

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΟ ΚΑΛΑΜΙΩΝΕΣ**  
**(PHRAGMITES AUSTRALIS) ΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ**  
**ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ**  
**ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΑΝΝΑΣ Δ. ΤΟΥΜΠΕΛΗ**  
**Πτυχιούχου Γεωπόνου**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:**  
**Καλμπουρτζή Κυριακή, Καθηγήτρια**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Καθηγήτρια: Κ. Καλμπουρτζή, Επιβλέπουσα

Αν. Καθηγήτρια: Α. Παυλάτου, Εξετάστρια

Αν. Καθηγητής: Αν. Σιώμος, Εξεταστής

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009**

© Άννα Δ. Τουμπέλη

© Α.Π.Θ.

**ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΟ ΚΑΛΑΜΙΩΝΕΣ (PHRAGMITES AUSTRALIS) ΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ**

ISBN

“Η έγκριση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής από τη Σχολή Γεωπονίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέως” (Ν. 5343/1932, άρθρο 202, παρ. 2).

*Αφιερώνεται στους γονείς μου,  
Δημήτρη και Στέλλα Τουμπέλη*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ένα μεγάλο ευχαριστώ από βάθος καρδιάς στην οικογένειά μου, για τη στήριξή της, ηθική και υλική, όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας και ιδιαίτερα τις κυρίες Κ. Καλμπουρτζή, Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Α. Παυλάτου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια και Σ. Κωστοπούλου, Επίκουρο Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για την πολύτιμη βοήθειά τους από το στάδιο του σχεδιασμού μέχρι την παρουσίαση της εργασίας.

Εκφράζονται ευχαριστίες σε όλους τους ανθρώπους του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για τη φιλοξενία στους χώρους του εργαστηρίου και για τις συμβουλές τους. Ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στην κ. Χ. Αδαμαντιάδου-Μπαχάρη, Ε.Τ.Ε.Π. του Εργαστηρίου Εδαφολογίας, για την πολύ καλή συνεργασία. Επίσης ευχαριστώ την κ. Α. Νικολαΐδου, Διδάκτορα Οικολογίας, για τη βοήθειά της κατά τη διάρκεια των μετρήσεων και για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε, όπως και τον κ. Α. Μαμώλο, Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, για την πραγματικά πολύτιμη βοήθειά του στις στατιστικές αναλύσεις. Εκφράζω επίσης τις ευχαριστίες μου στον κ. Α. Σιώμο, Αναπληρωτή Καθηγητή, για την παραχώρηση των σπόρων, τις συμβουλές του σχετικά με την καλλιέργεια και για τη χρήση εργαστηριακών χώρων, και στο Δρ. Α. Κουκουνάρα, για την πολύτιμη βοήθεια και για τις συμβουλές του τόσο κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας όσο και στη φάση μεταχείρισης των καρπών. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ.κ. Α. Γκαϊδατζή, προϊστάμενο Τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Αγροκτήματος Α.Π.Θ., Π. Σκεντερίδη, φυτοκόμο του Αγροκτήματος Α.Π.Θ., και Κ. Αθανασιάδη, Ε.Τ.Ε.Π.,

για τη βοήθειά τους κατά την εγκατάσταση και διάρκεια του πειράματος στο πεδίο, καθώς και τον κ. Χ. Αναγνωστόπουλο, Ε.Ε.ΔΙ.Π ΙΙ, ο οποίος συνέβαλε στην αρτιότερη παρουσίαση των εικόνων και σχημάτων.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στη Φένια, στον Τόλη και στη Μαρία για την έμπρακτη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια του πειραματικού σταδίου της εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	7
Βιβλιογραφική ανασκόπηση	
Υγρότοποι.....	9
Καλαμιώνες.....	18
Κομποστοποίηση.....	35
Τα έδαφος και οι ιδιότητές του.....	39
Τομάτα Σαντορίνης.....	50
Υλικά και Μέθοδοι	
Κομπόστα	
Περιοχή λήψης καλαμιών.....	53
Παρασκευή κομπόστας.....	56
Έδαφος και καλλιέργεια τομάτας.....	58
Αποτελέσματα – Συζήτηση	
Κομποστοποίηση.....	65
Επίδραση της εφαρμογής κομπόστας ως εγγειοβελτιωτικό μέσο στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους.....	72
Επίδραση της εφαρμογής κομπόστας στην καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης...	82
Επίδραση της κομπόστας και της καλλιέργειας τομάτας Σαντορίνης στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους.....	103
Συμπεράσματα.....	112
Βιβλιογραφία.....	114

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον επίσημο ορισμό της Σύμβασης Ραμσάρ του 1971 (άρθρο 1) «υγρότοποι είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη με ξυλώδη βλάστηση, από μη αποκλειστικώς ομβροδίαιτα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα, από τυρφώδεις γαίες ή από νερό. Οι περιοχές αυτές κατακλύζονται μονίμως ή προσωρινώς με νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή ρέον, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν και εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά τη ρηχία δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα». Κατά την ίδια σύμβαση (άρθρο 2) στους υγροτόπους μπορούν να περιλαμβάνονται και «οι παρόχθιες ή παράκτιες ζώνες που γειτονεύουν με υγροτόπους ή με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές και είναι βαθύτερες μεν από έξι μέτρα κατά τη ρηχία, αλλά βρίσκονται μέσα στα όρια του υγροτόπου, όπως αυτός ορίζεται παραπάνω».

Οι υγρότοποι είναι οικοσυστήματα στα οποία συμβαίνουν πολλαπλές φυσικές λειτουργίες (ή διεργασίες). Η γνώση των λειτουργιών ενός υγροτόπου θεωρείται πρώτιστη ανάγκη, διότι οι λειτουργίες προσδιορίζουν τις αξίες του για τον άνθρωπο και θέτουν τα πλαίσια για τη σωστή διαχείριση του υγροτοπικού οικοσυστήματος.

Παρά τη μεγάλη σημασία των υγροτόπων οι κίνδυνοι και τα προβλήματα που αυτοί αντιμετωπίζουν είναι έντονα. Σύμφωνα με τους Τσιούρη και Γεράκη (1991) οι δυνάμεις που επέφεραν αλλαγές στην έκταση και στην ποιότητα των ελληνικών υγροτόπων προήλθαν από τις ανάγκες κυρίως για τη γεωργία, τον εξηλεκτισμό, τη βιομηχανία, τους οικισμούς και δευτερευόντως τον τουρισμό.

Οι καλαμιώνες είναι φυτικές διαπλάσεις υγροτόπων στις οποίες κυριαρχούν υψηλά υδρόφιλα είδη φυτών και οι οποίες αποτελούν μεταβατικό τύπο οικοτόπου μεταξύ των ανοιχτών επιφανειών νερού και των παρακείμενων χερσαίων οικοτόπων.

Οι καλαμιώνες ως δυναμικά ενδαιτήματα, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, είναι πιθανό να επεκταθούν σε βάρος σημαντικών για την άγρια ζωή ενδαιτημάτων. Η επέκταση των καλαμιώνων ευνοήθηκε κυρίως από τη στράγγιση υδροτοπικών εκτάσεων που αποδόθηκαν στη γεωργία, την ταπείνωση της στάθμης των λιμνών και από την απουσία διαχειριστικών παρεμβάσεων στους καλαμιώνες. Η διαχείριση των καλαμιώνων αφορά στην εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων σχετικά με τα υδρολογικά γνωρίσματα των υδροτόπων και τη δομή και τη σύνθεση της βλάστησης, με σκοπό τη μεταβολή κάποιων γνωρισμάτων τους, ή και τη διατήρησή τους σε μια επιθυμητή κατάσταση. Το είδος, η συχνότητα και η ένταση των διαχειριστικών παρεμβάσεων καθορίζονται από τους σκοπούς της διαχείρισης, το καθεστώς προστασίας των περιοχών παρέμβασης και τα διαθέσιμα κονδύλια (Καζόγλου 2006).

Συνοπτικά οι μέθοδοι διαχείρισης των καλαμιώνων που προτείνονται μέσα από τη βιβλιογραφία είναι η διαχείριση της στάθμης του νερού, η βοσκή, το κάψιμο, ο χημικός και ο βιολογικός έλεγχος και οι κοπές.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η χρήση φυτικού υλικού από καλαμιώνες για παρασκευή κομπόστας και η επίδραση αυτής, μετά από εφαρμογή στο έδαφος, τόσο στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους όσο και στην καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

Ως επιστημονικός όρος η λέξη υγρότοπος υποδηλώνει συλλογικά κάθε τόπο που καλύπτεται εποχικά ή μόνιμα από ρηγά νερά ή που δεν καλύπτεται ποτέ από νερά, αλλά έχει υπόστρωμα (έδαφος, άμμο, χαλίκια κ.λ.π.) υγρό για μεγάλο χρονικό διάστημα του έτους. Ρηχές λίμνες και ρηγά ποτάμια, έλη, λιμνοθάλασσες, πηγές, τυρφώνες με νερό γλυκό ή υφάλμυρο, είναι υγρότοποι (Τσιούρης 1999).

Σύμφωνα με τον επίσημο ορισμό της Σύμβασης Ραμσάρ του 1971 (άρθρο 1) «υγρότοποι είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη με ξυλώδη βλάστηση, από μη αποκλειστικώς ομβροδίαιτα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα, από τυρφώδεις γαίες ή από νερό. Οι περιοχές αυτές κατακλύζονται μονίμως ή προσωρινώς με νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή ρέον, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν και εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά τη ρηγία δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα». Κατά την ίδια σύμβαση (άρθρο 2) στους υγροτόπους μπορούν να περιλαμβάνονται και «οι παράχθιες ή παράκτιες ζώνες που γειτονεύουν με υγροτόπους ή με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές και είναι βαθύτερες μεν από έξι μέτρα κατά τη ρηγία, αλλά βρίσκονται μέσα στα όρια του υγροτόπου, όπως αυτός ορίζεται παραπάνω».

### Λειτουργίες υγροτόπων

Οι υγρότοποι είναι οικοσυστήματα στα οποία συμβαίνουν πολλαπλές φυσικές λειτουργίες. Συγκεκριμένα οι λειτουργίες των υγροτόπων είναι οι εξής:

α) *Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων.* Λειτουργία πολλών υγροτόπων είναι ο εμπλουτισμός των υπογείων νερών, δηλαδή η κίνηση του νερού από τον υγρότοπο

προς τα πορώδη υπόγεια πετρώματα που είναι γνωστά ως υδροφορείς (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

β) *Τροποποίηση πλημμυρικών φαινομένων.* Οι υγρότοποι μεταβάλλουν τα πλημμυρικά φαινόμενα είτε αποθηκεύοντας τα ύδατα των πλημμυρών και αποδίδοντάς τα βαθμιαία μετά το τέλος της πλημμύρας (Hollis 1990), είτε χάρη στην παρόχθια υγροτοπική βλάστηση η οποία επιβραδύνει τη ροή του νερού από τα ανάντη προς τον υγρότοπο και από τον υγρότοπο προς τα κατόντη.

γ) *Παγίδευση ιζημάτων.* Τα υλικά που παρασύρει το νερό της βροχής από τη λεκάνη απορροής δεσμεύονται και εναποτίθενται στους υγροτόπους. Τα υλικά αυτά είναι κυρίως ανόργανα συστατικά εδάφους και οργανικά μη εδαφικής προέλευσης. Επίσης, υπάρχουν και εκείνα που πέφτουν κατευθείαν στον υγρότοπο από την ατμόσφαιρα (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

δ) *Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα.* Οι υγρότοποι μπορούν να απορροφήσουν (προσωρινά ή μόνιμα) μεγάλη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα (Τσιούρης και Γεράκης 1991) και να μετατραπούν σε μία δεξαμενή ατμοσφαιρικού CO<sub>2</sub> (Hamilton κ.ά. 1994, Waddington και Roulet 1996).

ε) *Αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας.* Οι μοναδικές θερμικές ιδιότητες του νερού καθιστούν τους υγροτόπους, ως έναν βαθμό, ρυθμιστές της θερμοκρασίας των παράκτιων περιοχών τους, οι οποίες έχουν μικρότερα εύρη θερμοκρασίας ημέρας-νύχτας και θέρους-χειμώνα (Τσιούρης και Γεράκης 1991) .

στ) *Δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας και στήριξη τροφικών αλυσίδων.* Στους υγροτόπους αναπτύσσονται ποώδη, θαμνώδη φυτά, αλλά και δένδρα. Όλοι αυτοί οι αυτότροφοι οργανισμοί δεσμεύουν ηλιακή ενέργεια και διοξείδιο του άνθρακα, ενώ παράγουν οργανική ουσία. Επιπλέον, οι υγρότοποι στηρίζουν μακρές τροφικές

αλυσίδες, οι οποίες σχηματίζουν πολύπλοκα τροφικά πλέγματα (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

ζ) *Μείωση της ρύπανσης.* Οι υγράτοποι φαίνεται να έχουν μία μοναδική ικανότητα να μειώνουν τη μη σημειακή ρύπανση (Arheimer και Wittgren 1994, D' Angelo και Redaly 1994, Leonardsson 1994, Li κ.ά. 1995, Yeh 2008).

### Αξίες υγρατόπων

Οι λειτουργίες ενός υγρατόπου προσδιορίζουν τις αξίες του για τον άνθρωπο. Οι αξίες των υγρατόπων είναι οι εξής:

1. *Βιολογική αξία.* Οι υγράτοποι, ως φυσικές περιοχές, διακρίνονται για την υψηλή βιολογική τους ποικιλότητα. Το απόθεμα φυτικού και ζωικού γενετικού υλικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας είτε για διασταυρώσεις με εξημερωμένους γενοτύπους για να δημιουργηθούν πιο αποδοτικές και ευπροσάρμοστες ποικιλίες φυτών και φυλές αγροτικών ζώων (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

2. *Υδρευτική αξία.* Φυσικοί υγράτοποι χρησιμοποιούνται πολλές φορές για τη λήψη πόσιμου νερού, ενώ και τεχνητοί υγράτοποι δημιουργούνται για το σκοπό αυτό (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

3. *Αρδευτική αξία.* Όλοι σχεδόν οι ελληνικοί υγράτοποι χρησιμοποιούνται σε κάποιο βαθμό για άρδευση. Το νερό είτε διοχετεύεται (με βαρύτητα ή άντληση) σε παρακείμενα οργανωμένα αρδευτικά δίκτυα είτε αντλείται από τους ιδιοκτήτες των παρακείμενων αγρών (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

4. *Αλιευτική αξία.* Οι υγράτοποι καλύπτουν μέρος των αναγκών του πλανήτη σε αλιεύματα (Pyrovetsi και Daoutopoulos 1997, Seyam 2001). Εκτός από τα οικονομικά οφέλη, η αλιεία στους υγρατόπους, όταν αυτό γίνεται με τρόπο συνετό, συνεισφέρει και στην προστασία τους (Τσιούρης 1999).

5. *Κτηνοτροφική αξία.* Πολλοί υγρότοποι προσφέρουν πλούσια βοσκήσιμη ύλη για τα βοοειδή (Τσιούρης και Γεράκης 1991, Menard κ.ά. 2002, Podguzny κ.ά. 2002), τα άλογα (Menard κ.ά. 2002) και τα αιγοπρόβατα (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

6. *Θηραματική αξία.* Ανάμεσα στη πλούσια άγρια πανίδα που στηρίζουν οι υγρότοποι υπάρχουν πολλά είδη, ιδίως πουλιών, που θεωρούνται «θηράματα» (Madsen και Fox 1995, Madsen 1998, Bennett 2005).

7. *Υλοτομική αξία.* Ένας υγρότοπος έχει υλοτομική αξία αν από τη βλάστησή του μπορεί κανείς να συγκομίσει υλικά που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως ξυλεία ή για άλλους σκοπούς (χαρτοπολτό, φράκτες κ.ά.). Γενικά, τη μεγαλύτερη υλοτομική αξία έχουν οι δασωμένοι υγρότοποι των πεδινών περιοχών (Τσιούρης 1999).

8. *Υδροηλεκτρική αξία.* Με εξαίρεση λίγες λίμνες μεγάλου υψομέτρου, υδροηλεκτρική αξία έχουν συνήθως ποταμοί που διασχίζουν ορεινές περιοχές. Παρά το γεγονός ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται μια από τις καθαρές μορφές ενέργειας (Τσιούρης 1999), τα φράγματα που κατασκευάζονται για τη χρήση αυτής της αξίας έχουν δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον (Acreman 1996, Kosz 1996, Rosenberg κ.ά. 1997).

9. *Αλατοληπτική αξία.* Η αλοπηγία, δηλαδή η πήξη του αλατιού της θάλασσα σε ειδικά διαμορφωμένες παραθαλάσσιες περιοχές, τις ονομαζόμενες αλυκές, είναι μια πανάρχαια τεχνική. Αλυκές δημιουργούνται, κατά προτίμηση, σε υγροτόπους όπου είναι κυρίαρχη η προσωρινή παρουσία καθαρού θαλασσινού νερού και όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι και υψηλή θερμοκρασία (Τσιούρης 1999).

10. *Αμμοληπτική αξία.* Μεταξύ των ανόργανων υλών που φέρει ένας ποταμός είναι και η άμμος, η οποία χρησιμοποιείται ευρύτατα ως οικοδομικό υλικό. Σε ορισμένα τμήματα της κοίτης συγκεντρώνονται μεγάλες ποσότητες άμμου, ενώ χρησιμοποιείται

ειδικός μηχανολογικός εξοπλισμός για την εξόρυξη, τον καθαρισμό και τη μεταφορά της (Τσιούρης 1999).

*11. Επιστημονική αξία.* Η ποικιλότητα του βιοτόπου, της βιοκοινότητας και του τοπίου καθιστά τους υγροτόπους ελκυστικούς χώρους για έρευνα σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους π.χ. βιολογία, γεωπονία, δασολογία, κτηνιατρική, υδρολογία, γεωλογία κ.ά. (Τσιούρης και Γεράκης 1991, Roggeri 1995).

*12. Εκπαιδευτική αξία.* Οι υγρότοποι παρουσιάζουν εκπαιδευτική αξία (Roggeri 1995) καθώς προσφέρουν ευκαιρίες για μελέτη των φυτών, των ζώων και των υδάτων, των αλληλεπιδράσεων και των τροφικών πλεγμάτων (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

*13. Πολιτιστική αξία.* Την πολιτιστική αξία ενός υγροτόπου συνθέτουν οι σχέσεις του με τη μυθολογία, την ιστορία, την αρχαιολογία, τη θρησκεία, τη λαογραφία και τη λογοτεχνία (Gerakis και Kalburtji 1998).

*14. Αξία αναψυχής.* Ο τουρισμός και η αναψυχή είναι αξιόλογες οικονομικές δραστηριότητες κυρίως για τις περιοχές γύρω από υγροτόπους (Wall 1998). Οι υγρότοποι προσφέρουν ευκαιρίες τόσο για παθητική όσο και για ενεργητική αναψυχή (Τσιούρης και Γεράκης 1991, Zedler και Leach 1998).

*15. Αντιπλημμυρική αξία.* Πολλοί υγρότοποι μπορούν να προσφέρουν προστασία κατοικημένων και γεωργικών περιοχών από τις πλημμύρες (Mitch και Gosseling 1986, Brouwer και Bateman 2005, Kyoung 2007), αμβλύνοντας τις πλημμυρικές αιχμές και αποθηκεύοντας ποσότητες του πλημμυρικού νερού (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

*16. Αντιδιαβρωτική αξία.* Η παρόχθια βλάστηση των υγροτόπων έχει αντιδιαβρωτική αξία, διότι συγκρατεί το έδαφος και περιορίζει τις διαβρωτικές

δυνάμεις των ρεόντων υδάτων και των κυμάτων (Meyer κ.ά. 1997, Galbrand κ.ά. 2008).

*17. Αξία βελτιωτική της ποιότητας του νερού.* Με πολύπλοκες φυσικές διεργασίες, στις οποίες η υδρόβια βλάστηση παίζει σπουδαίο ρόλο, ο υγρότοπος μπορεί όχι μόνο να κατακρατήσει αλλά και να απομακρύνει ορισμένες ποσότητες ρύπων (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

*18. Αξία βελτιωτική του κλίματος.* Η θερμορρυθμιστική λειτουργία του υγροτόπου ωφελεί άμεσα και έμμεσα τον ανθρώπινο πληθυσμό της γύρω περιοχής (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

*19. Ιαματική αξία.* Ιαματική αξία αποκτούν οι υγρότοποι όταν κοντά τους υπάρχουν ιαματικές πηγές και λουτρά που προσελκύουν άτομα με διάφορες παθήσεις. Παραδείγματα για τον ελληνικό χώρο αποτελούν η Πικρολίμνη στο νομό Κιλκίς, τα Λουτρά της Νέας Απολλωνίας και τα Λουτρά Λαγκαδά στο Νομό Θεσσαλονίκης (Τσιούρης 1999).

*20. Μεταφορική αξία.* Όταν σε ένα υγρότοπο είναι δυνατή η διέλευση σκαφών, βαρκών ή απλά η δυνατότητα να επιπλέουν κορμοί δέντρων μετά από υλοτομία και να μεταφέρονται με τον τρόπο αυτό σε άλλα σημεία, τότε ο υγρότοπος αποκτά μεταφορική αξία (Roggeri 1995).

### Κίνδυνοι – Απειλές

Παρά τη μεγάλη τους σημασία, οι υγρότοποι αντιμετωπίζουν πλήθος κινδύνων και απειλών. Συγκεκριμένα:

#### *1. Μεταβολή της ποιότητας του νερού λόγω ρύπανσης.*

Τα φυτοφάρμακα τα οποία εφαρμόζονται στις αγροτικές εκτάσεις γύρω από τους υγροτόπους αποτελούν τον κυριότερο κίνδυνο (Alho κ.ά. 1988, Harris κ.ά.

2005). Πέρα όμως από τη γεωργία, τα αστικά και βιομηχανικά λύματα τα οποία καταλήγουν ανεπεξέργαστα στους υγροτόπους ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για τη ρύπανση τους. Όπως αναφέρεται από τους Τσιούρη και Γεράκη (1991) τα λύματα αυτά μπορούν να συμβάλλουν στον ευτροφισμό καθώς και να είναι τοξικά για το βιόκοσμο των υγροτόπων.

## *2. Εξάντληση των υγροτοπικών πόρων – Απώλεια υγροτοπικών εκτάσεων*

Οι αποξηράνσεις αποτελούν την παλαιότερη και κυριότερη απειλή για τους υγροτόπους. Σύμφωνα με τους Best κ.ά. (1993) αιτίες για τις αποξηράνσεις είναι η ξηρασία και η αυξημένη χρήση των επιφανειακών υδάτων στη γεωργία, σε συνδυασμό με την υπεράντληση υπογείων υδάτων για την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης. Στην Ελλάδα, μεγάλες αποξηράνσεις υγροτόπων, κυρίως ελών αλλά και λιμνών (π.χ. λίμνη Γιαννιτσών), έγιναν κατά την περίοδο 1925-1940 για την απόκτηση νέας καλλιεργήσιμης γης και για την καταπολέμηση της ελονοσίας (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

Ισχυρές πιέσεις για ποσοτικές αλλαγές στους υγροτόπους ασκούνται από τους οικισμούς. Οι αλλαγές αυτές προκαλούνται με άμεσους και έμμεσους τρόπους. Άμεσος τρόπος είναι η επέκταση πολεοδομικών σχεδίων, η ύπαρξη παραθεριστικών κατοικιών σε υγροτόπους, καθώς επίσης και η πίεση που ασκείται για αποξηράνσεις ελών με σκοπό την απαλλαγή από τα κουνούπια. Έμμεσες ποσοτικές αλλαγές στους υγροτόπους επιφέρουν οι οικισμοί κατά τη προσπάθειά τους να καλύψουν τις αυξανόμενες ανάγκες τους σε πόσιμο νερό (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

Ο τουρισμός επίσης επιφέρει αλλαγές στους υγροτόπους. Προκάλεσε την αποξήρανση πολλών παράκτιων ελωδών εκτάσεων για τη μείωση των κουνουπιών, για τη διάνοιξη παραλιακών δρόμων και για την κατασκευή αεροδρομίων και

τουριστικών εγκαταστάσεων. Εγκαταστάσεις που χτίζονται δίπλα σε υγροτόπους μπορούν να προκαλέσουν διαταράξεις στα υδροτοπικά οικοσυστήματα από αθέλητες ενέργειες των τουριστών ή από την ηθελημένη χρησιμοποίησή τους ως αποδέκτες λυμάτων και σκουπιδιών (Τσιούρης και Γεράκης 1991).

Οι Padovani κ.ά. (2004) αναφέρουν ότι στην Παραγουάη το 40% των υδροτοπικών εκτάσεων χρησιμοποιούνται ως βοσκοτόπια, ενώ ένα επίσης αξιόλογο ποσοστό έχει μετατραπεί σε καλλιεργούμενες εκτάσεις.

### *3. Μεταβολή του υδρολογικού καθεστώτος.*

Η κατασκευή φραγμάτων, αρδευτικών δικτύων κ.λ.π. σε υγροτόπους συμβάλλουν στη μεταβολή του υδρολογικού καθεστώτος με πτώση της στάθμης των υδάτων και μεταβολή της διακύμανσης αυτής (Best κ.ά. 1993).

Σε πολλούς μεγάλους ποταμούς κατασκευάζονται αναχώματα στις κοίτες τους προκειμένου να αποτραπεί εισροή υδάτων που πιθανόν μεταφέρουν θρεπτικές ουσίες, ιζήματα και οργανισμούς (Poff κ.ά. 1997), που ενδεχομένως επηρεάζουν την αφθονία των ειδών που υπάρχουν στον υγρότοπο (Ward κ.ά. 1999).

### *4. Οι καλαμιώνες.*

Οι καλαμιώνες αποτελούν πρόβλημα όταν και όπου εμφανίζονται και εξαπλώνονται με συνέπεια άλλα ενδημικά είδη να τείνουν να εξαφανιστούν. Η ρύπανση, η αλλαγή του υδρολογικού καθεστώτος, η εκβάθυνση, η αύξηση της αλατότητας και των συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων στους υγροτόπους είναι κάποιοι από τους παράγοντες στους οποίους οφείλεται η εξάπλωση των καλαμιώνων στις υδροτοπικές περιοχές (Marks κ.ά. 1994).



Σύμφωνα με τους Μπούσμπουρα κ.ά. (2003), για τα υγροτοπικά οικοσυστήματα, τα οποία αποτελούν μεταβατικό στάδιο μεταξύ των υδάτινων και των χερσαίων οικοσυστημάτων, οι καλαμιώνες αποτελούν πρώιμο στάδιο της διαδοχής από τα υδάτινα οικοσυστήματα προς τη χέρσο. Η απουσία διαχείρισης οδηγεί νομοτελικά προς τη βαθμιαία υποχώρηση του υγροτόπου ο οποίος αντικαθίστανται από μη υγροτοπικές ποώδεις διαπλάσεις και αργότερα από χερσαίες θαμνώδεις ή δενδρώδεις. Η ολοκλήρωση της διαδικασίας της διαδοχής οδηγεί σε οικολογικές αλλαγές, αφού τα είδη χλωρίδας και πανίδας που ήταν προσαρμοσμένα στις υγροτοπικές συνθήκες χάνουν το ενδιαίτημά τους και αντικαθίστανται από είδη χερσαίων οικοσυστημάτων.

## ΚΑΛΑΜΙΩΝΕΣ

Κατά τον Καζόγλου (2006) οι καλαμιώνες είναι φυτικές διαπλάσεις των υγροτόπων, στις οποίες κυριαρχούν υψηλά αναδυόμενα υδρόφιλα είδη φυτών, γνωστά και ως ελόφυτα ή υπερυδατικά υδρόφυτα, όπως τα αγριοκάλαμα ή νεροκάλαμα (*Phragmites australis*) αλλά και φυτά που μοιάζουν λιγότερο ή περισσότερο με αυτά, όπως τα ψαθιά (*Typha spp*), τα βούρλα ή ρογούζια (*Scirpus spp*), ακόμη και τα μεγαλύτερα καλάμια του είδους *Arundo donax*. Δύο από τα κυριότερα γνωρίσματα των φυτών αυτών είναι το ιδιαίτερα ανεπτυγμένο πολυετές ριζικό σύστημα (ριζώματα) και οι εντυπωσιακοί ρυθμοί αύξησης όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές.

Το αγριοκάλαμο ή νεροκάλαμο (*Phragmites australis*, Εικόνα 1) είναι πολυετές, εαρινό, μονοκοτυλήδονο φυτό με όρθια έκφυση και ύψος που φθάνει μέχρι τα 6 m. Αναπαράγεται με σπόρους που φυτρώνουν και ριζώματα που βλαστάνουν την άνοιξη. Το καλάμι είναι ωχροπράσινο, κυλινδρικό και έχει όρθια έκφυση. Το έλασμα των φύλλων είναι ωχροπράσινο, επίπεδο, μακρύ (0,2-0,7 m) και φαρδύ (0,01-0,05 m). Τα φύλλα έχουν τραχιά υφή, δεν έχουν ευδιάκριτο κεντρικό νεύρο και διατάσσονται σε δύο κατευθύνσεις. Η ταξιανθία είναι πρασινωπή ή κόκκινη και κωνική φόβη. Ανθοφορεί από τον Αύγουστο μέχρι τον Οκτώβριο. Προτιμά τα αμμοπηλώδη και βαθιά αρδευόμενα εδάφη και αποτελεί δείκτη υγρών εδαφών (Βασιλάκογλου 2004, Mal και Marine 2004).



*Εικόνα 1. Αγριοκάλαμο ή νεροκάλαμο (Phragmites australis).*

Ο Καζόγλου (2006) αναφέρει ότι οι καλαμιώνες αποτελούν μεταβατικό τύπο οικοτόπου μεταξύ των ανοιχτών επιφανειών νερού και των παρακείμενων χερσαίων οικοτόπων. Καταλαμβάνουν τμήματα της παρόχθιας ζώνης που βρίσκονται υπό καθεστώς μόνιμης ή περιοδικής κατάκλυσης, ανάλογα με την εποχική διακύμανση της στάθμης του νερού (υδροπερίοδος). Η έκτασή τους από τα ξηρότερα προς τα υγρότερα σημεία κυμαίνεται από λίγα ως αρκετές εκατοντάδες μέτρα. Οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν την αύξηση και την επέκταση των καλαμιώνων τόσο προς το εσωτερικό των υδάτινων σχηματισμών, όσο και προς τη χέρσο, είναι:

- α) το βάθος του νερού και το ύψος της υδροπεριόδου,
- β) οι κλίσεις των εδαφών, που καθορίζουν την ήπια ή απότομη μετάβαση από τα ρηχά προς τα βαθύτερα σημεία,
- γ) οι τύποι των εδαφών και των ιζημάτων,
- δ) ο κυματισμός,
- ε) τα επίπεδα αλατότητας στα νερά και στα εδάφη και
- στ) η εφαρμοζόμενη διαχείριση της βλάστησης.

### Λειτουργίες και αξίες των καλαμιώνων

Οι καλαμιώνες προσφέρουν στήριξη στην άγρια πανίδα των υγροτόπων, ενώ ταυτόχρονα επιτελούν υδρολογικές και φυσικοχημικές λειτουργίες. Συγκεκριμένα:

- Παρέχουν καταφύγιο σε πουλιά, ψάρια, θηλαστικά, αμφίβια, ερπετά και πολλά είδη ασπόνδυλων οργανισμών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ειδικά για πολλά ασπόνδυλα, οι καλαμιώνες και πιο συγκεκριμένα οι βλαστοί του καλαμιού *Phragmites australis* αποτελούν το μοναδικό χώρο διαχείμασης και ανάπτυξης των προνυμφών για ένα ή δύο χρόνια (Καζόγλου κ.ά. 2001, Häfliger κ.ά. 2006).

- Παρέχουν κατάλληλο περιβάλλον για το φώλιασμα και την ξεκούραση πολλών υδρόβιων πουλιών (Madsen 1995, Madsen 1998, Bennett και Whitten 2005). Ιδιαίτερα το καλάμι (*Phragmites australis*) δημιουργεί με τα ριζώματά του πολύ συμπαγείς επιπλέουσες νησίδες που έχουν τη δυνατότητα να αντέξουν βάρος εκατοντάδων κιλών στην επιφάνειά τους, όπως είναι οι αποικίες των πελεκάνων (Καζόγλου κ.ά. 2001).

- Αποτελούν πηγές υλικών για είδη πουλιών που χρησιμοποιούν ξερά καλάμια και άλλα υπολείμματα των καλαμιώνων για να χτίσουν τις φωλιές τους σε άλλες περιοχές (Καζόγλου κ.ά. 2001).

- Δρουν ως φίλτρα για τα νερά των υγροτόπων, καθώς η βλάστηση των καλαμιώνων απορροφά μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και βαρέων μετάλλων (Peeverly κ.ά. 1995, Hollis και Stevenson 1997, Mal και Narine 2004, Bragato κ.ά. 2006, Hershner και Havens 2008).

- Παρέχουν μεγάλες ποσότητες βοσκήσιμης ύλης, που μπορεί να χρησιμοποιείται για τη βόσκηση μεγάλων κυρίως κτηνοτροφικών ζώων ή ως χειμερινή ζωοτροφή (Καζόγλου κ.ά. 2001).

## Αναγκαιότητα συνετής διαχείρισης των καλαμιώνων και τεχνικές

Οι καλαμιώνες είναι δυναμικά ενδαιτήματα και όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές είναι πιθανό να επεκταθούν σε βάρος άλλων μεγάλης σημασίας για την άγρια ζωή ενδαιτημάτων (Marks κ.ά. 1994, Καζόγλου 2006). Η επέκταση των καλαμιώνων ευνοήθηκε κυρίως από τη στράγγιση υδροτοπικών εκτάσεων που αποδόθηκαν στη γεωργία, τη μείωση της στάθμης της λίμνης και από την απουσία διαχειριστικών παρεμβάσεων στους καλαμιώνες. Η διαχείριση των καλαμιώνων αφορά στην εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων σχετικά με τα υδρολογικά γνωρίσματα των υδροτόπων και τη δομή και τη σύνθεση της βλάστησης, με σκοπό τη μεταβολή κάποιων γνωρισμάτων τους, ή και τη διατήρησή τους σε μια επιθυμητή κατάσταση. Το είδος, η συχνότητα και η ένταση των διαχειριστικών παρεμβάσεων καθορίζονται από τους σκοπούς της διαχείρισης, το καθεστώς προστασίας των περιοχών παρέμβασης και τα διαθέσιμα κονδύλια (Καζόγλου 2006).

### *1. Διαχείριση στάθμης νερού.*

Με τη διαχείριση του νερού, η βιομάζα και η παραγωγή φυτικών υπολειμμάτων περιορίζονται, ενώ η επιλογή των ειδών γίνεται με βάση την ανοχή τους στο ύψος και τη διάρκεια της κατάκλυσης (Helling και Gallagher 1992, Mesléard και Perennou 1996, Chambers κ.ά. 2002). Σύμφωνα με τους Καζόγλου κ.ά. (2001), η παρουσία του νερού σε συγκεκριμένες θέσεις εξαρτάται από την τοπογραφία της θέσης και από τις ποσότητες των επιφανειακών και υπόγειων απορροών στον υγρότοπο. Σε πολλούς προστατευόμενους υδροτόπους της Δ. Ευρώπης, η διαχείριση των υδάτων γίνεται εντελώς τεχνητά, με κατασκευή συστημάτων που περιλαμβάνουν τοιχία, τάφρους, γέφυρες, λεκάνες με υψομετρικές διαφορές, σωλήνες, θυροφράγματα και αντλίες. Με τα μέσα αυτά εξασφαλίζεται πλήρης έλεγχος της στάθμης του νερού στα διάφορα

τιμήματα της περιοχής, ανάλογα με τους επιδιωκόμενους στόχους της διαχείρισης. Βέβαια, η εκτέλεση χωματοργικών εργασιών και η εγκατάσταση όλων αυτών των μηχανικών κατασκευών συνεπάγεται και υψηλό κόστος. Αν και συνήθως, η διαχείριση των ποσοτήτων του νερού είναι βασικότερη, η ποιότητα του νερού παίζει επίσης το δικό της ρόλο στη διαχείριση παρόχθιων περιοχών. Οι εκλύσεις γεωργικών εδαφών και η άμεση ή έμμεση διάθεση αστικών λυμάτων αποτελούν τις μεγαλύτερες πηγές παροχής θρεπτικών συστατικών (εκτός από ρυπογόνες ουσίες) στον υγρότοπο. Τα καλάμια ευνοούνται από την ύπαρξη ευτροφικών συνθηκών, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις η υψηλή συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων συσχετίστηκε με την υποβάθμιση των καλάμιωνων.

## 2. Βοσκή.

Η βόσκηση κτηνοτροφικών ζώων στους υγροτόπους (Εικόνα 2) αποτελεί συνηθισμένη πρακτική διαχείρισης της βλάστησης με σκοπό την αύξηση της βιοποικιλότητας, η οποία συνδυάζεται με τη κτηνοτροφία. Η παρόχθια ζώνη των υγροτόπων είναι πολύ ελκυστική για τα αγροτικά ζώα και ιδιαίτερος για τα βοοειδή λόγω των παρακάτω γνωρισμάτων (Παπαναστάσης 1990):

1. Αποτελεί πηγή φυτικής ποικιλότητας.
2. Είναι περισσότερο παραγωγική σε βιομάζα σε σχέση με τα γειτονικά λιβάδια.
3. Έχει ήπιο ανάγλυφο.
4. Υπάρχει συνεχής παρουσία νερού.
5. Η ποώδης και ξυλώδης βλάστηση παραμένει ενεργή κατά το μακρύ και άνομβρο καλοκαίρι, σε αντίθεση με τα γειτονικά λιβάδια, παρέχοντας έτσι στα ζώα χλωρή τροφή υψηλής θρεπτικής αξίας.

6. Αν η ζώνη αυτή είναι δασωμένη τα ζώα μπορούν να αναζητούν στα δένδρα προστασία από τον καύσωνα, τις καταιγίδες και τους ισχυρούς ψυχρούς ανέμους.



*Εικόνα 2. Βόσκηση κτηνοτροφικών ζώων σε υγρότοπο*

Όπως και με τις υπόλοιπες τεχνικές διαχείρισης της βλάστησης, η βόσκηση ανακόπτει τη φυσική διαδοχή της βλάστησης του υγροτόπου προς περισσότερο χερσαία οικοσυστήματα και διατηρεί τα ενδιαιτήματα στα πρώτα στάδια της διαδοχής, με τη διαφορά ότι παρουσιάζει πολλές ιδιαιτερότητες ως προς τις επιδράσεις της στα φυτά. Οι άμεσες επιδράσεις της περιλαμβάνουν την κατανάλωση των φυτών με συνέπεια αλλαγές στη δομή και σύνθεση της βλάστησης, ενώ οι έμμεσες αφορούν τις επιδράσεις που προέρχονται από το βάρος του σώματος των ζώων (διάσπαση οργανικής ουσίας και καταστροφή τμημάτων φυτών) και την παραγωγή κοπράνων και ούρων (αποξήρανση των φυτών, αλλά και αύξηση συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων κατά τόπους) (Whigham κ.ά. 1993, Καζόγλου κ.ά. 2001). Μεγάλη σημασία έχει η ένταση της βόσκησης (ή βοσκοφόρτωση) σε μια περιοχή, δηλαδή ο αριθμός των ζώων που βόσκουν ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους και σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι μεγάλες εντάσεις βόσκησης συνήθως προκαλούν μείωση της ποικιλότητας των φυτικών ειδών και δημιουργούν

ομοιόμορφη δομή στη βλάστηση, ενώ αντίθετα οι χαμηλές εντάσεις την αυξάνουν και δημιουργούν μωσαϊκό δομών. Βασικό επίσης ρόλο παίζει το είδος των ζώων που βόσκουν στον υγρότοπο, καθώς αυτά παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά και επιλεκτικότητα κατά τη βόσκηση. Τα βοοειδή είναι λιγότερο επιλεκτικά ζώα και το καλύτερο μέσο για τον έλεγχο του καλαμιού και του ψαθιού, ενώ τα άλογα, τα πρόβατα και οι αίγες είναι σαφώς πιο επιλεκτικά (Καζόγλου κ.ά. 2001).

Σύμφωνα με τους Καζόγλου και Γέρρεντροπ (2004) στην Ελλάδα προτείνεται η διαχείριση της υγροτοπικής βλάστηση με νεροβούβαλους (*Bubalus bubalis*, Εικόνα 3). Η βόσκηση νεροβούβαλων αποδείχθηκε πολύ αποτελεσματική τεχνική για τον έλεγχο των καλαμιώνων της Μικρής Πρέσπας καθώς και των καλαμιώνων με διαπλάσεις αρμυρικών (*Tamarix sp*) του Αμβρακικού κόλπου.



**Εικόνα 3.** Νεροβούβαλος (*Bubalus bubalis*)

### 3. Κάψιμο.

Το κάψιμο (Εικόνα 4) είναι μία ευρέως διαδεδομένη και οικονομική τεχνική διαχείρισης για μείωση της υπέρχειας βιομάζας και της συσσωρευμένης οργανικής ουσίας (Van Rooyen κ.ά. 2004, Valkama κ.ά. 2007, Hershner και Havens 2008). Η φωτιά ευνοεί συγκεκριμένα είδη φυτών όπως τα καλάμια, η καύση των οποίων



μπορεί να οδηγήσει στη συνέχεια σε μια αύξηση στην πυκνότητα βλαστών. Η φωτιά θα πρέπει να χρησιμοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή εξαιτίας των κινδύνων που ενέχει για τη χλωρίδα και την πανίδα. Μειώνοντας την υπέργεια βιομάζα, η φωτιά περιορίζει τη φωτοσύνθεση από τα φυτά τα οποία είναι ακόμη πράσινα. Επίσης, από τις υψηλές θερμοκρασίες επηρεάζονται τα ριζώματα, οι ρίζες και οι σπόροι των φυτών. Το αποτέλεσμα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη χρονική στιγμή που εφαρμόζεται η φωτιά, τη στάθμη του νερού και την ένταση του ανέμου. Η επίδραση της φωτιάς επιπλέον εξαρτάται από την εποχή που εφαρμόζεται και από τη διαχείριση που θα επακολουθήσει. Η φωτιά θα πρέπει να εφαρμόζεται στο τέλος του χειμώνα όταν η στάθμη του νερού είναι ακόμη υψηλή. Για καλύτερα αποτελέσματα συστήνεται η εφαρμογή της φωτιάς να συνδυάζεται με τη διαχείριση της στάθμης του νερού και το χημικό έλεγχο (Mesléard και Perennou 1996).



*Εικόνα 4. Κάψιμο καλαμιώνων*

#### *4. Χημικός έλεγχος.*

Ο χημικός έλεγχος αποτελεί άλλη μία μέθοδος διαχείρισης των καλαμιώνων (Moreira κ.ά. 1999, Teal και Peterson 2005, Hershner και Hevens 2008), ενώ αξίζει επίσης να αναφερθεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου σε συνδυασμό με τη φωτιά (Mesléard και Perennou 1996, Ailstock κ.ά. 2001).

Σύμφωνα με τους Mesléard και Perennou (1996) τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση ζιζανιοκτόνων ως τεχνική διαχείρισης των καλαμιώνων, είναι η ολική απομάκρυνση της βλάστησης από τα κανάλια με σκοπό τη διευκόλυνση της ροής του νερού καθώς και ο έλεγχος συγκεκριμένων ειδών προκειμένου να ευνοηθεί η πανίδα. Τα ζιζανιοκτόνα αποτελούν αποτελεσματικό, γρήγορο και οικονομικό τρόπο ελέγχου. Είναι «εργαλεία» που μπορούν να συνδυασθούν και με άλλες μεθόδους ενισχύοντας την αποτελεσματικότητά τους. Η χρήση ζιζανιοκτόνων δεν συνάδει με τη λογική της προστασίας των υγροτόπων εξαιτίας της υπολειμματικής δράσης των ουσιών αυτών και των μακροχρόνιων επιπτώσεων τους στους υδρόβιους οργανισμούς (Καζόγλου 2006).

##### 5. Βιολογικός έλεγχος.

Ο βιολογικός έλεγχος περιλαμβάνει τη χρήση ζωντανών οργανισμών ικανών να περιορίσουν την ανάπτυξη των φυτών ή ακόμη και να τα εξαφανίσουν (Mesléard και Perennou 1996, Moreira 1999, Blossey 2008). Ο βιολογικός έλεγχος είναι γενικά μία αξιόλογη μέθοδος, αλλά δύσκολη και ακριβή. Δεν είναι εύκολο να προβλεφθούν ανεπιθύμητα έμμεσα αποτελέσματα καθώς και οι συνέπειες αυτών. Για το λόγο αυτό δεν εφαρμόζεται συχνά στους υγροτόπους. Ο Καζόγλου (2006) αναφέρει ως παραδείγματα οργανισμών ικανών να περιορίσουν τη βλάστηση το χορτοφάγο κυπρίνο (*Ctenopharyngodon idella*, Εικόνα 5) και το μυοκάστορα (*Myocastor coyrui*, Εικόνα 6). Ο χορτοφάγος κυπρίνος μπορεί να επιφέρει πλήρη απομάκρυνση της υδρόβιας και ελοφυτικής βλάστησης. Σύμφωνα με τον Belal (2007), ο χορτοφάγος κυπρίνος περιόρισε τον αριθμό των *Phragmites australis*/m<sup>2</sup> μέσα σε διάστημα πέντε μηνών σε πείραμα το οποίο έλαβε χώρα στη Σαουδική Αραβία. Η απομάκρυνση επίσης των υδροχαρών μακροφύτων από το χορτοφάγο κυπρίνο επηρέασε την

ποιότητα των υδάτων αυξάνοντας τα επίπεδα του διαλυμένου σε αυτά  $O_2$ ,  $CO_2$ , τη διαύγεια, το φυτοπλακτό, την αγωγιμότητα και τα συνολικά διαλυμένα στερεά. Ο μυοκάστορας καταπολεμά φυτά όπως τα ψαθιά, που δεν καταναλώνονται ιδιαίτερα από τα αγροτικά ζώα (Καζόγλου 2006), παράλληλα όμως, προκαλεί ζημιές στις καλλιέργειες και στη γύρω βλάστηση (Bertolino κ.ά. 2005), ενώ συχνά οι πληθυσμοί του αυξάνονται δραστικά (Καζόγλου 2006).



**Εικόνα 5.** Χορτοφάγος κυπρίνος (*Ctenopharyngodon idella*)



**Εικόνα 6.** Μυοκάστορας (*Myocastor coypu*).

## 6. Κοπή.

Η κοπή (Εικόνες 7, 8) αποτελεί μία πολύ διαδεδομένη μέθοδο διαχείρισης των καλαμιώνων (Moreira κ.ά. 1999, Van Rooyen κ.ά. 2004, Varhoeven και Schmitz 1990, Valkama κ.ά. 2007).



*Εικόνες 7, 8 . Κοπή των καλαμιώνων.*



Κατά τους Καζόγλου κ.ά. (2001) η κοπή των καλαμιώνων ως πρακτική διαχείρισης καθορίζεται από τρεις παραμέτρους:

- την εποχή εφαρμογής,
- τη συχνότητα και
- την έκταση.

Ανάλογα με τους στόχους της διαχείρισης, η κοπή μπορεί να εφαρμόζεται κατά τους καλοκαιρινούς ή τους χειμερινούς μήνες. Τα αποτελέσματα της κοπής σε κάθε

περίπτωση είναι διαφορετικά. Η καλοκαιρινή κοπή θα οδηγήσει κυρίως στον έλεγχο (μείωση της ζωτικότητας) των κυρίαρχων υψηλών ελοφύτων, αναβαθμίζοντας έτσι τη χλωριδική ποικιλότητα του καλαμιώνα και διατηρώντας επιφάνειες νερού ελεύθερες από τέτοια φυτά. Η χειμερινή κοπή απομακρύνει μόνο τα νεκρά στελέχη των καλαμιών και καταλήγει συνήθως στην αναβάθμιση της ποιότητας του καλαμιώνα, καθώς δεν επιτρέπει τη συσσώρευση ξηρής ουσίας στο υπόστρωμα και ανακόπτει τη φυσική διαδοχή της βλάστησης. Με αυτόν τον τρόπο ευνοείται η ανάπτυξη του καλαμιού κατά την επόμενη αυξητική περίοδο και μειώνεται η ποικιλότητα σε είδη του καλαμιώνα (Καζόγλου κ.ά. 2001).

Η συχνότητα της κοπής αφορά τον αριθμό των κοπών του καλαμιώνα μέσα σε ένα έτος ή στην περιοδικότητα της κοπής μεταξύ περισσοτέρων ετών. Ανάλογα και πάλι με τους επιδιωκόμενους σκοπούς της διαχείρισης ενός καλαμιώνα (προστασία συγκεκριμένων ενδιαιτημάτων, εμπορική χρήση των καλαμιών ή και τα δύο), ο διαχειριστής εφαρμόζει συγκεκριμένο πρόγραμμα κοπών με ακρίβεια ως προς το χρόνο και τον τόπο (Καζόγλου κ.ά. 2001).

Η έκταση της κοπής καθορίζεται από τα είδη χλωρίδας και πανίδας που αποτελούν στόχους της διαχείρισης, το διαθέσιμο υλικοτεχνικό εξοπλισμό και ανθρώπινο δυναμικό, το προϋπολογισμό του προγράμματος διαχείρισης, τη ζήτηση του καλαμιού ως προϊόν της διαχείρισης και την περιοδικότητα της κοπής που έχει επιλεγεί (Καζόγλου κ.ά. 2001).

Σημειώνεται ότι κατά την εφαρμογή προγραμμάτων κοπών καλαμιώνων η παραγόμενη κομμένη βιομάζα μαζεύεται και απομακρύνεται από την περιοχή κοπής, δηλαδή δεν παραμένει επιτόπου για να αποσυντεθεί με φυσικό τρόπο. Αυτό γίνεται διότι τα κομμένα καλάμια έχουν μεγάλο όγκο και μάζα και στην περίπτωση που αφήνονται επιτόπου προκαλούν αλλοίωση διαφόρων χαρακτηριστικών του εδάφους

(π.χ. δημιουργία ανοξικών συνθηκών, ευτροφισμός), αύξηση του οργανικού υποστρώματος και δυσχέρεια στην εφαρμογή μελλοντικών τεχνικών διαχείρισης (Καζόγλου κ.ά. 2001).

#### Αξιοποίηση παραπροϊόντων του προγράμματος διαχείρισης καλαμιώνων

Η κοπή των καλαμιώνων έχει ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας η χρήση της οποίας έχει πολλές εφαρμογές. Οι εφαρμογές αυτές είναι:

##### α) Ζωοτροφή

Για να χρησιμοποιηθεί το καλάμι ως ζωοτροφή θα πρέπει να κόβεται χλωρό όταν έχει σχηματιστεί και το άνθος που έχει ιδιαίτερη θρεπτική αξία. Αν κοπεί νωρίτερα, το φυτό έχει μειωμένη θρεπτική αξία και μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία (Καζόγλου κ.ά. 2001). Χρησιμοποιείται δε με τρεις τρόπους:

- ολόκληρο το φυτό από τη βάση του βλαστού,
- το φυτό κομμένο από τη μέση του βλαστού και πάνω και
- με τη μορφή επεξεργασμένων συμπυκνωμένων τεμαχιδίων (κροκέτες ή pellets).

Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με τον Duke (1983) 100 g χλωρού καλαμιού περιέχουν 415 cal ενέργεια, 10,6 g πρωτεΐνες, 2,1 g λίπη, 72,7 g υδατάνθρακες, 31,9 g φυτικές ίνες, 480 mg Ca, 60 mg P και 130 mg Mg.

##### β) Υλικό για στέγες και μόνωση

Σύμφωνα με τους Καζόγλου κ.ά. (2001), η χρήση του καλαμιού ως υλικό για στέγες κατοικιών είναι ευρύτατα διαδεδομένη σε χώρες της Β. Ευρώπης και κυρίως στη Μεγάλη Βρετανία, τη Γαλλία και την Ολλανδία, όπου η διάρκεια ζωής τους

κυμαίνεται μεταξύ των 75 και 100 ετών και απαιτείται συντήρηση ανά 10 ως 20 έτη.

Σε πολλές περιοχές της Ελλάδας το καλάμι, ως πολύ καλό δομικό και μονωτικό υλικό, παλαιότερα χρησιμοποιούνταν με τη μορφή καλαμωτής:

- κάτω από τα κεραμίδια των κατοικιών (με αντοχή πάνω από 70 έτη, εάν δεν βρέχεται),
- στις οροφές και
- στα ενδιάμεσα χωρίσματα μεταξύ δύο χώρων εντός των κτιρίων (σπίτια, αποθήκες, στάβλοι).

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα χωρίσματα από καλάμια καλύπτονταν με επίχρισμα (σοβάς) για την απαραίτητη μόνωση και συγκράτηση των διαφόρων υλικών μεταξύ τους.

Σήμερα, η χρήση περιορίζεται μόνο στις στέγες στάβλων. Τα πλεονεκτήματα που έχουν οι καλαμένιες στέγες στους στάβλους είναι τα εξής:

- είναι αδιάβροχες,
- επιτρέπουν τον αερισμό του στάβλου,
- οι υδρατμοί από την αναπνοή και τον ιδρώτα των ζώων δεν υγροποιούνται στην κάτω επιφάνεια της στέγης, άρα μειώνεται η υγρασία μέσα στο στάβλο,
- παρέχουν δροσιά το καλοκαίρι και ζέστη το χειμώνα,
- το κόστος κατασκευής και συντήρησης είναι πολύ χαμηλό καθώς δεν απαιτείται αγορά πρώτης ύλης,
- παρουσιάζουν αντοχή στο χρόνο ως και 30 έτη με την ανάλογη συντήρηση.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των καλαμένων σκεπών είναι ότι το καλοκαίρι είναι εύφλεκτες. Εάν όμως τα καλάμια τοποθετηθούν πολύ πυκνά, δημιουργούν μια συμπαγή μάζα που δεν πιάνει εύκολα φωτιά (Καζόγλου κ.ά. 2001).

### γ) Καλαμωτές

Η κατασκευή καλαμωτών αποτελεί ίσως μια από τις πιο οικονομικά συμφέρουσες προτάσεις αξιοποίησης των καλαμιών που προέρχονται από χειμερινές κοπές. Με δεδομένα:

- την έκταση των καλαμιώνων που θα βρίσκονται υπό καθεστώς διαχείρισης,
- τις απαιτήσεις σε εργασία και προσωπικό,
- τις πολλές εφαρμογές του προϊόντος (για φράχτες, κάλυψη, διακόσμηση εσωτερικών χώρων),
- την απόλυτη συμβατότητά του με το πρόγραμμα αποκατάστασης υγρών λιβαδιών και
- την τιμή πώλησης του προϊόντος,

υπάρχει η πεποίθηση ότι η συγκεκριμένη δράση μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο προσοδοφόρας, τουλάχιστον συμπληρωματικής, απασχόλησης για κάποιους κατοίκους της περιοχής (Καζόγλου κ.ά. 2001).

Οι καλαμωτές κατασκευάζονται από κομμένους ξηρούς βλαστούς καλαμιού ίδιου ύψους, απαλλαγμένους από φύλλα και άνθη και με διάμετρο 6-12 mm. Πλέκονται με ειδικές μηχανές ή με το χέρι και δένονται με ψιλό σύρμα ή φύλλα ψαθιού (*Typha angustifolia* ή *latifolia*) ή λεπτό πλαστικό νήμα, συνήθως σε τρεις σειρές (Καζόγλου κ.ά. 2001).

### δ) Παραγωγή ενέργειας

Σύμφωνα με τους Καζόγλου κ.ά. (2001), η χρήση της βιομάζας των καλαμιών ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας αποτελεί ένα πολύ εξειδικευμένο θέμα το οποίο έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες (Μ.



Βρετανία, Σουηδία, Η.Π.Α., Φιλανδία κ.ά.). Η μέθοδος παραγωγής βιοαερίου εκτός από μεγάλα ποσά ενέργειας ελευθερώνει και θρεπτικά στοιχεία σε μορφή εύκολα αφομοιώσιμη από τα φυτά (Hansson και Fredriksson 2004).

Έρευνα που έγινε στο πλαίσιο ενός προγράμματος LIFE E.U. ([www.globalnature.org](http://www.globalnature.org)) σχετικά με την ανάπτυξη νέας τεχνολογίας συγκομιδής της βλάστησης σε υγροτόπους στη Μ. Βρετανία, έδειξε ότι η βιομάζα που προέρχεται από καλάμια και πλώδη φυτά παρόχθιων περιοχών έχει όμοια θερμαντική ικανότητα με το ξύλο, ίσως μάλιστα και λίγο περισσότερη. Σε σχέση με το γαιάνθρακα και το πετρέλαιο, έχει τη μισή και το ένα τρίτο της θερμαντικής τους ικανότητας, αντίστοιχα. Όπως και με όλες της μορφές βιομάζας φυτικής προέλευσης, έτσι και αυτή καταλήγει σε μηδενική εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) καθώς το εκπεμπόμενο CO<sub>2</sub> από την καύση ισούται με το CO<sub>2</sub> που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των φυτών.

#### ε) Κομπόστα

Η παρασκευή κομπόστας από φυτικό υλικό καλαμιώνων και η χρήση της ως λίπασμα έχει αρχίσει να διερευνάται τα τελευταία έτη. Η μελέτη των Hansson και Fredriksson (2004) συγκρίνει, από ενεργειακή και οικονομική σκοπιά, τρεις μεθόδους εφαρμογής του φυτικού υλικού καλαμιώνων μετά από καλοκαιρινή κοπή σε αγρό. Η πρώτη μέθοδος που εξετάστηκε ήταν η απευθείας εφαρμογή του φυτικού υλικού ως λίπασμα, κατά τη δεύτερη εξετάστηκε η εφαρμογή κομποστοποιημένου φυτικού υλικού, ενώ σύμφωνα με τη τρίτη μέθοδο το κομμένο φυτικό υλικό χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή βιοαερίου και στη συνέχεια το παραπροϊόν της μεθόδου διασκορπίστηκε ως λίπασμα. Συγκρινόμενη η μέθοδος της κομποστοποίησης με τις άλλες δύο μεθόδους, είχε τα λιγότερα επιθυμητά αποτελέσματα, καθώς ήταν

δαπανηρή ενώ δεν παρήχθη καθόλου ενέργεια. Οι Huijser κ.ά. (2004) εφήρμοσαν φυτικό υλικό προερχόμενο από κοπή καλαμιώνων σε καλλιέργεια αραβόσιτου. Η εφαρμογή της κομπόστας είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθεί ο αριθμός των ειδών ζιζανίων εντός της καλλιέργειας. Παρά την αύξηση των ζιζανίων και την πιθανή ακινητοποίηση του αζώτου λόγω της αποικοδόμησης του φυτικού υλικού των καλαμιώνων, δεν υπήρξαν επιδράσεις στην παραγωγή αραβόσιτου.

## ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Κομποστοποίηση είναι η φυσική διαδικασία αποικοδόμησης οργανικών υλικών από μικροοργανισμούς κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Ακατέργαστα υλικά όπως υπολείμματα καλλιεργειών, απεκκρίματα ζώων, υπολείμματα τροφών, ορισμένα αστικά απόβλητα και κατάλληλα βιομηχανικά, ενισχύουν την καταλληλότητά τους για εφαρμογή στο έδαφος ως πηγή θρεπτικών στοιχείων αφού πρώτα υποβάλλονται σε κομποστοποίηση (Misra κ.ά. 2003).

Η κομποστοποίηση είναι μία μέθοδος η οποία έχει τις ρίζες της στο βάθος των χρόνων. Οι Ισραηλίτες, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν οργανικά απόβλητα απευθείας ή κομποστοποιημένα (Martin και Gershuny 1992). Οι πρότοι πολιτισμοί της Ν. Αμερικής, της Κίνας, της Ιαπωνίας και της Ινδίας ασκούσαν εντατικές μορφές γεωργίας και χρησιμοποιούσαν ζωικά ή ανθρωπογενή απόβλητα ως λιπάσματα (Howard 1943). Πολλά από αυτά τα οργανικά απόβλητα στοιβάζονταν δημιουργώντας σωρούς στους οποίους αφήνονταν να αποικοδομηθούν και στη συνέχεια να ωριμάσουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα (Epstein 1997).

Πολλά αστικά απόβλητα μπορούν να υποβληθούν σε κομποστοποίηση, ενώ οργανικά υλικά μπορούν να αποικοδομηθούν με τη μέθοδο αυτή, δίνοντας ένα τελικό προϊόν πλήρως χρησιμοποιήσιμο. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης είναι πιθανό να παραχθούν οσμές και αέρια, τα οποία όμως μπορούν να ελαχιστοποιηθούν μέσω ορθότερου σχεδιασμού της κομποστοποίησης. Στο πλαίσιο του ορθότερου αυτού σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη το γεγονός ότι η κομποστοποίηση απαιτεί πολύ περισσότερο χώρο σε σχέση με άλλες τεχνικές διαχείρισης αποβλήτων και υπολειμμάτων (Epstein 1997).

### Μέθοδοι κομποστοποίησης

Η κομποστοποίηση μπορεί να γίνει είτε αναερόβια είτε αερόβια.

Στην αναερόβια κομποστοποίηση η αποικοδόμηση λαμβάνει χώρα απουσία  $O_2$  ή όταν βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες κυριαρχούν οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί και σχηματίζουν ενδιάμεσα προϊόντα όπως μεθάνιο, οργανικά οξέα και άλλες ουσίες. Απουσία  $O_2$  αυτές οι ενώσεις συσσωρεύονται, δεν μεταβολίζονται περαιτέρω ενώ πολλές από αυτές έχουν έντονη οσμή. Η αναερόβια κομποστοποίηση είναι μια διαδικασία με χαμηλή θερμοκρασία που αφήνει τους σπόρους και τους παθογόνους οργανισμούς ανέπαφους. Επιπλέον, αυτή η διαδικασία απαιτεί περισσότερο χρόνο από ότι η αερόβια κομποστοποίηση, χάνονται όμως ελάχιστα θρεπτικά στοιχεία και απαιτείται μειωμένη εργασία (Misra κ.ά. 2003).

Η αερόβια κομποστοποίηση απαιτεί  $O_2$ . Σύμφωνα με τη Μυγδαλιά (2000), το  $O_2$  πρέπει να κυμαίνεται από 10 έως 13%, όμως οι μικροοργανισμοί μπορούν να επιβιώσουν ακόμη και σε ποσοστό 5%. Οι μικροοργανισμοί διασπών την οργανική ουσία και παράγουν  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ , θερμότητα και χούμο. Η θερμότητα που παράγεται επιταχύνει τη διάσπαση των πρωτεϊνών, των λιπών, της κυτταρίνης και ημικυτταρίνης. Έτσι, χρονικά η διαδικασία είναι συντομότερη. Επιπλέον, αυτή η διαδικασία καταστρέφει πολλούς παθογόνους μικροοργανισμούς και σπόρους ζιζανίων. Παρά το γεγονός ότι περισσότερα θρεπτικά στοιχεία χάνονται από τα υλικά με την αερόβια κομποστοποίηση, θεωρείται περισσότερο αποτελεσματική και χρήσιμη σε σχέση με την αναερόβια για τη γεωργική παραγωγή (Misra κ.ά. 2003). Οι παράγοντες που επιδρούν στην αερόβια κομποστοποίηση είναι ο αερισμός, η υγρασία, τα θρεπτικά στοιχεία, η θερμοκρασία, η περιεκτικότητα σε λιγνίνη και το pH.

### Εφαρμογή της κομπόστας ως εγγειοβελτιωτικό μέσο

Οι κομπόστες συχνά χρησιμοποιούνται στα εδάφη ως εγγειοβελτιωτικά. Δηλαδή χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους. Σύμφωνα με τους Palm κ.ά. (1997), η εφαρμογή οργανικών υλικών επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων:

1. μέσω του συνόλου των θρεπτικών στοιχείων που εισάγονται με τον τρόπο αυτό στο έδαφος,
2. ελέγχοντας την καθαρή ανοργανοποίηση,
3. ως μία πηγή C και ενέργειας για τη μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους,
4. μέσω των αλληλεπιδράσεων με την ανόργανη φάση του εδάφους.

Το ίδιο βρήκαν και οι Wong κ.ά. (1999), δηλαδή ότι η προσθήκη κομπόστας αύξησε την οργανική ουσία, τα μακροστοιχεία (N, P, Mg, Na, Ca, K) και μικροστοιχεία (Cu, Zn, Mn) του εδάφους σε καλλιέργεια σιτηρών.

Εκτός από αυτά τα άμεσα αποτελέσματα στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων, τα οργανικά υλικά μπορούν να έχουν επιδράσεις στην αύξηση της ρίζας, στους ζωντανούς οργανισμούς του εδάφους και τις εδαφικές ιδιότητες που επηρεάζουν στη συνέχεια τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά και την ανάπτυξη αυτών. Η επίδραση αυτών των διαφορετικών μηχανισμών στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και την ανάπτυξη των φυτών διαφέρει ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, τον τύπο του εδάφους και την ποιότητα των οργανικών υλικών (Palm κ.ά. 1997).

Επίσης, αναφέρεται η θετική επίδραση που έχει η εφαρμογή κομπόστας αντί χημικώς συντιθέμενου λιπάσματος στη γονιμότητα των εδαφών (Tiessen κ.ά. 2002, Watson κ.ά. 2006) και στην παραγωγικότητα, στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών

στοιχείων προς τα φυτά (Schlegel 1992, Altieri και Nicholls 2003), όπως επίσης στη δομή του εδάφους και στη βιολογική δραστηριότητα (Watson κ.ά. 2006). Ακόμη, οι Hasna κ.ά. (2007), αναφέρουν πως η χρήση κομπόστας συμβάλλει στον έλεγχο της ασθeneιών της ρίζας σε καλλιέργεια τομάτας. Συγκεκριμένα αναφέρουν πως κομπόστες με χαμηλές συγκεντρώσεις  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ολικού C και χαμηλή συγκέντρωση Ca μείωσαν τη μικροβιακή δραστηριότητα στη ριζόσφαιρα και κατά συνέπεια το ποσοστό των ριζών που προσβλήθηκαν από ασθένειες.

## ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ

Παραγωγικό καλλιεργούμενο έδαφος θεωρείται εκείνο το οποίο έχει καλή δομή, χαρακτηρίζεται από καλή στράγγιση αλλά και συγκράτηση της εδαφικής υγρασίας και περιέχει επαρκείς ποσότητες θρεπτικών στοιχείων για την ανάπτυξη των φυτών (Stockdale κ.ά. 2002). Οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν τις διαφορές της εδαφικής γονιμότητας μεταξύ των καλλιεργητικών συστημάτων είναι: (α) τα αποθέματα και οι μορφές των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, (β) οι διεργασίες που είναι υπεύθυνες για τη μετατροπή των θρεπτικών στοιχείων από μια μορφή σε άλλη και οι ρυθμοί των διεργασιών αυτών, (γ) οι δυνητικές απώλειες των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος και (δ) οι εδαφικές ιδιότητες που επηρεάζουν τον όγκο και το βάθος της ριζόσφαιρας, τη πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά και τη βιολογική δραστηριότητα εντός του εδάφους (Stockdale κ.ά. 2002).

### 1. Οργανική ουσία και οργανικός C

Το έδαφος είναι ένας μόνιμος αποδέκτης φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων. Τα υπολείμματα αυτά δεν παραμένουν στο έδαφος αμετάβλητα αλλά διασπώνται από μικροοργανισμούς και ο ρυθμός διάσπασης εξαρτάται κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες αλλά και από τη προέλευση και σύσταση των υπολειμμάτων. Επιπλέον, από τα προϊόντα αποικοδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων συντίθενται νέες οργανικές ενώσεις. Αυτά τα φυτικής και ζωικής προέλευσης υπολείμματα που βρίσκονται σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης και ανασύνθεσης καθώς και οι μικροοργανισμοί αποτελούν την οργανική ουσία του εδάφους (Παναγιωτόπουλος 2005).

Η οργανική ουσία του εδάφους αποτελεί την πιο καθοριστική παράμετρο της εδαφικής ποιότητας, ενώ η εκτίμηση της συνεισφοράς σε αυτή δεν είναι δυνατή. Πέρα από το ρόλο της στη σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων, η οργανική ουσία επηρεάζει το πορώδες του εδάφους, τις αντιδράσεις ανταλλαγής κατιόντων καθώς και τη συγκράτηση της εδαφικής υγρασίας. Ακόμη αποτελεί απαραίτητη «δεξαμενή» στον κύκλο του C και «πηγή» θρεπτικών στοιχείων (Schoenholtz 2000), ιδίως του διαθέσιμου N (Berry κ.ά. 2002), P και S (Stevenson 1986). Τέλος, η επίδρασή της σε πολλές βασικές βιολογικές και χημικές διεργασίες παίζει βασικό ρόλο στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων (Johnson 1985, Henderson κ.ά. 1990, Henderson 1995, Nambiar 1996).

Ο Πίνακας 1 δίνει περιληπτικά το ρόλο της οργανικής ουσίας στο έδαφος.



*Πίνακας 1. Ιδιότητες της οργανικής ουσίας και επίδραση στο έδαφος (Μπαρμπαγιάννης 2004).*

<b>Ιδιότητα</b>	<b>Σχόλια</b>	<b>Επίδραση στο έδαφος</b>
Χρώμα	Το σκούρο καφέ-γκρι χρώμα των εδαφών οφείλεται στην οργανική ουσία	Μεγαλύτερη απορρόφηση φωτός με συνέπεια ταχύτερη αύξηση της θερμοκρασίας
Συγκράτηση νερού	Η οργανική ουσία συγκρατεί νερό μέχρι και 20 φορές το βάρος της	Εμποδίζεται η διόγκωση και η συρρίκνωση, συγκράτηση νερού σε αμμώδη εδάφη
Αντιδράσεις με την άργιλο	Σχηματισμός σταθερών συσσωματωμάτων	Βελτίωση δομής, αερισμού και υδατοπερατότητας
Σχηματισμός χηλικών ενώσεων με μικροθρεπτικά στοιχεία	Σχηματισμός σταθερών συμπλόκων με Fe, Zn, Cu και άλλα πολυσθενή κατιόντα	Ρύθμιση της διαθεσιμότητας των μικροθρεπτικών στοιχείων
Διαλυτότητα στο νερό	Μικρή	Μικρές απώλειες με έκπλυση
pH	Ρυθμίζει το pH	Διατηρεί το pH σταθερό
I.A.K.	Η I.A.K. των χουμικών ουσιών κυμαίνεται μεταξύ 300-1.400 meq/100g	Αυξάνει την I.A.K., ποσοστό 20-70% οφείλεται στην οργανική ουσία
Αποσύνθεση	Απελευθέρωση $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$	Πηγή θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά

Σύμφωνα με τους Larson και Pierce (1994) ο οργανικός C αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την εκτίμηση της ποιότητας των γεωργικών εδαφών, στα οποία χρησιμοποιείται σε διεργασίες εδαφογένεσης (Bouma 1989) προκειμένου να υπολογισθεί το φαινόμενο ειδικό βάρος, η ικανότητα συγκράτησης της εδαφικής υγρασίας, η δυνατότητα διήθησης, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, το βάθος της ριζόσφαιρας και η παραγωγικότητα του εδάφους (Schoenholtz κ.ά. 2000).

Η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων στο έδαφος έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της οργανικής ουσίας που αυτό περιέχει, γεγονός το οποίο συνεπάγεται αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού, του πορώδους, της ικανότητας διήθησης, της υδραυλικής αγωγιμότητας, της σταθερότητας συσσωματωμάτων στη διαβροχή, καθώς επίσης μείωση του φαινόμενου ειδικού βάρους (Hyanes και Naidu 1998). Οι Goyal κ.ά. (1999), μάλιστα, προτείνουν εφαρμογή οργανικής λίπανσης παράλληλα με την ανόργανη, προκειμένου να αυξηθούν τα επίπεδα της περιεχόμενης στο έδαφος οργανικής ουσίας.

## 2. Θρεπτικά στοιχεία και Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (I.A.K.)

Σχεδόν όλα τα θρεπτικά στοιχεία που προσλαμβάνουν τα φυτά προσλαμβάνονται από το ριζικό τους σύστημα (παθητικά ή ενεργητικά) με τη μορφή ιόντων από το εδαφικό διάλυμα. Ωστόσο, μικρό ποσοστό των θρεπτικών στοιχείων βρίσκεται διαλυμένο στο εδαφικό διάλυμα, π.χ. <1% του ολικού N και <0,01% του ολικού K του εδάφους (Kofoed 1978, Jarvis κ.ά. 1996). Το υπόλοιπο των θρεπτικών στοιχείων βρίσκεται στη στερεή φάση του εδάφους με τη μορφή οργανικών ή ανόργανων ενώσεων (Stockdale κ.ά. 2002).

Σύμφωνα με τον Σακελλαριάδη (1992) τα ανόργανα συστατικά των εδαφών είναι ουσιαστικά προϊόντα της φυσικής αποσάθρωσης των πετρωμάτων, τα οποία

αποτελούνται από μηχανικά θραύσματα (κλάσματα) βράχων διαστάσεων μεγαλύτερων των 0,002 mm. Η απελευθέρωση των θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα γίνεται κατά τη διάρκεια της αποσάθρωσης των πετρωμάτων. Ο διαφορετικός όμως ρυθμός αποσάθρωσής τους έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν διαφορές στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ των εδαφών.

Το 90-98% του εδαφικού K είναι εγκλωβισμένο στην εσωτερική επιφάνεια του κρυσταλλικού πλέγματος των μαρμαρυγιακών ορυκτών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του εδαφικού P (50-75%) απαντάται είτε προσροφημένο στα άμορφα και κρυσταλλικά ορυκτά της αργίλου είτε σε αδιάλυτες ανόργανες ενώσεις. Το εδαφικό pH και οι συγκεντρώσεις Al, Fe, Mn και Cu καθορίζουν την τελική μορφή και συγκέντρωση του P στο έδαφος (Sharpley 2000).

Τα κατιόντα των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος βρίσκονται κυρίως σε ανταλλάξιμη μορφή συνδεδεμένα με την άργιλο και την οργανική ουσία του εδάφους (Stockdale κ.ά. 2002). Τα κατιόντα αυτά της στερεής φάσης εναλλάσσονται αυτομάτως με τα αντίστοιχα της υγρής φάσης προκειμένου να διατηρηθεί η χημική ισορροπία των εδαφών (Σακελλαριάδης 1992). Για παράδειγμα το 1-2% του συνολικού εδαφικού K είναι άμεσα διαθέσιμο στα φυτά ενώ περίπου το 90-98% είναι συνδεδεμένο με τη στερεή φάση (Sharpley 2000, Sparks 2000).

Η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (I.A.K.) των εδαφών εξαρτάται από την ποσότητα της αργίλου, την ορυκτολογική της σύνθεση καθώς και από το ποσοστό της οργανικής ουσίας του εδάφους. Στα εδάφη εύκρατων περιοχών το 30-65% της I.A.K. προέρχεται από την οργανική ουσία (Stockdale κ.ά. 2002). Ενδεχόμενη αύξηση της περιεχόμενης σε ένα έδαφος οργανικής ουσίας, τις περισσότερες φορές, συνεπάγεται και αύξηση της I.A.K. (Sparks και Huang 1985, Arden-Clark και Hodges 1988).

### 3. pH

Ως pH του εδάφους ορίζεται η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου  $[H^+]$  στο εδαφικό διάλυμα ή πιο σωστά η ενεργότητα των  $(H^+)$  σε αυτό, εκφρασμένη ως αρνητικό λογάριθμος  $pH = -\log(H^+)$  (Σακελαριάδης 1992).

Το pH επηρεάζεται από τους παράγοντες και τη διαδικασία της εδαφογένεσης, τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους, την εποχή του έτους, τη λίπανση και την οργανική ουσία του εδάφους (Smith και Doran 1996). Η προσθήκη οργανικής ουσίας σε ένα έδαφος είναι δυνατό να επηρεάσει την τιμή του εδαφικού pH λόγω της βιολογικής αποκαρβοξυλίωσης των οργανικών ιόντων (Yah κ.ά. 1996). Συγκεκριμένα, η προσθήκη κοπριάς από ορνιθοτροφεία η οποία περιέχει  $CaCO_3$  προκαλεί αύξηση του pH όξινων εδαφών (Νικολαΐδου 2007).

### 4. Αλατούχα και νατριωμένα εδάφη

Τα αλατούχα και νατριωμένα εδάφη κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τη συγκέντρωση των αλάτων που περιέχουν (Πίνακας 2). Τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται από τρεις χημικές ιδιότητες, οι οποίες είναι οι ακόλουθες.

***Πίνακας 2.** Συνοπτική παρουσίαση των ιδιοτήτων των εδαφών που είναι επηρεασμένα από άλατα και υψηλή συγκέντρωση Na (Κεραμίδας και Σινάνης 2007).*

<b>Κατηγορία</b>	<b>EC<sub>25</sub><sup>o</sup>C</b>	<b>E.S.P.</b>	<b>pH</b>	<b>Δομή</b>	<b>Αιτία βλαπτικής δράσης</b>
Αλατούχα	>4 dS/m	<15%	<8,5	κοκκώδης καλή	Υψηλή ωσμωτική πίεση του εδαφικού διαλύματος
Αλατούχα- νατριωμένα	>4 dS/m	>15%	<8,5	κοκκώδης καλή	Τα ίδια ως άνω
Νατριωμένα	<4 dS/m	>15%	>8,5	ογκώδης κακή	Τοξικές επιδράσεις $Na^+$ , $OH^-$ , κακές φυσικές ιδιότητες

#### 4.1 E.S.P. και S.A.R.

Η συγκέντρωση Na στο έδαφος περιγράφεται από το E.S.P. (Exchangeable Sodium Percentage) και εκφράζεται ως το επί της εκατό ποσοστό Na το οποίο εμπεριέχεται στην I.A.K. Το E.S.P. εκφράζεται ως:

$$E.S.P. = (Na/I.A.K.) * 100, \text{ όπου Na και I.A.K. σε cmol}_e/\text{kg εδάφους.}$$

Εδάφη με E.S.P.>15% χαρακτηρίζονται ως νατριομένα (Κεραμίδας και Σινάνης 2007).

Το S.A.R. (Sodium Adsorption Ratio) υπολογίζεται από τις συγκεντρώσεις Na, Ca και Mg στο εκχύλισμα κορεσμού των εδαφών (εκφρασμένες σε me/L) και ισούται με :

$$S.A.R. = Na / \sqrt{(Ca + Mg) / 2}.$$

Το S.A.R. εκφράζει τη συγκέντρωση αλάτων στο εδαφικό διάλυμα. Ο υπολογισμός του αποτελεί πολλές φορές μία γρήγορη και αρκετά ακριβή διάγνωση της νατρίωσης ενός εδάφους. Τιμές S.A.R. μεγαλύτερες του 12-15 υποδηλώνουν νατρίωση του εδάφους και μέχρι βαθμό νατρίωσης 30, η τιμή του S.A.R. είναι αριθμητικώς περίπου ίση με την τιμή του E.S.P. (Κεραμίδας και Σινάνης 2007).

#### 4.2 Ειδική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC<sub>25</sub><sup>o</sup>C)

Μία άλλη ιδιότητα του εδάφους που αναφέρεται στην ποσοτική συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος είναι η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC<sub>25</sub><sup>o</sup>C). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα αποτελεί ένδειξη της συγκέντρωσης ιόντων στο εδαφικό διάλυμα. Η αύξηση της EC<sub>25</sub><sup>o</sup>C πάνω από 2 dS/m δηλώνει αυξημένη συγκέντρωση αλάτων και πιθανό να δημιουργεί προβλήματα σε καλλιέργειες ευαίσθητες σε άλατα. Συνήθως μετράται στα γεωργικά εδάφη, ενώ στα δασικά εδάφη ο προσδιορισμός της γίνεται σπάνια και σε ειδικές περιπτώσεις (Burger κ.ά 1994). Η προσθήκη οργανικών υλικών

αυξάνει την ηλεκτρική αγωγιμότητα λόγω συσσώρευσης αλάτων τα οποία περιέχουν τα υλικά αυτά (McCalla 1975, Ciguentes και Lindemann 1993, Zinati κ.ά. 2001, Eghball 2002).

#### 5. Σταθερότητα συσσωματωμάτων στη διαβροχή

Η συνολική σταθερότητα είναι ένας τρόπος να υπολογιστεί η δυνατότητα ενός εδάφους να διατηρεί τις καλές ταχύτητες διήθησης ύδατος, τις καλές συνθήκες για όργωμα και τον επαρκή αερισμό για την ανάπτυξη των φυτών (Kemper και Rosenau 1986, Emerson κ.ά. 1986) . Η σταθερότητα του εδάφους είναι μια σύνθετη διαδικασία που αρχίζει με τη σύνδεση και σταθεροποίηση των εδαφικών τεμαχιδίων προς μικροσυσσωματώματα (<0,25 mm) και προχωρεί στο σχηματισμό των μακροσυσσωμάτων από αυτές τις μικρότερες μονάδες (Tisdall και Oades 1982) .

Η σταθερότητα των συσσωματωμάτων στη διαβροχή συνδέεται με τον σχηματισμό επιφανειακής κρούστας και τη διάβρωση του εδάφους. Παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων στη διαβροχή είναι η μηχανική σύσταση του εδάφους, οι κλιματικές αλλαγές, η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και τέλος τα συστήματα κατεργασίας. Μάλιστα, αύξηση της περιεκτικότητας των εδαφών σε οργανική ουσία βελτιώνει τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων στη διαβροχή (Haynes και Naidu 1998).

Οι Zeytin και Baran (2003), παρατήρησαν ότι η προσθήκη κομπόστας από κελύφη φουντουκιού αύξησε τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων στη διαβροχή ενός αργιλοπηλώδους και ενός αμμοπηλώδους εδάφους. Επίσης, η προσθήκη κοπριάς βοοειδών αύξησε σημαντικά τη σταθερότητα της δομής ενός αμμώδους εδάφους. Η αύξηση ήταν μεγαλύτερη όταν η ίδια ποσότητα κοπριάς εφαρμόστηκε σε τρεις ετήσιες δόσεις παρά άπαξ (Nyamangara κ.ά. 2001).

Όμως η προσθήκη οργανικού υλικού δεν έχει πάντα θετικά αποτελέσματα στη σταθερότητα της δομής. Σε εδάφη πλούσια σε άργιλο, χαμηλές προσθήκες κοπριάς βοοειδών δεν μετέβαλαν ή αύξησαν την σταθερότητα των συσσωματωμάτων. Αντίθετα, υψηλές προσθήκες προκάλεσαν μείωση της σταθερότητας των μακροσυσσωματωμάτων και αύξηση της διασποράς της αργίλου (Mbagwu και Bazzoffi 1988, Mbagwu 1989). Οι παραπάνω ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι χουμικές ενώσεις της κοπριάς σχηματίζουν ισχυρά σύμπλοκα με τα πολυσθενή κατιόντα-γέφυρες τα οποία συνδέουν τα τεμαχίδια της αργίλου, με αποτέλεσμα να εκτοπίζουν την ασθενέστερα συνδεδεμένη άργιλο και να τη διασπείρουν, ιδίως στις μεγάλες προσθήκες. Τέλος, οι Khaleel κ.ά. (1981) αναφέρουν ότι διάφοροι ερευνητές έδειξαν ότι η προσθήκη οργανικού υλικού που περιείχε υψηλές συγκεντρώσεις Na, οδήγησε σε διασπορά των εδαφικών συσσωματωμάτων.

Από την άλλη, σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής του οργανικού υλικού και την επίδρασή του στη συσσωμάτωση, παρατηρήθηκε ότι όταν το οργανικό υλικό ενσωματώνεται και δεν εφαρμόζεται επιφανειακά, προωθείται ο σχηματισμός σταθερών δομικών μονάδων (Khaleel κ.ά. 1981).

Σύμφωνα με τον Παναγιωτόπουλο (2005), εκτός από την οργανική ουσία, και το ριζικό σύστημα των φυτών αποτελεί παράγοντα σχηματισμού εδαφικών δομικών μονάδων. Τα αναπτυσσόμενα φυτά ασκούν ευνοϊκή επίδραση στο σχηματισμό και στη σταθεροποίηση δομικών μονάδων κατά τους ακόλουθους τρόπους: (α) ασκούν τάσεις συμπίεσης με το ριζικό τους σύστημα στο έδαφος, (β) απομακρύνουν συνεχώς νερό από το έδαφος και έτσι συνεργούν στη συρρίκνωση του εδάφους γύρω ή κοντά στις ρίζες και τα ριζικά τριχίδια, (γ) αποτελούν συνεχή τροφοδότη του εδάφους με φυτικά υπολείμματα τα οποία συνεισφέρουν στην αύξηση της οργανικής ουσίας και αποτελούν πηγή θρεπτικών στοιχείων και ενέργειας για τους μικροοργανισμούς και

τους ζωικούς οργανισμούς και (δ) συγκρατούν με το ριζικό σύστημα δομικές μονάδες υψηλής ιεραρχικής τάξης και συνεισφέρουν στη σταθερότητά τους. Επίσης, η ευνοϊκή επίδραση του ριζικού συστήματος στο σχηματισμό δομικών μονάδων διαφέρει πάρα πολύ μεταξύ των φυτών και εξαρτάται από τη μορφολογία και τη συνολική μάζα του ριζικού συστήματος καθώς και τη λεπτότητα και τον αριθμό των ριζικών τριχιδίων. Έτσι, φυτά που το ριζικό τους σύστημα αποτελείται από μεγάλο αριθμό δευτερευόντων ριζών και ριζικών τριχιδίων έχουν ευνοϊκότερη επίδραση στο σχηματισμό των δομικών μονάδων. Τέλος, το ριζικό σύστημα και ιδιαίτερα οι λεπτές ρίζες και τα ριζικά τριχίδια σχηματίζουν ένα προστατευτικό πλέγμα γύρω από τις δομικές μονάδες ανώτερης ιεραρχικής τάξης τις οποίες συγκρατούν και αυξάνουν τη σταθερότητά τους.

#### 6. Διασπορά της αργίλου

Σε φυσικές συνθήκες τα εδαφικά τεμαχίδια δε βρίσκονται μεμονωμένα αλλά είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους προς δομικές μονάδες διαφορετικού μεγέθους. Παράγοντες που προκαλούν, διατηρούν και προάγουν τη σύνδεση των εδαφικών τεμαχιδίων είναι κυρίως η οργανική ουσία, τα ένυδρα οξειδία και οξυδροοξειδία του Fe και του Al, διάφορες ενώσεις του Si και τα ανθρακικά άλατα του Ca και του Mg. Επίσης η άργιλος αποτελεί συγκολλητικό συστατικό που συνδέει τα τεμαχίδια αργίλου, ιλύος και άμμου είτε απευθείας είτε με την παρεμβολή μορίων νερού, οργανικών ενώσεων ή κατιόντων (Παναγιωτόπουλος 2005).

Ο διαχωρισμός ενός εδαφικού δείγματος σε απλά και διακριτά τεμαχίδια ονομάζεται διαμερισμός ή διασπορά και μπορεί να γίνει με φυσικές, χημικές ή συνδυασμό χημικών και φυσικών μεθόδων.



Όπως αναφέρθηκε ήδη, η οργανική ουσία προάγει τη σύνδεση των εδαφικών τεμαχιδίων περιορίζοντας τη διασπορά, και άρα η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων σε ένα έδαφος βοηθά προς αυτή την κατεύθυνση. Σύμφωνα, όμως, με τους Haynes και Naidu (1998), η προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων κοπριάς στο έδαφος συνετέλεσε στην αύξηση της διασποράς της αργίλου προκαλούμενη από την αύξηση των ιόντων  $K^+$ ,  $Na^+$  και  $NH_4^+$  στο έδαφος και την παραγωγή ουσιών από μύκητες-αποικοδομητές.

## ΤΟΜΑΤΑ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ

Τα κηπευτικά είναι μια αρκετά μεγάλη κατηγορία ποωδών φυτών, κατά το πλείστον μονοετών αλλά και πολυετών. Η καλλιέργεια των κηπευτικών πρέπει να αναζητηθεί σε βάθος χρόνου, τότε που ο άνθρωπος άρχισε να καλλιεργεί τη γη γύρω από τον τόπο διαμονής του, για να ικανοποιήσει μέρος των αναγκών του σε τροφή. Σήμερα, τα κηπευτικά κατέχουν εξέχουσα θέση αφενός γιατί διαδραματίζουν καίριο ρόλο στην αγροτική οικονομία κι αφετέρου γιατί αποτελούν βασικό είδος στη διατροφή του ανθρώπου. Η παγκόσμια παραγωγή οπωροκηπευτικών ανέρχεται, κατά μέσο όρο σε 1 δισεκατομμύριο tn. Τα φρούτα αντιπροσωπεύουν τα 530 και τα λαχανικά τα 470 εκατομμύρια tn, αντίστοιχα. Η Ασία κατέχει τη πρώτη θέση με παραγωγή που πλησιάζει το 56%, ακολουθούμενη από τη Λατινική Αμερική και την Καραϊβική 12%, την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) και την Ινδία με 10%, την Αφρική με 9% και τη Βόρεια Αμερική με 7%. Η Κίνα αποτελεί τη μεγαλύτερη παραγωγική χώρα σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συνολική παραγωγή οπωροκηπευτικών αντιπροσωπεύει το 3,1% του ακαθάριστου γεωργικού εισοδήματος της Ε.Ε. και το 17% της συνολικής γεωργικής παραγωγής της, ενώ καταλαμβάνει το 3% των καλλιεργούμενων εκτάσεων της. Η Ε.Ε. συγκαταλέγεται μεταξύ των μεγαλύτερων παραγωγών οπωροκηπευτικών στον κόσμο, με παραγωγή 108,6 εκατομμύρια tn, κατά την περίοδο 2003-2005, η οποία αντιστοιχεί στο 8,3% της παγκόσμιας παραγωγής. Στην Ελλάδα παράγεται περίπου το 31% της συνολικής παραγωγής οπωροκηπευτικών (μέσος όρος 2003-2005) της Ε.Ε. Στην παραγωγή κηπευτικών καταλαμβάνει την 5<sup>η</sup> θέση με παραγωγή (μέσος όρος 2003-2005) 4 εκατομμύρια tn, εκ των οποίων 0,9 εκατομμύρια tn τομάτας (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2007).

Η τομάτα είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο λαχανοκομικό είδος διεθνώς μετά την πατάτα, της οικογένειας *Solanaceae* η οποία περιλαμβάνει και την πιπεριά και τη μελιτζάνα. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες τομάτας ανήκουν στο είδος *Lycopersicon lycopersicum* Mill (ή *Lycopersicon esculentum*, σύμφωνα με παλαιότερη κατάταξη). Στην οικογένεια *Solanaceae*, ανήκουν και πολλά άγρια είδη τομάτας που είναι αυτοφυή σε περιοχές της τροπικής Αμερικής (Περού, Ισημερινός και Β. Χιλή). Ο πιθανός πρόγονος των σημερινών μεγαλόκαρων ποικιλιών τομάτας είναι η βοτανική ποικιλία *Cerasiform* του είδους *L. esculentum*, τα φυτά της οποίας παράγουν μικρούς καρπούς (γνωστή ως «κερασωτή» τομάτα) που καλλιεργείται σήμερα σε μικρή κλίμακα σε ορισμένες χώρες (π.χ. Κ. Αμερική, Η.Π.Α., Δ. Ευρώπη) για κατανάλωση ή ως διακοσμητικό φυτό (Ντόγρας 2003).

Πιστεύεται πως η τομάτα καλλιεργήθηκε αρχικά στο Μεξικό από τους Ατζέκους και Ίνκας και στα μέσα του 16ου αιώνα η καλλιέργειά της εισήχθη στην Ευρώπη. Η διάδοση της στις διάφορες περιοχές της γης ήταν σχετικά βραδεία, δεδομένου ότι αρχικά ο καρπός της εθεωρείτο τοξικός καθώς είναι συγγενείς με ορισμένα φυτά (π.χ. τα *Mandragora officinarum* και *Atropa belladonna*) που περιέχουν δηλητηριώδεις ή καθαρκτικές ουσίες ή ναρκωτικά. Από τα μέσα του 19ου αιώνα η καλλιέργεια της τομάτας διαδόθηκε σε διάφορες χώρες με ταχύ ρυθμό, και ιδιαίτερα από τις αρχές του 20ου αιώνα (Ντόγρας 2003). Καθώς η γευστική και η θρεπτική αξία της τομάτας γίνονταν γνωστές, η παραγωγή και η κατανάλωση της αυξήθηκαν γρήγορα (Sainju και Dris 2006).

Η τομάτα Σαντορίνης (Εικόνα 9) αποτελεί παραδοσιακή καλλιέργεια που γίνεται στη Σαντορίνη και σε άλλα νησιά του Αιγαίου από τα τέλη του 18<sup>ου</sup> αιώνα. Εκεί αναπτύσσει τα μοναδικά οργανοληπτικά της χαρακτηριστικά, που οφείλονται στις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ιδιαίτερα για το νησί της Σαντορίνης

αποτελεί χαρακτηριστική καλλιέργεια με ιδιαίτερη σημασία για την τοπική οικονομία. Η σπορά γίνεται γύρω στις 10 Φεβρουαρίου και συνδυάζεται με την εφαρμογή θεικής αμμωνίας (400-500 kg/ha). Η λίπανση που εφαρμόζεται στην καλλιέργεια είναι μόνο βασική 15-11-15 ή 15-20-20 (400-500 kg/ha). Στη Σαντορίνη αποτελεί μία ξηρική καλλιέργεια. Η συγκομιδή, που γίνεται σε χέρια, ξεκινά στις αρχές Ιουνίου.

Η επιλογή της συγκεκριμένης καλλιέργειας για την παρούσα μελέτη στηρίζεται στο γεγονός πως πέρα από τη σημασία που έχει η τομάτα ως προϊόν σε παγκόσμιο επίπεδο, η τομάτα Σαντορίνης αποτελεί μία τοπική, παραδοσιακή καλλιέργεια για την Ελλάδα.



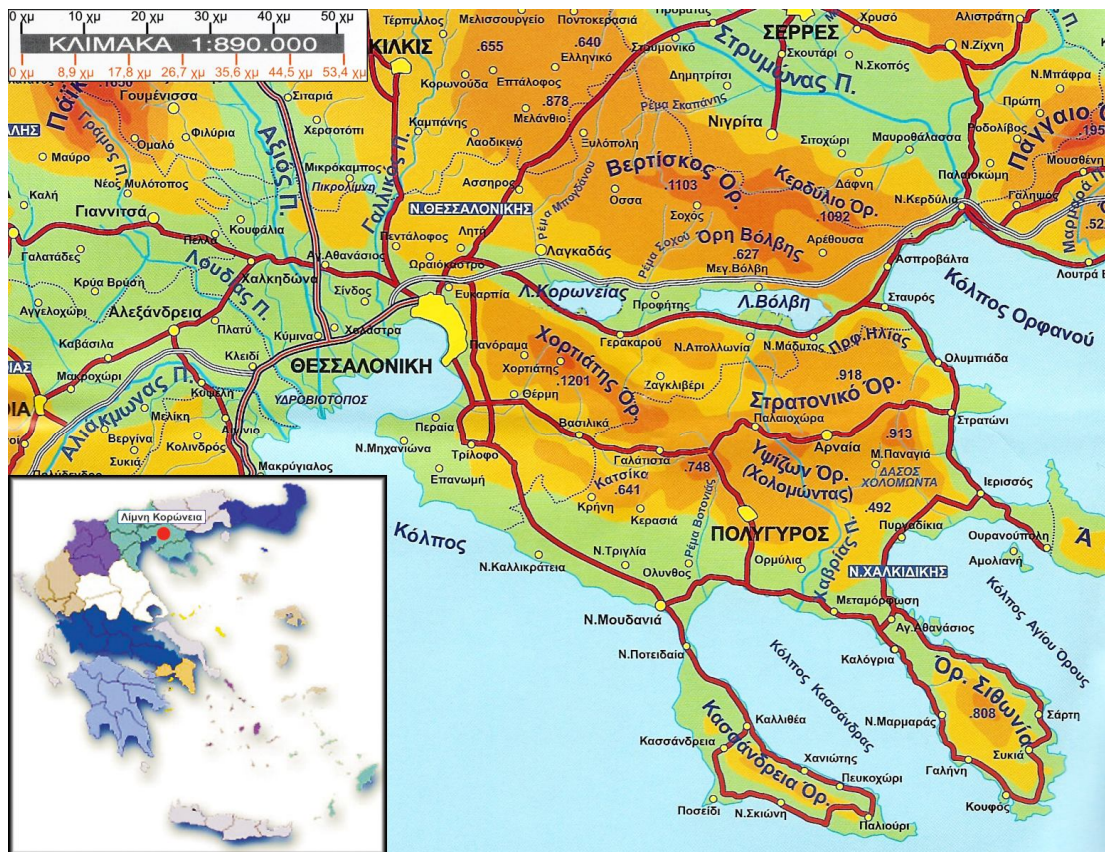
*Εικόνα 9. Τομάτα Σαντορίνης.*

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### ΚΟΜΠΟΣΤΑ

#### A) Περιοχή λήψης καλαμιών

Η λίμνη Κορώνεια (Εικόνα 10) βρίσκεται 12 km βορειοανατολικά της Θεσσαλονίκης. Το σχήμα της είναι ελλειψοειδές. Η λεκάνη απορροής της με έκταση περίπου 884 km<sup>2</sup> αποτελεί το δυτικό τμήμα της λεκάνης της Μυγδονίας, ενώ το ανατολικό τμήμα καταλαμβάνει η λεκάνη απορροής της λίμνης Βόλβης. Στη λεκάνη απορροής της Κορώνειας υπάρχει πυκνό δίκτυο υδατορευμάτων. Σύμφωνα με το ΓΓΜΕ η παροχή τους προς τη λίμνη υπερβαίνει τα 100x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year (Παπακωνσταντίνου κ.ά. 1995). Παλαιότερα (δεκαετίες '70 και '80) ένα μέρος αυτών των ποσοτήτων νερού διείσδυε στους αβαθείς υδροφορείς και το υπόλοιπο εμπλούτιζε με φυσική ροή τη λίμνη. Τα τελευταία χρόνια όμως η λίμνη τροφοδοτείται ελάχιστα από το φυσικό υδρογραφικό δίκτυο. Η Κορώνεια δεν έχει φυσική εκροή και επικοινωνεί με τη λίμνη Βόλβη μέσω τεχνητής τάφρου. Όσον αφορά στα υπόγεια νερά κυριαρχούν ένα αβαθές και ένα βαθύ υδροφόρο σύστημα (Παπακωνσταντίνου κ.ά. 1995). Ο αβαθής υδροφορέας τροφοδοτείται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και από τα υδατορεύματα, είναι ελεύθερος και βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τη λίμνη. Ο βαθύς υδροφορέας είναι υπό πίεση και δεν επικοινωνεί άμεσα με τη λίμνη (Αντωνόπουλος και Γιαννιού 2006).



*Εικόνα 10. Η Λίμνη Κορώνεια*

Η λίμνη Κορώνεια θεωρήθηκε σπουδαίο υγροτοπικό οικοσύστημα γι' αυτό και περιέχεται μαζί με τη λίμνη Βόλβη στον κατάλογο υγροτόπων διεθνούς σημασίας, σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ. Αποτελεί ζώνη ειδική προστασίας των πουλιών σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ και έχει προταθεί ως Περιοχή Κοινοτικής σημασίας σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 6919 (ΦΕΚ 248/Δ/2004) η περιοχή έχει χαρακτηριστεί «Εθνικό Πάρκο Υγροτόπων των Λιμνών Κορώνειας – Βόλβης και των Μακεδονικών Τεμπών» και έχει συγκροτηθεί ο Φορέας Διαχείρισης Λιμνών Κορώνειας – Βόλβης το 2003 (ΦΕΚ 894B/3-7-2003).

Η λίμνη Κορώνεια αντιμετωπίζει σοβαρότατη οικολογική κρίση. Η δεκαετία 1985-1995 αποδείχτηκε η κρίσιμη περίοδος για τη λίμνη κατά την οποία η στάθμη

και ο όγκος της παρουσίασαν δραματική μείωση. Η κυριότερη αιτία του ελλειμματικού υδατικού ισοζυγίου είναι η αλόγιστη άντληση νερού από τους υπόγειους υδροφορείς της λεκάνης απορροής της Κορώνειας, με αποτέλεσμα τη μείωση των εισροών νερού στη λίμνη. Επιπλέον η λίμνη όχι μόνο δεν δέχεται υπόγειες εισροές, αλλά κατά πάσα πιθανότητα έχει απώλειες νερού προς τους υπόγειους υδροφορείς. Εξίσου μεγάλα είναι και τα ποιοτικά προβλήματα. Η περιορισμένη αφομοιωτική ικανότητα ρύπων της λίμνης εξαιτίας του μικρού υδάτινου όγκου της, αλλά κυρίως οι ανθρώπινες δραστηριότητες στη λεκάνη απορροής της, είχαν ως αποτέλεσμα το 1995 το pH του νερού να ξεπεράσει το 10 και η ηλεκτρική αγωγιμότητα να πλησιάσει τα 6.000 dS/m. Η κυριότερη αιτία του ποιοτικού προβλήματος της λίμνης είναι η διάθεση σ' αυτή των αποβλήτων των βιομηχανιών που λειτουργούν στην ευρύτερη περιοχή του Λαγκαδά και σε μικρότερο βαθμό τα αστικά και κτηνοτροφικά λύματα και οι γεωργικές εισροές (Αντωνόπουλος και Γιαννιού 2006).

Η υψηλή παροχή θρεπτικών στοιχείων αρχικά αύξησε την πυκνότητα των συστάδων των *Phragmites australis*, ενώ με τον καιρό οι βλαστοί άρχισαν να γίνονται υψηλότεροι αλλά λιγότεροι σε αριθμό. Θα πρέπει να σημειωθεί πως η πτώση της στάθμης της λίμνης Κορώνειας προκάλεσε τη μεγάλη έκταση του οικοτόπου των καλαμιώνων στη δυτική όχθη της λίμνης, γεγονός το οποίο είχε επιπτώσεις τόσο στον ευτροφισμό όσο και στην κατάσταση διατήρησης των ειδών που ενδιααιτούν ή χρησιμοποιούν τον οικοτόπο (Λαζαρίδου και Παναγιωτοπούλου 2008). Σύμφωνα με το αναθεωρημένο σχέδιο αποκατάστασης της λίμνης Κορώνειας, η διαχείριση των καλαμιώνων της λίμνης αποτελεί επιτακτική ανάγκη (Ζαλίδης κ.ά. 2004).

## B) Παρασκευή κομπόστας

Το Νοέμβριο 2005 συγκομίστηκαν ξερά και χλωρά καλάμια από τη λίμνη Κορώνεια. Τα καλάμια αυτά θρυμματίστηκαν με τη βοήθεια μύλου σε μικρά τεμαχίδια και τοποθετήθηκαν σε δοχεία με οπές διαμέτρου 1cm, με τους εξής συνδυασμούς:

1. καλάμι ξερό (ΚΞ),
2. καλάμι ξερό 70% κ.β. και κοπριά 30% κ.β. (ΚΞ7ΚΟ3),
3. καλάμι πράσινο (ΚΠ),
4. καλάμι πράσινο 70% κ.β. και κοπριά 30% κ.β. (ΚΠ7ΚΟ3),
5. καλάμι ξερό 30% κ.β., καλάμι πράσινο 30% κ.β. και κοπριά 40% κ.β. (ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4).

Τα δοχεία καθ' όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης (7 μήνες) ευρίσκοντο σε θερμοκήπιο του Αγροκτήματος Α.Π.Θ.

Η κοπριά που χρησιμοποιήθηκε ήταν φρέσκια κοπριά αιγοπροβάτων που ελήφθη από το Αγρόκτημα του Α.Π.Θ. Στις επεμβάσεις 1 και 3 προστέθηκαν 200 g εδάφους ώστε να ενεργοποιηθεί η διαδικασία της κομποστοποίησης, ενώ σε όλες τις επεμβάσεις προστέθηκε νιτρική αμμωνία σε αναλογία 20 g/Kg κομπόστας. Ακολούθησε δ्यूγρανση των μιγμάτων και καλή ανάμιξη, διαδικασία που επαναλαμβάνονταν κατά τακτά χρονικά διαστήματα καθ' όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Τον Απρίλιο προστέθηκε νιτρική αμμωνία σε αναλογία 20 g/Kg κομπόστας σε καθένα από τα δοχεία.

Τόσο στα αρχικά δείγματα καλάμιών και κοπριάς όσο και στα δείγματα κομπόστας που λαμβάνονταν κάθε μήνα προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες χημικές ιδιότητες ως εξής:



Η οργανική ουσία υπολογίστηκε από την εκατοστιαία απώλεια βάρους μετά από καύση στους 600°C για 4h (Allen 1989), ο C των δειγμάτων σύμφωνα με τον Lunt (1931), ενώ το ολικό N με τη μέθοδο Kjeldahl. Ο P, το K, το Na καθώς και τα στοιχεία Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn μετρήθηκαν στο διάλυμα που ελήφθη μετά από καύση του υλικού σύμφωνα με τη μέθοδο των Charman και Pratt (1961). Ο P προσδιορίστηκε χρωμομετρικά σε φασματοφωτόμετρο (Perkin-Elmer Lambda 5), το K και το Na με φλογοφωτόμετρο (Jenway PFT 7) και τα στοιχεία Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn με φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (Perkin-Elmer 403). Το pH προσδιορίστηκε σε εκχύλισμα φυτικού υλικού 1:2,5 H<sub>2</sub>O με πεχάμετρο (Mc Lean 1982).

## ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ

Οι κομπόστες αναμείχθηκαν με έδαφος το οποίο τοποθετήθηκε σε γλάστρες όγκου 3 L όταν ο λόγος C/N ήταν 15:1-20:1, προκειμένου να μελετηθεί η επίδρασή τους σε αυτό. Χρησιμοποιήθηκε έδαφος του οποίου οι φυσικοχημικές ιδιότητες φαίνονται στον Πίνακα 3.

### Φυσικοχημικές ιδιότητες

Κατανομή μεγέθους τεμαχιδίων: προσδιορίστηκε με τη διεθνή μέθοδο του σιφωνίου (Day 1965).

Σταθερότητα συσσωματωμάτων στη διαβροχή (Σ.Σ.): προσδιορίστηκε σε συσσωματώματα μεγέθους 1-2 mm τα οποία είχαν κορεσθεί υπό μύζηση, με τη μέθοδο του υγρού κοσκινίσματος (Nimmo και Perkins 2002). Χρησιμοποιήθηκε ένα κόσκινο με διάμετρο οπών 250μ η σταθερότητα των συσσωματωμάτων ανά μονάδα μάζας υπολογίστηκε με τον τύπο:

*(μάζα σταθερών σε νερό συσσωματωμάτων-μάζα άμμου)/(αρχική μάζα δείγματος-μάζα άμμου)*

Αυθόρμητα διασπειρόμενη άργιλος: η μεταβολή του ποσοστού της αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου στις διάφορες μεταχειρίσεις εκτιμήθηκε με το προσδιορισμό του εκατοστιαίου ποσοστού της διαπερατότητας στο φως (T%) υδατικών αιωρημάτων αργίλου. Ο μάρτυρας (καθαρό νερό) έχει τιμή T=100% και όσο αυξάνει η συγκέντρωση της αργίλου στο αιώρημα η τιμή T τείνει στο 0. Επομένως, όσο αυξάνει η τιμή T τόσο μειώνεται το ποσοστό της εν διασπορά αργίλου. Για το προσδιορισμό του T%, 2g από κάθε δείγμα τοποθετήθηκαν σε σωλήνες φυγοκεντρήσεως των 50mL και διυγράνθηκαν. Ύστερα από 30min εξισορροπήσεως

έγινε προσθήκη 30mL H<sub>2</sub>O, πωματισμός και ήπια αναστροφή των σωλήνων 3 φορές. Ακολούθησε καθίζηση επί 2h και εν συνεχεία παραλαβή με σιφόνιο δείγματος 5mL από βάθος 2cm. Ο χρόνος καθίζησης και το βάθος της δειγματοληψίας αντιστοιχούσαν σύμφωνα με το νόμο του Stokes σε εδαφικά τεμαχίδια μεγέθους αργίλου ( $\leq 2\mu$ ). Στα ληφθέντα αιωρήματα μετρήθηκε η οπτική πυκνότητα (T%) σε σταθερό μήκος κύματος 640nm (Thellier και Sposito 1989).

Οργανική ουσία και C: η οργανική ουσία προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της υγρής καύσης (Nelson και Sommers 1982), ενώ ο C υπολογίστηκε βάσει της μεθόδου του Lunt (1931).

Ολικό N: προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Kjeldahl (Bremner και Mulvaney 1982).

P-Olsen: προσδιορίστηκε σε εκχύλισμα εδάφους με διάλυμα NaHCO<sub>3</sub> 0,5N, pH 8,5. Η ανάπτυξη μπλε χρώματος έγινε με τη τροποποιημένη μέθοδο των Olsen και Sommers (1982). Η ένταση του μπλε χρώματος μετρήθηκε με φασματοφωτόμετρο (Perkin-Elmer Lambda 5).

pH: προσδιορίστηκε σε εκχύλισμα εδάφους 1:1 H<sub>2</sub>O με πεχάμετρο (Mc Lean 1982).

Ανταλλάξιμα κατιόντα K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> και Mg<sup>++</sup>: εκχυλίστηκαν με τη μέθοδο του CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, 1 M pH 7 (Thomas 1982). Τα ιόντα K<sup>+</sup> και Na<sup>+</sup> προσδιορίστηκαν με φλογοφωτόμετρο (Jenway PFT 7) και τα ιόντα Ca<sup>++</sup> και Mg<sup>++</sup> με φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (Perkin-Elmer 403).

Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα ( $EC_{25}^{\circ}C$ ): προσδιορίστηκε σε εκχύλισμα κορεσμού με αγωγιμόμετρο (Αλεξιάδης 1967).

Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (I.A.K.): υπολογίσθηκε σαν άθροισμα των ανταλλαξιμων κατιόντων Ca, Mg, K και Na.

$I.A.K. = Ca + Mg + K + Na$  (Κεραμίδας και Σινάνης 2007).

Λόγος ανταλλάξιμου νατρίου (E.S.P.): υπολογίσθηκε από τον τύπο

$E.S.P. = (Na/I.A.K.) * 100$  (Κεραμίδας και Σινάνης 2007).

Λόγος προσροφήσεως νατρίου (S.A.R.): υπολογίσθηκε από τον τύπο

$S.A.R. = (E.S.P.+0,01) / 0,015$  (Κεραμίδας και Σινάνης 2007).

*Πίνακας 3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την εγκατάσταση της καλλιέργειας τομάτας Σαντορίνης.*

Άμμος	Ιλύς	Άργιλος	C	N	C/N	Ca	Mg	K	Na	P	pH	I.A.K.	E.S.P.	S.A.R.	EC <sub>25</sub> <sup>°C</sup>	Σ.Σ.	T
%						cmol(+)/100g εδάφους				ppm			%		dS/m	%	%
85,9	4,03	10,07	0,308	0,015	21,0	4,00	1,08	0,13	0,07	5,41	6,56	5,28	1,30	0,88	0,218	29,0	50,1

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρως τυχαιοποιημένο με πέντε επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις ήταν:

1. Μάρτυρας στον οποίο δεν έγινε καμία προσθήκη στο έδαφος (Μ).
2. Μάρτυρας στον οποίο εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση (ΣΛ).
3. Εφαρμογή κομπόστας ΚΞ.
4. Εφαρμογή κομπόστας ΚΞ7ΚΟ3.
5. Εφαρμογή κομπόστας ΚΠ.
6. Εφαρμογή κομπόστας ΚΠ7ΚΟ3.
7. Εφαρμογή κομπόστας ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4.

Στην επέμβαση 2, ως βασικό λίπασμα χρησιμοποιήθηκε το Complezal supra 12-12-17-(+2+6), το οποίο είναι ένα σύνθετο κοκκώδες λίπασμα με Mg, S, B, Zn και προστέθηκαν 1,6g/γλάστρα, διότι σε επόμενο στάδιο θα ακολουθούσε σπορά τομάτας Σαντορίνης. Στις επεμβάσεις 3 έως 7 χρησιμοποιήθηκαν τρία επίπεδα κομπόστας, δηλαδή 2%, 4% και 6% κ.β., που αντιστοιχούν σε 96 g, 192g και 288g/ γλάστρα.

Η τοποθέτηση του μίγματος εδάφους-κομπόστας και του εδάφους με ή χωρίς λίπασμα στις γλάστρες έγινε στις 15/6/2006. Στις 21/6/2006 ελήφθη δείγμα εδάφους από κάθε γλάστρα στο οποίο προσδιορίστηκαν φυσικές και χημικές ιδιότητες όπως αυτές περιγράφονται στις σελίδες 57-59.

Στη συνέχεια, στις 21/6/2006, έγινε σπορά τομάτας Σαντορίνης για να μελετηθεί η επίδραση των συνδυασμών κομπόστας ως λίπασμα στο ανωτέρω φυτό. Σε κάθε γλάστρα τοποθετήθηκαν τέσσερις σπόροι. Στις 4/7/2006 προσδιορίστηκε το ποσοστό φυτρώματος των σπόρων. Τέλος, στις 7/8/2006 έγινε αραίωμα, ώστε να μείνει 1 φυτό/ γλάστρα.

Εφαρμόστηκε στάγδην άρδευση με αυτόματο σύστημα ποτίσματος. Από τη σπορά έως και 31/7/2006 τα φυτά ποτίζονταν 2 φορές την ημέρα (πρωί – βράδυ) για 3

min. Από 1/8/2006 η άρδευση περιορίστηκε σε μία φορά την ημέρα (βράδυ) για 3 min.

Στην καλλιέργεια έγινε εφαρμογή φυτοφαρμάκων (μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα), όποτε κρίνονταν απαραίτητο. Στην επέμβαση στην οποία εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση (ΣΛ) έγινε επιφανειακή λίπανση στις 1/8/2006 με 0,629g/γλάστρα νιτρικού καλίου (13,8-0-38,6) και στις 15/8/2006 με 0,678g/γλάστρα νιτρικού ασβεστίου (15,5-0-0-19).

Η συγκομιδή καρπών άρχισε στις 15/09/2006 και ολοκληρώθηκε με την απεγκατάσταση του πειράματος στις 16/10/2006. Έγιναν 10 συγκομιδές. Συγκομίζονταν μόνο καρποί που βρίσκονταν στο στάδιο ωρίμανσης 3 (Εικόνα 11). Στο τέλος του πειράματος ελήφθησαν δείγματα εδάφους από τις γλάστρες, στα οποία προσδιορίστηκαν φυσικές και χημικές ιδιότητες όπως αυτές περιγράφονται στις σελίδες 57-59.



*Εικόνα 11. Στάδια ωρίμανσης καρπού τομάτας.*

Τέλος, τα φυτά κάθε γλάστρας χωρίστηκαν σε βλαστούς και ρίζες και στη συνέχεια τόσο σε αυτά όσο και στους καρπούς προσδιορίστηκαν ο C, το ολικό N, ο P και τα K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn με τις ίδιες μεθόδους που περιγράφονται στις σελίδες 55-56.

Επιπλέον στους καρπούς έγινε προσδιορισμός της περιεκτικότητάς τους σε ασκορβικό οξύ. Για την εκχύλιση του ασκορβικού οξέος, 5 g πολτοποιημένου δείγματος ομογενοποιήθηκαν με 50 ml διαλύματος 1% οξαλικού οξέος σε ομογενοποιητή Polytron (Kinematika GmbH). Μετά από φυγοκέντρωση στα 5000 x g για 20 min, έγινε ο προσδιορισμός του ασκορβικού οξέος στο εκχύλισμα με το ρεφλεκτόμετρο RQflex (Merck, Darmstadt, Germany) (Simon 2004).

#### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Τα δεδομένα του πειράματος αναλύθηκαν ως πείραμα πλήρως τυχαιοποιημένο. Επιπλέον στα αποτελέσματα εφαρμόστηκαν ορθόγωνες συγκρίσεις (Steel κ.ά. 1997).



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Οι συγκεντρώσεις C, N, C/N και λοιπών θρεπτικών στοιχείων τα οποία προσδιορίστηκαν στα αρχικά δείγματα καλαμιών και κοπριάς παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

*Πίνακας 4. Συγκεντρώσεις C, N, C/N και λοιπών θρεπτικών στοιχείων στα αρχικά δείγματα καλαμιάς και κοπριάς.*

Αρχικό υλικό	C %	N %	C/N	K %	Na %	P %	Ca %	Mg %	Cu μg/gr	Zn μg/gr	Fe μg/gr	Mn μg/gr
καλάμι ξερό	54,99	0,47	117,00	0,15	0,10	0,21	0,48	0,35	29,00	74,78	969,73	72,57
καλάμι πράσινο	54,24	1,13	48,00	1,16	0,05	1,03	1,63	0,66	17,74	51,51	1212,55	295,65
κοπριά φρέσκια	74,50	1,48	50,34	3,38	2,01	9,07	9,29	2,59	81,78	495,15	8807,95	666,69

Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης το επί τοις εκατό ποσοστό C σε κάθε συνδυασμό κομπόστας παρουσίασε αύξηση έως τον Ιούνιο οπότε εφαρμόστηκε στην καλλιέργεια (Σχήμα 4). Η αύξηση αυτή ίσως οφείλεται στη μείωση του όγκου του υλικού κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης καθώς ο οργανικός C δεν είναι δυνατό να αυξάνεται. Οι Garcia κ.ά. (1991), Eghball (1997), Vuorinen και Saherinen (1997) και Tiquia κ.ά. (2002) αναφέρουν μείωση της συγκέντρωσης C σε κομπόστες αστικών αποβλήτων, φυτικών υπολειμμάτων, κοπριάς και συνδυασμού κοπριάς και καλαμιάς. Τη μείωση αυτή της συγκέντρωσης C οι Tiquia κ.ά. (2002) την αποδίδουν στη μετατροπή του C σε CO<sub>2</sub> και τη διαφυγή του στην ατμόσφαιρα.

Η συγκέντρωση N αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης σε όλους τους συνδυασμούς κομπόστας (Σχήμα 4), πιθανόν λόγω ανοργανοποίησης του από μικροοργανισμούς που περιέχονται στη πρώτη ύλη της κομπόστας (Σακελλαριάδης 1992). Η προσθήκη νιτρικής αμμωνίας το μήνα Απρίλιο είχε ως αποτέλεσμα την απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του N, η οποία ακολουθήθηκε από μείωση και στη συνέχεια αύξηση. Αύξηση των συγκεντρώσεων N κατά την αποικοδόμηση *Phragmites australis* αναφέρεται από τους Dinka κ.ά. (2004), οι οποίοι την αποδίδουν στην αύξηση του πληθυσμού των μικροοργανισμών και στη δέσμευση του εδαφικού ή περιβαλλοντικού N από τους μικροοργανισμούς λόγω της μικρής συγκέντρωσης N στο φυτικό υλικό. Όμως, οι Eghball (1997), Vuorinen και Saherinen (1997) και Tiquia κ.ά. (2002) αναφέρουν μείωση της συγκέντρωσης N κατά τη διάρκεια κομποστοποίησης αστικών αποβλήτων, φυτικών υπολειμμάτων, κοπριάς και συνδυασμούς κοπριάς και καλαμιάς λόγω ελευθέρωσής του με μορφή NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O.

Ο λόγος C/N είχε πτωτική τάση καθ' όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης (Σχήμα 4). Ανάλογο αποτέλεσμα αναφέρεται και από τους Vuorinen και Saherinen

(1997) καθώς και από τους Tiquia κ.ά. (2002) σε πειράματα κομποστοποίησης. Το μήνα Μάιο, ένα μήνα μετά την προσθήκη νιτρική αμμωνίας, η μείωση της τιμής του C/N ήταν πιο έντονη (Σχήμα 4). Η εφαρμογή της κομπόστας στην καλλιέργεια έγινε όταν η τιμή C/N για όλους τους συνδυασμούς κυμαίνονταν από 15:1 έως 20:1, που σύμφωνα με τον Hauge (1993) είναι στα όρια της ιδανικής τιμής.

Η συγκέντρωση Ca στους συνδυασμούς ΚΞ, ΚΞ7ΚΟ3 και ΚΠ παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα και χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές καθ' όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Στους συνδυασμούς ΚΠ7ΚΟ3 και ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης Ca από το μήνα Δεκέμβριο έως το Φεβρουάριο, στη συνέχεια μείωση, ενώ από τον Απρίλιο σταθεροποιήθηκε στα επίπεδα των συγκεντρώσεων που παρουσίασαν και οι άλλοι τρεις συνδυασμοί κομπόστας (Σχήμα 4). Μικρή ετήσια μείωση των συγκεντρώσεων Ca σε πείραμα κομποστοποίησης κοπριάς βοοειδών αναφέρει ο Eghball (1997), ενώ οι Tiquia κ.ά. (2002) δεν παρατήρησαν μεταβολές στη συγκέντρωση Ca κατά την κομποστοποίηση συνδυασμού κοπριάς χοίρων και στελεχών καλαμποκιού.

Στις περιπτώσεις ΚΞ και ΚΠ η συγκέντρωση P παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές (Σχήμα 4). Στις τρεις άλλες περιπτώσεις η συγκέντρωση P παρουσίασε αύξηση τον πρώτο μήνα, ενώ στη συνέχεια παρατηρήθηκε μικρή αύξηση. Μείωση της συγκέντρωσης P αναφέρεται από τους Dinka κ.ά. (2004) κατά την αποικοδόμηση *Phragmites australis* και από τους Michel κ.ά. (2004) σε πείραμα κομποστοποίησης συνδυασμού κοπριάς και καλαμιάς δημητριακών και μάλιστα της τάξης 14-39%.

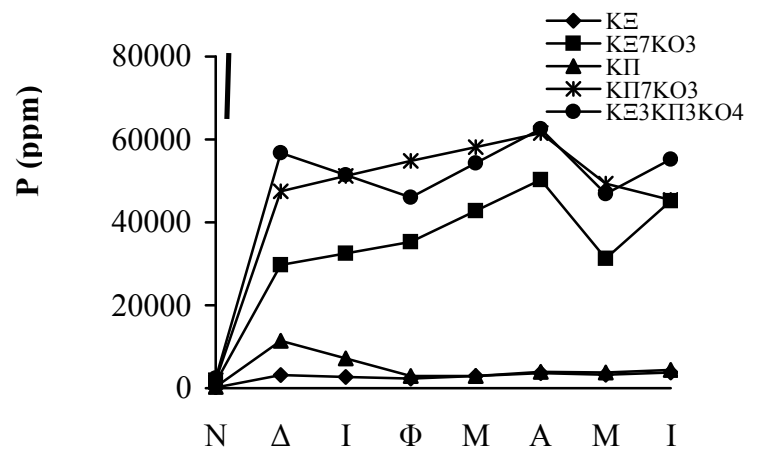
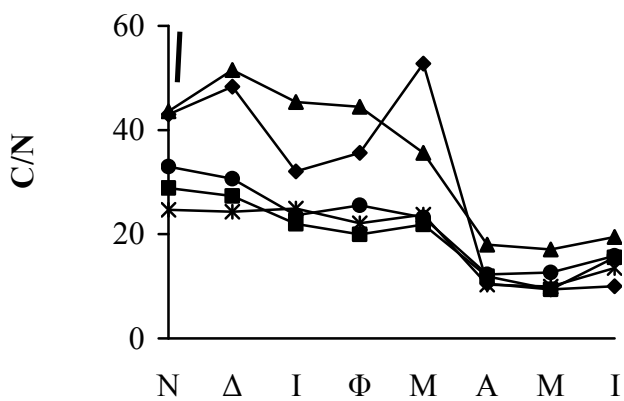
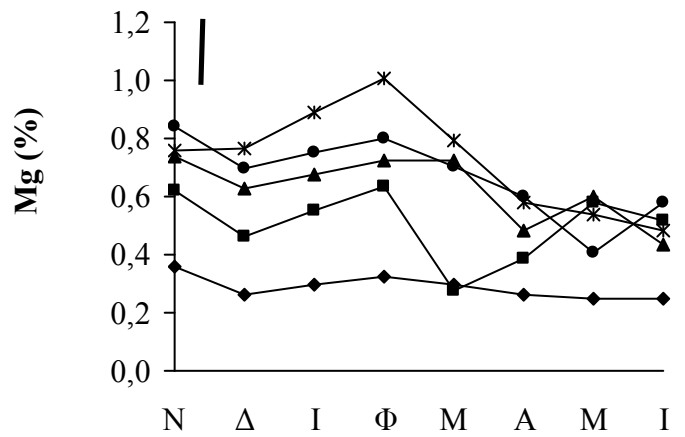
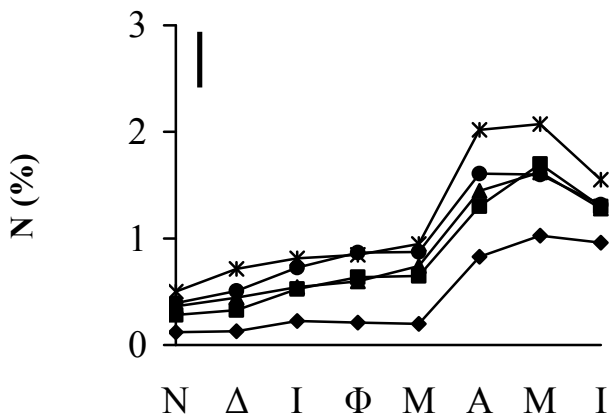
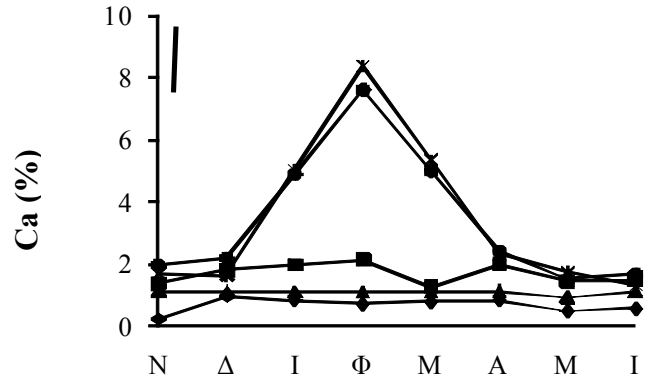
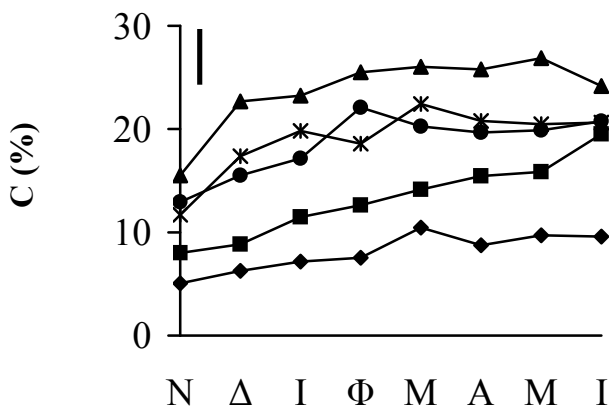
Η συγκέντρωση Na σε όλες τις επεμβάσεις δεν ήταν υψηλή ώστε όταν χρησιμοποιηθεί η κομπόστα στο έδαφος να μην προκαλέσει προβλήματα (Σχήμα 4). Οι Tiquia κ.ά. (2002), παρατήρησαν μείωση Na κατά τη διάρκεια κομποστοποίησης

σε ποσοστό 32-53%, την οποία απέδωσαν στη διαλυτοποίηση του Na από τα υγρά της κομπόστας και την απομάκρυνσή του από το σωρό της κομπόστας.

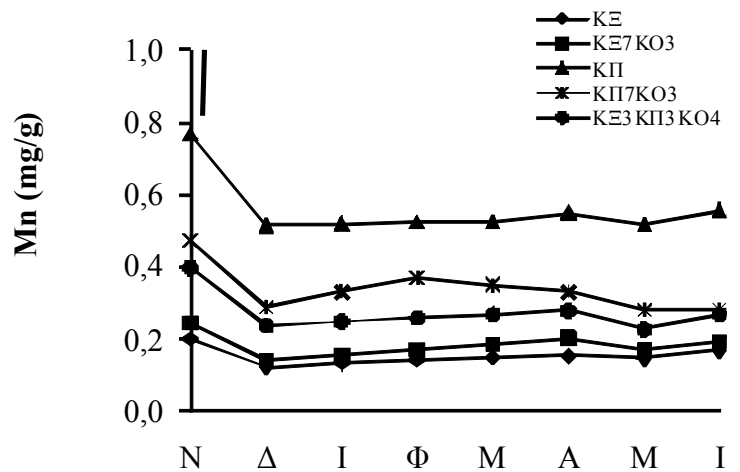
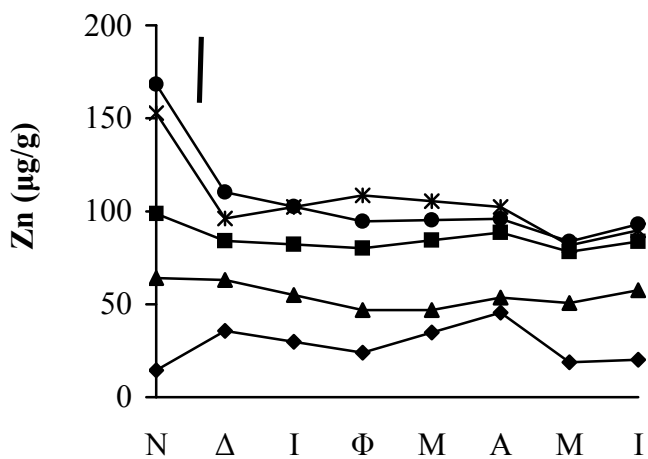
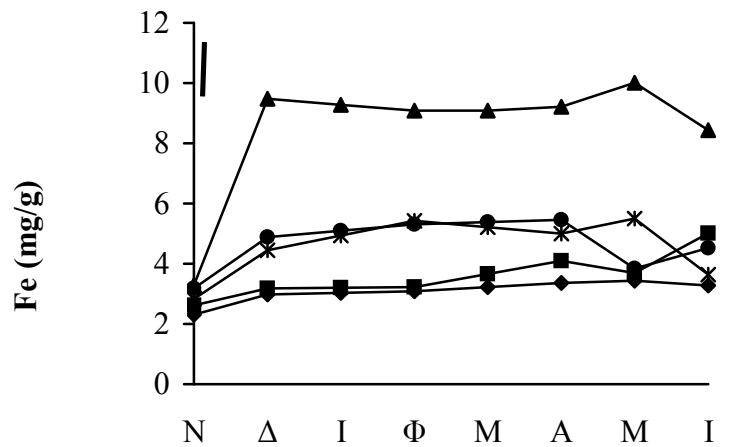
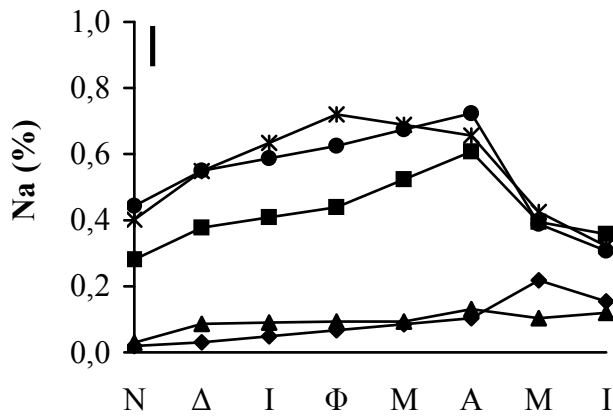
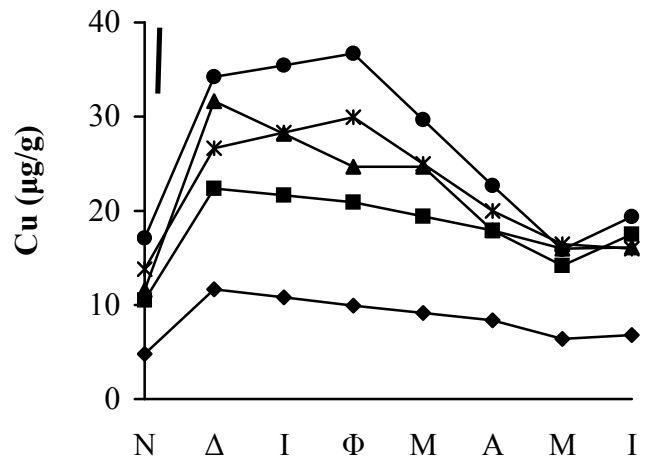
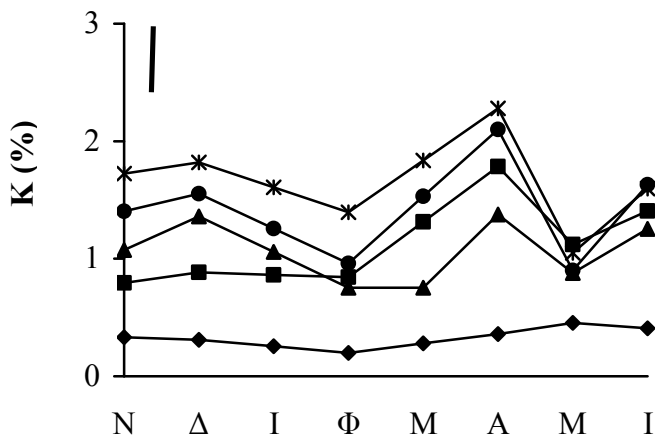
Η πορεία της συγκέντρωσης των στοιχείων K, Mg, Cu, Fe και Zn είχε την ίδια τάση μεταβολής σε όλες τις επεμβάσεις (Σχήμα 4). Στην αρχή παρατηρήθηκε αύξηση, πτώση στο σημείο προσθήκης νιτρικής αμμωνίας, ενώ στη συνέχεια σταθεροποιήθηκε. Για το K, οι Tiquia κ.ά. (2002) αναφέρουν μείωση 20-52% σε σχέση με την αρχική του συγκέντρωση κατά τη διάρκεια κομποστοποίησης, ενώ ο Eghball (1997) σε πείραμα κομποστοποίησης κοπριάς βοοειδών αναφέρει ετήσια μείωση των συγκεντρώσεων Mg γύρω στο 6%.

Τέλος, στην περίπτωση του Mn μικρή μείωση της συγκέντρωσής του παρουσιάστηκε και στους πέντε συνδυασμούς και στη συνέχεια παρατηρήθηκε σταθεροποίηση (Σχήμα 4).

Σχήμα 4. Μεταβολές στη συγκέντρωση των C, N, C/N και λοιπών θρεπτικών στοιχείων κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης.



Σχήμα 4 (συνέχεια).



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ ΩΣ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΟ ΜΕΣΟ  
ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο οργανικός C όπως και η συγκέντρωση N στα εδάφη με την εφαρμογή της κομπόστας αυξήθηκαν καθώς αύξανε η αναλογία κομπόστας (2%, 4%, 6% κ.β.) και αυτό ισχύει για κάθε συνδυασμό κομπόστας (Σχήμα 5). Ο λόγος C/N παρουσίασε πτώση μετά την εφαρμογή κομπόστας και κυμαίνονταν μεταξύ 12-17. Εξάιρεση παρουσίασε η επέμβαση ΚΞ σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β. όπου η τιμή του λόγου C/N ήταν >20, γεγονός το οποίο πιθανόν να οφείλεται στη μικρή συγκέντρωση N που παρουσιάστηκε στην επέμβαση αυτή.

Οι συγκεντρώσεις των ανταλλαξίμων κατιόντων Ca και Mg (Σχήμα 5) με την εφαρμογή κομπόστας παρουσίασαν πολύ μικρή μεταβολή σε σχέση είτε με το μάρτυρα (M) είτε με τη συμβατική λίπανση (ΣΛ). Η συγκέντρωση του K (Σχήμα 5) παρουσίασε αύξηση με την αύξηση το ποσοστού κομπόστας το οποίο εφαρμόστηκε σε όλες τις επεμβάσεις. Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως η αύξηση της συγκέντρωσης K στην επέμβαση ΚΞ ήταν μικρότερη σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Ανάλογες είναι οι παρατηρήσεις και για το ανταλλάξιμο Na με μεγαλύτερη αύξηση της συγκέντρωσής του στην επέμβαση ΚΞΚΠ3ΚΟ4. Οι Clark κ.ά. (1998) αναφέρουν υψηλές συγκεντρώσεις K, Ca και Mg στο έδαφος σε συστήματα καλλιέργειας στα οποία εφαρμόσαν ως λίπασμα κοπριά ή χλωρά λίπανση σε σύγκριση με συστήματα όπου χρησιμοποιήθηκαν συμβατικά λιπάσματα.

Η συγκέντρωσή P (Σχήμα 5) στα εδάφη με την κομπόστα αυξήθηκε καθώς αύξανε η αναλογία κομπόστας (2%, 4%, 6% κ.β.) στις επεμβάσεις ΚΞ7ΚΟ3, ΚΠ και ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4, ενώ παρέμεινε σταθερή στις επεμβάσεις ΚΞ και ΚΠ7ΚΟ3. Το ίδιο βρήκαν και οι Clark κ.ά. (1998), οι οποίοι εφαρμόσαν κοπριά ή χλωρά λίπανση κατά



το μεταβατικό στάδιο μετατροπής συμβατικού συστήματος καλλιέργειας προς οργανικό.

Το pH των εδαφών (Σχήμα 5) δεν παρουσίασε διαφοροποιήσεις τόσο μεταξύ των συνδυασμών κομπόστας όσο και μεταξύ των αναλογιών κομπόστας (2%, 4%, 6% κ.β.) που εφαρμόστηκαν στα εδάφη. Αύξηση του εδαφικού pH αναφέρουν οι Clark κ.ά. (1998) και η Νικολαΐδου (2007) μετά τη προσθήκη οργανικών υλικών (κοπριά, χλωρά λίπανση).

Η I.A.K. (Σχήμα 5) παρουσίασε μικρή αύξηση με αύξηση των ποσοστών κομπόστας στις επεμβάσεις ΚΕ7ΚΟ3, ΚΠ, ΚΠ7ΚΟ3 και ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4. Στην επέμβαση ΚΕ η I.A.K. παρέμεινε σταθερή μετά την εφαρμογή της κομπόστας.

Η E.S.P. (Σχήμα 5) παρουσίασε αύξηση με την εφαρμογή της κομπόστας. Στις επεμβάσεις ΚΕ (2%, 4%, 6% κ.β.), ΚΕ7ΚΟ3 (2%, 4%, 6% κ.β.), ΚΠ (2%, 4%, 6% κ.β.), ΚΠ7ΚΟ3 (2%, 4% κ.β.) η αύξηση δεν ξεπέρασε το 15%, ενώ στις επεμβάσεις ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. και ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 (2%, 4%, 6% κ.β.) η εφαρμογή κομπόστας αύξησε την E.S.P. πάνω από 15%. Ανάλογες είναι οι παρατηρήσεις και για το S.A.R. (Σχήμα 5).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Σχήμα 5) αύξανε καθώς αύξανε η αναλογία κομπόστας (2%, 4%, 6% κ.β.) και αυτό ισχύει για κάθε συνδυασμό κομπόστας. Συγκεκριμένα, την τιμή 2 dS/m ξεπέρασαν η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β. καθώς και όλες επεμβάσεις μετά την εφαρμογή κομπόστας σε ποσοστό 6% κ.β. Μάλιστα η επέμβαση ΚΕ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. ξεπέρασε την τιμή 4 dS/m. Ο Eghball (2002) παρατήρησε αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έπειτα από προσθήκη κοπριάς ή κομπόστας και η αύξηση αυτή «ακολουθούσε» την αύξηση της ποσότητας οργανικού υλικού που προστίθετο στο έδαφος. Αυτό ίσως να οφείλεται στη συσσώρευση αλάτων. Η κοπριά μπορεί να

περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων και συνεπώς η προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων κοπριάς δύναται να οδηγήσει σε συσσώρευση αλάτων στο έδαφος (McCalla 1975). Τέλος, οι Ciguentes και Lindemann (1993) και οι Zinati κ.ά. (2001) παρατήρησαν αύξηση στην τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με προσθήκη οργανικών υλικών στο έδαφος.

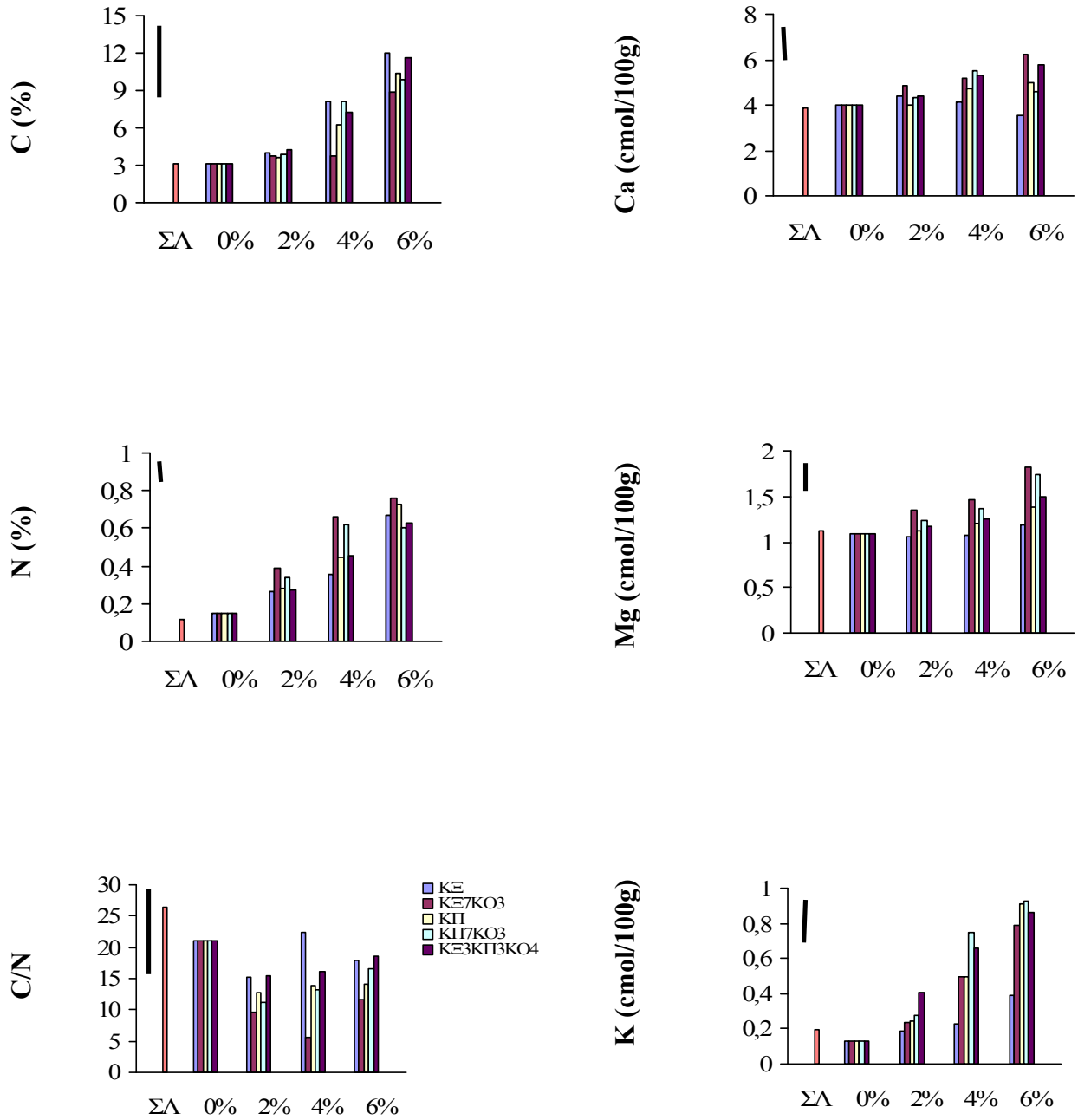
Η αυθόρμητα διασπειρόμενη άργιλος (Σχήμα 5) δεν επηρεάστηκε ούτε από τους διαφορετικούς συνδυασμούς κομπόστας ούτε από τα διαφορετικά ποσοστά κομπόστας. Αξίζει βέβαια να σημειωθεί πως οι επεμβάσεις ΚΞ και ΚΞ7ΚΟ3 εμφάνισαν μειωμένο ποσοστό αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου (μεγαλύτερες τιμές T%). Σύμφωνα με τους Nelson κ.ά. (1999), το ποσοστό της αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου σε ένα έδαφος εξαρτάται από την τιμή της I.A.K. και τη συγκέντρωση του οργανικού C. Πιο συγκεκριμένα, υψηλότερο ποσοστό αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου παρατηρείται σε περιπτώσεις χαμηλής I.A.K. και χαμηλής συγκέντρωσης οργανικού C (οργανικής ουσίας). Από την παρούσα μελέτη, τα αποτελέσματα της επέμβασης ΚΠ φαίνεται να συμφωνούν με τα παραπάνω (Σχήμα 5). Ανάλογη παρατήρηση για τη σχέση μεταξύ της οργανικής ουσίας και της αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου καταγράφεται και από τους Christensen (1987) και Oades (1984). Σύμφωνα με το δεύτερο, η διασπορά των τεμαχιδίων αργίλου επηρεάζεται από την απορρόφηση οργανικών οξέων τα οποία αυξάνουν το αρνητικό φορτίο της αργίλου. Τα οξέα αυτά παράγονται από τα φυτά, τα βακτήρια και τους μύκητες.

Η σταθερότητα συσσωματωμάτων στη διαβροχή στα εδάφη με την εφαρμογή κομπόστας, στις επεμβάσεις ΚΞ, ΚΞ7ΚΟ3 και ΚΠ, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των συνδυασμών κομπόστας όσο και μεταξύ των ποσοστών. Οι επεμβάσεις ΚΠ7ΚΟ3 και ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 παρουσίασαν υψηλότερη

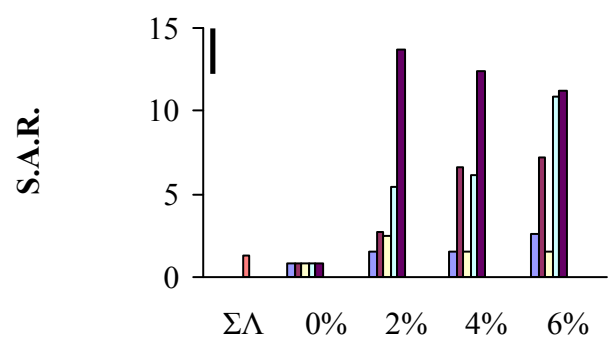
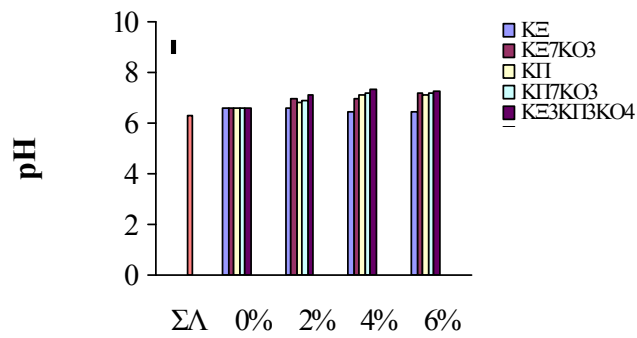
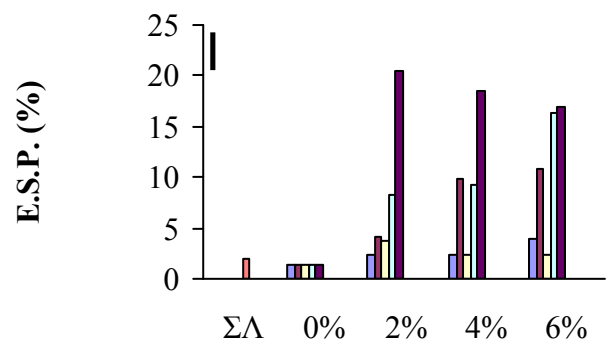
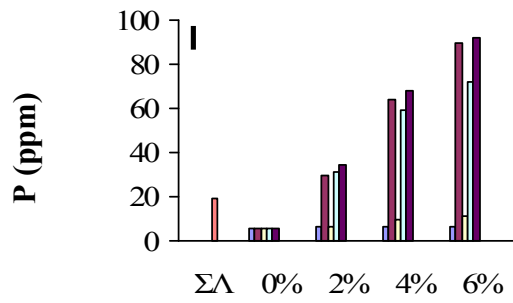
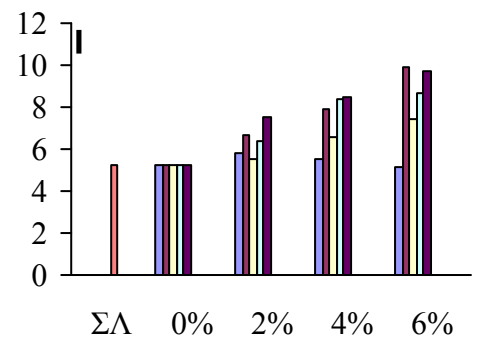
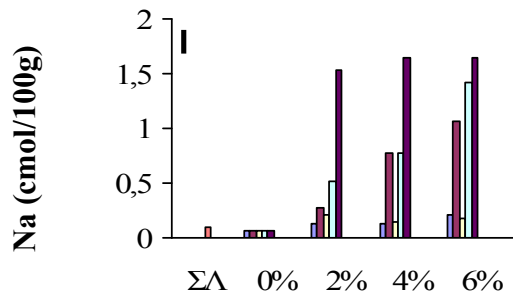
σταθερότητα συσσωματωμάτων σε σύγκριση με τις επεμβάσεις ΚΞ, ΚΞ7ΚΟ3 και ΚΠ και μάλιστα παρατηρήθηκε αύξηση που ακολουθούσε την αύξηση των ποσοστών κομπόστας (Σχήμα 5). Σύμφωνα με μελέτες η οργανική ουσία έχει θετική επίδραση στη σταθερότητα των συσσωματωμάτων στη διαβροχή (Oades 1984, Bartoli κ.ά. 1992, Haynes και Naidu 1998, Chenu κ.ά. 2000, Le Bissannais και Arraiays 2005, Chaney και Swift 2006, Tisdall και Oades 2006). Ενώ ο Monnier (1965) υποστηρίζει ότι η εφαρμογή κομπόστας έχει μειωμένη, αν όχι μηδενική, επίδραση στο σχηματισμό και τη σταθεροποίηση των δομικών μονάδων, καθώς η επίδραση των αποσυντιθέμενων οργανικών υπολειμμάτων στη σταθεροποίηση των συσσωματωμάτων είναι σημαντική αλλά μόνο για ένα μικρό χρονικό διάστημα.

Η επέμβαση ΚΞ7ΚΟ3 φαίνεται πως επηρέασε θετικά τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους σε μεγαλύτερο βαθμό από τις άλλες επεμβάσεις (Σχήμα 6). Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση ΚΞ7ΚΟ3 προσδιορίστηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις N, Ca και Mg, υψηλή συγκέντρωση P, υψηλή τιμή I.A.K., το χαμηλότερο ποσοστό αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου καθώς και υψηλό ποσοστό σταθερότητας συσσωματωμάτων στη διαβροχή. Η ανωτέρω επέμβαση έδωσε στο έδαφος περισσότερο επιθυμητά χαρακτηριστικά όταν εφαρμόστηκε σε ποσοστό 4% κ.β. (Σχήμα 5), καθώς στην περίπτωση αυτή το έδαφος είχε υψηλότερες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων και καλύτερες φυσικές ιδιότητες (αυθόρμητα διασπειρόμενη άργιλος, σταθερότητα συσσωματωμάτων στη διαβροχή) σε σχέση με την επέμβαση ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β. Παράλληλα, η επέμβαση ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β. παρουσίασε  $EC_{25^{\circ}C} < 2$  dS/m σε αντίθεση με την επέμβαση ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. η οποία παρουσίασε  $EC_{25^{\circ}C} > 4$  dS/m,  $pH < 8,5$ , E.S.P. < 15% καθιστώντας το έδαφος αλατούχο.

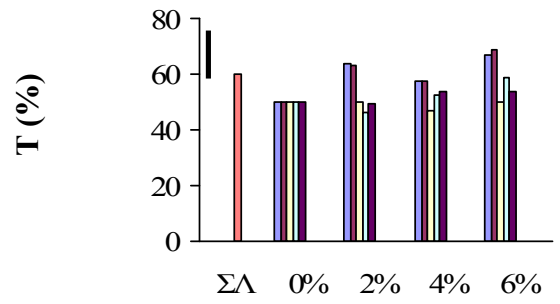
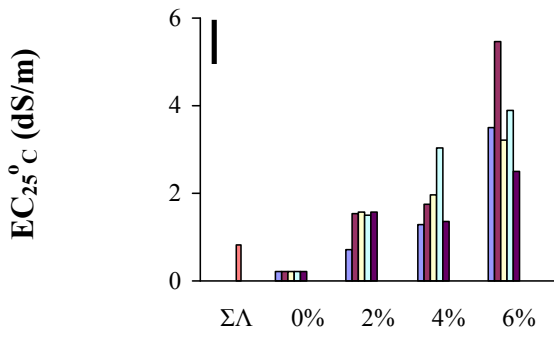
**Σχήμα 5.** Επίδραση διαφορετικών συνδυασμών κομπόστας και κοπριάς στις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών.



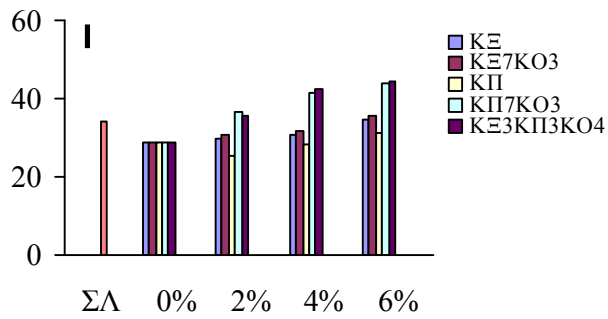
Σχήμα 5 (συνέχεια).



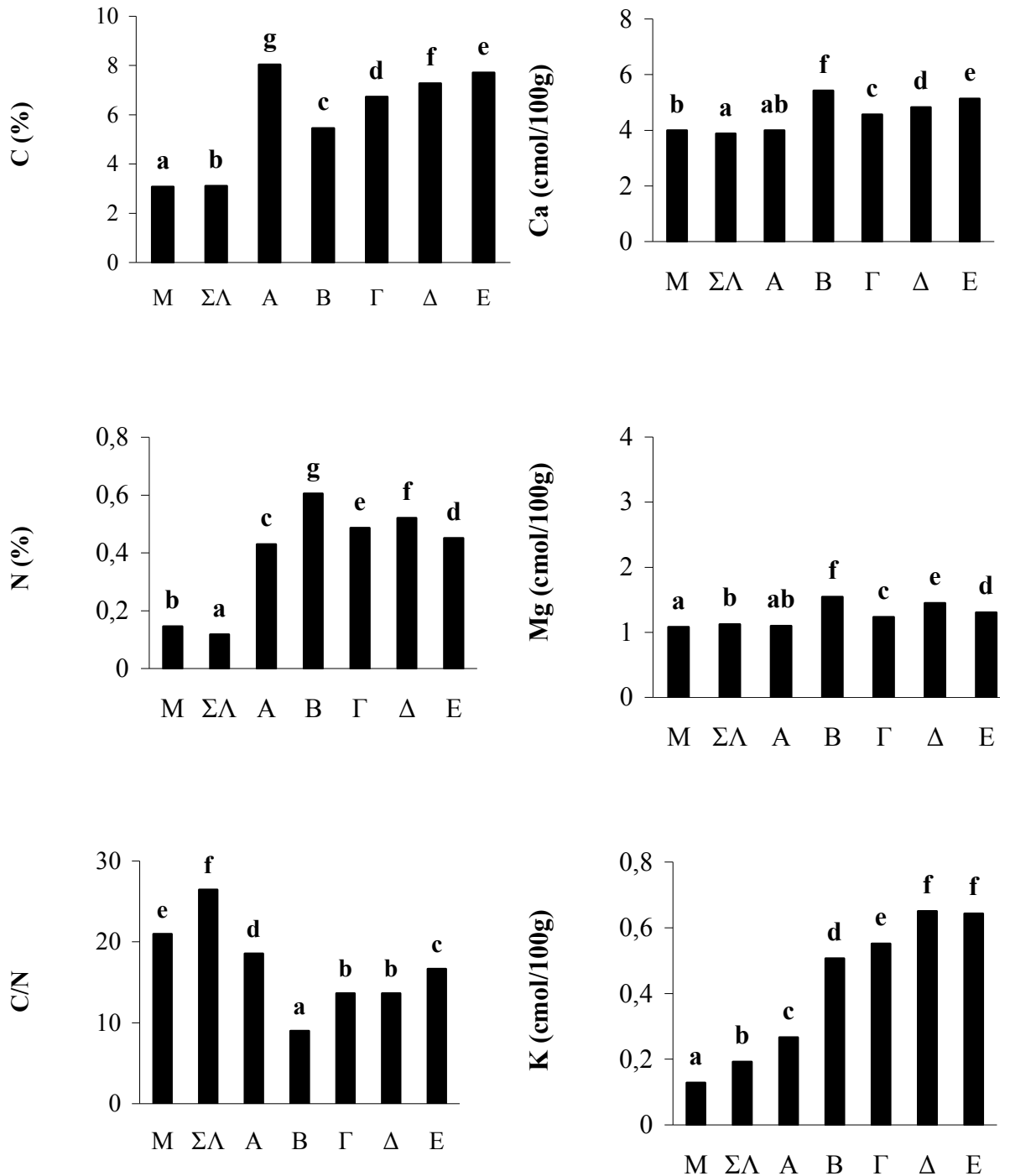
Σχήμα 5 (συνέχεια).



ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ  
ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΜΑΤΩΝ  
ΣΤΗ ΔΙΑΒΡΟΧΗ (%)

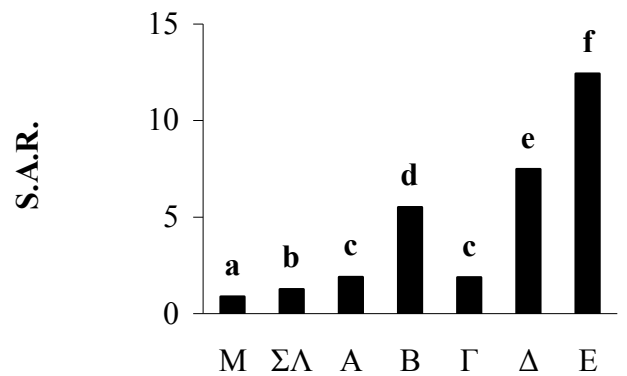
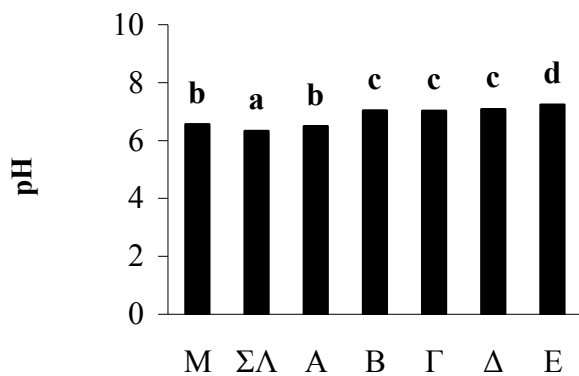
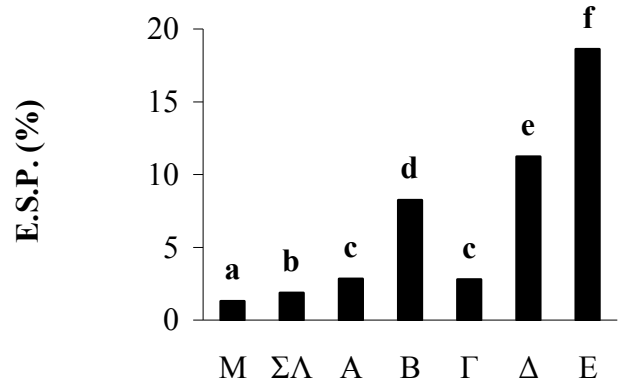
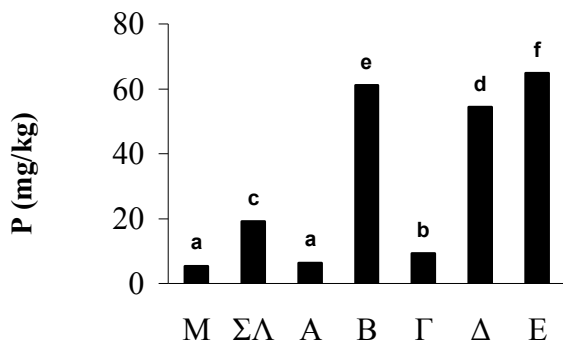
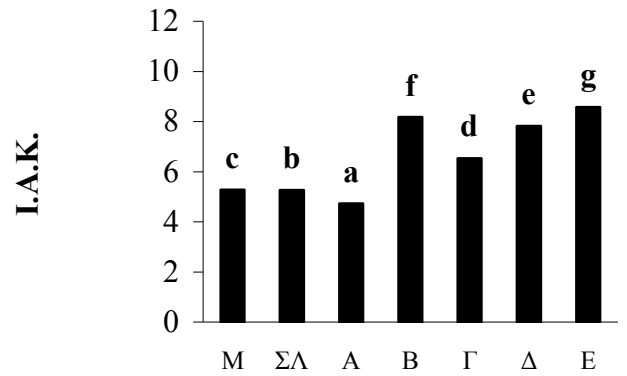
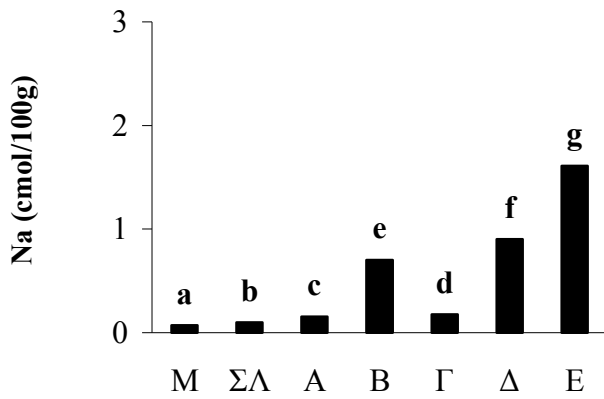


**Σχήμα 6.** Σύγκριση των επιδράσεων συνδυασμών κομπόστας στις φυσικοχημικές ιδιότητες εδαφών.



**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπασση  
**A** : ΚΞ  
**B** : ΚΞ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4

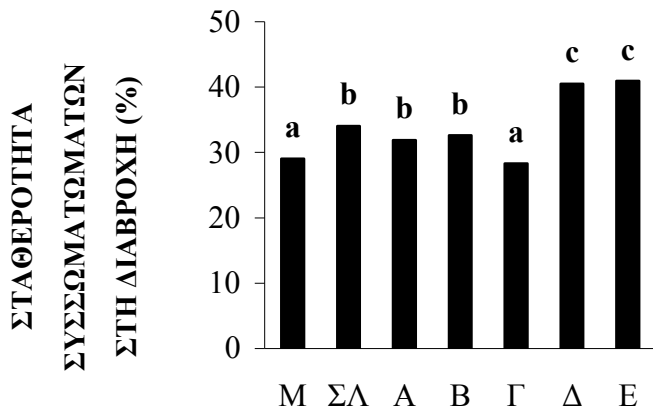
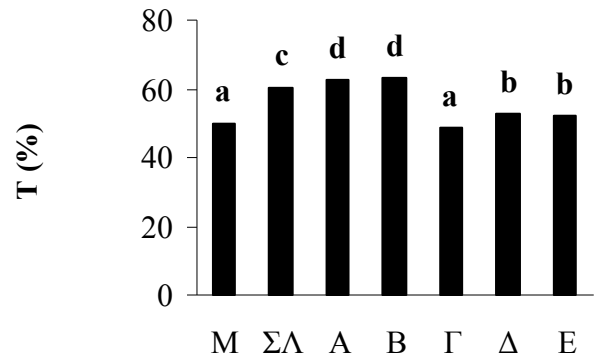
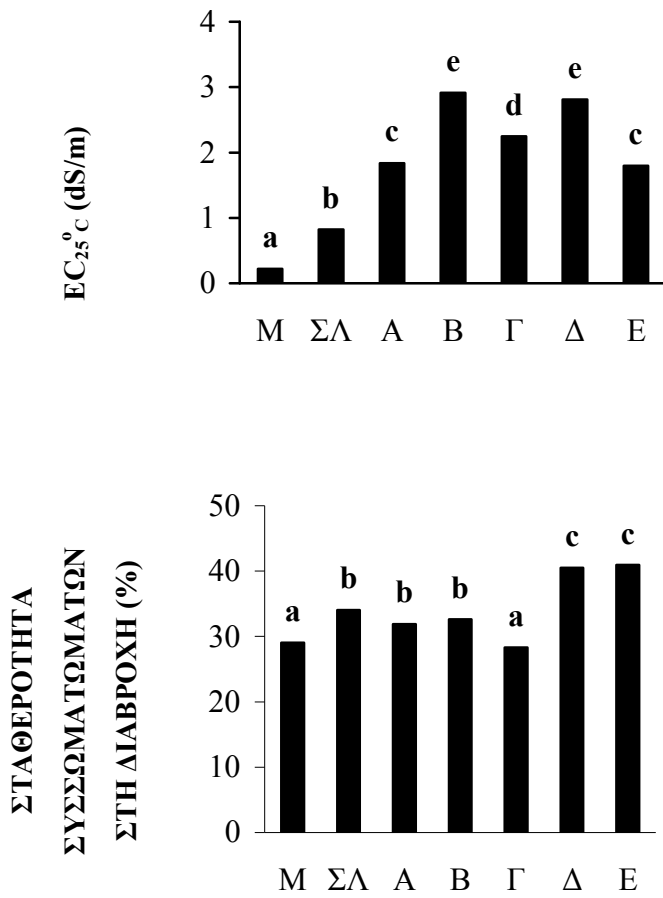
Σχήμα 6 (συνέχεια).



**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση  
**A** : ΚΕ  
**B** : ΚΕ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4



Σχήμα 6 (συνέχεια).

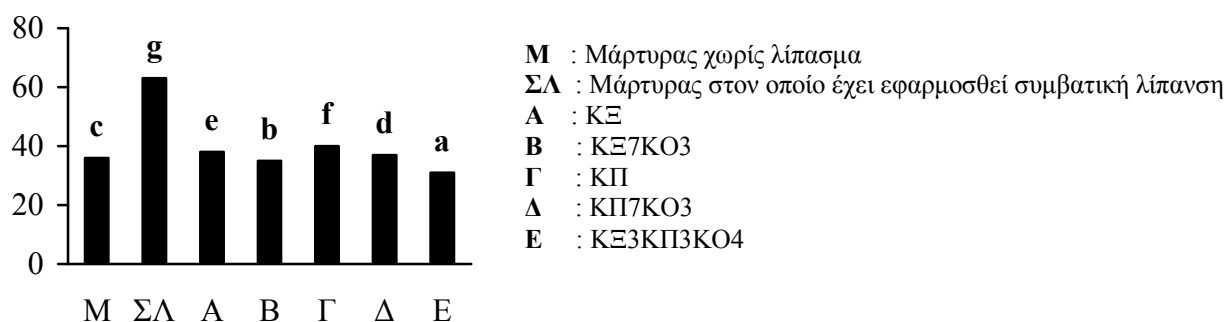


- M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα
- ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση
- A** : ΚΞ
- B** : ΚΞ7ΚΟ3
- Γ** : ΚΠ
- Δ** : ΚΠ7ΚΟ3
- E** : ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ  
ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ

Η εφαρμογή κομπόστας μείωσε το ποσοστό φυτρώματος των σπόρων τομάτας Σαντορίνης σε σχέση με το μάρτυρα στον οποίο εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση (ΣΛ) (Σχήμα 7). Η επέμβαση ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 είχε το χαμηλότερο ποσοστό φυτρώματος, πιθανό λόγω των υψηλών τιμών των E.S.P. και EC<sub>25</sub><sup>ο</sup>C, δηλαδή των υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων. Στην ίδια αιτία, δηλαδή στην υψηλή συγκέντρωση αλάτων σε κομπόστα μανιταριών, απέδωσαν οι Wang κ.ά. (1984) την καθυστέρηση του φυτρώματος σπόρων τομάτας. Μείωση της φυτρωτικής ικανότητας σπόρων τομάτας και άλλων λαχανοκομικών ειδών παρατήρησαν οι Fennimore και Jackson (2003) με την εφαρμογή χλωράς λίπανσης και κομπόστας, ενώ οι Peachey κ.ά. (2001) αναφέρουν ότι η προσθήκη χλωράς λίπανσης είχε θετικά αποτελέσματα στο ποσοστό φυτρώματος σπόρων *Poa annua* (πόα ετήσια ή κοινή).

**Σχήμα 7.** Σύγκριση της επίδρασης των διαφορετικών συνδυασμών κομπόστας και κοπριάς στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων τομάτας Σαντορίνης.



Ο μάρτυρας στον οποίο εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση (ΣΛ) παρουσίασε την υψηλότερη τιμή παραγόμενης βιομάζας στο υπέργειο τμήμα, στη ρίζα και στο σύνολο του φυτού σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Σχήμα 8). Αξίζει βέβαια να σημειωθεί πως η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β. έδωσε εξίσου καλά αποτελέσματα με το μάρτυρα ΣΛ στο υπέργειο τμήμα, ενώ η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. στη ρίζα και στο σύνολο του φυτού. Στους καρπούς 3<sup>ου</sup> σταδίου ωρίμανσης δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των επεμβάσεων ΣΛ, ΚΠ, ΚΠ7ΚΟ3 και ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4, με την επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. να παρουσιάζει την υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρουν οι Meunchang κ.ά. (2006), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση κομπόστας προερχόμενης από παραπροϊόντα επεξεργασίας ζαχαροτεύτλων σε καλλιέργεια τομάτας. Συγκεκριμένα προσδιόρισαν αύξηση κατά 180% στο ύψος των βλαστών και 112% στο βάρος των ριζών μετά την εφαρμογή της κομπόστας. Οι Ozores-Hampton κ.ά. (1994) σε πείραμα εφαρμογής αστικών αποβλήτων σε καλλιέργειες τομάτας και κολοκυθίου παρατήρησαν αύξηση της ανάπτυξης και της παραγόμενης βιομάζας των φυτών. Τέλος, οι Wong κ.ά. (1999) σε καλλιέργεια σιτηρών στο Χονγκ-Κονγκ παρατήρησαν αύξηση της παραγόμενης βιομάζας μετά από εφαρμογή κομπόστας.

Στην επέμβαση ΣΛ παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις C στο υπέργειο τμήμα, στη ρίζα και στο σύνολο του φυτού. Στους καρπούς υψηλότερη συγκέντρωση C προσδιορίστηκε στην επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β.

Στο υπέργειο τμήμα και στο σύνολο του φυτού υψηλότερες συγκεντρώσεις N παρατηρήθηκαν στην επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ενώ υψηλότερες συγκεντρώσεις K στην επέμβαση ΚΠΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6%

κ.β. Στη ρίζα ο μάρτυρας ΣΛ παρουσίασε την υψηλότερη συγκέντρωση N και K (Σχήμα 8). Στους καρπούς τις υψηλότερες συγκεντρώσεις N και K παρουσίασε η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6%.

Υψηλές συγκεντρώσεις Na εμφανίστηκαν στο υπέργειο τμήμα στην επέμβαση ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ενώ στη ρίζα και στο σύνολο του φυτού στην περίπτωση του μάρτυρα ΣΛ (Σχήμα 8). Οι υψηλές αυτές συγκεντρώσεις Na ακολούθησαν τις επίσης υψηλές συγκεντρώσεις του στοιχείου οι οποίες είχαν προσδιοριστεί στα αντίστοιχα εδάφη (Σχήμα 5) και οι οποίες ευθύνονταν για τις υψηλές τιμές  $EC_{25}^{\circ}C$  και E.S.P. καθιστώντας τα εδάφη αλατούχα. Οι Sonneveld και Voogt (1990) παρατήρησαν ότι καλλιέργεια τομάτας προσέλαβε περισσότερα θρεπτικά στοιχεία όταν αναπτύχθηκε σε εδάφη με υψηλές τιμές  $EC_{25}^{\circ}C$ . Το ίδιο παρατηρήθηκε και στην παρούσα μελέτη. Στην επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. κατά την οποία η  $EC_{25}^{\circ}C$  του εδάφους ήταν 4 dS/m (Σχήμα 5), παρατηρήθηκε μεγαλύτερη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από ότι στις άλλες επεμβάσεις (Σχήμα 8). Στους καρπούς οι επεμβάσεις ΣΛ, ΚΠ, ΚΠ7ΚΟ3 και ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς τη συγκέντρωση Na (Σχήμα 8).

Η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3, σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στο Σχήμα 8, έδωσε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις P στο υπέργειο τμήμα, στη ρίζα, στο σύνολο του φυτού και στους καρπούς, ιδίως στην περίπτωση εφαρμογής ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. Αξίζει να σημειωθεί πως στην περίπτωση του P, ο μάρτυρας ΣΛ εμφάνισε χαμηλότερες συγκεντρώσεις στα τμήματα του φυτού συγκριτικά με τις περιπτώσεις εφαρμογής κομπόστας (Σχήμα 8).

Υψηλότερες συγκεντρώσεις Ca παρουσιάστηκαν στο υπέργειο τμήμα και στο σύνολο του φυτού στις επεμβάσεις ΚΠ7ΚΟ3 και ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 (Σχήμα 8). Στη ρίζα

σαφώς υψηλότερη συγκέντρωση παρουσιάστηκε στο μάρτυρα ΣΛ, ενώ στους καρπούς η υψηλότερη συγκέντρωση Ca παρατηρήθηκε στην επέμβαση ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. (Σχήμα 8).

Στην περίπτωση του Mg, στο υπέργειο τμήμα, στη ρίζα και στο σύνολο του φυτού, η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% και 6% κ.β. παρουσίασε υψηλές τιμές, όπως και ο μάρτυρας ΣΛ (Σχήμα 8). Στους καρπούς η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. εμφάνισε υψηλή συγκέντρωση Mg, ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Σχήμα 8).

Ανάλογα με το είδος και την ποιότητα της κομπόστας αυξάνονται ή ελαττώνονται οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος και κατά συνέπεια στους φυτικούς ιστούς των φυτών (Petruzzelli κ.ά. 1989, Planquart κ.ά. 1999, Hargreaves κ.ά. 2008), ενώ οι Herencia κ.ά. (2007) σημειώνουν πως μετά από 9 χρόνια χρήση κομπόστας ως λίπασμα τα φυτικά τμήματα απέκτησαν τις ίδιες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων συγκρινόμενα με αυτά, η καλλιέργεια των οποίων είχε δεχθεί συμβατική λίπανση. Οι Walker και Bernal (2006) αναφέρουν πως καλλιέργεια τομάτας σε αγρό ο οποίος είχε δεχθεί χλωρά λίπανση από ζαχαρότευτλα παρουσίασε υψηλότερες συγκεντρώσεις κατιόντων στους φυτικούς ιστούς σε σχέση με καλλιέργεια τομάτας η οποία είχε δεχθεί εφαρμογή κομπόστας προερχόμενης από παραπροϊόντα επεξεργασίας ελιών. Τέλος, οι Wong κ.ά. (1999) και οι Wang κ.ά. (2008) παρατήρησαν υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων σε καλλιέργεια σιτηρών και λαχανικών, αντίστοιχα, με εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων.

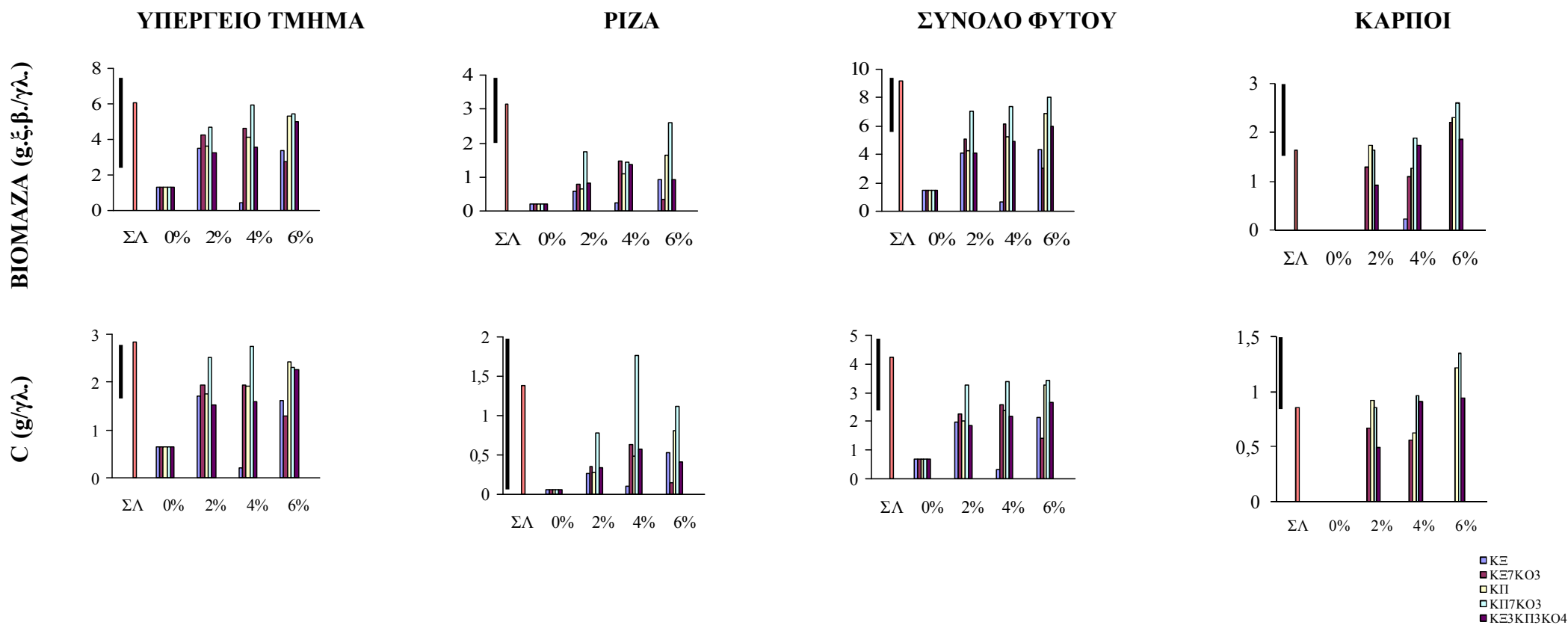
Όσον αφορά στα βαρέα μέταλλα, παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση Zn στο υπέργειο τμήμα και στο σύνολο του φυτού στην επέμβαση ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., στη ρίζα στο μάρτυρα ΣΛ και στους καρπούς στην επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. (Σχήμα 8). Οι συγκεντρώσεις Mn στο

υπέργειο τμήμα και στο σύνολο του φυτού ήταν υψηλότερες στην επέμβαση ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ενώ στη ρίζα και στους καρπούς στην επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. (Σχήμα 8). Υψηλότερες συγκεντρώσεις Cu στη ρίζα, στο σύνολο του φυτού και στους καρπούς παρουσίασε η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ενώ στο υπέργειο τμήμα υψηλότερη συγκέντρωση Cu εμφάνισε η επέμβαση ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. (Σχήμα 8). Η επέμβαση ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β. έδωσε υψηλότερη συγκέντρωση Fe στο υπέργειο τμήμα των φυτών. Στη ρίζα και στο σύνολο του φυτού υψηλότερη συγκέντρωση του στοιχείου παρατηρήθηκε στην επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ενώ στους καρπούς στην επέμβαση ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. (Σχήμα 8). Ο Worthington (2001) βρήκε ότι καρποί που προέρχονταν από καλλιέργειες στις οποίες εφαρμόστηκε οργανική λίπανση είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις Fe, Mg, P και μειωμένες συγκεντρώσεις NO<sub>3</sub> και βαρέων μετάλλων σε σχέση με τους καρπούς καλλιεργειών οι οποίες είχαν δεχθεί ανόργανη λίπανση, ενώ οι Ozores-Hampton κ.ά.(1994) σε πείραμα εφαρμογής αστικών αποβλήτων σε καλλιέργειες τομάτας παρατήρησαν αμελητέες αυξήσεις στις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στους καρπούς.

Ο προσδιορισμός του ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) στους καρπούς της τομάτας έγινε μόνο σε ορισμένες επεμβάσεις και δεν παρατηρήθηκαν διαφορές (Σχήμα 8). Σύμφωνα με τους Wang κ.ά. (2008) τα οργανικά λιπάσματα επιδρούν θετικά στην ποιότητα των καρπών, σε αντίθεση με τα συνθετικά και ιδίως τα αζωτούχα, τα οποία πολλές φορές προκαλούν αύξηση των νιτρικών και μείωση της συγκέντρωσης βιταμίνης C και σακχάρων. Επίσης, ο Worthington (2001) βρήκε ότι εφαρμόζοντας οργανική λίπανση σε καλλιέργειες παρήχθησαν καρποί που περιείχαν

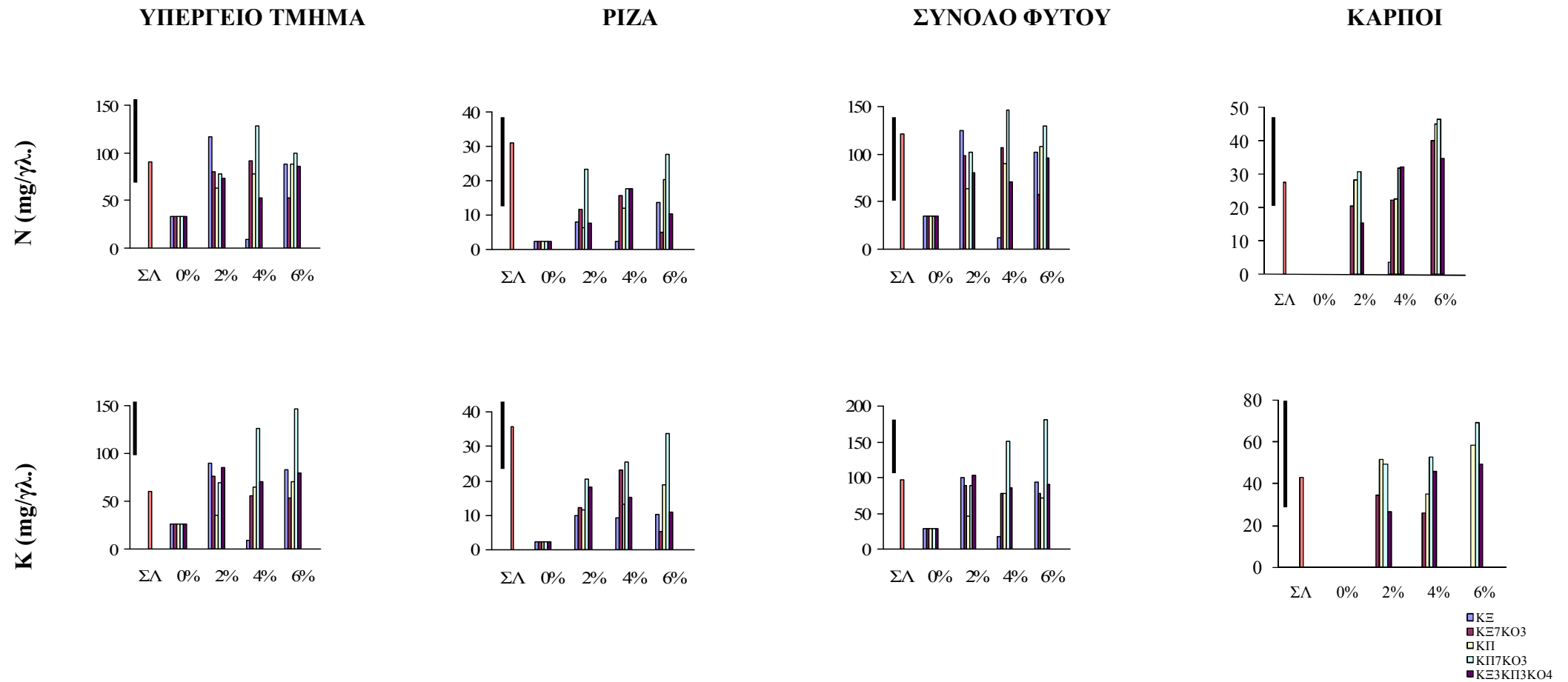
περισσότερη βιταμίνη C. Αντίθετα, οι Rosen και Allan (2007), αναφέρουν πως οι καρποί από καλλιέργειες στις οποίες εφαρμόστηκε οργανική λίπανση είχαν μειωμένη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C. Οι Colla κ.ά. (2000) έπειτα από 4 χρόνια πειράματος κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η ποιότητα των καρπών ήταν υψηλότερη σε καλλιέργεια στην οποία εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση συγκρινόμενοι με καρπούς καλλιέργειας η οποία δέχθηκε οργανική λίπανση.

**Σχήμα 8.** Επίδραση διαφορετικών συνδυασμών κομπόστας και κοπριάς στις αποδόσεις και στις ολικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων στα τμήματα των φυτών τομάτας Σαντορίνης.

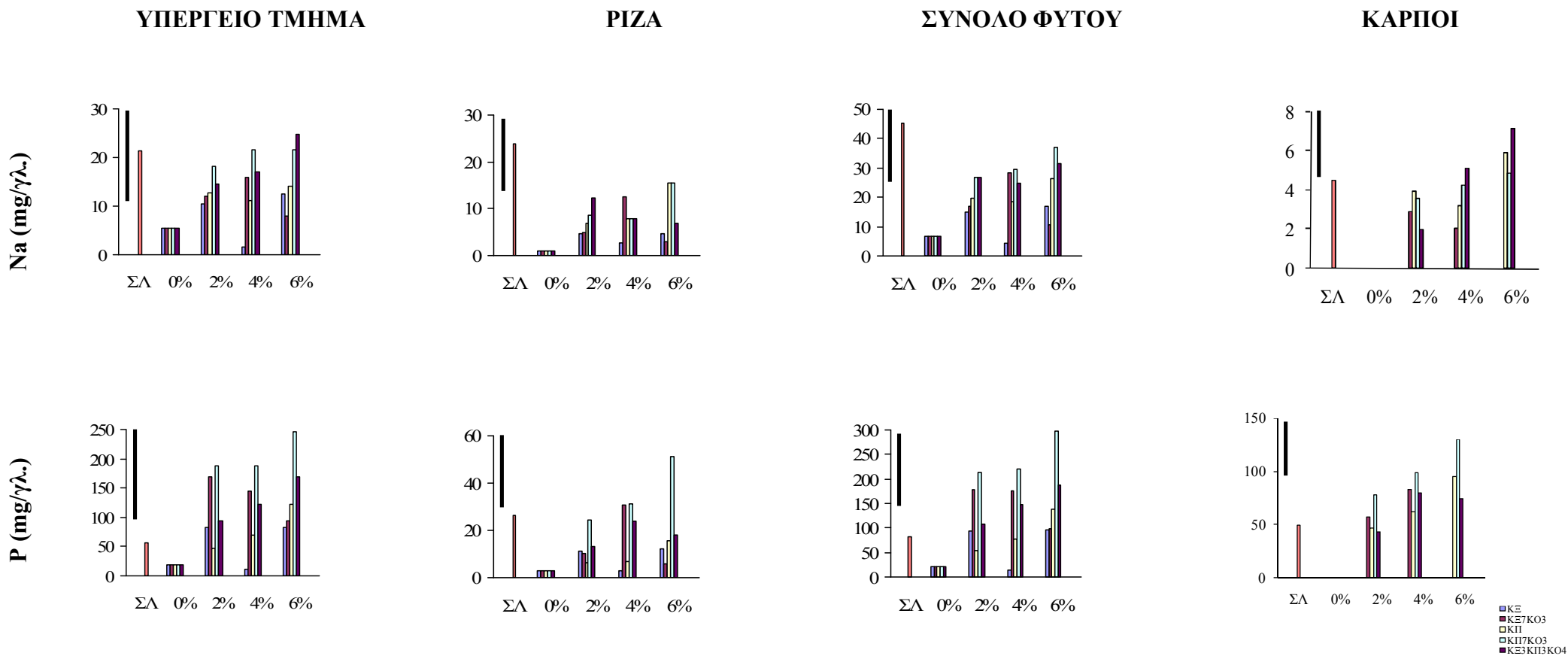




Σχήμα 8 (συνέχεια).

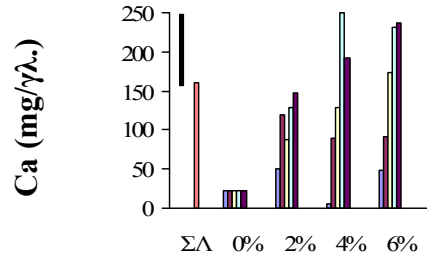


Σχήμα 8 (συνέχεια).

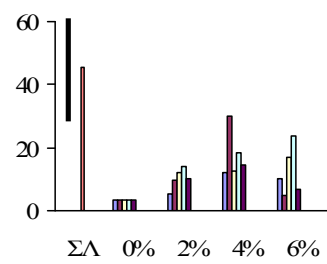


Σχήμα 8 (συνέχεια).

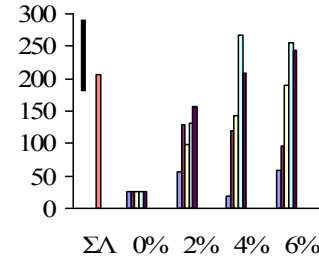
ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ



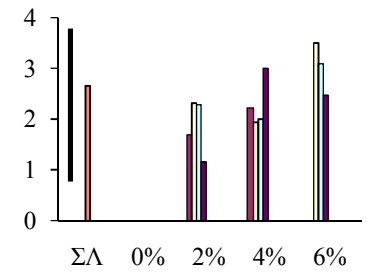
ΡΙΖΑ



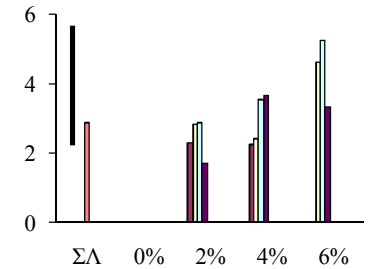
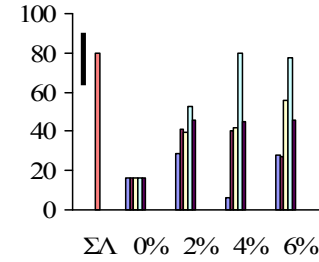
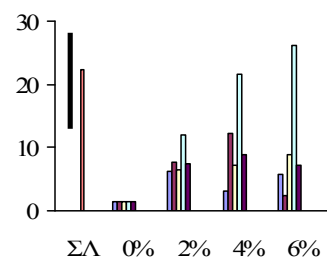
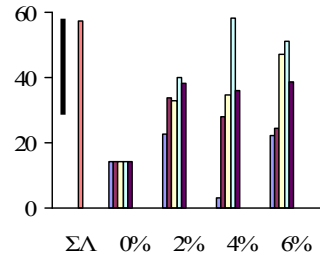
ΣΥΝΟΛΟ ΦΥΤΟΥ



ΚΑΡΠΟΙ

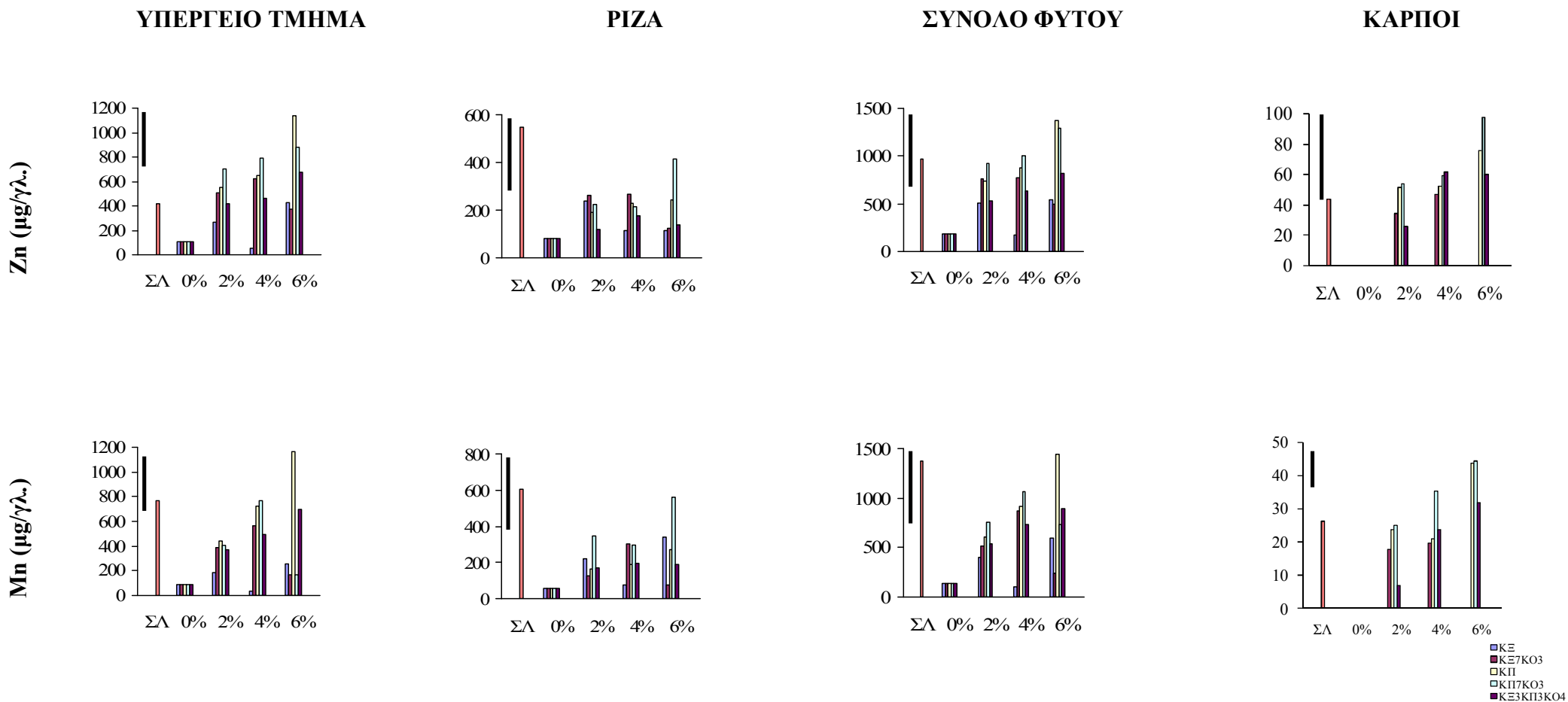


Mg (mg/g)

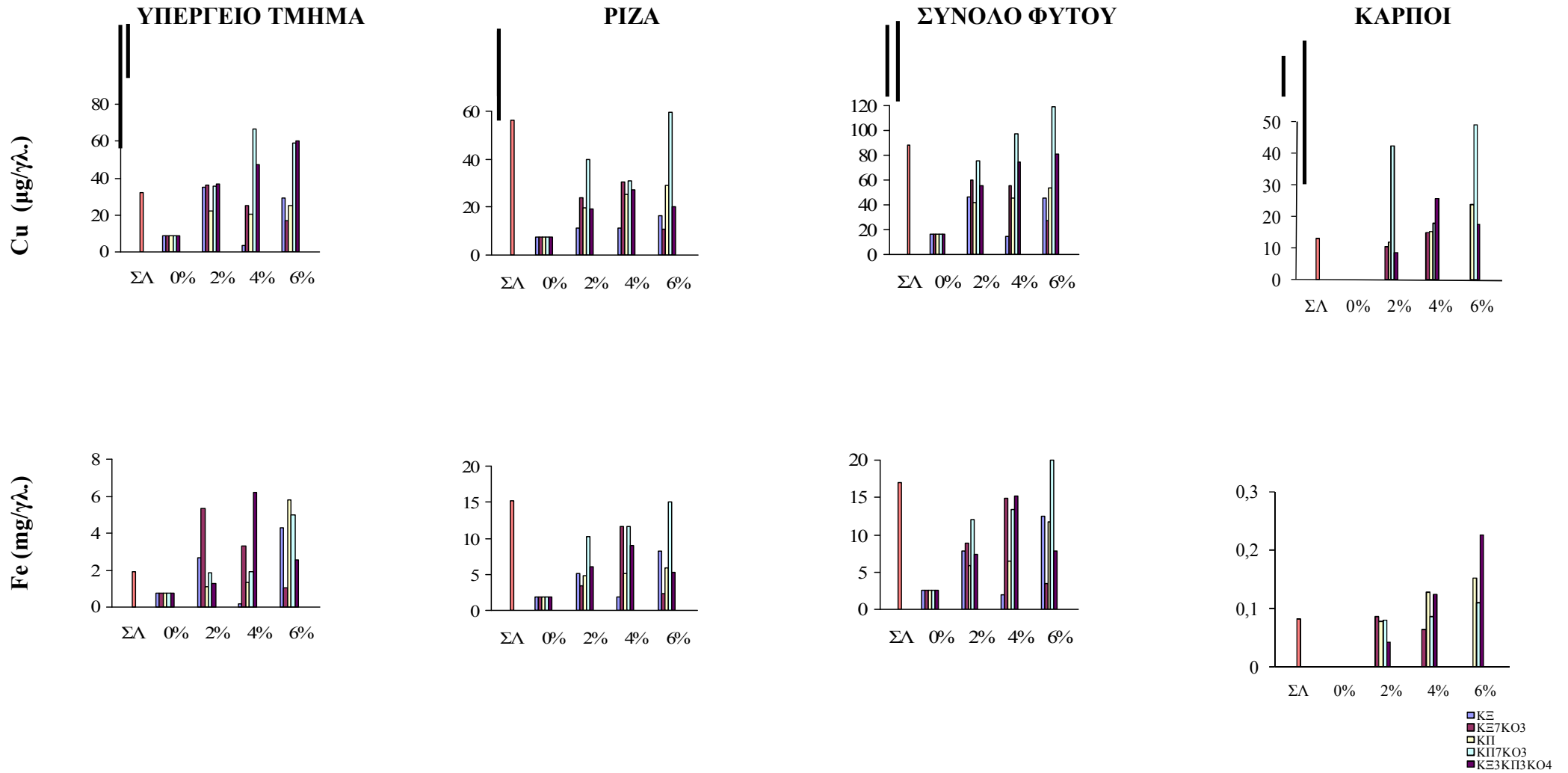


■ ΚΕ  
 ■ ΚΕ7Κ03  
 □ ΚΠ  
 □ ΚΠ7Κ03  
 ■ ΚΕ3ΚΠ3Κ04

Σχήμα 8 (συνέχεια).



Σχήμα 8 (συνέχεια).



Σχήμα 8 (συνέχεια).

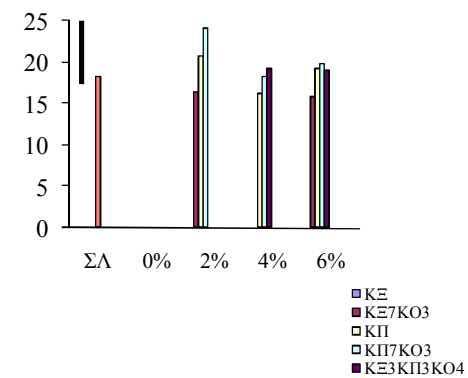
ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ (mg/100g)

ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ

ΡΙΖΑ

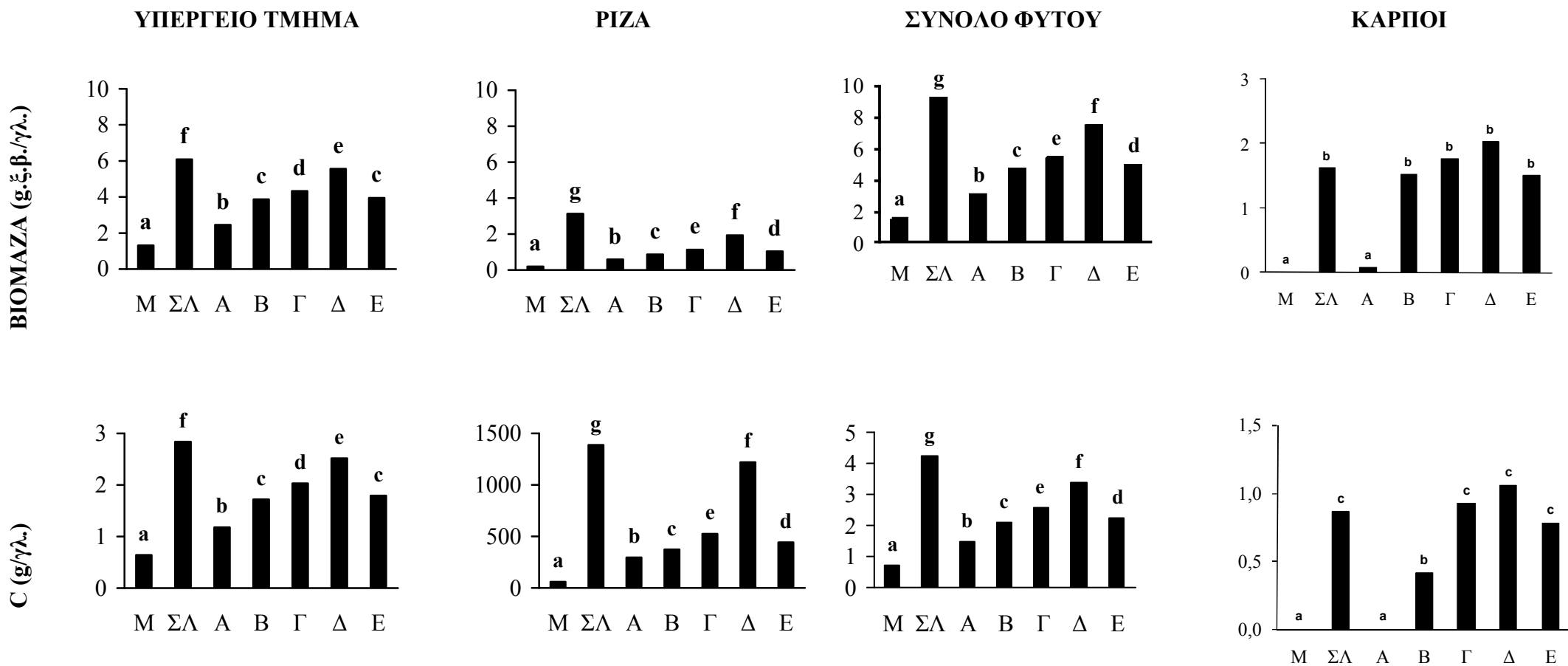
ΣΥΝΟΛΟ ΦΥΤΟΥ

ΚΑΡΠΟΙ



Με τις ορθόγωνες συγκρίσεις φαίνεται πως ο μάρτυρας στον οποίο εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση (ΣΛ) καθώς και η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στα φυτικά τμήματα (Σχήμα 9). Πιο συγκεκριμένα στην επέμβαση ΣΛ το υπέργειο τμήμα ήταν ιδιαίτερα ανεπτυγμένο όπως φανερώνει το βάρος της παραγόμενης βιομάζας. Επίσης, εμφάνισε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις C, Na, Mg και Mn σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Στη ρίζα, πέρα από την ανάπτυξη, η επέμβαση ΣΛ παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις C, N, K, Na, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Fe. Εξετάζοντας το φυτό ως σύνολο, η επέμβαση ΣΛ εμφάνισε και πάλι υψηλή παραγόμενη βιομάζα καθώς και τις υψηλότερες συγκεντρώσεις C, N, Na, Mg, Mn, Fe, ενώ τέλος έδωσε απόδοση (g.ξ.β./γλ.) σε καρπούς 3<sup>ου</sup> σταδίου η οποία διέφερε και ήταν υψηλότερη μόνο από τις αποδόσεις του μάρτυρα χωρίς λίπασμα και της επέμβασης ΚΞ. Οι καρποί στην επέμβαση ΣΛ είχαν υψηλές συγκεντρώσεις C, N, K, Na, Ca, Mg (Σχήμα 9). Η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις N, K, P, Ca, Zn, Cu στο υπέργειο τμήμα των φυτών, ενώ στη ρίζα παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις P και Mg σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Στο σύνολο του φυτού η ίδια επέμβαση έδωσε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις N, K, P, Ca, Zn, Cu, Fe. Επίσης, η απόδοση (g.ξ.β./γλ.) σε καρπούς 3<sup>ου</sup> σταδίου ήταν υψηλή, ενώ οι παραγόμενοι καρποί είχαν υψηλές συγκεντρώσεις C, N, K, Na, P, Ca, Mg, Zn, Mn και Cu και την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) (Σχήμα 9). Η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 παρουσίασε περισσότερο επιθυμητά χαρακτηριστικά σε απόδοση και συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων όταν εφαρμόστηκε σε ποσοστό 6% κ.β. και φαίνεται να υπερέχει έναντι των άλλων επεμβάσεων με κομπόστα (Σχήμα 8).

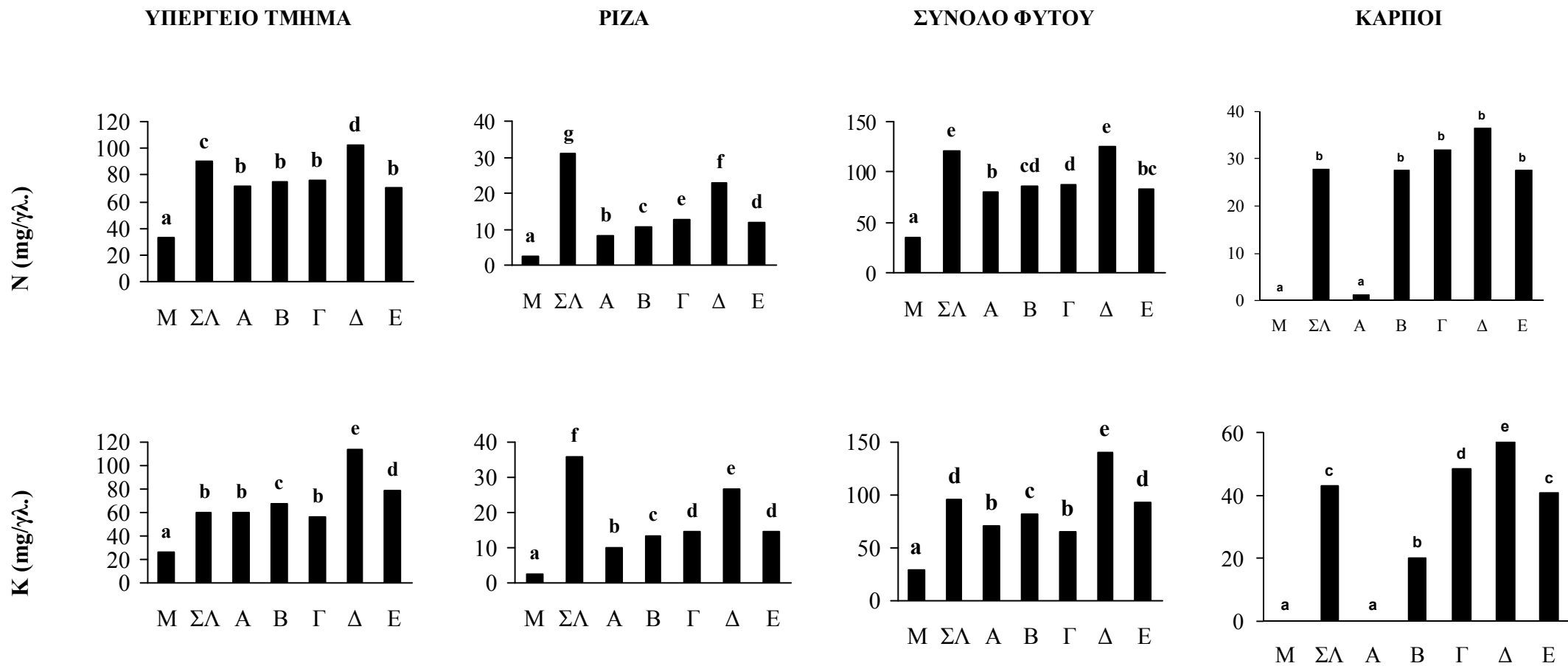
**Σχήμα 9.** Σύγκριση των επιδράσεων διαφορετικών συνδυασμών κομπόστας και κοπριάς στις αποδόσεις και στις ολικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων στα τμήματα των φυτών τομάτας Σαντορίνης.



**Μ** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπασση  
**A** : ΚΕ  
**B** : ΚΕ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

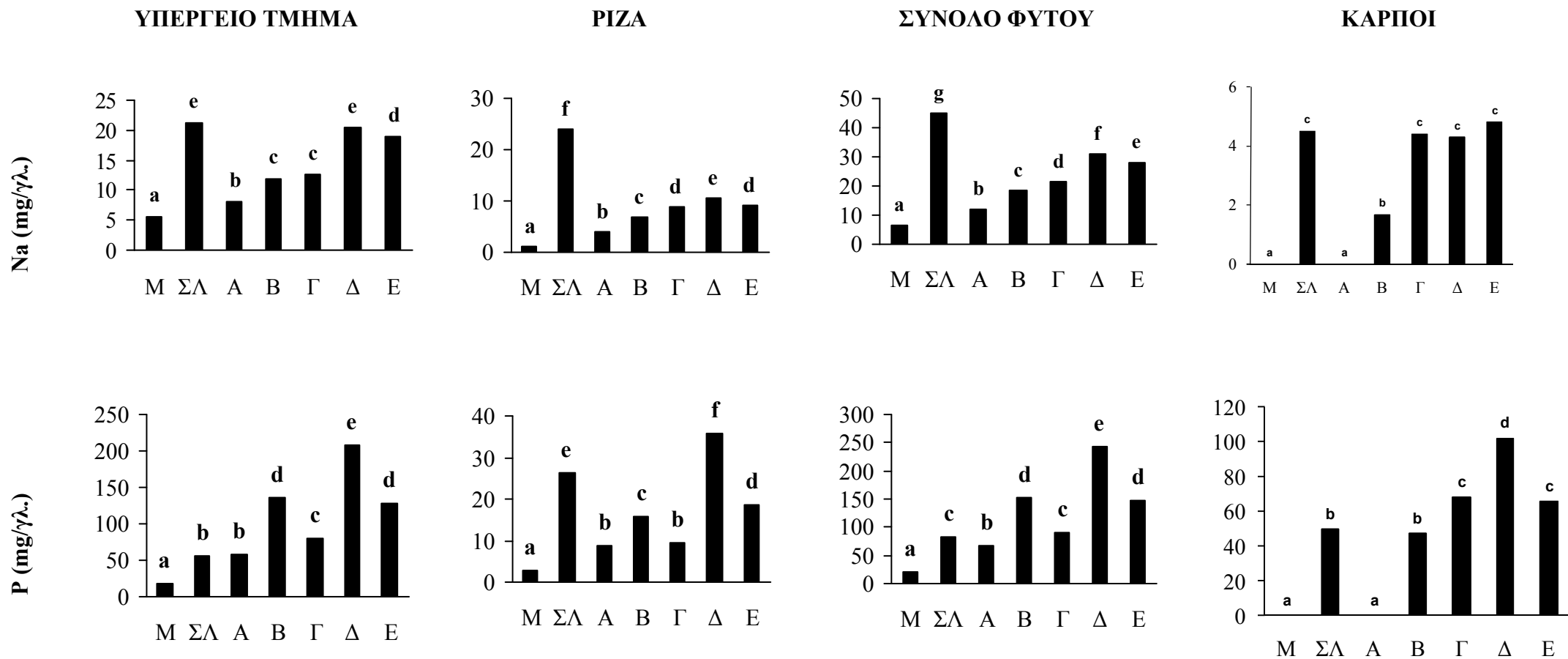


Σχήμα 9 (συνέχεια).



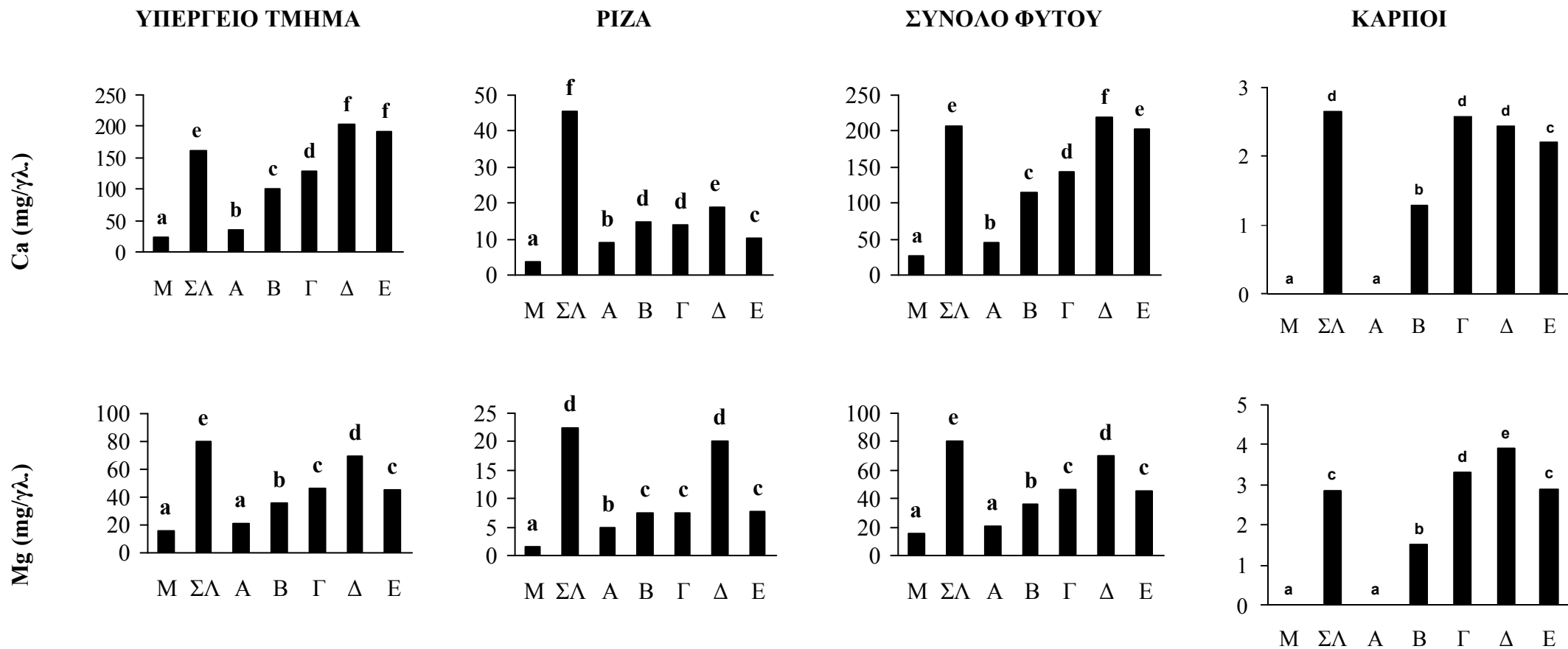
**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπασση  
**A** : ΚΕ  
**B** : ΚΕ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

Σχήμα 9 (συνέχεια).



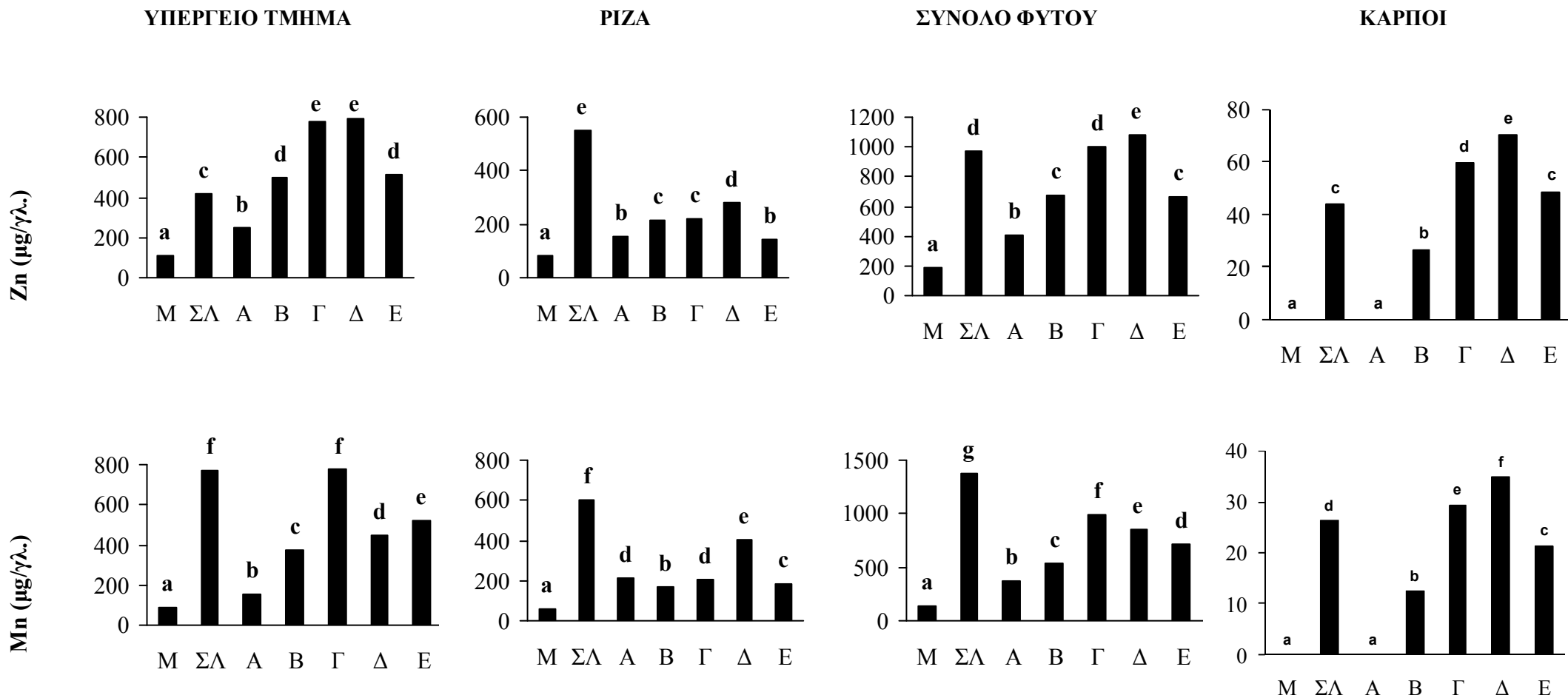
**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση  
**A** : ΚΞ  
**B** : ΚΞ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4

Σχήμα 9 (συνέχεια).



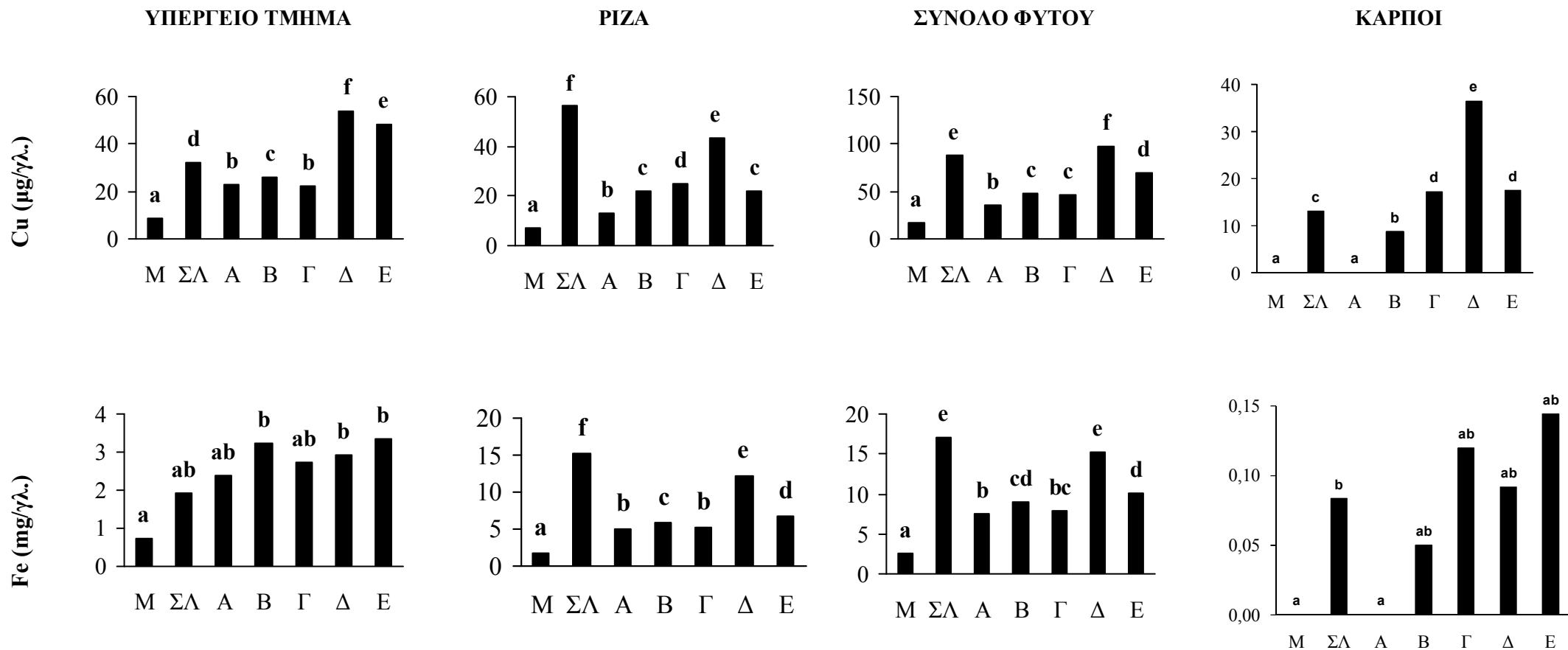
**Μ** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπασση  
**Α** : ΚΕ  
**Β** : ΚΕ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**Ε** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

Σχήμα 9 (συνέχεια).



**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπασση  
**A** : ΚΕ  
**B** : ΚΕ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

Σχήμα 9 (συνέχεια).



**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση  
**A** : ΚΞ  
**B** : ΚΞ7Κ03  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7Κ03  
**E** : ΚΞ3ΚΠ3Κ04

Σχήμα 9 (συνέχεια).

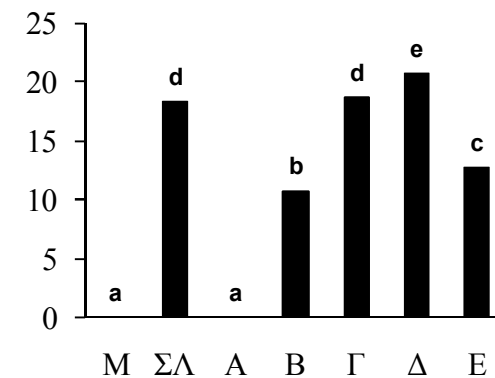
ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ (mg/100g)

ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ

ΡΙΖΑ

ΣΥΝΟΛΟ ΦΥΤΟΥ

ΚΑΡΠΟΙ



- Μ** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα
- ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση
- Α** : ΚΕ
- Β** : ΚΕ7ΚΟ3
- Γ** : ΚΠ
- Δ** : ΚΠ7ΚΟ3
- Ε** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ  
ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Στα εδάφη μετά τη συγκομιδή παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης του οργανικού C σε σχέση με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των εδαφών πριν τη σπορά (Σχήμα 5), ενώ και σε αυτά διαφαίνονται οι διαφορές στις συγκεντρώσεις οργανικού C με την αναλογία κομπόστας η οποία έχει προστεθεί (Σχήμα 10). Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα μελέτης των Collins κ.ά. (1990) οι οποίοι απέδωσαν την εν λόγω μείωση στη συγκέντρωση C στην αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας.

Οι συγκεντρώσεις N στα εδάφη μετά τη συγκομιδή παρουσίασαν μία μικρή μείωση (Σχήμα 10), σε σχέση τις αντίστοιχες των εδαφών πριν τη σπορά (Σχήμα 5). Η μείωση αυτή πιθανό να οφείλεται τόσο στην κατανάλωσή του από τους μικροοργανισμούς του εδάφους, όσο και στη πρόσληψή του από το φυτό προκειμένου να καλύψει τις θρεπτικές του ανάγκες. Η μικρή διαφοροποίηση που παρατηρήθηκε μεταξύ των συγκεντρώσεων N των εδαφών πριν τη σπορά και μετά τη συγκομιδή (Σχήματα 5 και 10), ίσως οφείλεται στην ανοργανοποίηση N κατά την αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας (Tiessen κ.ά. 2002).

Ο λόγος C/N παρουσίασε μικρότερες τιμές στα εδάφη μετά τη συγκομιδή (Σχήμα 10) σε σχέση με αυτά πριν τη σπορά (Σχήμα 5). Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 10, χαρακτηριστικές είναι οι περιπτώσεις των δύο μαρτύρων (Μ και ΣΛ), στις οποίες παρατηρήθηκε πτώση στην τιμή το λόγου C/N στα εδάφη μετά τη συγκομιδή. Η πτώση στην τιμή του λόγου C/N ήταν αναμενόμενη λόγω του υψηλού ρυθμού ανοργανοποίησης ο οποίος οφείλεται στην καλλιέργεια τομάτας (φωσφατάσες, αύξηση μικροοργανισμών κ.ά.).

Οι αυξημένες συγκεντρώσεις Ca, Mg και Na που παρατηρήθηκαν στα εδάφη μετά τη συγκομιδή (Σχήμα 10) μπορούν να αποδοθούν, σύμφωνα με το Θερίο (1996),

στη συγκέντρωση αλάτων που προκύπτει από τη λίπανση σε συνδυασμό με την εξατμισοδιαπνοή, την ανεπαρκή έκπλυση των εδαφών με νερό και στην ποιότητα του νερού άρδευσης. Μάλιστα, οι αυξημένες τιμές των E.S.P. και S.A.R. που παρατηρήθηκαν οφείλονται στην αύξηση του Na στα εδάφη. Το K εμφάνισε μειωμένες συγκεντρώσεις στα εδάφη μετά τη συγκομιδή (Σχήμα 10). Εξήγηση σε αυτό μπορούν να δώσουν οι αυξημένες απαιτήσεις της τομάτας σε K, καθώς, όπως αναφέρεται από τη Χατζηευστρατίου (2007), η τομάτα είναι καλιόφιλο φυτό.

Στα εδάφη μετά τη συγκομιδή παρατηρήθηκε μείωση των συγκεντρώσεων P σε σχέση με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των εδαφών πριν τη σπορά (Σχήματα 5 και 10). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από την ανάγκη των φυτών τομάτας να προσλάβουν P, καθώς η βλάστηση και η καρποφορία τους εξαρτώνται άμεσα από τον επαρκή εφοδιασμό τους με P (Ντόγρας 2003).

Το pH των εδαφών μετά τη συγκομιδή δεν παρουσίασε διαφοροποιήσεις τόσο μεταξύ των συνδυασμών κομπόστας όσο και μεταξύ των ποσοστών κομπόστας (2%, 4%, 6% κ.β.) (Σχήμα 10).

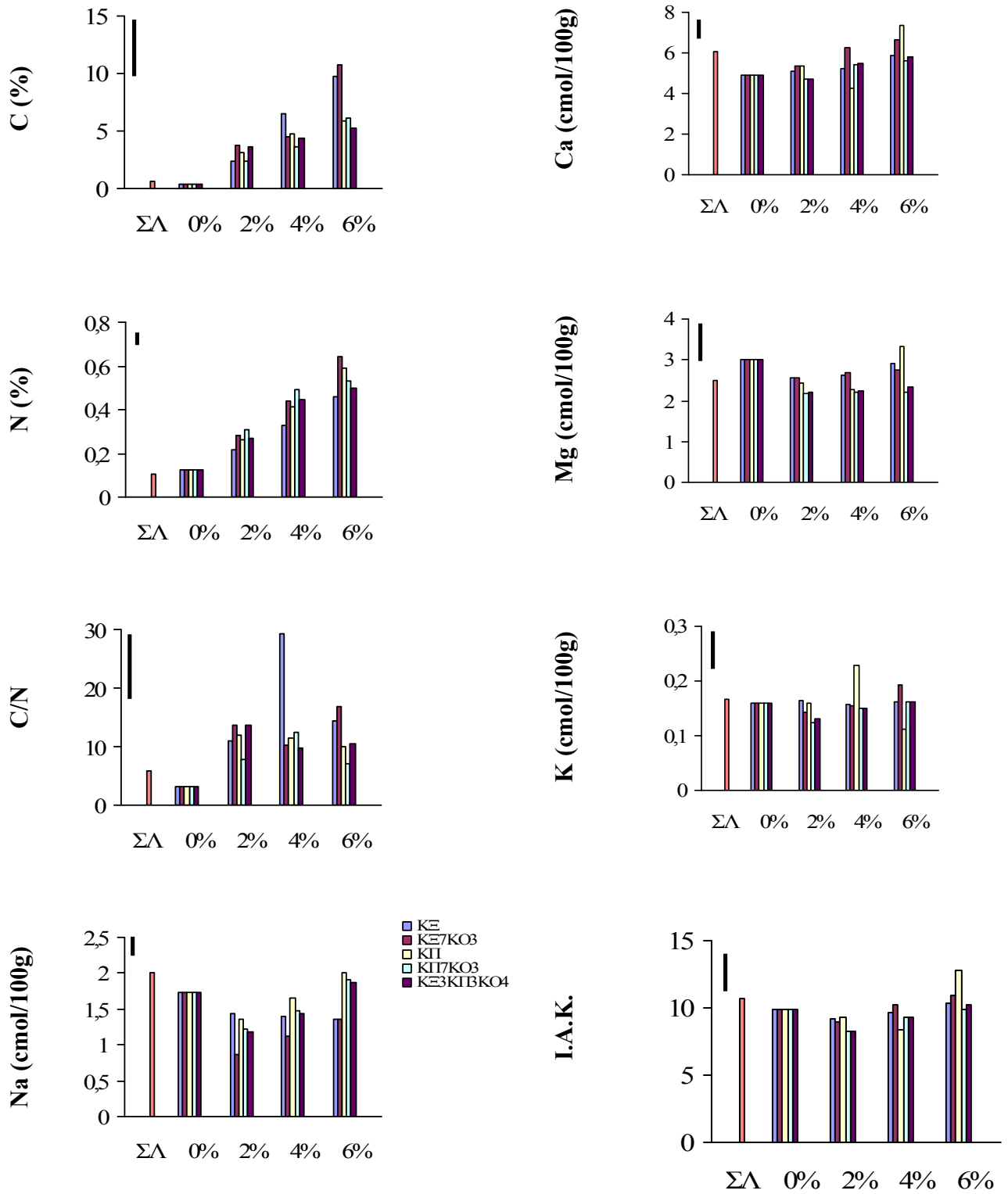
Στα εδάφη μετά τη συγκομιδή οι επεμβάσεις ΚΞ και ΚΞ7ΚΟ3 παρουσίασαν αύξηση της αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές των εδαφών πριν τη σπορά τομάτας. Μάλιστα η αύξηση του ποσοστού διασποράς ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση ΚΞ7ΚΟ3 (Σχήματα 5 και 10). Στις υπόλοιπες επεμβάσεις δεν υπήρξε διαφορά.

Συγκρίνοντας τις τιμές της σταθερότητας συσσωματωμάτων στη διαβροχή στα εδάφη πριν τη σπορά με τα αντίστοιχα εδάφη μετά τη συγκομιδή παρατηρήθηκε μία τάση μείωσης των ποσοστών σταθερότητας συσσωματωμάτων στις επεμβάσεις ΚΞ7ΚΟ3, ΚΠ7ΚΟ3, ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4, στις περιπτώσεις δηλαδή όπου υπήρχε κοπριά. Αντίθετα, τάση αύξησης της σταθερότητας συσσωματωμάτων στη διαβροχή

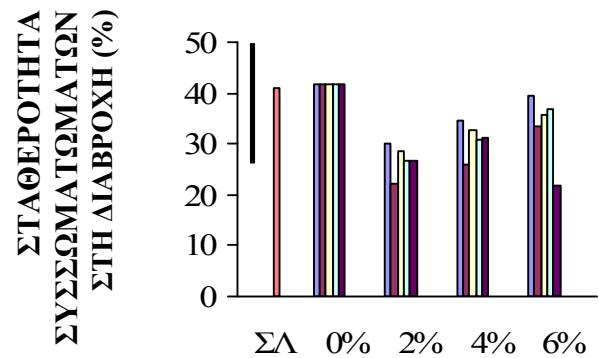
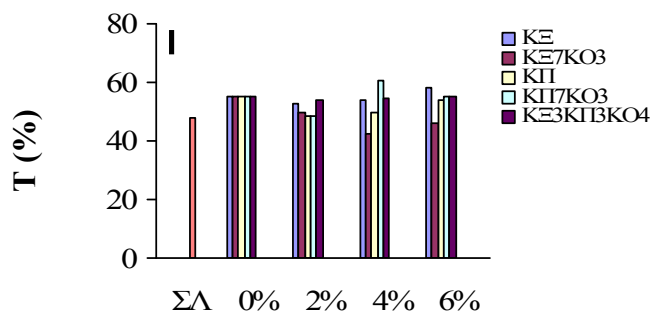
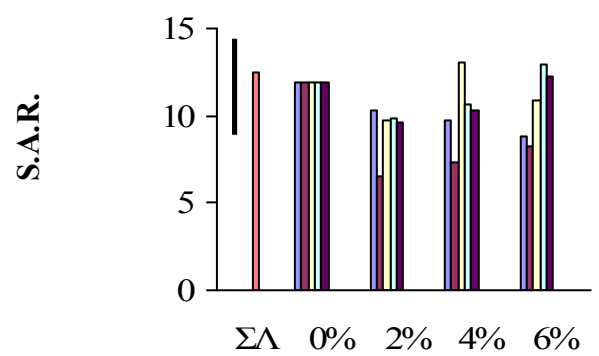
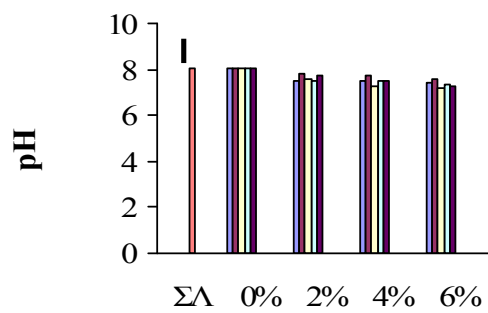
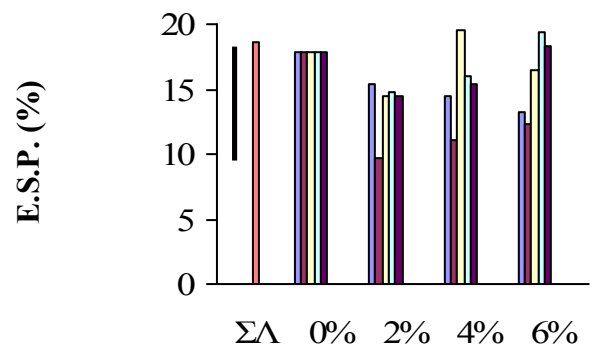
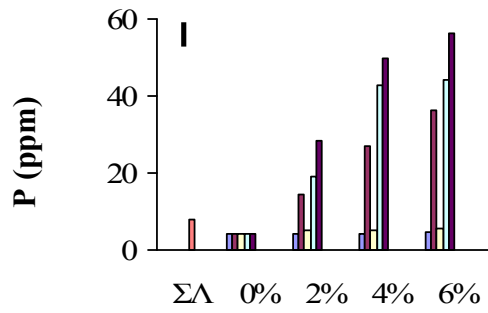


παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις ΚΞ και ΚΠ (Σχήμα 10). Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί σε διαφορές στις συνδετικές-συγκολλητικές ενώσεις οι οποίες παράγονται κατά την αποικοδόμηση οργανικού υλικού φυτικής προέλευσης (καλάμι) ή ζωική (κοπριά) και που έχουν μεγάλη ικανότητα σχηματισμού και σταθεροποίησης των δομικών μονάδων. Όπως αναφέρουν οι Lynch και Bragg (1985) και Wood (1995), η ικανότητα και ο τρόπος με τον οποίο η οργανική ουσία επηρεάζει το σχηματισμό και τη σταθερότητα των δομικών μονάδων, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από παράγοντες όπως το είδος, η ποσότητα και ο βαθμός αποσύνθεσης. Η αύξηση της σταθερότητας των συσσωματωμάτων στα εδάφη της επέμβασης ΣΛ μετά τη συγκομιδή σε σχέση με τα αντίστοιχα πριν τη σπορά, μπορεί να αποδοθεί στην εφαρμογή ανόργανου λιπάσματος, καθώς, σύμφωνα με τους Haynes και Naidu (1998), η εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων έχει επίδραση στις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών επηρεάζοντας τη σταθερότητα των εδαφικών μονάδων. Συγκεκριμένα, η χρήση ανόργανων λιπασμάτων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών, την αύξηση του ριζικού συστήματος και του ποσοστού οργανικών υπολειμμάτων καθώς επίσης και της μικροβιακής-βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους, παράγοντες που συμβάλλουν στη σταθερότητα των συσσωματωμάτων στη διαβροχή. Επίσης, το ριζικό σύστημα των φυτών επηρεάζει το ποσοστό της σταθερότητας συσσωματωμάτων στη διαβροχή (Παναγιωτόπουλος 2005). Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φαίνεται ότι η ύπαρξη αυξημένου ριζικού συστήματος συνδέεται με υψηλό ποσοστό σταθερότητας συσσωματωμάτων, με μόνη εξαίρεση τον μάρτυρα (Σχήματα 8 και 10).

**Σχήμα 10** .Επίδραση των διαφορετικών συνδυασμών κομπόστας και της καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης στις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών.

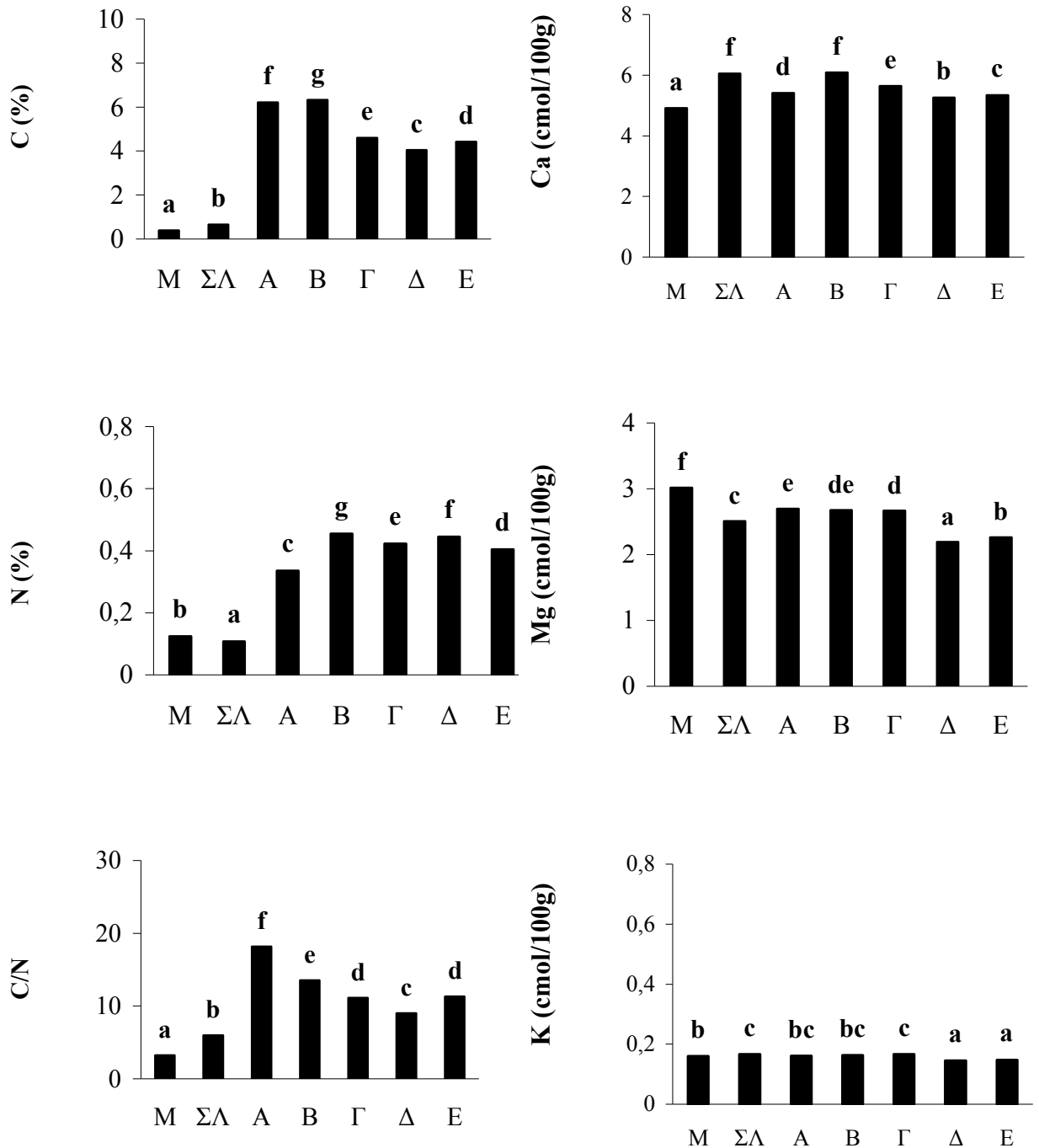


Σχήμα 10 (συνέχεια).



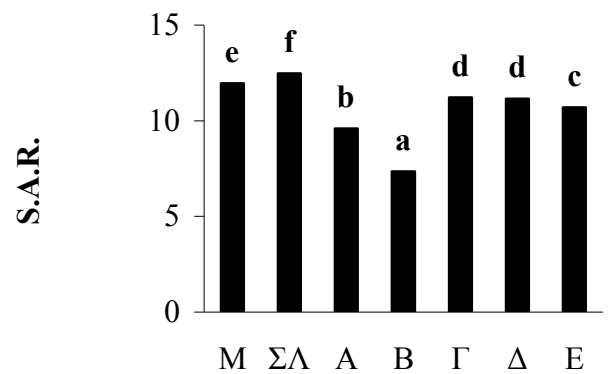
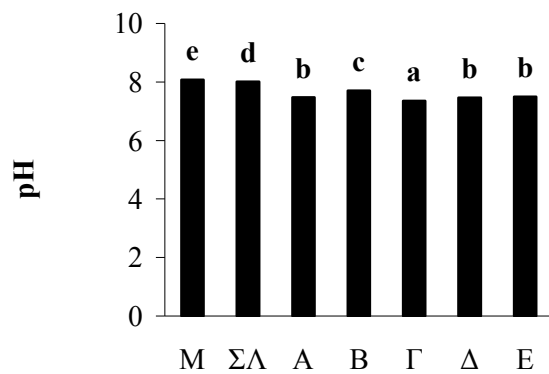
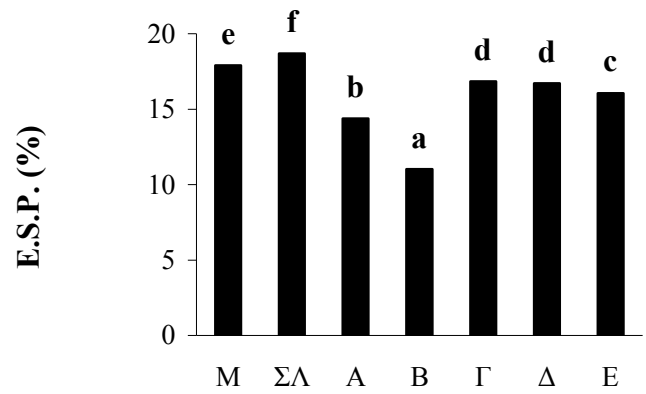
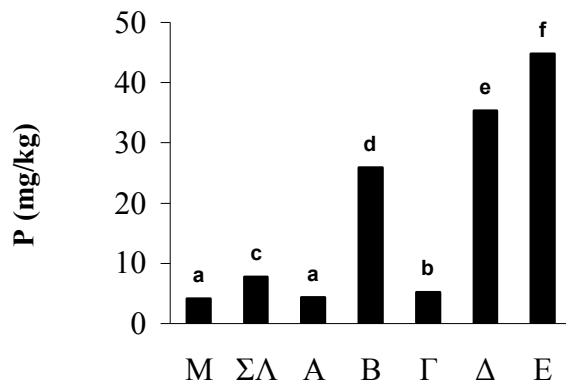
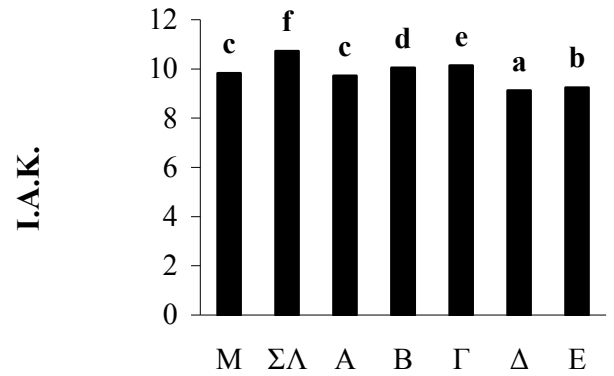
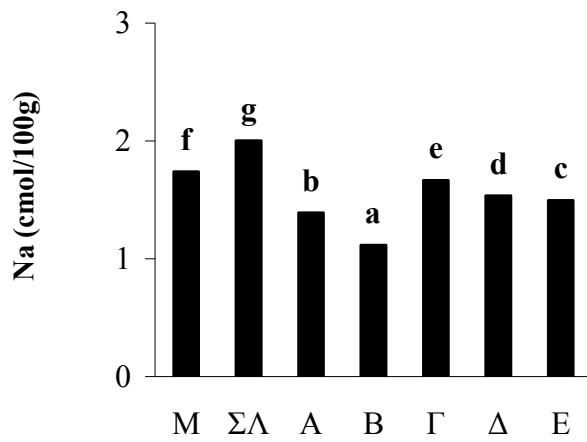
Εφαρμόζοντας ορθόγωνα συγκρίσεις στα εδάφη μετά τη συγκομιδή (Σχήμα 11), η επέμβαση  $K_2CO_3$  σε συνδυασμό με την καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης φαίνεται πως προσέδωσε στα εδάφη καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες σε σύγκριση με τις άλλες επεμβάσεις, ιδίως όταν εφαρμόστηκε σε ποσοστό 6% κ.β. (Σχήμα 10). Συγκεκριμένα η επέμβαση  $K_2CO_3$  εμφάνισε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις C, N, Ca σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις, υψηλότερο ποσοστό σταθερότητας συσσωματωμάτων στη διαβροχή σε σχέση με τα αντίστοιχα εδάφη πριν τη σπορά και τιμή E.S.P.<15% (Σχήμα 11). Ο μάρτυρας ΣΛ παρουσίασε επίσης υψηλές συγκεντρώσεις σε θρεπτικά στοιχεία (Ca, Mg, K, Na) καθώς και την υψηλότερη τιμή I.A.K. Όμως στην επέμβαση αυτή προσδιορίστηκε τιμή E.S.P.>15% αλλά και η υψηλότερη τιμή S.A.R. (Σχήμα 11). Κατά συνέπεια η εφαρμογή συμβατικής λίπανσης σε συνδυασμό με την καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης προκάλεσε αλατότητα στα εδάφη.

*Σχήμα 11. Σύγκριση των επιδράσεων συνδυασμών κομπόστας και καλλιέργειας τομάτας Σαντορίνης στις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών.*



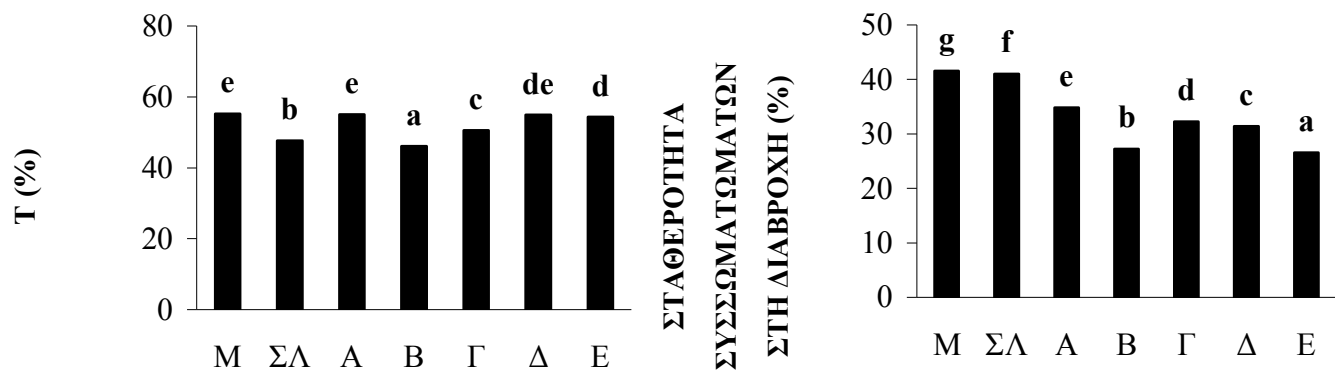
**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση  
**A** : ΚΕ  
**B** : ΚΕ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

Σχήμα 11 (συνέχεια).



**M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα  
**ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση  
**A** : ΚΕ  
**B** : ΚΕ7ΚΟ3  
**Γ** : ΚΠ  
**Δ** : ΚΠ7ΚΟ3  
**E** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

Σχήμα 11 (συνέχεια).



- M** : Μάρτυρας χωρίς λίπασμα
- ΣΛ** : Μάρτυρας στον οποίο έχει εφαρμοσθεί συμβατική λίπανση
- A** : ΚΕ
- B** : ΚΕ7ΚΟ3
- Γ** : ΚΠ
- Δ** : ΚΠ7ΚΟ3
- E** : ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης φυτικού υλικού από καλαμιώνες (*Phragmites australis*) παρατηρήθηκαν:

1. Αύξηση των συγκεντρώσεων των στοιχείων C, N, P.
2. Πτώση του λόγου C/N.
3. Μικρές μεταβολές στις συγκεντρώσεις των στοιχείων Mg, Ca, K, Cu, Fe, Zn, Mn, Na.

Οι επεμβάσεις στα εδάφη με διαφορετικούς συνδυασμούς κομπόστας και κοπριάς είχαν διάφορες επιδράσεις στις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών. Από τους συνδυασμούς, ο ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β. βελτίωσε αρκετές από τις ιδιότητες των εδαφών. Συγκεκριμένα, αύξησε τις συγκεντρώσεις C, N, K, Na, P, Ca, Mg, την τιμή της I.A.K., παρουσίασε τιμές E.S.P. <15% και  $EC_{25}^{\circ}C < 2$  dS/m, μείωσε το ποσοστό αυθόρμητα διασπειρόμενης αργίλου ενώ αύξησε το ποσοστό της σταθερότητας συσσωματωμάτων στη διαβροχή.

Στην καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης η επέμβαση ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. είχε ως αποτέλεσμα καλύτερη ποσοτική απόδοση. Στο σύνολο του φυτού προσδιορίστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων. Ιδιαίτερα στους καρπούς, το εδάδιμο μέρος του φυτού, η συγκεκριμένη επέμβαση παρουσίασε, πέρα από τις υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων, και την υψηλότερη συγκέντρωση ασκορβικού οξέος (βιταμίνης C) σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις.

Στα εδάφη μετά τη συγκομιδή της καλλιέργειας τομάτας Σαντορίνης, τα οποία έχουν δεχθεί την εφαρμογή κομπόστας αλλά και την επίδραση της καλλιέργειας, η επέμβαση ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β. προσέδωσε βελτιωμένες



φυσικοχημικές ιδιότητες. Συγκεκριμένα, παρουσίασε υψηλές συγκεντρώσεις C, N, Ca και τιμή E.S.P.<15%.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Acreman, M.C.1996. Environmental effects of hydro-electric power generation in Africa and the potential for artificial floods. *Water and Environment Journal* **10**:429-435.
- Ailstock, M.S., C.M. Norman, P.J. Bushmann. 2001. Common reed *Phragmites australis*: control and effects upon biodiversity in freshwater montidal wetlands. *Restoration Ecology* **9**(1):49-59.
- Αλεξιάδης, Κ.Α. 1967. Φυσική και χημική ανάλυση του εδάφους. Θεσσαλονίκη.
- Alho, C.J.R., T.E. Lacher, H.C. Goncalves. 1988. Environmental degradation in the Pantanal ecosystem of Brazil. *BioScience* **38**:164–171.
- Allen, S.E. (ed). 1989. Chemical analysis of ecological materials. Second edition. Blackwell Scientific, Oxford, U.K.
- Altieri, M.A., C.I. Nicholls. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research* **72**(2):203-211.
- Αντωνόπουλος, Β., Σ. Γιαννιού. 2006. Διερεύνηση του ελλειμματικού ισοζυγίου του νερού και της αύξησης της αλατότητας στη λίμνη Κορώνεια. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Συνεδρίου Συμβουλίου Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη. σελ.258-264.
- Arden-Clarke, C., R.D. Hodges. 1988. The environmental effects of conventional and organic/biological farming systems. II. Soil ecology, soil fertility and nutrient cycles. *Biological Agriculture and Horticulture* **5**:223-287.
- Arheimer, B., H.B. Wittgren. 1994. Modeling the effects of wetlands on regional nitrogen transport. *Ambio* **23**(6):378-386.

- Azam, F., F.W. Simmons, R.L. Mulvaney. 1993. Mineralization of N from plant residues and its interaction with native soil N. *Soil Biology Biochemistry* **25**:1787-1792.
- Bartoli, F., G. Burtin, J. Guerif. 1992. Influence of organic matter on aggregation in oxisols rich in gibbsite or in goethite II: Clay dispersion, aggregate strength and water-stability. *Geoderma* **54**(1-4):259-274.
- Βασιλάκογλου, Ι. 2004. Ζιζάνια:Αναγνώριση και Αντιμετώπιση. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα.
- Belala, I.E.H. 2007. Controlling aquatic weeds in a Saudi drainage canal using grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.). *International Journal of Food, Agriculture and Environment* **5**(1):332-336.
- Bennett, J., S. Whitten. 2005. Duck hunting and wetlands conservation: compromise or synergy? *Canadian Journal of Agricultural Economics* **51**(2):161-173.
- Berry, P.M., R. Sylvester-Bradley, L. Philipps, D.J. Hatch, S.P. Cuttle, F.W. Rayns, P. Gosling. 2002. Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? *Soil Use and Management* **18**:248-255.
- Bertolino, S., A. Perrone, L. Gola. 2005. Effectiveness of coypu control in small Italian wetlands areas. *Wildlife Society Bulletin* **33**(2):714-720.
- Best, E.P.H., J.T.A. Verhoeven, W.J. Wolff. 1993. The ecology of the Netherland's wetlands: characteristics, threats, prospects and perspectives for ecological research. *Hydrobiologia* **265**: 305-320.
- Blossey, B. 2008. A framework for evaluating potential ecological effects of implementing biological control of *Phragmites australis*. *Estuaries and Coasts* **26**(2):607-617.
- Bouma, J. 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Advances in Soil Science* **9** :177-213
- Bragato, C., H. Brix, M. Molagoli. 2006. Accumulation of nutrients and heavy metals in *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steudel and *Bolboschoenus maritimus*

- (L.) Palla in a constructed wetland of the Venice lagoon watershed. *Environmental Pollution* **144**:967-975.
- Bremmer, J.M., C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen: Total. p.p. 595-624. Σε: Page, A.L., R.M., Miller, D.R. Keeney (eds). *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Second edition. Agronomy monograph Number 9.* Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Brouwer, R., I.J. Bateman. 2005. Temporal stability and transferability of models of willingness to pay for flood control and wetland conservation. *Water Resources Research* **41**(3), W03017, doi:10.1029/2004WR003466
- Burger, J.A., J.E. Johnson, J.A. Andrews, J.L. Torbert. 1994. Measuring mine soil productivity for forests. Σε: *International Land Reclamation and Mine Drainage Conference on Reclamation and Revegetation.* **3** USDOJ Bureau of Minew, Special Publication SP 06C-94:48-56.
- Chambers, R.M., D.T. Osgood, N. Klapaser. 2002. Hydrologic and chemical control of Phragmites growth initial marshes of SW Connecticut, USA. *Narine Ecology Progress Series* **239**:83-91.
- Chaney, K., R.S. Swift. 2006. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils. *European Journal of Soil Science* **35**(2):223-230.
- Chapman, H.D., P.F. Pratt (eds). 1961. *Methods of analysis for soils, plants and waters.* California Univ. Press, Riverside, C.A.
- Chenu, C., Y. Le Bissonnais, D. Arrouays. 2000. Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Science Society of America Journal* **64**:1479-1486.
- Christensen, B.T. 1987. Decomposability of organic matter in particle size fractions from field soils with straw incorporation. *Soil Biology and Biochemistry* **19**(4):429-435.

- Ciguentes, F.R., W.C. Lindemann. 1993. Organic matter stimulation of elemental sulfur oxidation in a calcareous soil. *Soil Science Society of American Journal* **57**:727-731.
- Clark, M.S., W.R. Horwath, C. Shennan, K.M. Scow. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. *American Society of Agronomy* **90**:662-671.
- Collins, H.P., F.L. Elliott, R.W. Rickman, D.F. Bezdicek, R.I. Papendick. 1990. Decomposition and interaction among residue component. *Soil Science Society of America Journal* **54**:780-785.
- Colla, G., J.P. Mitchell, B.A. Joyce, L.M. Huyck, W.W. Wallender, S.R. Temple, T.C. Hsiao, D.D. Poudel. 2000. Soil physical properties and tomato yield and quality in alternative cropping systems. *Agronomy Journal* **92**:924-932.
- D' Angelo, E.M., K.R. Reddy. 1994. Diagenesis of organic matter in a wetland receiving hypereutrophic lake water II. Role of inorganic electron acceptors in nutrient release. *Journal of Environment Quality* **25** (5):937-943.
- Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. p.p. 545-567. Σε: Black, C.A. (ed). *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. Agronomy Monograph Number 9. Agronomy Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Dinka, M., E. Ágoston-Szabó, I. Tóth. 2004. Changes in nutrient and fibre content of decomposing *Phragmites australis* litter. *International Review of Hydrology* **89**(5-6):519-535.
- Duke, J.A. 1983. *Handbook of energy crops*. (αδημοσίευτο). Σε: Καζόγλου, Ι., Β. Παπαναστάσης, Γ. Κατσαδωράκης, Μ. Μαλακού, Ι. Μαρίνος, Α. Παπαδόπουλος, Ε. Λαμπρινού και Η. Αποστολίδης. 2001. Μελέτη για την

- αποκατάσταση και διαχείριση των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα.  
Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας.
- Eghball, B. 1995. Nutrient, carbon and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure. *Journal of Environment Quality* **26**:189-193.
- Eghball, B. 1997. Soi properties as influenced by phosphorus-and nitrogen-based manure and compost application. *Agronomy Journal* **94**:128-135.
- Emerson, W.W., R.C. Foster, J.M. Oades. 1986. Organo-mineral complexes in relation to soil aggregation and structure. Σε: Interactions of soil minerals with natural organic and microbes. Soil Science Society of America Special Publication No 17, Madison, WI, U.S.A.
- Epstein, E. 1997. The science of composting. CRC Press.
- Fennimore, S.A., L.E. Jackson. 2003. Organic amendment and tillage effects on vegetable field weed emergence and seedbanks. *Weed Technology* **17**(1):42-50.
- Galbrand, C.C., A.M. Snow, A.E. Ghaly, R. Côté. 2008. Establishment and evaluation of the vegetative community in a surface flow constructed wetlands treating industrial park contaminants. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* **3**(1):417-432.
- Garcia, C., T. Hernandez, F. Costa. 1991. Changes in carbon fractions during composting and maturation of organic wastes. *Environmental Management* **15**(3):433-439.
- Gerakis, A., K. Kalburtji. 1998. Agricultural activities affecting the functions and values of RamS.A.R. wetland sites of Greece. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **70**:119-128.
- Goyal, S., K. Chander, M.C. Mundra, K.K. Kapoor. 1999. Influence of inorganic fertilizers and organic amendments on soil organic matter and soil microbial

- properties under tropical conditions. *Biology and Fertility of Soils* **29**(2):196-200.
- Häfliger, P., M. Scharziänder, B. Blossey. 2006. Comparison of biology and host plant use of *Archanara geminipuncta*, *Archanara dissolute*, *Archanara neurica* and *Arenostola phragmitidis* (Lepidoptera: Noctuidae). Potential biological control agents of *Phragmites australis* (Arundineae:Poaceae). *Annals of the Entomological Society of America* **99** (4):683-696.
- Hamilton, J.D., C.A. Kelly, J.W.M. Rudd, R.H. Hesslein, N.T. Roulet. 1994. Flux to the atmosphere of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> from wetland ponds on the Hudson Bay Lowland (HBC). *Journal of Geophysical Research* **99**:1495-1510.
- Hansson, P.A., H. Fredriksson. 2004. Use of summer harvested common reed (*Phragmites australis*) as a nutrient source for organic crop production in Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **102**:365-375.
- Hargreaves, J.C., M.S. Adl, P.R. Warman. 2008. Are composts teas an effective nutrients amendment in the cultivation of strawberries? Soil and plant tissue effects. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **89**(3):390-397.
- Harris, M.B., W. Thomas, G. Mourão, C.J. Da Silva, E. Guimarães, F. Sonoda, E. Fachium. 2005. Safeguarding the Pantanal Wetland: threats and conservation initiatives. *Conservation Biology* **19**(3): 714-720.
- Hasna, M.K., A. Mårtensson, P. Person, B. Rämert. 2007. Use of composts to manage corky root disease in organic tomato production. *Annals of Applied Biology* **151**:381-390.
- Hauge, R.T. 1993. *The practical handbook of compost engineering*. Lewis publishers, Florida, USA.

- Haynes, R.J., R. Naidu. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **51**:123-137.
- Helling, B.L., J.L. Gallagher. 1992. The effects of salinity and flooding on *Phragmites australis*. *Journal of Applied Ecology* **29**:41-49.
- Henderson, G.S. 1995. Soil organic matter: a link between forest management and productivity. Σε: McFree, W.W., J.M. Kelly (eds). *Proceedings of the 18<sup>th</sup> North American Forest Soils Conference on Carbon Forms and Functions in Forest Soils*. Soil Science Society of America, Madison, p.p. 419-435.
- Henderson, G.S., R.D. Hammer, D.F. Grigal. 1990. Can measurable soil properties be integrated into a framework for characterizing forest productivity? Σε: Gessel, S.P., D.S. Lacate, G.F. Weetman, R.F. Powers (eds). *Proceedings of the 7<sup>th</sup> North American Forest Soils Conference on Sustained Productivity of Forest Soils*. University of British Columbia, Faculty of Forestry, Vancouver, B.C., p.p.137-154.
- Herencia, J.F., J.C. Ruiz-Porras, S. Melero, P.A. Garcia-Galavis, E. Morillo, C. Maqueda. 2007. Comparison between organic and mineral fertilization for soil fertility levels, crop macronutrient concentrations and yield. *Agronomy Journal* **99**:973-983.
- Herhner, C., K. Havens. 2008. Managing invasive aquatic plants in a changing system: strategic consideration of ecosystem services. *Conservation Biology* **22** (3):544-550.
- Hollis, G.E. 1990. Οι υδρολογικές λειτουργίες των υγροτόπων και η διαχείρησή τους. σελ: 13-56: Γεράκης, Π.Α. (συντον. Έκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υγροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης 17-21 Απριλίου 1989. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ., IUCN, Θεσσαλονίκη.



- Hollis, G.E., A.C. Stevenson. 1997. The physical basis of the Lake Mikri Prespa systems: geology, climate, hydrology and water quality. *Hydrobiologia* **351**:1-19.
- Howard, A. 1943. An agricultural testament. Oxford University Press. London.
- Huijser, M.P., B. G. Meerburg, G. Holshof. 2004. The impacts of ditch cuttings on weed pressure and crop yield in maize. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **102**:197-203.
- Θεριός, Ι. 1996. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Δεδούση. Θεσσαλονίκη.
- Jarvis, S.C., E.A. Stockdale, M.A. Shepherd, D.S. Powlson. 1996. Nitrogen mineralization in temperate agricultural soils: processes and measurement. *Advances in Agronomy* **57**:187-237.
- Johnson, D.W. 1985. Forest nutrient cycles as affected by climate, species composition, stand age and intensive harvesting. IEA/ENFOR Report No1, p.15
- Καζόγλου, Ι. 2006. Λειτουργίες, αξίες και διαχείριση των καλαμιώνων. *Αμφίβιον*. Τεύχος 63, σελ.5-9.
- Καζόγλου, Ι., Χ. Γέρρεντρουπ. 2004. Διαχείριση υγροτοπικής βλάστησης με νεροβούβαλους στην Ελλάδα. Σε: Gattenloehner, U., M. Hammerl-Resch, S. Jantschke. Εκδότες. Αναβίωση Υγροτόπων-Αειφόρος Διατήρηση Υγροτόπων και Ρηχών Λιμνών. σελ.91-93
- Καζόγλου, Ι., Β. Παπαναστάσης, Γ. Κατσαδωράκης, Μ. Μαλακού, Ι. Μαρίνος, Α. Παπαδόπουλος, Ε. Λαμπρινού και Η. Αποστολίδης. 2001. Μελέτη για την αποκατάσταση και διαχείριση των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας.
- Kemper, W.D., R.C. Rosenau. 1986. Aggregate stability and size distribution. Σε: *Methods of soil analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods.*

- Agronomy Monograph No. 9, 2<sup>nd</sup> edn. American Society of Agronomy, Madison, WI, U.S.A.
- Κεραμίδας, Β., Α. Σινάνης. 2007. Εδαφολογία. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.
- Khaleel, R., Reddy, K.R., M.R. Overcash, 1981. Changes in soil properties due to organic waste applications: a review. *Journal Environment Quality* **10** :133-141.
- Koefed, A.D. 1978. The potassium cycle in cropping systems. Σε: Potassium Research-Review and Trends. International Potash Institute, Basel, σελ. 435-449.
- Kosz, M. 1996. Valuing riverside wetlands: the case of the “Donau-Auen” nation park. *Ecological Economics* **16**:109-127.
- Κ.Υ.Α. 6919 (ΦΕΚ 248Δ/5-3-2004). Χαρακτηρισμός των λιμναίων χερσαίων και υδάτινων περιοχών του υγροτοπικού συστήματος των λιμνών Βόλβης-Κορώνειας και Μακεδονικών Τεμπών ως «Εθνικού Πάρκου Υγροτόπων των λιμνών Κορώνειας-Βόλβης και των Μακεδονικών Τεμπών» και καθορισμός ζωνών προστασίας και καθορισμός χρήσεων, όρων και περιορισμός δόμησης.
- Kyoung, M.S., D.K. Kim, S.D. Kim, K.H. Lee, H.S. Kim. 2007. Water balance and flood control by the expansion of the upo wetland in Korea. *Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress, May 15-19, 2007, Tampa, Florida, USA.*
- Larson, W.E., F.J. Pierce. 1994. The dynamics of soil quality as measure of sustainable management. Σε: Doran, J.W., D.C. Coleman, D.F. Bezdick, B.A. Stewart (eds). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Science Society of America. Special Publication **35**:37-51.
- Λαζαρίδου, Θ. , Μ. Παναγιωτοπούλου. 2008. Διαχείριση παρόχθιων οικοτόπων και τουρισμού, διάδοση της γνώσης και ευαισθητοποίηση κοινού στη

- προστατευόμενη περιοχή «Λίμνες Βόλβη και Λαγκαδά» (GR 1220001).  
Σχεδιασμός Ο.Ε.
- Leonardsson, L. 1994. Våtmarker som kvävefällor, Svenska och internationelle erfarenhetem. Solna:Swedish Environmental Protection Agency. Σε: Böstrom, O. 2000. The replacement value of wetlands in Sweden. *Environmental and Resource Economics* **16**:347-362.
- Les Bissonnais, Y., D. Arrouays. 2005. Aggregate stability and assessment influence of soil crustability and erodibility II: Application to humic loamy soils with various organic carbon contents. *European Journal of Soil Science* **48**(1):39-48.
- Li, S.R., T. Ding, S. Wang. 1995. Reed-bed treatment for municipal and industrial wastewater in Beijing, China. *Water and Environment Journal* **9** (6):581-588.
- Lunt, H.A. 1931. The carbon-organic matter factor in forest soil humus. *Soil Science* **32**:27-33.
- Mal, T.K., L. Narine. 2004. The biology of canadian weeds. 129. *Phragmites australis* (Cav). Trin. Ex. Steud. *Canadian Journal of Plant Science* **84**(1) :365-396.
- Mc Calla, T.M. 1975. Use of animal wastes as a soil amendment. Σε: Νικολαΐδου, Α. 2007. Επίδραση καλλιεργητικών πρακτικών στο έδαφος και στην ποικιλότητα της χλωρίδας συμβατικών και οργανικών αμπελώνων. Διδακτορική Διατριβή. Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Εξειδίκευση: Οικολογία και Αειφορική Διαχείριση Οικοσυστημάτων. Θεσσαλονίκη.
- Mc Lean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. p.p. 199-224. Σε: Page, A.L., R.M. Miller, D.R. Keeney (eds). *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Second edition. Agronomy monograph Number 9.* Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, U.S.A.

- Madsen, J. 1998. Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. II. Tests of hunting disturbances effects. *Journal of Applied Ecology* **35**:397-417.
- Madsen, J., A.D. Fox. 1995. Impacts of hunting disturbance on wetlands-a review. *Wildlife Biology* **1**(4):193-207.
- Marks, M., B. Lapin, J. Randall. 1994. *Phragmites australis* (P. communis) : threats, managements and monitoring. *Natural Areas Journal* **14**(4):285-294.
- Martin, D.L., G. Gershuny. 1992. *The Rodale book of composting*. Rodale Press, Emmaus, PA.
- Mbagwu, J.S.C. and P. Bazzoffi. 1988. Stability of microaggregates as influenced by antecedent moisture content, organic waste amendment and wetting and drying cycles. *Catena* **15**, No 6.
- Mbagwu, J.S.C. 1989. Influence of cattle-feedlot manure on aggregate stability, plastic limit and water relations of three soils in north-central Italy. *Biological Wastes* **28**:257-269.
- Menard, C., P. Duncan, G. Fleurance, J.Y. Georges, M. Lila. 2002. Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *Journal of Applied Ecology* **39**:120-133.
- Mesléard F., C. Perennou. 1996. Aquatic emergent vegetation, Ecology and management. *Conservation of Mediterranean Wetlands – number 6*. Tour du Valat, Arles (France).
- Meunchang, S., S. Panichsakpatana, R.W. Weaver. 2006. Tomato growth in soil amended with sugar mill by-products compost. *Plant and Soil* **280**(1-2):171-176.
- Meyer, D.L., E.C. Townsend, G.W. Thayer. 1997. Stabilization and erosion control value of oyster cultch for intertidal marsh. *Restoration Ecology* **5**(1):93-99.
- Michel, F.C., J.A. Pecchia, J. Rigot, H.M. Keener. 2004. Mass and nutrient losses during the composting of dairy manure amended with sawdust or straw. *Compost Science* **12**(4):323-334.

- Misra, R.V., R.N.Roy, H. Hiraoka. 2003. On-farm composting methods. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Monnier, G. 1965. Action des matieres organiques sur la stabilité structurale des sols. *Ann Agron* **16** :471-534. Σε: Haynes, R.J., R. Naidu. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions : a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **51**:123-137.
- Moreira, I., T. Ferreira, M. Monteiro, L. Catarino, T. Vasconcelos. 1999. Aquatic weeds and their management in Portugal: insights and the international context. *Hydrobiologia* **415**:229-234.
- Μπαρμπαγιάννης, Ν. 2004. Σημειώσεις Χημείας Εδάφους. Θεσσαλονίκη.
- Μπούσμπουρας Δ., Ι. Καζόγλου, Τ. Δημαλέξης. 2003. Μελέτη διαχείρισης των καλαμιώνων της λίμνης Χειμαδίτιδας. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων. Έργο LIFE00NAT/GR/7242: «Διατήρηση-διαχείριση των λιμνών Χειμαδίτιδα-Ζάζαρη». Θεσσαλονίκη.
- Μυγδαλιά Α. 2000. Μέθοδοι παραγωγής «κομπόστας» και οικονομική σημασία σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο. Σε: Οικοσυστήματα - Ειδικά Θέματα Αειφορικής Γεωργίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Γεωπονίας. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Κατάρτισης. ΕΠΕΑΕΚ 3.1α. Πρόγραμμα Αειφορική Γεωργία. Επιμέλεια έκδοσης Σακελλαριάδης Σπ. Θεσσαλονίκη.
- Nambiar, E.K. 1996. Sustained productivity of forests as a continuing challenge to soil science. *Soil Science Society of America Journal* **60**:1629-1642.
- Nascimento, W.M., J.V. Vieira, F.V. Rezende, A. Reis, M.F.B. Muniz, F.N. Silva. 2008. Organic seed production of carrot in Brazil. Σε: Leskovar, D.I. (ed). 2008. Proceedings of IV International Symposium on Sedd, Transplant and

- Stand Establishment of Horticultural Crops; Translating Seed and Seeding Physiology into Technology.
- Nelson, P.N., A. Baldock, J.M. Oades, E.J. Churchman, P. Clarke. 1999. Dispered clay and organic matter in soil:their nature and associations . Australian Journal of Soil Research **37**(2):289-316.
- Nelson, D.W., L.E. Sommers. 1982. Total carbon , organic carbon and organic matter. p.p.539-580. Σε: Page, A.L., R.M. Miller and D.R. Keeney (eds). Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Second edition. Agronomy monograph Number 9. Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Νικολαΐδου, Α. 2007. Επίδραση καλλιεργητικών πρακτικών στο έδαφος και στην ποικιλότητα της χλωρίδας συμβατικών και οργανικών αμπελώνων. Διδακτορική Διατριβή. Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Εξειδίκευση: Οικολογία και Αειφορική Διαχείριση Οικοσυστημάτων. Θεσσαλονίκη.
- Nimmo, J.R., K.S. Perkins. 2002. Aggregate stability and size distribution. SSSA. Methods of Soil Analysis, Part 4. p.317-328.
- Ντόγρας, Κ. 2003. Ειδική Λαχανοκομία Ι (Μέρος Α'). Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.
- Nyamangara, J., Gotosa, J., S.E. Mpfu, 2001. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. Soil Tillage Research. **62**:157-162.
- Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. Plant and Soil **76**:319-337.
- Οδηγία 79/409/ΕΟΚ. Για τη διατήρηση των άγριων πτηνών.

Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας.

Olsen, S.R., L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.p. 403-430. Σε: Page, A.L., R.M. Miller and D.R. Keeney (eds). Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Second edition. Agronomy monograph Number 9. Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, U.S.A.

Ozores-Hampton, M., B. Schaffer, H.H. Bryan. 1994. Nutrient concentrations, growth and yield of tomato and squash in municipal solid-waste-amended soil. HortScience **29**(7):785-788.

Padovani, C. R., M. L. L. Cruz, S. L. A. G. Padovani. 2004. Des-matamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. p.p.1-7. IV Simposio sobre recursos naturais e s'ocioeconomicos do Pantanal, Embrapa Pantanal. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecu'aria (Embrapa)-Pantanal, Corumb'a, Brasil (<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/simpan/sumario/artigos/> )

Palm, C.A., R.J.K. Myers, S.M. Nandwa. 1997. Combined use of organic and inorganic nutrient sources for soil fertility maintenance and replenishment. Σε: Buresh, R.J., P.A. Sanche, F. Calhoun (eds). 1997. Replenishing soil fertility in Africa. Soil Science Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.A.

Παναγιωτόπουλος, Κ. 2005. Εδαφοφυσική. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.

Παπακωσταντίνου, Α., Κ. Κατιρτζόγλου, Γ. Γρηγοριάδης, Γρ. Κατσανόπουλος. 1995. Επιπτώσεις τοξικών ουσιών στο οικοσύστημα μιας υδροδυναμικά φθίνουσας λίμνης: Περίπτωση της Λίμνης Κορώνειας του Νομού Θεσσαλονίκης. 9<sup>ο</sup> σεμινάριο Προστασίας Περιβάλλοντος, Εργ. Ρύπανσης Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη . σελ. 167-174.

- Παπαναστάσης, Β. 1990. Υγρότοποι και κτηνοτροφία. σελ. 121-128: Π.Α. Γεράκης (συντ. εκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υγροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης 17-21 Απρ. 1989. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας Τμ. Γεωπονίας Α.Π.Θ., IUCN. Θεσσαλονίκη. Σε: Καζόγλου, Ι., Β. Παπαναστάσης, Γ. Κατσαδωράκης, Μ. Μαλακού, Ι. Μαρίνος, Α. Παπαδόπουλος, Ε. Λαμπρινού, Η. Αποστολίδης. 2001. Μελέτη για την αποκατάσταση και διαχείριση των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας.
- Peachey, R.E., J.N. Pinkerton, K.L. Ivors, M.L. Miller, L.W. Moore. 2001. Effect of soil solarization, cover crops and metham on field emergence and survival of buried annual bluegrass (*Poa annua*) seeds. *Weed Technology* **15**(1):81-88.
- Petruzzilli, G., L. Lubrano, G. Guidi. 1989. Uptake by corn and chemical extractability of heavy metals from a four year compost treated soil. *Plant and Soil* **116**:23-27.
- Peeverly, J.H., J.M. Surface, T. Wang. 1995. Growth and trace metal absorption by *Phragmites australis* in wetlands constructed for landfill leachate treatment. *Ecological Engineering* **5**(1):21-35.
- Planquart, P., G. Bonin, A. Prone, C. Massiani. 1999. Distribution, movement and plant availability of trace metals in soils amended with sewage sludge composts: application to low metal loadings. *Science of the Total Environment* **241**(1-3):161-279.
- Poff, N.L., J.D. Allen, M.B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B.D. Richter, R.E. Sparks, J.C. Stromberg. 1997. The natural flow regime: a paradigm for conservation and restoration of riverine ecosystems. *BioScience* **47**:769-784.
- Podruzy, K.M., J.H. Devries, L.M. Armstrong, J.J. Rotella. 2002. Long-term response of northern pintails to changes in wetlands and agriculture in the Canadian Prairie Pothole Region. *Journal of Wildlife Management* **66** (4):993-1010.



- Pyrovetsi, M., G. Daoutopoulos. 1997. Contrasts in conservation attitudes and agricultural practices between farmers operating in wetlands and a plain in Macedonia, Greece. *Environmental Conservation* **24** (1):76-82.
- Ramsar Convention on Wetlands. 1971. [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)
- Roggeri H. 1995. Tropical freshwater wetlands: A guide to current knowledge and sustainable management. Kluwer Academic publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Rosen, C.J., D.J. Allan. 2007. Exploring the benefits of organic nutrient sources for crop production and soil quality. *HorTechnology* **17**(4):422-430.
- Rosenberg, D.M., F. Berkes, R.A. Bodaly, R.E. Hecky, C.A. Kelly, J.W.M Rudd. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Review* **5**(1):27-54.
- Sainju, U.M., R. Dris. 2006. Sustainable production of tomato. Σε: Dris, R. (ed) *Crops: quality, growth and biotechnology*. Helsinki, Finland: wfc publisher. p.p. 190-216.
- Σακελλαριάδης, Σ. 1992. Παραδόσεις του μαθήματος της εδαφολογίας. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.
- Schlegel, A.J. 1992. Effect of composted manure on soil chemical properties and nitrogen use by grain sorghum. *Journal of Production Agriculture* **5**(1):153-157.
- Schoenholtz, S.H., H. Van Miegroet, J.A. Burger. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management* **138**: 335-356.
- Seyam, I.M., A.Y. Hoekstra, G.S. Ngabirano, H.H.G. Savenije. 2001. The value of freshwater wetlands in the Zambezi basin. Value of Water Research Report Series No 7.

- Sharpley, A. 2000. Phosphorus availability. Σε: Handbook of soil science, M.E. Summer (ed), Boca Raton Florida CRC Press, σελ. D18-D37.
- Simon, A., Gonzalez-Fandos, E., Tobar, V., 2004. Influence of Washing and Packaging on the Sensory and Microbiological Quality of Fresh Peeled White Asparagus. Journal of Food Science 69, FMS6-FMS12.
- Smith, J., J.W. Doran. 1996. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis Σε: Νικολαΐδου, Α. 2007. Επίδραση καλλιεργητικών πρακτικών στο έδαφος και στην ποικιλότητα της χλωρίδας συμβατικών και οργανικών αμπελώνων. Διδακτορική Διατριβή. Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Εξειδίκευση: Οικολογία και Αειφορική Διαχείριση Οικοσυστημάτων. Θεσσαλονίκη.
- Sonneveld, C., W. Voogt. 1990. Response of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) to an unequal distribution of nutrients in the root environment. Plant and Soil **124**(2):251-256.
- Sparks, D.L. 2000. Bioavailability of potassium. Σε: Handbook of soil science, M.E. Summer (ed), Boca Raton Florida CRC Press, σελ. D38-D53.
- Sparks, D.L., P.M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. Σε: Potassium in agriculture, R.D. Munson (ed), ASA CSSA SSSA Madison Wisconsin, σελ. 201-276.
- Steel, R.G.D., J. H. Torrie, D. A. Dickey. 1997. Principles and Procedures of Statistics: A biometrical Approach. Third ed, McGraw-Hill, N. York.
- Stevenson F.J. 1986. Cycles of soil, carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur. Micronutrients. John Wiley and Sons Inc. New York.

- Stockdale, E.A., M.A. Shepherd, S. Fortune, S.P. Cuttle. 2002. Soil fertility in organic farming systems – fundamentally different? *Soil use and Management* **18**:301-308.
- Teal, J.M., S. Peterson. 2005. The interaction between science and policy in the control of Phragmites in oligohaline marshes of Delaware Bay. *Restoration Ecology* **13**(1):223-227.
- Thellier, C., G. Sposito. 1989. Influence of electrolyte concentration and exchangeable cation on the flocculation of Silver Hill-illite. *Soil Science Society of America Journal* **53**:711-715.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. p.p. 159-165. Σε: Page, A.L., R.M. Miller and D.R. Keeney (eds). *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Second edition. Agronomy monograph Number 9.* Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Tiessen, H., E. Cuevas, P. Chacon. 2002. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. *Nature* **371**:783-785.
- Tiquia, S.M., T.L. Richard, M.S. Honeyman. 2002. Carbon, nutrient and mass loss during composting. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **62**:15-24.
- Tisdall, J.M., J.M. Oades. 2006. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *European Journal of Soil Science* **33**(2):141-163.
- Τσιούρης, Σ.Ε. 1999. Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος «Υγρότοποι και Γεωργία». Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Τσιούρης, Σ.Ε., Π.Α. Γεράκης. 1991. Υγρότοποι της Ελλάδος: αξίες, αλλοιώσεις, προστασία. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ., IUCN. Θεσσαλονίκη.

- Valkama, E., S. Lyytinen, J. Koricheva. 2007. The impact of reed management on wildlife: a meta-analytical review of European studies. *Biological Conservation* **141**(2):364-374.
- Van Rooyen, M.W., C.A. Tosh, N. Van Rooyen, W.S. Matthews, M.J.S. Kellerman. 2004. Impact of harvesting and fire on *Phragmites australis* reed quality in Tempe Elephant Park, Maputaland. *Koedoe* **47**(1):31-40, Pretoria. ISSN 0075-6458.
- Verhoeven, J.T.A., M.B. Schmitz. 1990. Control of plant growth by nitrogen and phosphorus in mesotrophic fens. *Biochemistry* **12**(2):135-148.
- Waddington, J.M., N.Y. Roulet. 1996. Atmosphere-wetland carbon exchanges: Scale dependency of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> exchange on the developmental topography of a peatland. *Global Biogeochem Cycles* **10**:233-245.
- Wall, G. 1998. Implications of global climate change for tourism and recreation in wetland areas. *Climatic Change* **40**:371-389.
- Walker, D.J., M.P. Bernal. (2006). The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresource Technology* **99**(2):396-403.
- Wang, S.H.L., V.I. Lohr, D.L. Coffey. 1984. Growth response of selected vegetable crops to spent mushroom compost applicatin in a controlled environment. *Plant and Soil* **82**(1):31-40.
- Wang, Z.H., S.X Li, S. Malhi. 2008. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the science of Food and Agriculture*. **88**(1):7-23.
- Watson, C.A., D. Atkinson, P. Gosling, L.R. Jackson, F.W. Rayns. 2006. Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use and Management* **18**(1):239-247.
- Whigham, D.F., D. Dykyjová, S. Hejný. 1993. *Wetlands of the world I: inventory, ecology and management*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

- Wong, J.W.C., K.K.Ma, K.M. Fang, C. Cheung. 1999. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bioresource Technology* **67**(1):43-46.
- Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* **7**(2):161-173.
- www.globalnature.gr
- Χατζηευστρατίου, Ε. 2007. Η τομάτα και η καλλιέργειά της. Γεωργία –Κτηνοτροφία. Τεύχος 10, σελ. 30-36.
- Υ.Α. 126439/2456/2003 (ΦΕΚ 894B/3-7-2003). Συγκρότηση του Διοικητικού Συμβουλίου του Φορέα Διαχείρισης Λιμνών Κορώνειας-Βόλβης.
- Yan, F., S. Schubert, K. Mengel. 1996. Soil pH increase due to biological decarboxylation of organic anions. *Soil Biology and Biochemistry* **28**(4-5):617-624.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2007. Προοπτικές τομέα νοπών κηπευτικών.(www.Minagric.gr/greek/enhm\_fyladia\_fytikis/KHPEYTIKA.pdf).
- Yeh, T.Y. 2008. Removal of metals in constructed wetlands:Review. *Pract. Periodical of Haz., Toxic and Radioactive Waste Mgmt.* **12** (12):96-101.
- Ζαλίδης, Γ., Β. Τακαβάκογλου, Θ. Αλεξανδρίδης. 2004. Αναθεωρημένο σχέδιο αποκατάστασης της Λίμνης Κορώνειας του Νομού Θεσσαλονίκης. Α.Π.Θ., Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας.
- Zedler, J.B., M.K. Leach. 1998. Managing urban wetlands for multiple use: research, restoration and recreation. *Urban Ecosystems* **2**:189-204.
- Zeytin, S., A. Baran. 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. *Bioresource Technology* **88**:241-244.

Zinati, G.M., Y.C. Li, H.H. Bryan. 2001. Utilization of compost increases organic carbon and its humin, humic and fulvic acid fractions in calcareous soil. *Compost Science and Utilization* **9**(2):156-162.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### *Πίνακας I. Σύνθεση λιπάσματος Complesal supra.*

12% N	Ολικό άζωτο 5,5% νιτρικό άζωτο (NO <sub>3</sub> ) 6,5% αμμωνιακό άζωτο (NH <sub>4</sub> )
12% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Πεντοξείδιο του φωσφόρου διαλυτό σε ουδέτερο κιτρικό αμμώνιο και στο νερό. 6% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> υδατοδιαλυτό
17% K <sub>2</sub> O	Υδατοδιαλυτό οξείδιο του καλίου προερχόμενο από θειϊκό κάλιο
2% MgO	Ολικό οξείδιο του μαγνησίου 1,4% MgO υδατοδιαλυτό
6% S	Ολικό θείο 4,8% S υδατοδιαλυτό
0,02% B	Βόριο
0,01% Zn	Ψευδάργυρος

Σημείωση: Η προτεινόμενη αναλογία είναι 1.000 kg/ha. Άρα σε γλάστρα όγκου 300 L χρησιμοποιήθηκαν 1,6 g λιπάσματος.

***Πίνακας II.** Χρονολογική παρουσίαση των επεμβάσεων που έγιναν στην καλλιέργεια.*

17/07/2006	Ψεκασμός με αντρακόλ και decis
25/07/2006	Ψεκασμός με αντρακόλ και decis
28/07/2006	Ψεκασμός με αντρακόλ και decis. Εφαρμόστηκε θειάφι.
01/08/2006	Στο Μάρτυρα με συμβατική λίπανση έγινε επιφανειακή λίπανση με νιτρικό κάλιο (13,8-0-38,6). 0,629 g/γλάστρα.
05/08/2006	Ψεκασμός με αντρακόλ και decis
14/08/2006	Ψεκασμός με αντρακόλ και decis
15/08/2006	Στο Μάρτυρα με συμβατική λίπανση έγινε επιφανειακή λίπανση με νιτρικό ασβέστιο (15,5-0-0-19 Ca). 0,678 g/γλάστρα.
24/08/2006	Ψεκασμός με εντομοκτόνο Cofidor forte
25/08/2006	Ψεκασμός με μυκητοκτόνο Aliette 80WG





*Εικόνες 12, 13. Τα δοχεία με τους διάφορους συνδυασμούς κομπόστας.*





*Εικόνα 14. Η καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης στο πεδίο.*



**Εικόνα 15.** Φωτογράφιση της καλλιέργειας στις 21/7/2006. Από αριστερά προς δεξιά οι επεμβάσεις:

*Μάρτυρας χωρίς καμία προσθήκη (Μ), Μάρτυρας στον οποίο εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση (ΣΛ), ΚΞ σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΞ σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΞ σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΞ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΞ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β.*



**Εικόνα 16.** Φωτογράφιση της καλλιέργειας στις 19/8/2006. Από αριστερά προς δεξιά οι επεμβάσεις:

Μάρτυρας χωρίς καμία προσθήκη (Μ), Μάρτυρας στον οποίο εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση (ΣΛ), ΚΕ σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΕ σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΕ σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΕ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΕ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΕ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΠ σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΠ7ΚΟ3 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β., ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 2% κ.β., ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 4% κ.β., ΚΕ3ΚΠ3ΚΟ4 σε ποσοστό εφαρμογής 6% κ.β.



*Εικόνα 17. Καλλιέργεια τομάτας Σαντορίνης σε αγρό στο νησί της Σαντορίνης.*



*Εικόνα 18. Καρποί τομάτας Σαντορίνης σε αγροτικό συνεταιρισμό στη Σαντορίνη.*