θετική επίδραση, αφού παρατηρήθηκε αύξηση 50% σε όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών με τη χρήση νερού, ενώ με τη χρήση ΤΑ παρουσιάστηκε μείωση με περιεκτικότητα κόμποστ πάνω από 20%.

Ως προς τον αριθμό σχηματισθέντων καρπών, τις πρώτες 30 ημέρες του πειράματος βρέθηκε μικρότερος αριθμός παραγόμενων καρπών στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε κόμποστ 40% και στο μάρτυρα, ενώ υψηλότερα ποσοστά καθ' όλη τη διάρκειά του, έδωσαν τα φυτά στη μεταχείριση με 5% κόμποστ σε αρδευόμενο νερό. Με τη χρήση ΤΑ

χαμηλότερα ποσοστά είχε η αναλογία 5% κόμποστ, ενώ αύξηση παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα 20%.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της μέτρησης του φθορισμού των φύλλων δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές όταν τα φυτά τομάτας ποτίζονταν με αρδευτικό νερό, ενώ αντίθετα όταν η άρδευση γινόταν με ΤΑ σημειώθηκε αύξηση στην περιεκτικότητα κόμποστ 40%.

Σχετικά με το νωπό και ξηρό βάρος των φυτών η χρήση ΤΑ επέδρασε θετικά αναλογικά με τη χρήση αρδευτικού νερού στις διαφορετικές περιεκτικότητες κόμποστ, αφού σημειώθηκε περίπου 50% αύξηση.

Όσον αφορά την παραγωγή (g/φυτό) δεν υπήρξαν αλλαγές με τη χρήση νερού, ενώ η χρήση ΤΑ επέδρασε αρνητικά στην περιεκτικότητα 10% σε σχέση με το μάρτυρα. Αντίθετα ο αριθμός των καρπών επηρεάστηκε θετικά όταν η περιεκτικότητα κόμποστ ήταν πάνω από 20% όταν χρησιμοποιήθηκε αρδευτικό νερό, όμως δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές με τη χρήση ΤΑ.

Μελετήθηκε επίσης και η ποιότητα των καρπών και πιο συγκεκριμένα το νωπό βάρος, το οποίο και εμφανίστηκε μειωμένο στις μεταχειρίσεις με 5 και 20% περιεκτικότητα σε κόμποστ σε αρδευόμενο νερό, όπως ομοίως μείωση παρατηρήθηκε και στα ΤΑ στις μεταχειρίσεις κόμποστ πάνω από 20%. Μείωση βρέθηκε και στη διάμετρο (πλάτος) των καρπών στις αναλογίες 5, 20 και 40% και στο μήκος τους σε όλες τις μεταχειρίσεις που χρησιμοποιήθηκε κόμποστ, όταν έγινε χρήση ΤΑ. Αντίθετα δεν σημειώθηκαν αλλαγές στο μήκος και το πλάτος με άρδευση με νερό.

Επιπλέον μελέτες έγιναν σε χυμό αλεσμένων καρπών τομάτας, όπου προσδιορίστηκαν το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και τα Ολικά Διαλυτά Στερεά (TSS). Προσδιορίστηκαν ακόμα σε καρπούς τομάτας, η αντίσταση της σάρκας στην πίεση (Firmness), η εμπορικότητα (κλίμακα 1-4), το χρώμα (a, b) και φωτεινότητα (L) των καρπών.

Πιο συγκεκριμένα για την αντίσταση της σάρκας των καρπών στην πίεση (Firmness) με χρήση νερού ποτίσματος, παρουσιάστηκε σταδιακή αύξηση με σημαντικότερη αυτή που χρησιμοποιήθηκε υπόστρωμα πάνω από 20%. Όταν εφαρμόστηκαν ΤΑ βρέθηκε αύξηση στο υπόστρωμα 20%. Αναφορικά με την εμπορικότητα (κλίμακα 1-4) οι μετρήσεις με 10%, 20% και 40% κόμποστ έδωσαν θετικότερα αποτελέσματα σε σχέση με το μάρτυρα στην περίπτωση που τα φυτά αρδεύονταν με νερό. Αύξηση όμως παρουσίασε και η μεταχείριση του κόμποστ 40% με χρήση ΤΑ. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν σε μεγάλο ποσοστό με αντίστοιχη καλλιέργεια πιπεριάς με την χρήση κόμποστ (Tzortzakis et

al., 2011b).

Οι μετρήσεις της EC και των TSS σε χυμό αλεσμένων καρπών τομάτας χαρακτηρίστηκαν από γενική αύξηση, ιδιαίτερα στις υψηλές περιεκτικότητες κόμποστ για τον προσδιορισμό των TSS και με τους δύο τρόπους άρδευσης, όπως επίσης και στον προσδιορισμό της EC με νερό άρδευσης, ενώ όταν χρησιμοποιήθηκαν ΤΑ όλες οι μετρήσεις σε σχέση με το μάρτυρα είχαν οριακή αύξηση και ιδιαίτερα στις χαμηλές συγκεντρώσεις.

Στην Ελλάδα, η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση γενικά βρίσκεται σε ερευνητικό επίπεδο με πιλοτικά έργα να λειτουργούν ή να βρίσκονται σε φάση κατασκευής. Με τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα επισημαίνεται η ανάγκη να θεσπιστούν και στη χώρα μας οδηγίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων εκροών αστικών υγρών αποβλήτων, κατά τα πρότυπα άλλων χωρών. Τα μόνα αξιόλογα έργα που έχουν γίνει είναι αυτό του Δήμου Χερσονήσου του Νομού Ηρακλείου όπου χρησιμοποιούνται τα επεξεργασμένα λύματα από το βιολογικό καθαρισμό για αρδευτικού σκοπούς, κυρίως για την άρδευση ελαιόδεντρων. Στις 15 Δεκεμβρίου 2009 ξεκίνησε επίσημα το πρόγραμμα «Γεωργική Αξιοποίηση Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων ως Εναλλακτικός Υδατικός Πόρος». Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα θα γίνεται αξιοποίηση των υγρών αποβλήτων τριτοβάθμιας επεξεργασίας και θα αρδεύονται ελαιώνες και αμπέλια στο Δήμο Τεμένους και στη περιοχή της Φοινικιάς.

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, απαλλαγμένων από μικροοργανισμούς και ασθένειες, ενώ ταυτόχρονα θα γίνεται ορθολογική χρήση των στερεών και υγρών αποβλήτων, εξασφαλίζοντας την προστασία του περιβάλλοντος.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

#### Ελληνική

- Αγγελάκης ΑΝ., Τσομπάνογλου Γ., 1995. Υγρά απόβλητα. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας και ανάκτησης, επαναχρησιμοποίησης και διάθεσης εκροών. Ηράκλειο, Ελλάδα, 2, 157-199.
- Αλεξανδράκη Σ., Ταυλάκης Α., 2004. Αξιολόγηση παραγωγικών χαρακτηριστικών υβριδίων τομάτας θερμοκηπίου. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, ΑΤΕΙ Ηρακλείου, σελ.65.
- Ανδρεαδάκης Α., Κατσίρη Α., Μαμάης Δ., 2001. Επεξεργασία και Διάθεση Αποβλήτων. Τεχνολογία Αντιμετώπισης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Τόμος Α΄. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Πάτρα.
- Ανώνυμος, 2010. Βελτιστοποίηση ανάκτησης και κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος των στέρεων αποβλήτων και αποτελεσματική αξιοποίηση του κόμποστ σε αγροτικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.
- Ανώνυμο, 2005. επικαιροποίηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων Περιφ. Κρήτης.
- Ανώνυμος, 2002. Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. ΚΥΑ 29407/3508, Φ.Ε.Κ. 1572/Β/16-12-2002.
- Ανώνυμος, 1997. Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. ΚΥΑ 114218, Φ.Ε.Κ. 1016/Β/17-11- 97.
- Βλοντάκης Γ., 2007. Η παραγωγή κόμποστ του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης της Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α. Χανίων. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Σελ. 85.
- Γερόσταθος, Κ. και Κωστάκης, Γ., (1993). "Αερόβια Χώνευση Οργανικών Στερεών Αποβλήτων". Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, Σελ. 69.
- 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 κόμποστ. Η ελληνική και διεθνής εμπειρία. Εισηγήση στο 1ο Συνέδριο για τη διαχείριση απορριμμάτων της Ε.Ε.Δ.Σ.Α., Αθήνα 2002.
- Μανιός Β., 2006. Κομποστοποίηση: Τάσεις, προοπτικές, προϋποθέσεις. Πανελλήνια Σύνοδος Φορέων για τα Αστικά Στερεά Απόβλητα. Εισηγήσεις συνεδρίου. Χανιά, 13-15 Απριλίου 2006.
- Μανιός Β., 1989. Παρασκευή οργανοχουμικών υλικών (Composts) από οργανικά υπολείμματα και εφαρμογές τους στη γεωργία. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών τ. 3, 1986-1989, σελ. 47-65.
- Μανιός ΒΙ., Μανιαδάκης ΚΜ., 2001. Προδιαγραφές ποιότητας κόμποστ. «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., 2003. Περιβαλλοντική Πολιτική & Κοινωνική ευαισθητοποίηση. Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης, Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας. Τμήμα Κοινωνικής Εργασίας.
- 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. 39-209.
- Ολύμπιος, Χ.Μ., 1994. Στοιχεία Γενικής Λαχανοκομίας. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα. Σελ. 209.
- Πανέλλας Β., Χειρακάκης Χ., 2004. Αξιολόγηση κλαδεμάτων σε θερμοκηπιακή τομάτα Τ. Cherry. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, ΑΤΕΙ Ηρακλείου, σελ.60.
- Παπαρηγορίου Ε, 2004. Αξιολόγηση Πρωτοβάθμιων- Δευτεροβάθμιων και Τριτοβάθμιων Υγρών αποβλήτων σε Καλλιέργεια Οπωροκηπευτικών. Πτυχιακή Εργασία. Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας. Ηράκλειο. Σελ 86.

- Πεδιαδιτάκης Γ., 2002. Σημειώσεις ειδική Λαχανοκομίας Ι. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΤΕΙ Κρήτης, σελ 59.
- Σαββάκης ΚΕ., 2002. Χημική Τεχνολογία. Εισαγωγή στην περιβαλλοντική τεχνολογία, Θεσσαλονίκη, 13, 488-513.
- Σιδηράς ΚΝ., 1997. Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. Έκδοση οργανισμού «ΔΗΩ», Αθήνα.
- Στάμου ΑΙ., 1995. Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων :Με παρατεταμένο αερισμό και βιολογική απομάκρυνση θρεπτικών. 8, 177-197.
- Τζωρτζάκης Ν., Νταγιαντά Ε., Παπαμιχαλάκη Μ., Σαριδάκης Χ., Πατεράκης Κ., Παπαδημητρίου Μ., Μανιός Θ., 2011. Επίδραση λίπανσης και κόμποστ αστικών στερεών αποβλήτων ως εναλλακτικό μέσο ανάπτυξης για την παραγωγή σποροφύτων βασιλικού. 25<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Λεμεσός Οκτωβρίου 2011.
- Τσαγκαράκης ΚΠ., Παρανοχιανάκης Ν., Αγγελάκης ΑΝ., 2003. Προτεινόμενα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα. Τσώνης Στυλιανός, (2004) Επεξεργασία λυμάτων. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Τσαγκαράκης ΚΠ., Παρανοχιανάκης Ν., Αγγελάκης ΑΝ., 2003. Προτεινόμενα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα. Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, HELECO' 03, 4<sup>η</sup> Διεθνή έκθεση και συνέδριο για την τεχνολογία περιβάλλοντος, Τόμος Α, 236-255.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Δ/νση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης. [http://www.minagric.gr/greek/agro\\_pol/tomates.htm](http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/tomates.htm)

### **Ξενόγλωσση**

- 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.
- Angelakis AN., Chartzoulakis C., Salgot M., 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.

- 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.
- Gidarakos E., Havas G., Ntzamilis P., 2005. MSW composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- 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., Papagrigoriou 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.
- 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.
- Pintado C., Tzortzakis NG., Singleton I., Barnes J., 2005. Deployment of ozone for the preservation of fresh produce. OZONE IV: Agricultural & Food Processing Applications of Ozone as an Antimicrobial Agent. 2-4 March 2005, Fresno, CA, USA.
- 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.
- Sakellariou - Makrantonaki M, Tentas I, Koliou A, Kalfountzos D, Vyrlas P, 2003. Irrigation of Ornamental Shrubs with Threatened Municipal Wastewater. *Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology*. pp 707-714.
- 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 NG., 2007a. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8: 111-116.
- Tzortzakis NG., 2007b. Methyl jasmonate-induced suppression anthracnose rot in tomato fruit. *Crop Protection*, 26: 1507-1513.
- Tzortzakis NG., 2010. Ethanol, vinegar and *Origanum vulgare* oil vapour suppress the development of anthracnose rot in tomato fruit. *International Journal of Food Microbiology*, in press.
- Tzortzakis NG, Borland A, Singleton I, Barnes J, 2007. Impact of atmospheric ozone-enrichment on quality-related attributes of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 45: 317-326.
- Tzortzakis NG., Economakis CD, 2007. Maintaining postharvest quality of the tomato fruit by employing methyl jasmonate and ethanol vapor treatment. *Journal of Food Quality*, 30: 567-580.
- Tzortzakis N., Pilatakis G., Psarafti K., Manios T., 2010. Deployment of primary and secondary treated municipal wastewater irrigation in hydroponically grown cucumber. 7<sup>th</sup> International conference on organic resources in the carbon economy –ORBIT 2010, 29.6.2010-3.7.2010. Heraklion.
- 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. 5<sup>th</sup> European Bioremediation Conference, Chania, 4-7.
- Tzortzakis N, Saridakis C, Antonogiannaki I, Gouma S, Paterakis C, Manios T. 2011a. Use of fertigation and municipal solid waste compost for greenhouse pepper cultivation. 5th European Bioremediation Conference in Chania, 4.7.2011-7.7.2011.
- Tzortzakis N, Pilatakis G, Goumas D, Manios T. 2011b. Impact of fertigation and/or municipal solid waste compost in pepper fruit quality. 5th European Bioremediation Conference in Chania, 4.7.2011-7.7.2011.
- Wright TR., 2005. *Environmental Science*. 9th edition. Pearson Education, U.S.A.

## **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. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ**

##### **ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ 5<sup>TH</sup> EUROPEAN BIOREMEDIATION CONFERENCE**

Γραπτή ανακοίνωση που παρουσιάστηκε από την κ. Παπαμηχαλάκη Μαρία κατά το 5th European Bioremediation Conference, 4-7 Ιουλίου, Χανιά, Ελλάδα.

**Tzortzakis N<sup>1</sup>, Papamichalaki M<sup>1</sup>, Mpaltzakis I<sup>2</sup>, Gouma S<sup>1</sup>, Manios T<sup>1</sup>. Impact of fertigation and Municipal Solid Waste Compost as a growing medium in marigold seedlings production. 5th European Bioremediation Conference in Chania, 4-7 July 2011.**

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

<sup>2</sup>Dept. of Crop Science, School of Agricultural Technology, Technological Educational Institute of Crete, Heraklion, Greece.

#### **SUMMARY**

The research work was conducted in order to investigate the effects of supplementary nutrition in the production of marigold (katife; *Tagetes erecta* L.) replacing part of the peat in the growing medium with municipal solid waste compost (MSWC). 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 seedling germination, shoot and root radicle length. Under nursery conditions, two medium [peat:MSWC (85:15); peat:MSWC (55:45)] prepared from commercial peat (CP) and MSWC, and nutrition applied as basic fertilizer (BF) or hydro fertilizer (HF). Seedling growth/development parameters assessed. Seed emergence accelerated when HF minerals added in low MSWC content while both minerals application (BF and HF) affected negatively seed emergence and mean emergence time. Seedlings grown in the MSWC mixtures in high content displayed worse quality and suitability for transplanting while lower (15%) MSWC content did not differ



(in terms of seedling height, leaf number, fresh weight) compared with the equivalent control. Indeed, in some cases 15% MSWC accelerated seedlings stem diameter, Chlb, K and P content but decreased total carotenoids and dry matter content comparing with the control treatment. Thus, low content (15%) of MSWC may act as alternative substitute of peat with more positive effects if minerals provided through HF rather than BF.

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

\* Authors of correspondence: Dr Nikos G. Tzortzakis, Department of Organic Greenhouse Crops and Floriculture, School of Agricultural Technology, Technological Education Institute of Crete, Heraklion, Greece, E-mail: [ntzortzakis@staff.teicrete.gr](mailto:ntzortzakis@staff.teicrete.gr)

# IMPACT OF FERTIGATION AND MUNICIPAL SOLID WASTE COMPOST AS A GROWING MEDIUM IN MARIGOLD SEEDLINGS PRODUCTION



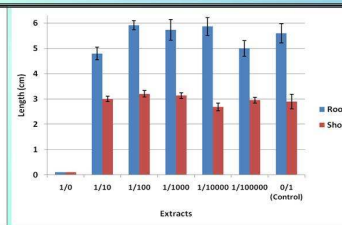
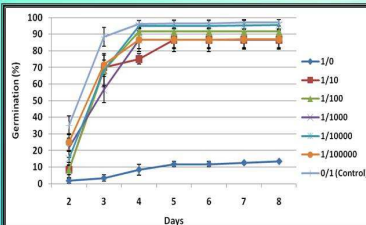
Tzortzakis N., Papamichalaki M., Mpaltzakis I., Gouma S., Manios T.

## Introduction

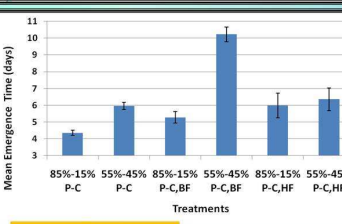
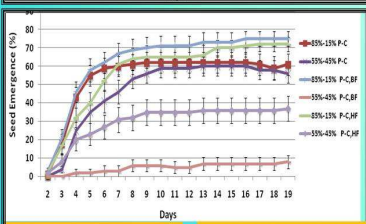
The extensive use of peat as a substrate has led growers to consider its replacement in the medium to long term (Sterrett, 2001) with alternative candidates achieved attention, including organic residues following composting process (Siminis and Manios, 1990). In some cases, mixtures of compost with perlite may be used as substrates without the need for additional mineral fertilizer (Castillo et al., 2004). There are, however, certain limitations on some composts use with marked variation in physical/chemical properties (i.e. porosity, salt content). Municipal solid waste compost (MSWC) as an organic soil additive when applied in field trials, suggested that it can be used in agricultural production, improving soil physicochemical properties, increasing water retention as well as supply with considerable amount of essential nutrients (McConnell et al., 1993). However, little information is available regarding the use of MSWC as a peat alternative for nursery production of horticultural crops. The present study examined the impacts of mineral fertigation combined with different content of MSWC mixed with conventional peat substrates, as a growth medium in the nursery production of marigold (katifes).

## Material and Methods

The compost used in the present study was made from the organic fraction of selectively-collected urban waste of Chania city. MSWC extract was diluted in water (MSWC:water at  $10^{-0}$  up to  $10^{-6}$  dilutions) for marigold (*Tagetes erecta* L. cv Erecta) seed germination tests in Petri dishes (four replicates/treatment, 25 seeds/replicate) and monitored daily. Seeds were considered germinated upon radicle emergence. Mean shoot and root length was evaluated on the eighth day. Under nursery condition peat (P) and MSWC (C) were used to create six treatments which were (% v/v): 1) P:MSWC (85:15), 2) P:MSWC (55:45), 3) P:MSWC (85:15) with basic fertilizer (BF), 4) P:MSWC (55:45) with BF, 5) P:MSWC (85:15) with hydro fertilizer (HF) and 6) P:MSWC (55:45) with HF. BF applied ( $1.5 \text{ kg m}^{-3}$ ) once before sowing and HF (20-20-20) applied on a weekly basis. Seeds of marigold were sown (5 seeds/well; 4 wells/replication; 5 replications/treatment) in plastic seedling trays and watering by mist. Daily observations recorded for seed germination and mean emergence time (MET). After 15-days seedlings were thinned to single plant. Seedlings (n=6) were harvested (after 48 days) above substrate, the leaf number, height, stem diameter, number of flowers, upper fresh weight, total dry matter, leaf fluoresces, content of chlorophyll a (Chla) and b (Chlb) and total carotenoids (Car). Leaf elemental analysis for K, Na (photometric), P (spectrophotometric) and N (Kjeldahl) determined as well.



- MSWC extract reduced seed germination the first three-to-four days and then was ineffective at  $10^{-1}$ - $10^{-6}$  concentrations.
- Pure ( $10^{-0}$  concentration) extract reduced (up to 86%) seed germination due to MSWC high EC ( $11.21 \text{ dS/m}$ ) and pH (6.87).
- MSWC extract maintained shoot length at concentrations of  $10^{-1}$ - $10^{-6}$  and root radicle length at concentrations of  $10^{-2}$ - $10^{-6}$  of germinated seeds.
- Root radical length reduced (up to 14%) at  $10^1$  MSWC extract.
- Pure MSWC extract suppressed root and shoot length.



- Addition of minerals in substrate with high content (45%) of MSWC reduced (up to 86%) seed emergence with greater impacts in BF application.
- However, adding minerals in low MSWC content (15%) revealed positive effects in seed emergence possible due to seed priming.
- Mineral addition delayed MET with 45% MSWC, while addition of BF postponed the MET.
- Low content of MSWC with or without addition of minerals did not differ generally in plant growth parameters.

## 15%MSWC



## 15%MSWC+BF



## 15%MSWC+HF



- High content of MSWC with BF minerals, reduced seedling height and leaf number but increased (up to 15%) dry matter content while HF addition increased (2-fold) fresh weight.
- When MSWC (15%) supplied with HF increased Chlb, K and P content but reduced total carotenoids content. In both cases of mineral supplying (BF and HF), N content increased comparing with the equivalent control (P:MSWC 85:15).

## 45%MSWC



## 45%MSWC+BF



## 45%MSWC+HF



	Height (cm)	Leaf No	Stem diameter (mm)	Flower No	Flower open	Fresh weight (g)	Dry matter (%)
P:MSWC (85:15)	13.87 a	7.33 a	1.65 b	1.83 a	0.50 a	2.38 a	12.37 ab
P:MSWC (55:45)	9.60 b	5.67 b	1.41 bc	1.00 b	0.17 b	0.82 b	11.27 b
P:MSWC (85:15),BF	11.65 ab	7.83 a	2.09 a	1.00 b	0.00 c	2.12 a	11.23 b
P:MSWC (55:45),BF	6.85 c	4.01 c	1.08 c	1.25 ab	0.00 c	0.71 b	13.63 a
P:MSWC (85:15),HF	12.80 ab	7.67 a	2.02 a	1.51 ab	0.17 b	2.35 a	10.38 d
P:MSWC (55:45),HF	10.72 abc	5.50 bc	1.80 ab	1.00 b	0.17 b	1.72 a	11.77 b

	Fluoresce (Fv/Fm)	Chla ( $\mu\text{g/g fw}$ )	Chlb ( $\mu\text{g/g fw}$ )	Car ( $\mu\text{g/g fw}$ )	N ( $\text{mg/g fw}$ )	K ( $\text{mg/g fw}$ )	P ( $\text{mg/g fw}$ )	Na ( $\text{mg/g fw}$ )
P:MSWC (85:15)	0.81 a	55.98 a	70.16 b	20.42 b	11.01 c	0.23 ab	0.018 b	0.051 a
P:MSWC (55:45)	0.80 ab	61.58 a	50.35 c	30.87 a	11.70 c	0.26 a	0.012 c	0.032 b
P:MSWC (85:15),BF	0.83 a	52.16 a	73.34 b	16.61 b	16.03 a	0.21 b	0.019 b	0.026 b
P:MSWC (55:45),BF	0.55 b	49.85 a	73.34 b	14.54 bc	12.60 c	0.21 b	0.013 b	0.025 b
P:MSWC (85:15),HF	0.83 a	52.56 a	88.98 a	11.74 c	15.26 ab	0.25 a	0.031 a	0.058 a
P:MSWC (55:45),HF	0.81 ab	41.29 b	79.46 b	6.86 d	14.10 b	0.23 ab	0.029 a	0.041 ab

- In case of high content (45%) of MSWC when supported with BF, K decreased while when supported with HF, Chla content reduced N content increased.
- Both (BF and HF) mineral addition into 45% MSWC increased Chlb and P content but decreased total carotenoids.

## Conclusions:

- Seedlings grown in the MSWC mixtures in high content displayed worse quality and suitability for transplanting, possible due to high EC values and/or alternated medium physicochemical properties.
- Low content of MSWC may act as alternative substitute of peat with more positive effects if minerals provided through HF rather than BF.

## ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ 25<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

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

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

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση της συμπληρωματικής λίπανσης στην παραγωγή σποροφύτων βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.) με μερική αντικατάσταση της τύρφης (T) 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 αναραίωτο εκχύλισμα δεν φύτρωσαν οι σπόροι βασιλικού. Επιπλέον, τα  $10^{-1}$  και  $10^{-2}$  εκχυλίσματα αύξησαν το μήκος του βλαστιδίου. Τα εκχυλίσματα από ΑΣΑΚ μείωσαν το μήκος του ριζιδίου σε σχέση με το μάρτυρα. Σε σπορεία, χρησιμοποιήθηκαν δυο υποστρώματα [T:ΑΣΑΚ (85:15) και T:ΑΣΑΚ (55:45)] με εφαρμογή λίπανσης, είτε ως βασική λίπανση (ΒΛ), είτε ως διαφυλλική λίπανση (ΔΛ). Αξιολογήθηκαν οι παράμετροι αύξησης/ανάπτυξης των σποροφύτων. Η έκπτυξη των σποροφύτων ήταν αυξημένη σε χαμηλής περιεκτικότητας (15%) κόμποστ χωρίς λίπανση ή με ΒΛ, ενώ αντίθετα αποτελέσματα βρέθηκαν στην αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ (45%) με ή χωρίς συμπληρωματική λίπανση. Η αυξημένη περιεκτικότητα σε κόμποστ καθυστέρησε το μέσο χρόνο φυτρώματος των σπόρων από 1 έως και 3 μέρες σε σχέση με τη χαμηλή περιεκτικότητα. Τα σπορόφυτα που αναπτύχθηκαν σε κόμποστ (45%) παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη και προσαρμοστικότητα σε σχέση με τα χαμηλής περιεκτικότητας κόμποστ (15%). Η προσθήκη ΒΛ σε κόμποστ 15% αύξησε τον αριθμό φύλλων, τον αριθμό πλευρικών βλαστών και πάχος κεντρικού στελέχους και το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους σε σχέση με κόμποστ χωρίς λίπανση ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές στο

ύψος του σποροφύτου, στο φθορισμό, χλωροφύλλη a και b, και ολικά καροτενοειδή των φύλλων αλλά και στην περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία. Συνοπτικά, υποστρώματα χαμηλής (15%) περιεκτικότητας σε κόμποστ μπορεί να αποτελέσουν εναλλακτικό μέσο ανάπτυξης και παραγωγής σποροφύτων με θετική επίδραση όταν η συμπληρωματική λίπανση δίδεται ως ΒΛ σε σχέση με ΔΛ.

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



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



**ΤΖΩΡΤΖΑΚΗΣ Ν<sup>1</sup>., ΝΤΑΓΙΑΝΤΑ Ε<sup>1</sup>., ΠΑΠΑΜΙΧΑΛΑΚΗ Μ<sup>1</sup>., ΣΑΡΙΑΔΑΚΗΣ Χ<sup>1</sup>., ΠΑΤΕΡΑΚΗΣ Κ<sup>3</sup>., ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Μ<sup>2</sup>., ΜΑΝΙΟΣ Θ<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπτικών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας, ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, (E-mail: ntzortzakis@staff.teicrete.gr)

<sup>2</sup>Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, Ελλάδα

<sup>3</sup>Διαδημοτικής Επιχείρησης Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΔΕΔΙΣΑ) Χανίων, Ελλάδα

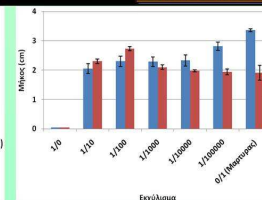
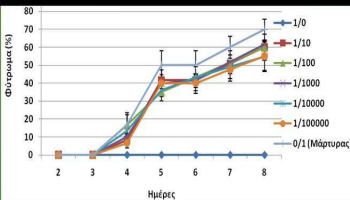
## Εισαγωγή

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

## Υλικά & Μέθοδοι

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

## Αποτελέσματα



• Το φυτόμα των σπόρων δεν επηρεάστηκε όταν χρησιμοποιήθηκε αραιωμένο εκχύλιμα ΑΣΑΚ τουλάχιστον κατά 10 φορές.

• Σε μη αραιωμένο εκχύλιμα δεν φύτευαν οι σπόροι του βασιλικού και αυτό πιθανώς να οφείλεται στην υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC: 11.21 dS/m) και pH (6,87).

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

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

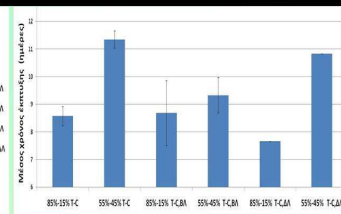
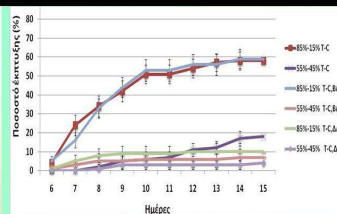
• Με κόμποστ 45% καθυστέρησε ο μέσος χρόνος φυτόματος των σπόρων από 1 έως 3 ημέρες σε σχέση με χρήση κόμποστ 15%.

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

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

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

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



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

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



## Συμπεράσματα:

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

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