

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΑΘΟΥΣ  
ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ  
ΑΡΔΕΥΣΗΣ, ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ *ORIGANUM MAJORANA* ΚΑΙ  
*SANTOLINA CHAMAECYPARISSUS* ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ  
ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΟΣ**



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ Α. ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΑΤΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΑΡΙΑ ΠΑΠΑΦΩΤΙΟΥ**

**ΑΘΗΝΑ 2011**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΑΘΟΥΣ  
ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ  
ΑΡΔΕΥΣΗΣ, ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ *ORIGANUM MAJORANA* ΚΑΙ  
*SANTOLINA CHAMAECYPARISSUS* ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ  
ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ Α. ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΑΤΟΥ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΑΡΙΑ ΠΑΠΑΦΩΤΙΟΥ  
ΜΕΛΗ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΡΓΑΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΣΣΑΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2011**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου κ. Μ. Παπαφωτίου, για την ανάθεση της μεταπτυχιακής μελέτης, καθώς και για την καθοδήγηση της κατά την διάρκεια αυτής. Ευχαριστώ επίσης, τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γ. Κάργα από το εργαστήριο Γεωργικής υδραυλικής για την συνεργασία του κατά την διάρκεια των μετρήσεων, αλλά και για τις υποδείξεις του κατά την συγγραφή της παρούσας μελέτης. Ακόμη, ευχαριστώ τον Λέκτορα κ. Ι. Μάσσα του εργαστηρίου Εδαφολογίας και Γεωργικής χημείας, μέλος της εξεταστικής επιτροπής για την προσεκτική ανάγνωση της μεταπτυχιακής μου μελέτης. Επιπλέον, ευχαριστώ τον Ν. Ντούλα και τον Κ. Μπερτσουκλή για σημαντική βοήθεια τους καθ' όλη την διάρκεια του πειραματικού μέρους, καθώς και τον κ. Τ. Κατσιλέρο για τις οδηγίες του κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Τέλος, ευχαριστώ όλους όσους με στήριξαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της μελέτης.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Φυτεμένο δώμα.....	7
1.1.1 Ιστορικά στοιχεία.....	7
1.1.2 Τύποι φυτεμένων δωμάτων.....	8
1.1.2.1 Εκτατικός τύπος.....	8
1.1.2.2 Εντατικός τύπος.....	10
1.1.2.3 Ημιεντατικός τύπος.....	11
1.1.3 Πλεονεκτήματα.....	13
1.1.3.1 Περιβαλλοντικά οφέλη.....	13
1.1.3.2 Οικονομικά οφέλη.....	16
1.1.3.3 Αισθητικά οφέλη.....	17
1.1.3.4 Ψυχολογικά οφέλη.....	18
1.1.4 Μειονεκτήματα.....	18
1.1.5 Διαστρωμάτωση υλικών φυτεμένου δώματος.....	21
1.2 Μαντζουράνα ( <i>Origanum majorana</i> ).....	25
1.2.1 Καταγωγή, εξάπλωση.....	25
1.2.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή.....	25
1.2.3 Μορφολογία φυτού.....	26
1.2.4 Κλιματικές απαιτήσεις.....	27
1.2.5 Πολλαπλασιασμός.....	27
1.2.6 Τρόπος καλλιέργειας.....	28
1.2.7 Συγκομιδή.....	28
1.2.8 Ασθένειες, εχθροί, προβλήματα.....	28
1.2.9 Χρήσεις.....	29
1.3 Λεβαντίνη ( <i>Santolina chamaecyparissus</i> ).....	29
1.3.1 Καταγωγή, εξάπλωση.....	29
1.3.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή.....	30
1.3.3 Κλιματικές απαιτήσεις.....	31
1.3.4 Έδαφος.....	31
1.3.5 Λίπανση.....	31

1.3.6 Πολλαπλασιασμός .....	32
1.3.7 Τρόπος καλλιέργειας .....	32
1.3.8 Συγκομιδή .....	32
1.3.9 Εχθροί και ασθένειες .....	32
1.3.10 Ιδιότητες.....	33
1.4 Υλικά υποστρωμάτων.....	33
1.4.1 Περλίτης.....	33
1.4.2 Τύρφη.....	33
1.4.3 Κομπόστ.....	34
1.4.3.1 Ιστορική εξέλιξη .....	34
1.4.3.2 Κομποστοποίηση .....	35
1.4.3.3 Διαδικασία κομποστοποίησης .....	36
1.4.3.4 Συνθήκες κομποστοποίησης .....	37
1.4.3.5 Υλικά κομπόστ.....	39
1.4.3.6 Πλεονεκτήματα κομποστοποίησης.....	41
1.4.3.7 Μειονεκτήματα κομποστοποίησης .....	42
1.4.3.8 Κομπόστ στεμφύλων .....	42
1.5 Σκοπός πειράματος .....	44
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	45
2.1 Φυτικό υλικό .....	45
2.2 Φύτευση μοσχευμάτων .....	45
2.3 Υλικά εγκατάστασης συστήματος φυτεμένου δώματος .....	46
2.4 Υπόστρωμα καλλιέργειας .....	48
2.5 Άρδευση.....	49
2.6 Λίπανση .....	51
2.7 Συνθήκες ανάπτυξης.....	52
2.8 Φυτοπροστασία.....	52
2.9 Περιγραφή πειράματος .....	53
2.10 Μέτρηση νερού και ξηρού βάρους .....	54
2.11 Μέτρηση pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC).....	54
2.12 Προσδιορισμός χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας.....	54
2.12.1 Προετοιμασία συσκευής.....	55
2.12.2 Διαδικασία .....	57
2.13 Προσδιορισμός φυσικών ιδιοτήτων υποστρώματος.....	58

2.13.1 Προσδιορισμός φαινόμενης πυκνότητας ( $\rho_{\phi}$ ).....	58
2.13.2 Προσδιορισμός άμεσα διαθέσιμου νερού (EAW) .....	58
2.13.3 Προσδιορισμός ολικού πορώδους (total porosity) .....	59
2.14 Προσδιορισμός συνολικής αντίστασης των φύλλων .....	59
2.15 Εκτίμηση της δυναμικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII .....	60
2.16 Υπολογισμός φυλλικής επιφάνειας κάλυψης υποστρώματος.....	62
2.17 Πειραματικό σχέδιο-στατιστική επεξεργασία .....	63
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	65
3.1 Το φυτό <i>Origanum majorana</i> .....	65
3.1.1 Ύψος φυτού .....	65
3.1.2 Διάμετρος κόμης.....	73
3.1.3 Φυλλική επιφάνεια κάλυψης υποστρώματος.....	81
3.1.4 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού.....	86
3.1.5 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού.....	87
3.1.6 Συνολική αντίσταση φύλλων .....	88
3.1.7 Εκτίμηση δυναμικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII.....	89
3.1.7.1 Δυναμική φωτοχημική ικανότητα του PSII πριν από άρδευση .....	89
3.1.7.2 Δυναμική φωτοχημική ικανότητα του PSII μετά από άρδευση.....	90
3.1.8 Ανθοφορία .....	91
3.2 Το φυτό <i>Santolina chamaecyparissus</i> .....	93
3.2.1 Ύψος φυτού .....	93
3.2.2 Διάμετρος κόμης.....	101
3.2.3 Φυλλική επιφάνεια κάλυψης υποστρώματος.....	109
3.2.4 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού.....	113
3.2.5 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού.....	114
3.2.6 Συνολική αντίσταση φύλλων .....	115
3.2.7 Εκτίμηση δυναμικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII.....	117
3.2.7.1 Δυναμική φωτοχημική ικανότητα του PSII πριν από άρδευση .....	117
3.2.7.2 Δυναμική φωτοχημική ικανότητα του PSII μετά από άρδευση.....	117
3.2.8 Ανθοφορία .....	118
3.3 Φυσικές ιδιότητες υποστρωμάτων.....	119
3.3.1 Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας.....	119
3.3.2 Φαινόμενη πυκνότητα ( $\rho_{\phi}$ ), εύκολα διαθέσιμο νερό (EAW) και ολικό πορώδες (ΟΠ) .....	121

3.4 Χημικές ιδιότητες υποστρωμάτων.....	122
3.4.1 Προσδιορισμός pH και EC .....	122
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	125
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	134
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	143

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης, στην ανάπτυξη των *Origanum majorana* και *Santolina chamaecyparissus* σε συνθήκες φυτοδώματος.

Έρριζα μοσχεύματα των ειδών *Origanum majorana* και *Santolina chamaecyparissus* καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα 2ΤΥΡΦΗ:3ΕΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ (υπόστρωμα μάρτυρα) και σε υπόστρωμα όπου η τύρφη αντικαταστάθηκε πλήρως από κομπόστ στεμφύλων 2ΚΟΜΠΟΣΤ:3ΕΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ, σε πλαστικά κιβώτια (60X40 cm). Για κάθε φυτικό είδος, σε κάθε ένα από τα παραπάνω υποστρώματα τοποθετήθηκαν 48 φυτά, εκ των οποίων τα μισά φυτεύτηκαν σε βάθος υποστρώματος 7,5 cm και τα υπόλοιπα σε βάθος υποστρώματος 15 cm. Στα μισά φυτά για κάθε βάθος εφαρμόστηκε συχνή άρδευση, ενώ στα άλλα μισά αραιή. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Κεντρικού Κτιρίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν σε βιομετρικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φυτών, αλλά και στις φυσικές και χημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων.

Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στεμφύλων διαπιστώθηκε ότι μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε συνθήκες φυτοδώματος και για τα δύο είδη που καλλιεργήθηκαν, διατηρώντας την τύρφη στα φυσικά οικοσυστήματα και αξιοποιώντας με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο τα υποπροϊόντα των οινοποιείων. Η μείωση του βάθους του υποστρώματος στο μισό, όσον αφορά στο μείγμα κομπόστ και στα δύο είδη έδωσε αποτελέσματα που προτρέπουν στην εφαρμογή του, μειώνοντας το βάρος της κατασκευής του φυτοδώματος, κυρίως για κτίρια που δεν είναι ικανά να υποστηρίξουν μεγάλη στατική επιβάρυνση. Τέλος, η αραιή συχνότητα άρδευσης, στη συγκεκριμένη μελέτη παρέχει ενδείξεις που την καθιστούν ικανή σε συνδυασμό με τη χρήση υποστρώματος κομπόστ ακόμα και στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα να δώσει ικανοποιητική ανάπτυξη και των δύο ειδών, αντίστοιχη με αυτή των υποστρωμάτων τύρφης διπλάσιου βάθους, όταν αρδεύονταν συχνά, εξοικονομώντας τα υδατικά αποθέματα, κυρίως σε περιπτώσεις που δεν εφαρμόζεται σωστή διαχείριση του νερού, όπως η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση του.



## ABSTRACT

In the present research, the effect of type and depth of medium, as well as the irrigation frequency on the growth of the species *Origanum majorana* and *Santolina chamaecyparissus* in roof garden conditions was studied.

Rooted cuttings of *Origanum majorana* and *Santolina chamaecyparissus* were cultivated, in substrate of 2PEAT:3SOIL:5PERLITE (control media) and in substrate where peat was fully replaced by grape marc compost 2CGM:3SOIL:5PERLITE, in plastic boxes (60X40 cm). For each species, in any of the above substrate 48 plants were placed, whereof half of them planted in 7,5 cm substrate depth and the rest in the substrate depth of 15 cm. In half of the plants for each substrate frequent irrigation was implemented, whereas in the rest sparse irrigation. The experiment was carried out in fully exposed roof on the central building of Agricultural University of Athens. For the assessment of the conclusions, measures concerning the biometric and physiological characteristics of the plants, but also the physical and chemical properties of the substrates were conducted.

Replacement of peat by grape marc compost found out that it can successfully be used under roof garden conditions for both plant species cultivated, preserving peat in natural ecosystem and managing with a friendly to the environment way the wastes of winery bi-products. The reduction of the substrate depth to the half, as far as the compost media is concerned, in both plant species gave results which point out the ability of using it, reducing the weight of the roof garden, mainly for buildings which are not able to support great static load. Finally, the sparse irrigation, in the current research gave the evidence that in combination with compost media, even in the shallow depth of substrate it can give satisfactory growth for both plant species, similar to those of peat at the deep substrate, while irrigating frequently, saving the water deposits, especially in cases where water is not treated as it should, like recycling and reusing it.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Φυτεμένο δώμα

Με τον όρο φυτεμένο δώμα, μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε χώρος πρασίνου, μερικώς ή ολικός καλυμμένος με φυτά, μεταξύ του οποίου και του εδάφους υπάρχει ένα κτίριο ή μια δομική κατασκευή. Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται πράσινοι χώροι σε οποιαδήποτε στάθμη από το φυσικό έδαφος. Τα φυτεμένα δώματα καλύπτονται από βλάστηση, η οποία αναπτύσσεται υπό ελεγχόμενες συνθήκες και παρουσιάζει ποικίλα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, ενώ συμπεριφέρεται σαν οποιαδήποτε άλλη βλάστηση στο έδαφος. Τα φυτεμένα δώματα είναι επίσης γνωστά και ως: Πράσινες Στέγες, Πράσινες Ταράτσες, Οικολογικές Στέγες, Πράσινες Οροφές, Ταρατσόκηποι, Οροφόκηποι (Peck *et al.*, 1999, Velazquez, 2005, Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

#### 1.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Η ιδέα για την φύτευση των δωμάτων δεν αποτελεί ένα καινούριο φαινόμενο. Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν βασική κατασκευαστική πρακτική σε πολλές χώρες για εκατοντάδες, αν όχι χιλιάδες χρόνια, κυρίως εξαιτίας της άριστης μονωτικής ποιότητας που προσφέρει ο συνδυασμός φυτών και εδαφικού στρώματος (Peck *et al.*, 1999).

Στην Ιρλανδία υπάρχουν οικοδομήματα με πράσινες στέγες που χρονολογούνται στα 5000 χρόνια. Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας επίσης αποτελούν από τους πρώτους πάνω από το έδαφος κήπους κατασκευασμένους γύρω στο 500 π.Χ. Στην Νορβηγία, στέγες καλυμμένες με χλοοτάπητα αποτελούσαν μία μορφή μόνωσης για εκατοντάδες χρόνια. Κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης, τα φυτεμένα δώματα τα συναντούσε κάποιος κυρίως σε σπίτια πλουσίων, ενώ και οι Βενεδικτινοί μοναχοί ήταν θαυμαστές των δωμάτων με κάλυψη από φυτά (Osmundson, 1999, Becker *et al.*, 2003).

Η Γερμανία θεωρείται ως ο τόπος καταγωγής των φυτεμένων δωμάτων όπως τα γνωρίζουμε σήμερα. Κατά την δεκαετία του 1880, η Γερμανία χαρακτηρίστηκε από μια περίοδο έντονης βιομηχανοποίησης και αστικοποίησης. Τα χαμηλού κόστους κτίρια, συχνά κατασκευαζόντουσαν από υψηλής ευφλεκτότητας πίσσα ως υλικό για

την κάλυψη της στέγης. Ο κατασκευαστής στεγών Koch H. ανακάλυψε την περίοδο εκείνη μία μέθοδο μείωσης του κινδύνου από την εκδήλωση φωτιάς με το να καλύπτει την πίσσα που χρησιμοποιούσαν με άμμο και χαλίκι. Σπόροι φυσικά εγκατεστημένοι στις στέγες αυτές τελικά βλάστησαν δημιουργώντας αυτό που ονομάζουμε σήμερα φυτεμένο δώμα. Εκατό χρόνια μετά, 50 από τις στέγες αυτές παρέμεναν άθικτες και πλήρως στεγανές (Kohler and Keeley, 2005).

Με βάση τα παραπάνω, τα φυτεμένα δώματα μπορούν να χαρακτηριστούν ως μία αρχαία τεχνολογία που βρίσκει πλήθος εφαρμογών στα σύγχρονα κτίρια (Becker *et al.*, 2003).

### 1.1.2 Τύποι φυτεμένων δωματίων

Ανάλογα με τη χρήση του φυτικού υλικού, την ικανότητα της φέρουσας κατασκευής να δεχθεί τα πρόσθετα φορτία, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τη θέση του φυτεμένου δωματός και τις απαιτήσεις του σε νερό και συντήρηση, διακρίνονται δύο βασικοί τύποι φύτευσης: ο εκτατικός και ο εντατικός τύπος (Getter and Rowe, 2006, Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

Υπάρχουν και ορισμένες υποκατηγορίες των φυτεμένων δωματίων που περιλαμβάνουν: την ημιεντατική κατηγορία, που αποτελεί έναν ενδιάμεσο τύπο και έχει σαν σκοπό να γεφυρώσει το μεγάλο χάσμα μεταξύ μιας πλήρως εκτενούς στέγης και μιας πλήρως εντατικής, τα κτίρια καλυμμένα με εδαφική γη, όπου το έδαφος καλύπτει όλο ή μέρος του κτιρίου και τα υδροπονικά συστήματα (Peck *et al.*, 1999).

#### 1.1.2.1 Εκτατικός τύπος

Τα εκτατικού τύπου δώματα χαρακτηρίζονται από χαμηλό βάρος, χαμηλό κόστος εγκατάστασης και ελάχιστη συντήρηση (Εικ.1). Το μέσο ανάπτυξης της βλάστησης, αποτελείται από ανόργανη βάση με μίξη άμμου, χαλικιών, σπασμένων πλίνθων, τύρφη, άλλων οργανικών υλικών και χώμα. Το βάθος του υποστρώματος ανάπτυξης ποικίλει από 5-15,2 cm, ενώ το βάρος του από 72,6 έως 169,4 kg ανά m<sup>2</sup> (Peck *et al.*, 1999, Getter and Rowe, 2006).

Τα φυτά που επιλέγονται είναι φυτά εδαφοκάλυψης και ποώδη, έχουν ελάχιστες ή μικρές απαιτήσεις σε νερό, είναι ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος, έχουν πολύ μικρό βάρος και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση. Εξαιτίας του μικρού

βάθους του υποστρώματος ανάπτυξης και του ιδιαίτερου μικροκλίματος που αναπτύσσεται στις οροφές, τα φυτά πρέπει να είναι χαμηλού ύψους, σκληραγωγημένα και ιθαγενή. Τα φυτά ποτίζονται και λιπαίνονται μόνο μέχρι να εγκατασταθούν και μετά από το πρώτο έτος η συντήρηση περιλαμβάνει δύο με τρεις επισκέψεις τον χρόνο για απομάκρυνση των ζιζανίων, κλάδεμα και επιθεώρηση του συστήματος εγκατάστασης (Thompson, 1998).



**Εικόνα 1.** Φυτοδώμα εκτατικού τύπου στην Νέα Υόρκη σε κτίριο εταιρίας.  
(Πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

Το εκτατικού τύπου φυτεμένο δώμα βρίσκει πολλές εφαρμογές σε μη προσβάσιμες στέγες κτιριακών εγκαταστάσεων και σε κτίρια τα οποία δεν είναι ικανά παρά να φέρουν ελαφρύ πρόσθετο φορτίο βλάστησης (Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

Μία λανθασμένη αντίληψη που επικρατεί είναι ότι η ιδανική στέγη είναι η επίπεδη. Στην πραγματικότητα όμως οι επίπεδες οροφές παρουσιάζουν προβλήματα όσον αφορά την απορροή των υδάτων. Η καταλληλότερη κλίση για μία οροφή είναι το λιγότερο 1,5 με 2% έτσι ώστε να επιτυγχάνεται φυσική απορροή. Γενικά, τα εκτατικού τύπου φυτοδώματα μπορούν να εγκατασταθούν σε κλίση μέχρι 30°, αν και υπάρχουν φυτεμένα δώματα που βρίσκονται ακόμη και σε κλίση 40° με την προϋπόθεση βέβαια της κατάλληλης ενίσχυσης (Velazquez, 2005).

Τα φυτικά είδη που χρησιμοποιούνται σε ένα εκτατικού τύπου φυτοδώμα είναι κυρίως αρωματικά φυτά, βρύα, χλόες και ανθεκτικά στην ξηρασία σαρκώδη φυτά όπως του γένους *Sedum* (Getter and Rowe, 2006).

#### 1.1.2.2 Εντατικός τύπος

Τα εντατικού τύπου φυτεμένα δώματα πήραν το όνομα τους εξαιτίας της εντατικής ανάγκης για συντήρηση που χρειάζονται. Τα φυτεμένα δώματα αυτού του τύπου σχεδιάζονται έτσι ώστε να μοιάζουν με την τοπιογραφία που βρίσκεται στο φυσικό τοπίο. Οι εντατικού τύπου οροφές μοιάζουν με τους συνηθισμένους κήπους και πάρκα με σχεδόν κανένα περιορισμό όσον αφορά το είδος των διαθέσιμων φυτών (Getter and Rowe, 2006).

Τα εντατικού τύπου φυτοδώματα χαρακτηρίζονται από μεγάλο βάρος, υψηλό κόστος, ποικιλία φυτικών ειδών και υψηλές ανάγκες συντήρησης. Το μέσο ανάπτυξης των φυτών έχει ως βάση το χώμα, και ποικίλει σε βάθος από 20 έως 60 cm, με βάρος από 290 έως 967,7 kg ανά m<sup>2</sup> (Peck *et al.*, 1999).

Εξαιτίας του αυξημένου βάθους του εδάφους, τα φυτικά είδη που χρησιμοποιούνται στην κατηγορία αυτή είναι ποικίλα και μπορούν να περιλαμβάνουν δένδρα και θάμνους, που επιτρέπουν την δημιουργία ενός πιο περίπλοκου οικοσυστήματος (Εικ.2) (Peck *et al.*, 1999, Getter and Rowe, 2006).

Οι ανάγκες για συντήρηση και άρδευση είναι πιο απαιτητικές και πιο αυξημένες σε σύγκριση με ένα εκτατικού τύπου φυτεμένο δώμα και εξαιτίας αυτού χρειάζεται εγκατάσταση συστήματος άρδευσης (Peck *et al.*, 1999, Oberndorfer *et al.*, 2007).

Τα εντατικού τύπου συστήματα μπορούν να δράσουν σαν υποκατάστατα για τη δημιουργία ενός φυσικού τοπίου μέσα στην αστική περιοχή (Osmundson, 1999). Είναι κυρίως σχεδιασμένα έτσι ώστε να προσφέρουν ανοικτό χώρο στους ανθρώπους αλλά και να εξοικονομούν ενέργεια στον ιδιοκτήτη του κτιρίου που έχει κατασκευαστεί (Oberndorfer *et al.*, 2007).

Λόγω του ότι τα φυτεμένα δώματα του εντατικού τύπου είναι προσβάσιμα από το κοινό, γενικά περιορίζονται σε επίπεδες στέγες (Getter and Rowe, 2006). Αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις, όπως καταρράκτες, λίμνες και καθιστικά, μπορούν να αποτελέσουν μέρος ενός εντατικού τύπου φυτεμένου δώματος. Οι στέγες αυτού του τύπου μπορούν να διαμορφωθούν σε ψυχαγωγικές περιοχές, όπου οι άνθρωποι θα

μπορούν να έρχονται σε επαφή με τη φύση καθώς και με άλλους συναθρώπους (Velazquez, 2005).



**Εικόνα 2.** Σύστημα εντατικού τύπου σε οροφή κτιρίου.  
(Πηγή: <http://www.canpages.ca>)

Ένα εντατικού τύπου σύστημα χρειάζεται περισσότερη υποστήριξη σε σχέση με ένα εκτατικού τύπου σύστημα, έτσι ώστε να φιλοξενεί το επιπλέον βάρος τόσο του μέσου ανάπτυξης όσο και του κοινού που το επισκέπτεται (Yannick, 2009).

### 1.1.2.3 Ημιεντατικός τύπος

Η περίπτωση αυτή του φυτεμένου δώματος αποτελεί έναν ενδιάμεσο τύπο των δύο προαναφερθέντων. Ο ημιεντατικός τύπος φυτεμένου δώματος είναι περισσότερο οικονομικός ως προς την κατασκευή του σε σχέση με τον εντατικό τύπο. Το σύστημα αυτό μπορεί να εξασφαλίσει τη δημιουργία ενός κήπου και ενός τοπίου, το οποίο θα έχει χρώμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Εικ.3). Τα ημιεντατικού τύπου φυτεμένα δώματα είναι κατάλληλα όταν η οροφή είναι εμφανής από ένα γειτονικό κτίριο, αλλά η πρόσβαση σ' αυτό είναι περιορισμένη και η δομική ικανότητα της οροφής δεν μπορεί να υποστηρίξει ένα εντατικού τύπου φυτεμένο δώμα (Μιχαλάκη, 2007, Dunnet and Kingsbury, 2008).

Τα ημιεντατικού τύπου φυτεμένα δώματα συνδυάζουν πολλά από τα περιβαλλοντικά οφέλη των εκτεταμένων τύπων με μερικά αισθητικά των εντατικών (Dunnett and Nolan, 2004).

Σαν κανόνα, ο ημιεντατικός τύπος περιλαμβάνει την χρήση γρασιδιών και θάμνων ως φυτικό υλικό για την κάλυψη του εδάφους, αλλά το εύρος των επιλογών του διαχειριστή και του αρχιτέκτονα τοπίου δεν είναι τόσο μεγάλο όσο μπορεί να είναι σε έναν εντατικού τύπου. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται έχουν μικρές απαιτήσεις όσον αφορά την κατασκευή του υποστρώματος ανάπτυξης και μικρές ανάγκες άρδευσης και θρεπτικών στοιχείων, περιορίζοντας κατά συνέπεια την απαιτούμενη επίβλεψη (FLL, 2002).

Γενικά το βάρος ενός τέτοιου συστήματος σε κατάσταση κορεσμού κυμαίνεται από τα 170,9 kg ανά m<sup>2</sup> μέχρι τα 244,1 kg ανά m<sup>2</sup>, ενώ το βάθος του υποστρώματος 25% πάνω ή κάτω από τα 15 cm (Green Roofs for Healthy Cities, 2008).



**Εικόνα 3.** Ημιεντατικός τύπος φυτοδώματος στο κτίριο της ASLA, στην Ουάσιγκτον. (Πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

### 1.1.3 Πλεονεκτήματα

#### 1.1.3.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

##### A) Διαχείριση και συγκράτηση κατακρημνισμάτων

Λόγω της αυξημένης κάλυψης του εδάφους από σκληρά υλικά, το ποσοστό της απορροής των υδάτων από την βροχή ανέρχεται στο 75-80%. Η απορροή των υδάτων κατά την διάρκεια μίας βροχόπτωσης, απομακρύνει από τις σκληρές επιφάνειες συστατικά όπως βαρέα μέταλλα και άλατα, οδηγώντας τα στα ποτάμια και τις θάλασσες. Σαν συνέπεια προκαλείται απώλεια υδρόβιων οργανισμών, μόλυνση εντόμων καθώς και μόλυνση του πόσιμου νερού (Scholz-Barth, 2001, Getter and Rowe, 2006).

Τα φυτεμένα δώματα μειώνουν τον όγκο των κατακρημνισμάτων και ελαττώνουν την ροή του νερού, ανακουφίζοντας τα αποχετευτικά συστήματα. Τα φυτεμένα δώματα συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού, απορροφώντας από 30 μέχρι 60% της βροχής που πέφτει πάνω από αυτά (Scholz-Barth, 2001, Dunnet and Kingsbury, 2008).

Οι παράγοντες που επιδρούν στην συγκράτηση αυτή περιλαμβάνουν την ένταση της βροχόπτωσης, το βάθος του υποστρώματος ανάπτυξης, τον αριθμό και τον τύπο των στρωματώσεων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή, την γωνία κλίσης της στέγης, τις φυσικές ιδιότητες του υποστρώματος και την έκταση της φυλλικής επιφάνειας (Velazquez, 2005, Dunnet and Kingsbury, 2008).

##### B) Βελτίωση της ποιότητας του νερού

Τα φυτοδώματα μπορούν να φιλτράρουν, αλλά και να ψύχουν το νερό της βροχής. Βαριά μέταλλα και θρεπτικά στοιχεία, όπως το άζωτο και ο φώσφορος δεσμεύονται στο υπόστρωμα των φυτεμένων δωματίων, αποτρέποντας αυτά τα τοξικά στοιχεία να εισέλθουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα φυτοδώματα μπορούν να αφαιρέσουν πάνω από το 95% του καδμίου, του χαλκού και του μολύβδου, καθώς και το 16% του ψευδαργύρου που υπάρχει στο νερό της βροχής (Johnston and Newton, 1993).



Παράκτιες πόλεις, όπως το Σιάτλ και το Πόρτλαντ, έχουν να αντιμετωπίσουν την θέρμανση των υδάτων στα ποτάμια και στους κόλπους τους, εξαιτίας των θερμών νερών από τις βροχοπτώσεις. Από την αλλαγή αυτή της θερμοκρασίας μπορεί να επηρεαστεί η κατάσταση της υγείας ψυχρών πληθυσμών ψαριών, όπως ο σολομός. Τα φυτοδώματα έχουν την ικανότητα να αναστρέψουν το φαινόμενο αυτό. Λειτουργώντας ως σφουγγάρια, απορροφούν την περισσότερη ποσότητα των κατακρημνισμάτων που πέφτουν σε αυτά. Το υπόλοιπο νερό που τελικά απορρέει φιλτράρεται και ψύχεται μέσω της εξατμισοδιαπνοής από τα φυτά και το υπόστρωμα, αποτρέποντας κατά τον τρόπο αυτό την θέρμανση των υδάτων (Velazquez, 2005).

#### Γ) Περιορισμός του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας

Τα φυτά, με τις συνθήκες που δημιουργούν στην επιφάνεια ενός δώματος, αποτρέπουν την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο αστικό περιβάλλον και συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας (Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

Το ψυκτικό αποτέλεσμα της εξατμισοδιαπνοής είναι ξεκάθαρο σε μικροκλιματική κλίμακα. Με τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε εξάτμιση του νερού, η παραγωγή θερμότητας στις αδιαπέραστες επιφάνειες εμποδίζεται ή μειώνεται (Bass, 2001). Παράλληλα εξαιτίας της ενεργειακής απορρόφησης με την παραπάνω διαδικασία και τη δημιουργία υδρατμών μειώνεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η θερμοκρασία στην περιοχή της φύτευσης (Βραχόπουλος *et al.*, 2002).

Αν και δεν έχει διεξαχθεί μεγάλη έρευνα στον τομέα αυτό, προτείνεται ότι όσο μεγαλύτερες είναι οι πράσινες περιοχές, τόσο μικρότερο είναι το εύρος της θερμοκρασίας μεταξύ αυτών και των αδιαπέραστων επιφανειών (Dunnet and Kingsbury, 2008).

#### Δ) Βελτίωση της ποιότητας του αέρα

Στις αστικές περιοχές, ο εξαερισμός μερικές φορές εμποδίζεται από τα ψηλά κτίρια, που μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου και παγιδεύουν τη θερμότητα. Τα φυτοδώματα μπορούν να φιλτράρουν και να δεσμεύσουν σωματίδια σκόνης και τοξίνες που βρίσκονται στον αέρα. Το διοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου καθώς και άλλοι ρυπαντές απορροφούνται και φιλτράρονται διαμέσου του

φυλλώματος, καθαρίζοντας με φυσικό τρόπο τον αέρα. Η ατμοσφαιρική σκόνη συγκρατείται και αυτή μέχρις ότου οι βροχές την ξεπλύνουν και να την οδηγήσουν στο υπόστρωμα ανάπτυξης (Velazquez, 2005).

Τα φυτοδώματα μπορούν επίσης να μετριάσουν το πρόβλημα του όζοντος στις αστικές περιοχές με το να μειώνουν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, που συμβάλλει στην δημιουργία του. Κατά συνέπεια, όσο αυξάνονται οι εκτάσεις που περιλαμβάνουν φυτά, συμπεριλαμβανομένων και των φυτοδωμάτων, τόσο πιο καθαρή γίνεται και η ποιότητα του αέρα (Velazquez, 2005).

#### Ε) Δημιουργία ενδιαιτημάτων και αύξηση βιοποικιλότητας

Τα φυτεμένα δώματα και κυρίως αυτά του εκτατικού τύπου, λόγω του ότι δεν είναι προσβάσιμα στο κοινό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενδιάστημα για μικροοργανισμούς, έντομα και πουλιά. Σε μία έρευνα πάνω σε 17 φυτοδώματα στην Βασιλεία, της Ελβετίας, 78 αράχνες και 254 είδη σκαθαριών, αναγνωρίστηκαν κατά την διάρκεια των τριών πρώτων χρόνων. Το 18% από τις αράχνες και το 11% από τα σκαθάρια ήταν απειλούμενα ή σπάνια (Brenneisen, 2003).

Μερικοί ερευνητές εκτιμούν ότι τα φυτεμένα δώματα μπορούν να αποτελέσουν ένα πιθανό τρόπο για να επαναφέρουν ιθαγενή φυτά σε μια περιοχή (Dewey *et al.*, 2004, Monterusso, 2005).

#### ΣΤ) Ανθεκτικότητα στις πυρκαγιές

Τα φυτεμένα δώματα μπορούν να προστατέψουν τα κτίρια από τη φωτιά, αν και η έρευνα πάνω στον τομέα αυτό είναι περιορισμένη. Υπάρχουν ενδείξεις από Ευρωπαϊκούς κατασκευαστές ότι τα φυτεμένα δώματα μπορούν να βοηθήσουν στην μείωση της διάδοσης της φωτιάς, ειδικότερα όταν το υπόστρωμα ανάπτυξης είναι βρεγμένο (Peck and Kuhn, 2001).

Έρευνα που διεξήχθη στο Βερολίνο για την ανθεκτικότητα των φυτοδωμάτων στη φωτιά, απέδειξε ότι τα φυτεμένα δώματα είναι πιο ανθεκτικά στην φωτιά από στέγες που ήταν φτιαγμένες από χαλίκι και ότι σαρκώδη φυτά όπως του γένους *Sedum* προσφέρουν καλή προστασία ενάντια στη φωτιά, εξαιτίας της υψηλής τους περιεκτικότητας σε νερό (Peck and Kuhn, 2001, Kohler, 2004).

## Z) Μείωση της ηχορρύπανσης

Οι σκληρές επιφάνειες στις αστικές περιοχές ανακλούν τον ήχο, ενώ τα φυτεμένα δώματα απορροφούν τα κύματα του ήχου εξαιτίας της φύσης του υποστρώματος και της βλάστησης. Στο αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης, στη Γερμανία, ένα φυτοδώμα με βάθος υποστρώματος 10 cm, μείωσε τα επίπεδα θορύβου κατά 5 dB (Dunnet and Kingsbury, 2008). Άλλη έρευνα έδειξε ότι φυτεμένο δώμα με βάθος υποστρώματος 12 cm μπορεί να ελαττώσει τον θόρυβο κατά 40 dB (Peck and Kuhn, 2001).

### 1.1.3.2 Οικονομικά οφέλη

#### A) Αύξηση της μακροβιότητας της στέγης

Τα ποικίλα υλικά που χρησιμοποιούνται στα φυτεμένα δώματα προστατεύουν την αδιάβροχη μεμβράνη της στέγης από την έκθεση της στον ήλιο και την υπεριώδη ακτινοβολία. Με το να αποφεύγονται δραματικές μεταβολές στις θερμοκρασίες, η μεμβράνη που προστατεύει την στέγη δεν διαστέλλεται και συστέλλεται, όπως συμβαίνει σε μία στέγη που δεν είναι φυτοκαλυμμένη (Getter and Rowe, 2006).

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον Καναδά συνέκρινε τις μέγιστες θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν στις μεμβράνες των οροφών που ήταν καλυμμένες με φυτά και αυτών που δεν ήταν. Η μεμβράνη που προστατευόταν από τα υλικά του φυτεμένου δώματος έφτασε θερμοκρασία 25 °C, όταν η άλλη που δεν καλυπτόταν έφτασε τους 70 °C (Liu and Baskaran, 2003). Κάτω από αυτές τις συνθήκες, είναι αρκετά πιθανό ότι η μεμβράνη που είναι καλυμμένη με κάποιο από τα συστήματα φυτοδώματος να έχει διάρκεια ζωής δύο με τρεις φορές μεγαλύτερη σε σχέση με μία μεμβράνη που δεν καλύπτεται από φυτά (Peck *et al.*, 1999).

#### B) Εξοικονόμηση ενέργειας

Η βλάστηση, το υπόστρωμα ανάπτυξης καθώς και τα συστατικά που αποτελούν ένα φυτοδώμα μπορούν να μειώσουν το ηλιακό θερμικό κέρδος μέχρι και 90%, σε σχέση με μία μη φυτοκαλυμμένη στέγη (Getter and Rowe, 2006).

Υπολογίζεται ότι για κάθε μείωση 0,5 °C στην εσωτερική θερμοκρασία του αέρα σε ένα κτίριο, η μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για την χρήση των κλιματιστικών μπορεί να φτάσει το 8% (Dunnet and Kingsbury, 2008).

Τα μεγαλύτερα ενεργειακά οφέλη, παρατηρούνται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, όταν πιο συχνά κατά την περίοδο αυτή, τα κενά μεταξύ των σωματιδίων του υποστρώματος γεμίζουν με αέρα και όχι με νερό που δεν αποτελεί καλό μονωτή. Το 2003, υπολογίστηκε ότι αν όλα τα σπίτια του Σικάγο είχαν φυτοδώματα, το ενδεχόμενο κέρδος από την εξοικονόμηση ενέργειας θα έφτανε τα 100 εκ. δολάρια (Laberge, 2003, Getter and Rowe, 2006).

Σύμφωνα με τους Βραχόπουλος *et al.* (2002), η εξοικονόμηση ενέργειας οφείλεται στα παρακάτω επιμέρους φαινόμενα, τα οποία δρουν συνδυαστικά:

1) Τα φυτά με το φύλλωμά τους παρέχουν σκιασμό στην επιφάνεια του δώματος εξασφαλίζοντας τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου και διατηρώντας σχετικά σταθερή τη θερμοκρασία της επιφάνειας του δώματος καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

2) Η θερμοχωρητικότητα του φυτεμένου δώματος είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε σχέση με αυτή ενός συμβατικού δώματος, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων και του γεγονότος ότι εντός αυτών παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα. Το φυτεμένο δώμα λειτουργεί λοιπόν ως μια επιπλέον θερμομονωτική στρώση, ελαττώνοντας τα απαιτούμενα ψυκτικά ή θερμικά φορτία το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα.

3) Επιπρόσθετα, στο φυτεμένο δώμα αξιοποιείται και το φαινόμενο της εξάτμισης για την παραγωγή ψύξης καθώς και της συμπύκνωσης υδρατμών με παραγωγή θερμότητας. Με τη διαδικασία αυτή (εξατμισοδιαπνοή), τα φυτά προσφέρουν ψυκτικά ή θερμικά φορτία, τα οποία με τη σειρά τους παρέχουν δροσισμό ή θέρμανση το καλοκαίρι και το χειμώνα.

### 1.1.3.3 Αισθητικά οφέλη

Οι άνθρωποι βιώνουν ευεργετικά για την υγεία τους οφέλη όταν παρατηρούν τα φυτά και την φύση. Για παράδειγμα, παρατηρείται μείωση του στρες, μείωση της πίεσης του αίματος, χαλάρωση των μυών και αυξάνεται το αίσθημα της ευημερίας (Ulrich and Simons, 1986). Τα συναισθήματα αυτά είναι απαραίτητα και επιθυμητά

για την διατήρηση της παραγωγικότητας ενός ατόμου. Ο Kaplan *et al.* (1998) αναφέρει ότι οι εργαζόμενοι που είχαν παρατηρήσει ένα φυσικό τοπίο είχαν λιγότερο στρες, ένιωθαν μεγαλύτερη ικανοποίηση από την δουλειά τους και είχαν λιγότερους πονοκεφάλους και άλλες ασθένειες σε σχέση με εργαζομένους που δεν έβλεπαν κάποιο φυσικό τοπίο. Ο Ulrich (1984) αναφέρει ότι η γρηγορότερη θεραπεία ασθενών μετά από χειρουργική επέμβαση σχετίζεται με την έκθεση τους σε ένα φυσικό περιβάλλον. Επιπλέον, σε συνδυασμό με τα οικονομικά οφέλη, τα αισθητικά οφέλη μπορούν να προσδώσουν ιδιαίτερη αξία και κέρδος στο κτίριο (Dunnet and Kingsbury, 2008).

#### 1.1.3.4 Ψυχολογικά οφέλη

Η δημιουργία φυσικών τοπίων με την βοήθεια των φυτεμένων δωματίων, δημιουργεί αρκετά ψυχολογικά οφέλη στον άνθρωπο. Ο Frederick Law Olmstead, που έχει αναγνωριστεί ως ο ιδρυτής της αρχιτεκτονικής τοπίου στην Αμερική, είπε κάποτε: «οι άνθρωποι έχουν φυσιολογικές αντιδράσεις στην φυσική ομορφιά και στην ποικιλομορφία, στα σχήματα και στα χρώματα της φύσης, ειδικότερα στο πράσινο, καθώς και στις αντιδράσεις και τους ήχους των ζώων» (Dramstad *et al.*, 1996).

Τα φυτεμένα δώματα, λοιπόν, μπορούν να δημιουργήσουν κοινωνικούς χώρους αλληλεπίδρασης, όπου οι άνθρωποι θα μπορούν να επισκέπτονται, να χαλαρώνουν, να επικοινωνούν και να ασχολούνται με την φύση (Velazquez, 2005).

#### 1.1.4 Μειονεκτήματα

##### A) Κόστος

Όπως και κάθε άλλη δραστηριότητα που πραγματοποιείται σε ένα κτίριο, έτσι και για τα φυτεμένα δώματα υπάρχουν κάποια έξοδα. Το ερώτημα είναι αν τα οφέλη υπερτερούν έναντι των εξόδων. Είναι σημαντικό να ξεχωρίσουμε τα εντατικού τύπου συστήματα από του εκτατικού. Τα εντατικού τύπου φυτοδώματα έχουν περισσότερες απαιτήσεις και παραπάνω έξοδα, αλλά επιλέγονται συνήθως όταν τα πλεονεκτήματα αναμένονται να είναι μεγαλύτερα. Τα εκτατικού τύπου φυτοδώματα είναι λιγότερο

ακριβά για να κατασκευαστούν και να διατηρηθούν, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις δεν απαιτείται επιπλέον υποστήριξη του δώματος (Ngan, 2004).

Γενικότερα, υπάρχει άγνοια των μακροπρόθεσμων οικονομικών οφελών, που σαν συνέπεια έχει να φαίνονται τα έξοδα πολύ περισσότερα σε σχέση με την πραγματικότητα. Επιπλέον, η έλλειψη της αποτίμησης όσον αφορά το κόστος που κερδίζεται από την μείωση της ρύπανσης του αέρα και των υδάτων, συμβάλλουν στην παραπάνω λανθασμένη εντύπωση (Peck *et al.*, 1999).

Οι οικονομικοί αναλυτές θα πρέπει να πείσουν τους ιδιοκτήτες και τους κατασκευαστές στην δημιουργία φυτεμένων δωματίων, αναφέροντας τους τα αναμενόμενα οφέλη, ενώ και το κράτος με κάποια νομοθεσία θα συνέβαλλε στην ενθάρρυνση αυτή (Ngan, 2004, Wilkinson and Reed, 2009).

## B) Επισκευές

Η άποψη ότι οι επισκευές είναι πιο δύσκολες σε ένα φυτεμένο δώμα είναι μερικώς δικαιολογημένες. Ενώ το κόστος για την απομάκρυνση και την αντικατάσταση μιας φυτεμένης στέγης είναι σημαντικό, υπάρχει η περίπτωση τα ελαττώματα να αποφευχθούν. Τα προβλήματα προκύπτουν κυρίως από λανθασμένη κατασκευή, λανθασμένο σχεδιασμό, έλλειψη ή λανθασμένη συντήρηση και ενίοτε από αστοχία υλικών. Για τον λόγο αυτό απαιτείται περισσότερη προσοχή κατά την διάρκεια όλων των σταδίων κατασκευής (Ngan, 2004).

## Γ) Αισθητικά

Η αίσθηση της ομορφιάς είναι κάτι υποκειμενικό και μερικοί μπορεί να πιστεύουν ότι ένα εκτατικού τύπου φυτοδώμα φαίνεται ακατάστατο και δεν αποτελεί καν πράσινο. Η εμφάνιση ενός εκτατικού τύπου φυτοδώματος δεν θα πρέπει να συγκρίνεται με έναν παραδοσιακό κήπο. Οι εκτατικού τύπου οροφές έχουν μία φυσική εμφάνιση που αλλάζει ανάλογα με την εποχή του χρόνου. Συνήθως τα φυτοδώματα αυτά μοιάζουν με ξηρά λιβάδια ανεμώνης και αναπτύσσονται με τον ίδιο τρόπο που αναπτύσσεται ένα φυσικό οικοσύστημα. Τα εκτατικού τύπου δώματα θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως συστήματα που προσφέρουν πολλαπλά οικολογικά οφέλη για να μπορούν να κριθούν κάπως πιο αντικειμενικά (Ngan, 2004).

## Δ) Περιβαλλοντικά

Η χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων που χρησιμοποιείται κατά την ανάπτυξη των φυτικών ειδών, αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για ένα φυτοδώμα. Τα κυριότερα χημικά στοιχεία που παρατηρούνται στο νερό απορροής είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο φώσφορος και το άζωτο. Το πρόβλημα αυτό είναι μεγαλύτερο κυρίως στα εντατικού τύπου δώματα, ενώ στα ημιεντατικού και εκτατικού τύπου πιο περιορισμένο, καθώς η χρήση τους αποφεύγεται και γίνεται μόνο όταν κριθεί απαραίτητη (Ζαχαροπούλου, 2004).

## Ε) Έλλειψη εξειδίκευσης

Η κοινή γνώμη, είτε βασίζεται στην πραγματικότητα είτε όχι, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την υποστήριξη της τεχνολογίας των φυτεμένων δωματίων στο μέλλον. Βάσει μιας καταγραφής σχετικά με τα φυτεμένα δώματα που πραγματοποιήθηκε στο Βανκούβερ, παρατηρήθηκε ότι οι άνθρωποι έχουν εσφαλμένως συσχετίσει τα φυτεμένα δώματα με οροφές που έχουν διαρροές (Davis, 2002).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάπτυξη της βιομηχανίας των φυτεμένων δωματίων στην Γερμανία. Ο Herman (2003) εξηγεί ότι η εντύπωση του κοινού για τις προβληματικές οροφές σχετίζεται με την άστοχη εγκατάσταση των φυτεμένων δωματίων κατά την κατασκευαστική τους άνηση. Επιπλέον, νέες εταιρείες με ελλιπή εμπειρία πάνω στα φυτεμένα δώματα κάνουν λάθη κατά την εγκατάσταση ή χρησιμοποιούν φτηνά, κατώτερης ποιότητας υλικά με σκοπό να κρατήσουν χαμηλά το κόστος. Κατά συνέπεια όλη αυτή η αρνητική διαφήμιση επηρεάζει ολόκληρη την βιομηχανία των φυτεμένων δωματίων. Ωστόσο, η έκδοση οδηγιών του FLL αποτελεί μία σημαντική κίνηση για την αναστροφή της φήμης των φυτεμένων δωματίων.

Η παραπάνω παρατήρηση είναι παρόμοια με έρευνα που αναφέρεται για τα φυτεμένα δώματα που εγκαταστάθηκαν σε κτίρια της πρώην Ανατολικής Γερμανίας. Οι εταιρίες θέλοντας να δημιουργήσουν μία καλή περιβαλλοντική εντύπωση κατασκεύασαν εθελοντικά φυτοδώματα σε περιοχές που προηγουμένως δεν ήταν αναπτυγμένες, ενώ και άλλα πολυκαταστήματα ακολούθησαν το ίδιο παράδειγμα. Δυστυχώς όμως λόγω της έλλειψης τεχνικού καταρτισμού και των χαμηλών

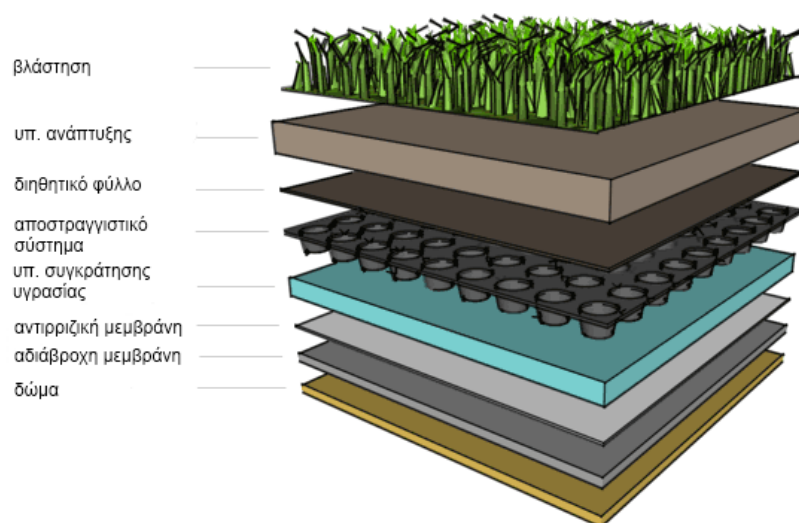
κεφαλαίων οδηγήθηκαν σε ελαττωματικά φυτοδώματα, με αποτέλεσμα να σταματήσει η περαιτέρω κατασκευή τους (Ngan, 2004).

ΣΤ) Περιορισμένη έρευνα και προδιαγραφές

Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι αρκετές χώρες δεν έχουν ούτε λεπτομερές οδηγίες σχεδιασμού των φυτεμένων δωματίων και προδιαγραφές που να στηρίζονται στην εκάστοτε περιοχή, ούτε διαδικασίες για να δοκιμάζουν τα υλικά και νέα προϊόντα. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει η κατασκευή των φυτεμένων δωματίων να στηριχθεί στα επιστημονικά αποτελέσματα που ανακοινώνονται κατά καιρούς. Οι οδηγίες του FLL μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες, αλλά θα πρέπει να αναπροσαρμόζονται ανάλογα την κατασκευή του εκάστοτε κτιρίου και του κλίματος της περιοχής (Peck *et al.*, 1999, Ngan, 2004).

#### 1.1.5 Διαστρωμάτωση υλικών φυτεμένου δώματος

Η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος χωρίζεται σε διάφορα επίπεδα τα οποία στο σύνολο τους προσδίδουν τα αναμενόμενα οφέλη. Στόχος είναι τόσο η προστασία του κτιρίου που βρίσκεται το δώμα, όσο και η δημιουργία ενός λειτουργικού φυτοδώματος. Στο Σχήμα 1 περιγράφεται η διαστρωμάτωση των υλικών για την κατασκευή ενός φυτοδώματος.



**Σχήμα 1.** Διαστρωμάτωση των υλικών κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος. (Πηγή: <http://greengarage.ca>)



## A) Αδιάβροχη μεμβράνη

Όσον αφορά τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα φυτεμένα δώματα, η αδιάβροχη μεμβράνη αποτελεί το πιο σημαντικό. Είναι βασικό υλικό κάθε στέγης και ειδικότερα σε στέγες που πρόκειται να υποστηρίξουν φυτά, έδαφος και νερό. Το πρόβλημα μιας πιθανής διαρροής σε μία στέγη που θα έχει όλα αυτά υλικά επάνω της είναι ουσιώδης, καθώς το κόστος μίας ενδεχόμενης επισκευής είναι αρκετά μεγάλο. Κάθε αδιάβροχη μεμβράνη έχει διαφορετική δύναμη εφελκυσμού, αντοχή στην διάτρηση και ελαστικότητα ανάλογα με το υλικό που είναι κατασκευασμένη. Επίσης και η εγκατάσταση διαφέρει ανάλογα το είδος της μεμβράνης που χρησιμοποιείται, επηρεάζοντας τη διάρκεια της εγκατάστασης, την αντοχή και το κόστος. Άλλοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη περιλαμβάνουν την αντοχή στις πυρκαγιές, τις οικολογικές επιπτώσεις, τα αναμενόμενα ενεργειακά οφέλη και την ευκολία αλλαγής της. Γενικότερα, υπάρχει μεγάλη ποικιλία μεμβρανών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία ενός φυτεμένου δώματος (Becker *et al.*, 2003).

## B) Μεμβράνη ελέγχου ανάπτυξης ριζικού συστήματος

Για την προστασία της αδιάβροχης μεμβράνης από τη διείσδυση των ριζών είναι απαραίτητη η στεγάνωση του δώματος με αντιρριζικές μεμβράνες. Οι μεμβράνες αυτές αποτελούνται κατά βάση από τροποποιημένη ασφαλτο, φέρουν ως εσωτερικό οπλισμό πολυεστερικό ύφασμα υψηλών μηχανικών αντοχών και έχουν άνω και κάτω επικάλυψη φιλμ πολυαιθυλενίου. Επιπλέον, εμπεριέχουν στη μάζα τους ειδικό αντιρριζικό πρόσθετο για προστασία από τη διάτρηση των ριζικών συστημάτων. Η επικόλληση των αντιρριζικών ασφαλικών στεγανωτικών φύλλων επιτυγχάνεται με χρήση φλόγιστρου, ενώ οι αλληλοκαλύψεις των φύλλων δύο διαδοχικών μεμβρανών θα πρέπει να είναι περίπου στα 8–10 cm (Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

## Γ) Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και μηχανικής προστασίας της μόνωσης

Η στρώση αυτή έχει την ικανότητα να συγκρατεί νερό και θρεπτικά συστατικά και να τα αποδίδει στα φυτά, ενώ επιπλέον προσφέρει προστασία των

υποκείμενων κατασκευαστικών στοιχείων από μηχανικές φθορές. Το υπόστρωμα είναι κατασκευασμένο πολυέστερικές συνθετικές και ανακυκλωμένες ίνες και κατά την τοποθέτηση του η αλληλοκάλυψη των φύλλων πρέπει να είναι τουλάχιστον στα 10 cm (FLL, 2002, Carter and Rasmussen, 2006).

#### Δ) Αποστραγγιστικό Σύστημα

Το αποστραγγιστικό σύστημα αποτελεί ζωτικής σημασίας παράγοντα για τον σχεδιασμό ενός φυτοδώματος. Το ποσό του νερού που μπορεί να βρίσκεται στην οροφή εξαρτάται από το φορτίο που μπορεί να υποστηρίξει η οροφή, καθώς το νερό αποτελεί το βαρύτερο από τα συστατικά που χρησιμοποιούνται στα φυτεμένα δώματα, αλλά και από το είδος της βλάστησης, εξαιτίας των διαφορετικών υδατικών αναγκών που έχουν (Effler, 2003).

#### Ε) Διηθητικό φύλλο

Ο κύριος ρόλος του διηθητικού φύλλου είναι να κρατάει τα σωματίδια του εδάφους από το να εισχωρήσουν στο σύστημα. Χωρίς αυτό, το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών εισέρχεται στο αποστραγγιστικό σύστημα και μειώνει την αποτελεσματικότητά του.

Το διηθητικό φύλλο συγκρατεί το υπόστρωμα ανάπτυξης στη θέση του και παράλληλα εμποδίζει το ριζικό σύστημα να εξαπλωθεί στα υπόλοιπα επίπεδα του φυτοδώματος. Το διηθητικό φύλλο είναι κατασκευασμένο από γεώφασμα (Becker *et al.*, 2003).

#### ΣΤ) Υπόστρωμα ανάπτυξης

Η επιλογή του υποστρώματος ανάπτυξης είναι πολύ σημαντική για ένα φυτεμένο δώμα. Η δομή της οροφής πρέπει να είναι κατάλληλη έτσι ώστε να μπορεί να αντέξει το βάρος του υποστρώματος ανάπτυξης, τόσο υγρό όσο και στεγνό. Το βάρος του υποστρώματος ανάπτυξης είναι αυτό που καθορίζει και την πίεση που τελικά ασκείται στην οροφή.

Πολλά προβλήματα έχουν παρατηρηθεί όσον αφορά την αποσύνθεση του εδάφους. Όσο μεγαλύτερα είναι τα οργανικά συστατικά του εδάφους, τόσο πιο

πιθανό είναι να διαρρεύσουν από το διηθητικό φύλλο και να μπλοκάρουν το αποστραγγιστικό σύστημα. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού από την αρχή του, η αναλογία των οργανικών συστατικών στο υπόστρωμα ανάπτυξης πρέπει να κυμαίνεται από 5 μέχρι 20% (Kolb *et al.*, 1982). Το όφελος από την χρήση μικρής οργανικής ουσίας έγκειται στο ότι αποτρέπει το μπλοκάρισμα του αποστραγγιστικού συστήματος, είναι ελαφρύ και αποτελεί πολύ καλό υλικό για την ανάπτυξη των φυτών που χρησιμοποιούνται στα φυτοδώματα (Becker *et al.*, 2003).

## Z) Βλάστηση

Το τελευταίο επίπεδο ενός φυτεμένου δώματος είναι το πιο σημαντικό και αυτό που τελικά παρατηρούμε. Για την επιλογή των φυτικών ειδών που θα χρησιμοποιηθούν, χρειάζεται εκτεταμένη μελέτη προτού αποφασιστούν τα κατάλληλα. Αφού γίνει αποτίμηση της γεωγραφίας και του κλίματος της περιοχής (όπως οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, το ποσοστό της βροχόπτωσης, η υγρασία, ο άνεμος και η ηλιακή έκθεση), την τελική απόφαση την καθορίζει το βάθος του υποστρώματος ανάπτυξης (Velazquez, 2005).

Όσον αφορά τα εντατικού τύπου φυτοδώματα υπάρχει μεγάλη ποικιλία φυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Για τα εκτατικού τύπου, από την άλλη πλευρά, τα πιο κατάλληλα φυτά είναι είδη που μπορούν να αναπτυχθούν σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες με πολύ χαμηλού βάθους υπόστρωμα ανάπτυξης παρόμοιο με αυτό που συναντάται σε χαράδρες και βράχους, ξερά λιβάδια και στέπες. Τα αλπικού τύπου και άλλα είδη που είναι ανθεκτικά σε ακραίες κλιματολογικές συνθήκες, όπως τα σαρκώδη, και μερικά βότανα, χλόες, αγριολούλουδα και πολυετή, αποτελούν εξαιρετική επιλογή για ένα εκτατικού τύπου φυτοδώμα, εξαιτίας της μεγάλης αντοχής τους, του μικρού ριζικού συστήματος που διαθέτουν και της οριζόντιας ανάπτυξης τους (Velazquez, 2005).

## 1.2 Μαντζουράνα (*Origanum majorana*)

### 1.2.1 Καταγωγή, εξάπλωση

Η μαντζουράνα είναι ένα από τα πολλά είδη του γένους *Origanum*. Αυτοφύεται σε χώρες της Ν. Ευρώπης και της Β. Αφρικής αλλά όχι στην Ελλάδα. Στη χώρα μας δεν αυτοφύεται παρά μόνο καλλιεργείται σε γλάστρες και κήπους σαν καλλωπιστικό. Αντίθετα σε άλλες χώρες καλλιεργείται συστηματικά (Σκρουμπής, 1985, Κανταρτζής, 2003, Κουτσός, 2006).

### 1.2.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή

Η μαντζουράνα *Origanum majorana* L. ή *Majorana hortensis* Moench είναι φυτό της οικογένειας των Χειλανθών (Labiatae), της τάξης των Lamiales (Εικ.4). Είναι πολυετής πόα, μοιάζει μορφολογικά με τη ρίγανη, αλλά έχει διαφορετικό άρωμα (Κουτσός, 2006).



**Εικόνα 4.** Το φυτό *Origanum majorana*.  
(Πηγή: <http://www.narodnilijek.com>)

Στο γένος *Origanum* υπάρχουν 30 περίπου είδη. Τα περισσότερα από αυτά είναι φυτά της Μεσογειακής χλωρίδας, και μερικά Ασιατικά. Η ελληνική χλωρίδα

αντιπροσωπεύεται από τα παρακάτω 7 είδη (Πιερρακέας, 1971, Σκρουμπής, 1988, Tucker, 1989):

- *Origanum heraklooticum* (L)
- *Origanum vulgare* (L)
- *Origanum onites* (L)
- *Origanum maru* (L)
- *Origanum dubium* Boiss.
- *Origanum mazorana* (L)
- *Origanum dictamnus* (L)

### 1.2.3 Μορφολογία φυτού

Η μαντζουράνα είναι πολυετής θάμνος, ύψους 20 έως 40 cm πολυδιακλαδισμένος. Αποκτά σφαιρικό σχήμα και ο χρωματισμός του φυτού είναι υποπράσινος γκριζός.

Η ρίζα του φυτού διακλαδίζεται κατά οξεία γωνία σχεδόν από την επιφάνεια του εδάφους. Ο φλοιός χρώματος καστανού είναι αρκετά ανεπτυγμένος (παχύς) και αποκολλάται εύκολα από το ξύλο.

Ο βλαστός του φυτού είναι τριγωνικής τομής, λεπτός και αρκετά σκληρός, ενώ φέρει αραιά τριχίδια ώστε να φαίνεται σχεδόν λείος.

Τα φύλλα της μαντζουράνας έχουν ισχυρή ευχάριστη οσμή. Είναι μικρά, ακέραια ωοειδή (Ηλιοπούλου, 1998) αντιθέτως διατεταγμένα επί του βλαστού, με πολύ λίγο ανεπτυγμένο το μίσχο. Το χρώμα της άνω επιφάνειας είναι ανοικτό πράσινο, ενώ της κάτω πρασινόλευκο.

Τα άνθη της μαντζουράνας εκφύονται στις μασχάλες των φύλλων καθ' όλο το μήκος, καθώς και στο άκρο του βλαστού αποτελούμενα από φοβόμορφους σφαιρικούς σωρούς και είναι μικρά και πρασινόλευκα (Εικ.5). Τα βάκτρια είναι τοποθετημένα επάλληλα και έχουν σχήμα λεπίων. Τα σπέρματα είναι μικρά, καστανομέλανα, επιμήκη (Πιερρακέας, 1971).



**Εικόνα 5.** Ανθοφορία του φυτού *Origanum majorana*.  
(Πηγή: <http://www.vasilakos.gr>)

#### 1.2.4 Κλιματικές απαιτήσεις

Η μαντζουράνα ευδοκίμει σε περιοχές με ήπιο σχετικά κλίμα, ενώ υποφέρει σε ψυχρές (<-12 °C). Έτσι για την καλλιέργεια της μαντζουράνας πρέπει να προτιμώνται περιοχές θερμές, όπως παραθαλάσσιες και νησιωτικές. Ως προς τα εδάφη κατάλληλα θεωρούνται τα πλούσια που αποστραγγίζονται καλά. Συνεκτικά και βαριά εδάφη που συγκρατούν υγρασία το χειμώνα είναι τελείως ακατάλληλα. Η αντοχή της μαντζουράνας στην ξηρασία είναι αξιόλογη. Σε εδάφη δροσερά, διαπερατά και γενικώς γόνιμα μπορεί να αναπτυχθεί και χωρίς ποτίσματα. Γενικώς, πρέπει να προτιμώνται δροσερές περιοχές ή όπου υπάρχει νερό να ποτίζεται 2-3 φορές το καλοκαίρι (Πιερρακέας, 1971, Σκρουμπής, 1985).

#### 1.2.5 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της μαντζουράνας γίνεται με σπόρο, με παραφυάδες και με μοσχεύματα. Προτιμότερος είναι ο τρόπος πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα, καθώς παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Τα αποκτώμενα φυτά (λόγω αγενούς πολλαπλασιασμού), είναι ομοιόμορφα και διατηρούν τις επιθυμητές ιδιότητες των μητρικών φυτών (Πιερρακέας, 1971, Σαρλής, 1991).

### 1.2.6 Τρόπος καλλιέργειας

Η μαντζουράνα φυτεύεται σε αποστάσεις 40-50 cm μεταξύ των γραμμών και 30 cm επί της γραμμής. Ορισμένες νάνες ποικιλίες φυτεύονται πιο πυκνά σε αποστάσεις 40 cm μεταξύ των γραμμών και 15-20 cm επί της γραμμής και καλλιεργούνται ως ετήσιες. Η πολυετής καλλιέργεια της μαντζουράνας έχει σταθερή παραγωγή για 5-6 χρόνια. Η μαντζουράνα χρειάζεται αρκετά θρεπτικά στοιχεία για να μπορέσει να ευδοκιμήσει. (Κουτσός, 2006)

### 1.2.7 Συγκομιδή

Η συγκομιδή της μαντζουράνας γίνεται με δρεπάνια ή χορτοκοπτική μηχανή. Η εποχή της συλλογής εξαρτάται από το σκοπό για τον οποίο καλλιεργείται. Η συγκομιδή γίνεται μια φορά στο στάδιο της πλήρους άνθησης με την κοπή όλου του υπέργειου τμήματος σε ύψος 8-10 cm όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου της. Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για δρόγη, συγκομίζεται δύο φορές το χρόνο, κάθε φορά πριν την έναρξη της άνθησης. Συνήθως γίνονται δύο συλλογές το χρόνο (Ιούνιο-Αύγουστο). Η στρεμματική απόδοση σε χλωρό χόρτο κυμαίνεται από 400-500 kg. Τον πρώτο χρόνο έχει μικρή απόδοση, ενώ το δεύτερο οι αποδόσεις σε χορτομάζα φτάνουν στο ανώτερο σημείο της απόδοσης της φυτείας. Μετά τη συλλογή εφόσον το προϊόν πρόκειται να διατεθεί σαν ξηρή δρόγη, γίνεται ξήρανση και ακολουθεί τρίψιμο και κοσκίνισμα. Υπάρχουν ποικιλίες που από τον πρώτο χρόνο έχουν κανονική απόδοση και επειδή κατά το χειμώνα οι φυτείες έχουν πολλές απώλειες από τους παγετούς, καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό, με ανανέωση της φυτείας κάθε χρόνο σε διαφορετικό χωράφι (αμειψισπορά) (Σκρουμπής, 1985, Σαρλής, 1991, Κουτσός, 2006).

### 1.2.8 Ασθένειες, εχθροί, προβλήματα

Σε κακώς στραγγιζόμενα χωράφια η καλλιέργεια της μαντζουράνας μπορεί να παρουσιάσει σηψηρριζίες, που οφείλονται σε μύκητες εδάφους. Η μαντζουράνα σπανίως παρουσιάζει μυκητολογικές ασθένειες του υπέργειου τμήματος.

Οι προσβολές από ορισμένα έντομα δεν αποκλείονται, συνήθως όμως δεν προκαλούν εκτεταμένες ζημιές, αλλά περιορίζονται σε ορισμένες κηλίδες των

καλλιιεργειών. Οι πιο συχτές ζημιές δημιουργούνται από το βλαστορρήκτη ο οποίος κάνει στοές στο άνω άκρο του βλαστού, χωρίς όμως να λαμβάνει η προσβολή του εντόμου αυτού μεγάλες διαστάσεις.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα για την καλλιέργεια της μαντζουράνας είναι τα ζιζάνια αγριάδα και περικοκλάδα, καθώς και ο βέλιουρας (Κουτσός, 2006).

### 1.2.9 Χρήσεις

Η μαντζουράνα χρησιμοποιείται στη μαγειρική, σαν καρύκευμα σε διάφορα φαγητά, σαλάτες, αρωματικά ξύδια, κ.ά. Το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται σε αρώματα και καλλυντικά. Αφεψήματα μαντζουράνας χρησιμοποιούνται ως τονωτικά, κατά της δυσπεψίας και των πονοκεφάλων. Επί πλέον, είναι διακοσμητικό και μελισσοκομικό φυτό (Stuart, 1982, Κουτσός, 2006).

## 1.3 Λεβαντίνη (*Santolina chamaecyparissus*)

### 1.3.1 Καταγωγή, εξάπλωση

Η λεβαντίνη προήλθε από φυσικό υβριδισμό των ειδών *Lavandula officinalis* και *Lavandula spica*. Το είδος *L. officinalis* έχει βλαστούς μη διακλαδιζόμενους, ενώ το *L. spica* έχει βλαστούς ισχυρώς διακλαδιζόμενους. Η λεβαντίνη κατέχει τους βασικούς χαρακτήρες και των δύο αυτών ειδών (Πιερρακέας, 1971).

Η λεβαντίνη είναι φυτό ιθαγενές των παραμεσόγειων περιοχών από όπου μεταφέρθηκε σε όλη την Ευρώπη τον 16<sup>ο</sup> αιώνα (Εικ.6) (Stuart, 1982). Αναφέρεται ότι τον 18<sup>ο</sup> αιώνα έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί στη φαρμακευτική χωρίς όμως αποτέλεσμα.

Καλλιεργείται για μπορντούρες σε όλη την Ελλάδα. Ευδοκίμει σε πεδινές και ημιορεινές περιοχές και σε χωράφια μέτριας γονιμότητας ή πλούσια (Σκουμπής, 1998).

Απαντάται σε αυτοφυή κατάσταση σε ασβεστολιθικές οροσειρές της Νοτίου Ελλάδος, της Νοτίου Γαλλίας, της Νοτίου Ιταλίας, της Κορσικής, της Νοτίου Ισπανίας, του Αλγεριού (Πιερρακέας, 1971).





**Εικόνα 6.** Το φυτό *Santolina chamaecyparissus*.  
(Πηγή: <http://www.landscapedia.info>)

### 1.3.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή

Η λεβαντίνη (ή σαντολίνα ή χαμαιοκυπάρισσος) *Santolina chamaecyparissus* L., είναι φυτό της οικογένειας Compositae (Asteraceae), της τάξης Asterales. Είναι αειθαλής θάμνος και έχει βλαστό ξυλώδη, αργυρότεφρο, πολύκλαδο, ύψους 20-50 cm. Τα φύλλα της είναι αργυρότεφρα, επιφυή, πτεροσχιδή, ενώ τα άνθη της κίτρινα σε ακραία κεφάλια (Εικ.7) (Σκουμπής, 1998).



**Εικόνα 7.** Ανθοφορία του φυτού *Santolina chamaecyparissus*.  
(Πηγή: <http://www.gardensandplants.com>)

Το γένος *Santolina* αποτελείται από 18 περίπου είδη αειθαλών και αρωματικών θάμνων. Ορισμένα εκ των οποίων αναφέρονται παρακάτω (Guinea, 1970):

- *Santolina adscensionis* Maire
- *Santolina africana* Jord. & Fourr.
- *Santolina elegans* DC.

- *Santolina oblongifolia* Boiss.
- *Santolina rosmarinifolia* L.
- *Santolina viscosa* Lag.
- *Santolina neapolitana* Jord. & Fourr

### 1.3.3 Κλιματικές απαιτήσεις

Η λεβαντίνη ευδοκιμεί σε περιοχές πολύ θερμές και ξηρές, καθώς το ριζικό σύστημα της επιτρέπει την αξιοποίηση ακόμη και των μικρότερων ιχνών εδαφικής υγρασίας. Η αντοχή του φυτού στη ξηρασία είναι μεγάλη. Η λεβαντίνη συναντάται ακόμη και σε μεγάλο ύψος πάνω σε βουνά δείχνοντας σημαντική αντοχή στους παγετούς του χειμώνα, ακόμη και όταν η θερμοκρασία είναι αρκετούς βαθμούς κάτω του μηδενός. Αντίθετα, η λεβαντίνη είναι ευπαθής στους όψιμους παγετούς. Για τον λόγο αυτό είναι προτιμότερο να φυτεύεται στην νότιο πλευρά των λόφων και των βουνών (Πιερρακέας, 1971).

### 1.3.4 Έδαφος

Η λεβαντίνη ευδοκιμεί σε ασβεστώδη εδάφη, ενώ είναι ικανή να αξιοποιήσει άγονα, χαλικώδη εδάφη τα οποία δεν προσφέρονται για την αποδοτική καλλιέργεια άλλων φυτών. Καλλιεργούμενη όμως σε γονιμότερα εδάφη, δίνει μεγαλύτερες αποδόσεις. Η λεβαντίνη είναι ευαίσθητη στην υπερβολική υγρασία και δεν αντέχει σε εδάφη όξινα και με κακή αποστράγγιση. Καταλληλότερες τιμές pH του εδάφους θεωρούνται από 6,6 έως 9,0 (Πιερρακέας, 1971).

### 1.3.5 Λίπανση

Επειδή η λεβαντίνη καλλιεργείται στις πλαγιές των λόφων και σε ξηρά μέρη, ως ενδεδειγμένη λίπανση προτείνεται ο συνδυασμός οργανικής και ανόργανης λίπανσης (Πιερρακέας, 1971).

### 1.3.6 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της λεβαντίνης γίνεται με σπόρο που σπέρνεται σε σπορείο και κυρίως με μοσχεύματα και παραφυάδες. Η παραγωγή φυτών με τα μοσχεύματα παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η απόκτηση φυτών που έχουν συγκεκριμένες, επιθυμητές και σταθερές ιδιότητες (Πιερρακέας, 1971, Σκουμπής, 1998).

### 1.3.7 Τρόπος καλλιέργειας

Η λεβαντίνη φυτεύεται το φθινόπωρο ή την άνοιξη σε αποστάσεις 50-60 επί 60-70 cm (Σκουμπής, 1998). Το φυτό της λεβαντίνης δεν είναι πολύ απαιτητικό όσον αφορά τις καλλιεργητικές φροντίδες. Βασικός στόχος είναι η διατήρηση της υγρασίας του εδάφους και η αποφυγή του ανταγωνισμού από την αυτοφυή βλάστηση (Πιερρακέας, 1971).

### 1.3.8 Συγκομιδή

Η λεβαντίνη ανθίζει από το Μάιο έως τον Ιούλιο (Σκουμπής, 1998). Η καλλιέργεια της λεβαντίνης από το 2ο έτος της εγκατάστασης της παράγει μικρό αριθμό ανθικών βλαστών και είναι δυνατό να δώσει μια μικρή παραγωγή. Η παραγωγή της λεβαντίνης είναι ικανοποιητική από το 3ο έτος. Η συγκομιδή απαιτεί κατάλληλη θερμοκρασία και χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Θερμός καιρός με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία έχει ως συνέπεια απώλεια του αιθέριου ελαίου (Πιερρακέας, 1971).

### 1.3.9 Εχθροί και ασθένειες

Η λεβαντίνη είναι γενικά φυτό ανθεκτικό στις ασθένειες. Ωστόσο, μπορεί να προσβληθεί από το παθογόνο *Phytophthora tentaculata* το οποίο προκαλεί σήψη των ριζών και των μίσχων (Alvarez *et al.*, 2006).

### 1.3.10 Ιδιότητες

Είναι φυτό αρωματικό, φαρμακευτικό και καλλωπιστικό. Το υπέργειο τμήμα περιέχει αιθέριο έλαιο κατάλληλο για την αρωματοποιία και την σαπωνοποιία. Επίσης θεωρείται αντισπασμωδικό, επουλωτικό, ευστόμαχο και ανθελμινθικό (Lam *et al.*, 1989, Σκουμπής, 1998).

## 1.4 Υλικά υποστρωμάτων

### 1.4.1 Περλίτης

Είναι ανόργανο υλικό, αργιλοπυριτικό με κρυσταλλικό νερό, ηφαιστειογενούς προέλευσης. Στη χώρα μας παράγεται στη Μήλο και τη Νίσυρο (Κυρίτσης και Μαυρογιαννόπουλος, 1996). Το υλικό το οποίο εξορύσσεται από τα ορυχεία αρχικά αλέθεται, διαχωρίζεται και στη συνέχεια υφίσταται μια θερμική επεξεργασία στους 900-1.000 °C, όπου διογκώνεται. Η υψηλή θερμοκρασία της επεξεργασίας έχει ως αποτέλεσμα την απόδοση ενός αποστειρωμένου υλικού (Ολύμπιος, 1994). Στα εδαφικά μείγματα χρησιμοποιούνται κόκκοι διαμέτρου 1,5 έως 3 mm. Η πυκνότητά του είναι 128 kg/m<sup>3</sup> και μπορεί να συγκρατήσει τριπλάσιο ή τετραπλάσιο νερό σε σχέση με τον όγκο του. Το pH του περλίτη είναι 7,0-7,5 αλλά δεν παρουσιάζει ρυθμιστική ικανότητα και επίσης δεν προσφέρει θρεπτικά στοιχεία (Ευσταθιάδης, 1987, Ολύμπιος, 1994, Κυρίτσης και Μαυρογιαννόπουλος, 1996).

Ο περλίτης συνδυάζεται πολύ καλά σε μείγμα με τύρφη, όπου βελτιώνει το πορώδες, ενώ υποστρώματα από καθαρό περλίτη ή μείγματα που περιέχουν περλίτη σε μεγαλύτερο ποσοστό στραγγίζουν και αερίζονται πολύ καλά. Τέλος, ένα ακόμη πλεονέκτημα που παρουσιάζει η χρήση του περλίτη ως υπόστρωμα καλλιέργειας είναι το σημαντικά χαμηλότερο κόστος του σε σύγκριση με άλλα ανόργανα υλικά (Ολύμπιος, 1994, Guler *et al.*, 1995, Κυρίτσης και Μαυρογιαννόπουλος, 1996).

### 1.4.2 Τύρφη

Η τύρφη σχηματίζεται από μερική αποσύνθεση φυτών, τα οποία αναπτύσσονται σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις και χαμηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, ή στον πυθμένα λιμνών. Η τύρφη σαν οργανικό υλικό δεν μπορεί να

θεωρηθεί αδρανής όπως ο περλίτης. Το οργανικό αυτό υλικό εμπλουτίζεται με θρεπτικά στοιχεία και το pH διορθώνεται με την ανάμιξη ασβεστόλιθου και δολομίτη (Ολύμπιος, 1994, Κυρίτσης και Μαυρογιαννόπουλος, 1996).

Κατά την εξόρυξη της τύρφης από τις εκτάσεις των βορειοευρωπαϊκών περιοχών, αφαιρείται πρώτα το επάνω στρώμα του εδάφους που φέρει τη βλάστηση και στη συνέχεια εξορύσσεται η κάτω από αυτό ξανθή τύρφη, υλικό που δεν έχει αποσυντεθεί σε μεγάλο βαθμό και έχει πολλούς κενούς χώρους. Στη χώρα μας βρίσκεται η μαύρη τύρφη στον πυθμένα των λιμνών που αποξηράνθηκαν ή ελωδών εκτάσεων που όμως είναι κατώτερης ποιότητας, γιατί είναι περισσότερο αποσυντεθειμένη και έχει λιγότερους κενούς χώρους.

Η ξανθή τύρφη είναι από τα καταλληλότερα υλικά που χρησιμοποιούνται για εδαφικά μείγματα και αποτελεί το μέτρο σύγκρισης για την ποιότητα και καταλληλότητα όλων των άλλων οργανικών υλικών (Κυρίτσης και Μαυρογιαννόπουλος, 1996).

### 1.4.3 Κομπόστ

#### 1.4.3.1 Ιστορική εξέλιξη

Η κομποστοποίηση ή αερόβια χώνευση, όπως αλλιώς αναφέρεται είναι μια από τις πιο αρχαίες γεωργικές διεργασίες, η οποία άρχισε να συστηματοποιείται στις αρχές του 1900 από τον Sir Albert Howard, στην περιοχή Indore της Ινδίας (Golueke, 1972). Αρχικά, η διαδικασία ήταν αναερόβια, αλλά αργότερα τροποποιήθηκε σε αερόβια και ονομάστηκε Bangalore process (Epstein, 1997). Μέχρι τότε το ενδιαφέρον της κομποστοποίησης επικεντρωνόταν στη χρήση της σαν ένα υγειονομικό μέτρο κατά την επεξεργασία ανθρώπινων αποβλήτων σε περιοχές που στερούνταν αποχετευτικού δικτύου, παρά σαν ένα μέτρο διαχείρισης πόρων (Γερόσταθος και Κωστάκης, 1993).

Στον ευρωπαϊκό χώρο σημειώθηκε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο μια αξιοπρόσεκτη εξέλιξη στην παραγωγή ειδών κομπόστ. Χρησιμοποιήθηκαν ως υλικά για κομπόστ, τα οποία αξιοποιούνταν στη λίπανση των καλλιεργειών κατάλληλες ουσίες όπως υπολείμματα ζωοτροφών, φυτικά υπολείμματα ακατάλληλα για ζωοτροφή (συνήθως άχυρα ετήσιων καλλιεργειών), ζιζανιόφυτα, φυλλώματα, οικιακά απορρίμματα, κοτίσιες κοπριές, τύρφη, κοπριά, ιλύ βιολογικών καθαρισμών. Οι

ουσίες αυτές αναμειγνύονταν με ανόργανα υλικά και συνήθως με έδαφος και στη συνέχεια ακολουθούσε η διαδικασία της κομποστοποίησης (Σιδηράς, 1997).

Από τη δεκαετία του '70 και μετά έγινε μεγάλη πρόοδος στην τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε στην κομποστοποίηση. Προτάθηκαν συγκεκριμένα σχέδια και μικροβιακοί πληθυσμοί για την κομποστοποίηση συγκεκριμένων υλικών (Golueke and Diaz, 1996).

Η σχετική ευκολία λειτουργίας και η χρησιμότητα της κομποστοποίησης προσέλκυσαν το ενδιαφέρον του ανθρώπου με αποτέλεσμα να συνεχίζει να πραγματοποιείται ακόμα και σήμερα σε πολλές σύγχρονες κοινωνίες. Μια απαίτηση των τελευταίων χρόνων είναι η αποτελεσματική εκμετάλλευση της κομποστοποίησης σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας που θα μπορούν να επεξεργαστούν μεγάλες ποσότητες αστικών απορριμμάτων. Οι εγκαταστάσεις τέτοιου είδους έχουν επιτευχθεί σε αρκετές χώρες με διαφορετικό βαθμό επιτυχίας σε κάθε μία (Γερόσταθος και Κωστάκης, 1993).

Η αερόβια χώνευση στερεών οργανικών υλικών (κομποστοποίηση) ως μέθοδος ανακύκλωσης φαίνεται να αποτελεί την πιο επιτυχή και διαδεδομένη λύση στη διαχείριση του οργανικού κλάσματος ενός μεγάλου μέρους των αποβλήτων, αφού τελικά δεν μειώνονται μόνο τα απόβλητα, αλλά παράγεται ένα προϊόν που ευνοεί την αγροτική οικονομία και σαν λίπασμα και σαν οργανικό βελτιωτικό εδάφους (Μάρη, 2000).

#### 1.4.3.2 Κομποστοποίηση

Η διαδικασία της αερόβιας βιολογικής αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, με την παρέμβαση του ανθρώπου και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, αποδίδεται με τον όρο κομποστοποίηση (Μανιός, 2003). Ως κομποστοποίηση ορίζεται η βιολογική, αερόβια, θερμοφιλή και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποσύνθεσης των οργανικών αποβλήτων που οδηγεί στην παραγωγή κομπόστ, ενός δηλαδή οργανικού εδαφοβελτιωτικού που προσομοιάζει στο χούμους του εδάφους και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών (Weissbart *et al.*, 2002).

Παρά το πλήθος των διαφόρων εθνικών προδιαγραφών και νομοθεσιών και το ακόμη μεγαλύτερο πλήθος επιστημονικών εργασιών για την κομποστοποίηση και το κομπόστ, εξακολουθεί ακόμη να υπάρχει κάποια σύγχυση σχετικά με τα προϊόντα που μπορούν να φέρουν αυτή την ονομασία. Στη χώρα μας συχνά αναφερόμαστε,

λανθασμένα, σε κομπόστ που προέρχεται από αναερόβιες διεργασίες, ενώ σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες έχει αρχίσει να επικρατεί η άποψη ότι κομπόστ μπορούν να ονομαστούν μόνο τα προϊόντα που προέρχονται από την κομποστοποίηση του διαχωρισμένου στην πηγή οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) και πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές ποιότητας.

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, κομποστοποίηση είναι η ελεγχόμενη βιοξείδωση ετερογενών οργανικών υλικών, από ετερογενείς και κυρίως ετερότροφους μικροοργανισμούς. Προϊόν της κομποστοποίησης είναι το κομπόστ, το οποίο είναι πλούσιο σε οργανική ουσία με υψηλό χουμικό περιεχόμενο και χρησιμοποιείται κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό υλικό αλλά και ως υπόστρωμα (Λαζαρίδη *et al.*, 2002).

#### 1.4.3.3 Διαδικασία κομποστοποίησης

Η κομποστοποίηση μπορεί να περιγραφεί σαν βιοαποδόμηση των οργανικών συστατικών των απορριμμάτων (τροφή) από αερόβιους μικροοργανισμούς με ταυτόχρονη κατανάλωση οξυγόνου και παραγωγή νέου κυτταροπλάσματος, διοξειδίου του άνθρακα, νερού και ενός μείγματος στερεών υπολειμμάτων που αποτελείται από νεκρά κύτταρα και μη αποδομούμενες ενώσεις. Το στερεό αυτό μείγμα καλείται χούμος (humus), περιέχει λιπασματικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορο, κάλιο) και έχει εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες (κατακράτηση υγρασίας, πορώδες κ.α.).

Η μικροβιακή αυτή διεργασία είναι εξώθερμη, δηλαδή προσφέρει θερμότητα στο περιβάλλον της. Έτσι, ένας σωρός οργανικών στερεών που βιοαποδομείται αερόβια αυξάνει τη θερμοκρασία του όταν καταλαμβάνει κάποιο ορισμένο όγκο και οι θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον δεν είναι μεγαλύτερες από την παραγωγή θερμότητας της διεργασίας. Γενικότερα, οι βιολογικές διεργασίες που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης διακρίνονται στις παρακάτω φάσεις:

Μεσόφιλη φάση: Δραστηριότητα μεσόφιλων μικροοργανισμών με παράλληλη αύξηση της θερμοκρασίας και στη συνέχεια αντικατάστασή τους με μικροοργανισμούς της θερμόφιλης φάσης. Η γρήγορη αυτή αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται στην επίσης γρήγορη κατανάλωση εύκολα αποδομούμενων συστατικών του σωρού από μεσόφιλα και θερμόφιλα βακτήρια. Η αποδόμηση αυτή είναι εξώθερμη και έχει σαν αποτέλεσμα την παροχή θερμότητας στο σωρό. Η θερμοκρασία μέσα στο σωρό φτάνει μέχρι τους 60-65 °C και πρέπει να δίνεται

ιδιαίτερη προσοχή για τον έλεγχο της παραπέρα αύξησης λόγω των παρατηρούμενων απωλειών αζώτου. Σ' αυτή τη φάση καταστρέφεται το σύνολο των παθογόνων μικροοργανισμών και γίνεται απολύμανση του εδαφοβελτιωτικού.

Θερμόφιλη φάση: Στην φάση αυτή οι πηγές αζώτου αποικοδομούνται ταχύτατα, με αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσών αμμωνίας που ανεβάζουν τις τιμές του pH σε υψηλά επίπεδα (8,0). Καθώς η διαθεσιμότητα των εύκολα αφομοιώσιμων πηγών άνθρακα μειώνεται εμφανίζονται οι θερμόφιλοι μύκητες, οι οποίοι αποικοδομούν ημικυτταρίνες και κυτταρίνες. Θερμόφιλοι ακτινομύκητες, ιδιαίτερα των γενών *Thermonospora* και *Thermoactinomyces* απαντώνται αρκετά συχνά, ενώ τα θερμόφιλα βακτήρια φαίνεται ότι ακολουθούν με την ανάπτυξη τους να εξαρτάται από τις συνθήκες καλού αερισμού της κομπόστας.

Φάση πτώσης της θερμοκρασίας: Μετά από 2-3 μήνες η θερμοκρασία πέφτει στους 25 °C περίπου και εγκαθίστανται στο σωρό οι ανώτεροι οργανισμοί όπως σκουλήκια, έντομα, αραχνοειδή κ.α., μεταβολίζοντας τα εναπομείναντα οργανικά δύσκολα βιοαποδομήσιμα συστατικά του σωρού.

Φάση ωρίμανσης: Μετά από 3 μήνες περίπου εγκαθίστανται οι γαιοσκώληκες (*Eisenia foetida*), με την παρουσία των οποίων ολοκληρώνεται η διεργασία της χουμοποίησης (Χαλβαδάκης, 1998).

#### 1.4.3.4 Συνθήκες κομποστοποίησης

##### A) Θερμοκρασία

Με τη δράση των μικροοργανισμών αυξάνεται σημαντικά η θερμοκρασία του σωρού, καθώς μέρος της παραγόμενης ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα. Στην αρχή οι μικροοργανισμοί αναπαράγονται πολύ γρήγορα και με την άνοδο της θερμοκρασίας επιβραδύνεται η δράση των μικροοργανισμών και δρουν μόνο θερμόφιλα βακτήρια, ενώ παρατηρείται κατανάλωση σακχάρων και άλλων ενώσεων όπως τα απλά αμινοξέα. Η υψηλή θερμοκρασία διατηρείται όσο διαρκεί η διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ώριμου κομπόστ. Κάτω από τις μεγάλες θερμοκρασίες



που αναπτύσσονται, χάνεται και η υγρασία με τη μορφή υδρατμών και γι' αυτό θα πρέπει να αναπληρώνεται με την προσθήκη νερού ή υλικών που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό (Ποδηματάς, 2004).

## B) Υγρασία

Η άριστη σχετική υγρασία για την κομποστοποίηση είναι 50-60%. Η υγρασία αυτού του επιπέδου είναι άκρως ενδιαφέρουσα γιατί ευνοεί τον πολλαπλασιασμό και τις δραστηριότητες των μικροοργανισμών. Η μεγάλη ένταση της διεργασίας της κομποστοποίησης προκαλεί υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες έχουν την τάση να ξηραίνουν το υλικό βλάπτοντας έτσι την καλή πορεία της κομποστοποίησης. Η περίσσεια υγρασία αντίθετα τείνει να προκαλέσει συνθήκες αναερόβιες, με συνέπεια την απελευθέρωση ενώσεων που εκπέμπουν δυσοσμία (Σιδηράς, 1997).

## Γ) Αερισμός

Για την ομαλή δραστηριότητα των μικροοργανισμών, αλλά και για την απομάκρυνση του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα, είναι απαραίτητη η παροχή αέρα στο σωρό. Ο αερισμός επιτυγχάνεται με το ανακάτεμα του σωρού, αλλά είναι καλύτερα να έχει κατασκευαστεί από την αρχή σωστά ο σωρός, έτσι ώστε να πραγματοποιείται η κυκλοφορία του αέρα από τον πυθμένα του. Σε σωρούς που πιάνουν χώρο μεγαλύτερο του 1 m<sup>2</sup>, επιβάλλεται η δημιουργία αεραγωγών (Ποδηματάς, 2004).

Η πρώτη αναμόχλευση συνιστάται μετά δύο ή τρεις εβδομάδες από την έναρξη της διαδικασίας, περίοδος με τη μεγαλύτερη δυνατή απαίτηση σε αερισμό. Η επόμενη πρέπει να πραγματοποιηθεί την πέμπτη με έκτη εβδομάδα από την αρχική ημερομηνία. Η αιτιολογία υπάρχει στην έναρξη μιας πτωτικής τάσης των θερμοκρασιών, σηματοδοτώντας έτσι τη σταθεροποίηση των διεργασιών της κομποστοποίησης. Μια ακόμη αναμόχλευση πρέπει να γίνει τη δέκατη εβδομάδα για μια τελευταία ενσωμάτωση οξυγόνου. Στο τελευταίο στάδιο δεν αυξάνονται άλλο οι θερμοκρασίες, το οργανικό υλικό δεν υποφέρει από σήψεις και τα λιπαντικά στοιχεία διατηρούνται χωρίς απώλειες (Σιδηράς, 1997).

#### Δ) Θρεπτικά συστατικά

Η σχέση C/N είναι πολύ σημαντική και η ιδανική τιμή της πρέπει να είναι γύρω στο 25-35/1. Ο άνθρακας είναι βασικά αυτός που παρέχει ενέργεια στους μικροοργανισμούς, ενώ το άζωτο βασικό συστατικό για τη δημιουργία των πρωτεϊνικών συστατικών τους. Αν η τιμή του C/N είναι μεγαλύτερη, απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για την αποσύνθεση, ενώ αν είναι μικρότερη, τότε μέρος του αζώτου χάνεται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή αμμωνίας. Η ρύθμιση του λόγου C/N μπορεί να γίνει με την ανάμειξη υλικών που έχουν διαφορετικές τιμές C/N. Τα άχυρα περιέχουν μεγάλο ποσοστό άνθρακα, ενώ η εμπλουτισμένη με ούρα κοπριά, περιέχει μεγάλο ποσοστό αζώτου (Ποδηματάς, 2004).

#### Ε) Οξύτητα

Η αύξηση της οξύτητας στα αρχικά στάδια οφείλεται στην παραγωγή οργανικών οξέων, τα οποία καταναλώνονται γρήγορα και στη συνέχεια στην παραγωγή αμμωνίας. Το pH κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης κυμαίνεται μεταξύ 5-5,5 και 7,5-8. Πτώση του pH κάτω από 5 αναστέλλει τη διαδικασία της κομποστοποίησης, ενώ σε αυτή την περίπτωση η προσθήκη ασβέστη βελτιώνει την κατάσταση (Ποδηματάς, 2004).

#### 1.4.3.5 Υλικά κομπόστ

##### Α) Υλικά κατάλληλα για κομποστοποίηση

Τα υλικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή κομποστών είναι:

Οργανικά υλικά από στάβλους (κοπριά ζώων και άχυρο). Αχώνευτα από βόδια, από αγελάδες, γιδοπροβάτων και πουλερικών (όχι ανθρώπων και χοίρων) (Ondra, 1998).

Ξηρά υπολείμματα μετά τη συγκομιδή. Φυτική ύλη από πάρκα, κήπους, κλαδέματα, κλαδιά δέντρων και θάμνων, καθώς και αγριόχορτα πριν σχηματίσουν σπόρους. Ακόμα, πολύτιμα είναι τα φύλλα που πέφτουν από τα δένδρα και ειδικότερα

αυτά της οξιάς, της καστανιάς και της βελανιδιάς, ενώ και οι βελόνες των πεύκων μπορεί να αποτελέσουν ένα μικρό ποσοστό (10%) της κομπόστας.

Οργανικά υπολείμματα της κουζίνας όπως φλούδες, κοτσάνια, καρποί, υπολείμματα από σαλάτες, τσόφλια αυγών.

Υπολείμματα επεξεργασίας εργοστασίων: σταφύλια από οινοποιεία, υπόλοιπα από ελαιουργεία, εκκοκκιστήρια βαμβακιού, επεξεργασίας τεύτλων για ζάχαρη, κονσερβοποιείας και ειδικότερα ότι περισσεύει από μηχανική επεξεργασία χωρίς προσθήκη χημικών.

Ορυκτά υλικά: Σκόνες πετρωμάτων (λατομεία).

Χωνεμένο κομπόστ ή χώμα με οργανική ουσία: αναγκαίο υλικό για εμβολιασμό του μίγματος με μικροοργανισμούς.

Διάφορα προϊόντα κηπευτικών φυτών, υπολείμματα λαχανικών και μανιτάρια, που είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία.

Κομπόστ από σκουλήκια και υπολείμματα χορτοκοπής γκαζόν που επίσης είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία (Γραβάνης, 1997).

Φύκη και άλλα φυτικά υπολείμματα (Αλκιμος, 2000).

## B) Υλικά ακατάλληλα για κομποστοποίηση

Τα υλικά που πρέπει να αποφεύγονται κατά την παραγωγή κομπόστ είναι:

Ανόργανα υλικά και συνθετικές ύλες όπως πέτρες, μεταλλικά αντικείμενα, πλαστικά, γυαλί.

Υπολείμματα φαγητών που περιέχουν κρέας, λίπη, κόκαλα, λάδια υλικά καθαρισμού, απορρυπαντικά.

Τα υπολείμματα της καλλιέργειας της ντομάτας, καθώς στις ρίζες υπάρχουν συχνά νηματώδεις.

Φυτικά υπολείμματα που έχουν προσβληθεί από μύκητες (π.χ. περονόσπορο, ιώδιο κλπ) γιατί μεταφέρουν τα σπόρια των ασθενειών.

Οι φλούδες των εσπεριδοειδών σε μεγάλες ποσότητες γιατί αυξάνουν την οξύτητα και εμποδίζουν μερικούς οργανισμούς της χώνεψης όπως τους γαιοσκώληκες.

Ζωικά και φυτικά λίπη καθώς εμποδίζουν τον καλό αερισμό (Γραβάνης, 1997).

#### 1.4.3.6 Πλεονεκτήματα κομποστοποίησης

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αφορούν :

1) την εξυγίανση: παθογόνοι μικροοργανισμοί, λάρβες εντόμων, σπόροι ζιζανίων θανατώνονται άμεσα κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Οχλήσεις από έντομα και τρωκτικά και δυσάρεστες οσμές εξουδετερώνονται με τη γρήγορη αποδόμηση του οργανικού υλικού.

2) τη μείωση του όγκου και του βάρους του αρχικού υλικού: μέρος του οργανικού άνθρακα μεταβολίζεται σε CO<sub>2</sub>. Επίσης η ποιότητα του τελικού προϊόντος (κομπόστ) είναι καλύτερη σε σχέση με αυτή του αρχικού υλικού.

3) την εξοικονόμηση ενέργειας: το προϊόν της κομποστοποίησης μειώνει τη χρήση λιπασμάτων αφού επιστρέφονται στο έδαφος θρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για τη θρέψη των φυτών σε οργανική μορφή. Επιπλέον λόγω της αποδόμησης των εύκολα αφομοιώσιμων μορφών οργανικού άνθρακα, μειώνεται ο κίνδυνος ακινητοποίησης του εδαφικού αζώτου (Finstein and Morris, 1975).

4) την αντικατάσταση της τύρφης από προϊόντα κομποστοποίησης: η τύρφη χρησιμοποιείται εκτενώς σε μείγματα φυτοχωμάτων, υποστρώματα πολλαπλασιαστηρίων, φυτώρια. Ωστόσο οι πηγές αποθεμάτων είναι περιορισμένες και αντίστοιχες οργανικές ουσίες πρέπει να βρεθούν ως εναλλακτικές λύσεις πριν τα αποθέματα εξαντληθούν. Επιπλέον υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον σε σχέση με τον περιβαλλοντικό κίνδυνο που προκύπτει από την εντατική εξόρυξη τύρφης (Chen *et al.*, 1988, Smith and Hall, 1992).

5) την μείωση των κινδύνων ρύπανσης στους χώρους υγιεινής απορριμμάτων: τα προβλήματα που προκύπτουν από τη διάθεση αποβλήτων στο έδαφος, αφορούν κυρίως τη μόλυνση των υπόγειων υδροφόρων οριζώντων. Η μέθοδος της ταφής έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση στο νερό των προϊόντων αναερόβιας αποδόμησης και την αύξηση της περιεκτικότητας του νερού σε βαρέα μέταλλα. Η έλλειψη οξυγόνου και θρεπτικών στοιχείων, η ιδιαιτερότητα του συγκεκριμένου περιβάλλοντος και ο μικρός αριθμός μικροοργανισμών που μπορούν να εποικοδομήσουν τις ουσίες αυτές συντελούν στη μεγιστοποίηση του προβλήματος (Atlas and Bartha, 1993).

6) τον εμπλουτισμό του εδάφους σε οργανική ουσία και την ευεργετική επίδραση στη ριζόσφαιρα των φυτών: η εντατική καλλιέργεια των εδαφών με παράλληλη χρήση χημικών λιπασμάτων έχουν οδηγήσει σε σημαντική μείωση της

οργανικής ουσίας στα περισσότερα εδάφη. Ο ρόλος της οργανικής ουσίας σε ένα έδαφος σχετίζεται με τη δομή, την υδατοϊκανότητα, τη συγκράτηση ανόργανων στοιχείων και οργανικών μορίων με όσα ευνοϊκά αποτελέσματα για την υγιή ανάπτυξη των φυτών επιφέρει (Cheshire and Mundie, 1990).

#### 1.4.3.7 Μειονεκτήματα κομποστοποίησης

Κατά τον Epstein (1997) τα μειονεκτήματα της κομποστοποίησης είναι τα ακόλουθα:

1) Αέρια και δυσοσμίες, μπορούν να εκπέμπονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Αυτά τα αέρια και οι δυσοσμίες μπορούν να περιοριστούν με την καλύτερη σχεδίαση του χώρου κομποστοποίησης και διαχείρισης των λειτουργιών της.

2) Η κομποστοποίηση ως μέθοδος χρειάζεται περισσότερο χώρο σε σχέση με άλλες τεχνολογίες διαχείρισης αποβλήτων. Οι απαιτήσεις χώρου συχνά, αφορούν την αποθήκευση και τις ανάγκες της αγοράς.

3) Το προϊόν της κομποστοποίησης πρέπει να πουληθεί στην αγορά.

#### 1.4.3.8 Κομπόστ στεμφύλων

Η παραγωγή σταφυλιών προς οινοποίηση στην Ελλάδα σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας για την πενταετία 1996-2000 ήταν κατά μέσο όρο 524.780 τόνοι. Η παραγωγή οίνου την ίδια περίοδο ήταν σε μέση τιμή 383.000 τόνοι. Από την παραπάνω ποσότητα οίνου οι 133.000 τόνοι προέρχονται από τη χωρική οινοποίηση, ενώ οι 250.000 από οργανωμένα οινοποιεία. Τα στέμφυλα (νωπή πούλπα, γίγαρτα, βόστρυχοι) αποτελούν υποπροϊόντα των οινοποιείων και παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την αξιοποίησή τους.

Αν λάβουμε υπόψη ότι από 100 kg σταφύλια προς οινοποίηση τα νωπά στέμφυλα είναι περίπου το 27%, στην Ελλάδα στην πενταετία 1996-2000 παρήχθησαν περίπου 142.000 τόνοι στέμφυλα 65% των οποίων από τα οργανωμένα οινοποιεία και 35% από την χωρική οινοποίηση. Αν προσθέσουμε και μια μεγάλη ποσότητα υπολειμμάτων από τα επιτραπέζια σταφύλια που πετάγεται, η συνολική ποσότητα των παραπροϊόντων οινοποιείων είναι ακόμα μεγαλύτερη.

Υπολογίζεται πως από 100 kg νωπά στέμφυλα παραλαμβάνονται 30 kg νωπή πούλπα, 25 kg νωπά γίγαρτα και 20 kg βόστρυχοι. Το υπόλοιπο αντιπροσωπεύει απώλειες κυρίως υπό υγρή μορφή. Συνεπώς από τους 142.000 τόνους νωπά στέμφυλα υπάρχουν για αξιοποίηση 42.000 τόνοι νωπή πούλπα, 35.500 τόνοι γίγαρτα και 28.000 τόνοι βόστρυχοι (Ισραηλίδης, 2001).

Τα στέμφυλα οινοποιίας αποτελούν καλή αρχική ύλη για κομποστοποίηση λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε οργανική ουσία. Αποδομούνται εύκολα και γρήγορα ακόμη και μόνα τους, ενώ το παραγόμενο κομπόστ χαρακτηρίζεται από πολύ ήπιες τιμές pH και EC (Μανιαδάκης *et al.*, 2010).

Ερευνητικές μελέτες που αξιοποίησαν κομπόστ στεμφύλων ως υπόστρωμα παρουσίασαν αποτελεσματική καταστολή των ασθενειών που οφείλονται στους μύκητες *Rhizoctonia solani* και *Sclerotium rolfsii* (Mandelbaum *et al.*, 1985, Gorodecki and Hadar, 1990), ενώ και άλλες έρευνες επιβεβαίωσαν την ικανότητα της για χρησιμοποίηση της στην καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών (Inbar *et al.*, 1986, Chen *et al.*, 1988, Diaz *et al.*, 2002).

Επίσης σε άλλη μελέτη στην ανάπτυξη του φυτού *Ficus benjamina* cv. Starlight η αντικατάσταση της τύρφης σε ποσοστό 50% από κομπόστα στεμφύλων παρουσίασε αύξηση του ύψους των φυτών και του πάχους του κεντρικού στελέχους σε σύγκριση με την καλλιέργεια σε υπόστρωμα που αποτελούνταν μόνο από τύρφη, ενώ και το ποσοστό του καλίου στο υπόστρωμα τύρφης κομπόστας στεμφύλων ήταν μεγαλύτερο (Chen *et al.*, 1988).

Επιπροσθέτως, άλλες πειραματικές μελέτες δείχνουν ότι κομπόστ από στέμφυλα μπορούν να υποκαταστήσουν σημαντικές ποσότητες τύρφης και πετροβάμβακα επιτυχώς (Reis *et al.*, 2001, Παπαφωτίου *et al.*, 2009a,b), ενώ οι Santos *et al.* (2008) αναφέρουν ότι κομπόστ από στέμφυλα μείωσαν την εξάπλωση του παθογόνου μύκητα *Pythium* σε καλλιέργεια αγγουριάς.

Συμπερασματικά, τα στέμφυλα είναι κατάλληλα για κομποστοποίηση, λόγω της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων που περιέχουν, προστατεύοντας παράλληλα και τη ρύπανση του περιβάλλοντος που προκαλείτε από την μη σωστή αξιοποίηση τους (Diaz *et al.*, 2002).

## 1.5 Σκοπός πειράματος

Σε μία περίοδο όπου αναζητούνται τρόποι αύξησης των χώρων πρασίνου, η κατασκευή των φυτεμένων δωμάτων κερδίζει συνεχώς έδαφος σε πολλές χώρες του κόσμου. Η επιλογή του υποστρώματος που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη των φυτών, έτσι ώστε να μην επιβαρύνει τη στατικότητα των κτιρίων, αλλά και η χρήση των κατάλληλων φυτικών ειδών που θα τοποθετηθούν αποτελούν ζωτικής σημασίας κριτήρια για την επιτυχία ενός φυτεμένου δώματος.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση του είδους και του βάθους του υποστρώματος στην ανάπτυξη των φυτών *O. majorana* και *S. chamaecyparissus* σε συνθήκες φυτοδώματος, καθώς και της συχνότητας άρδευσης. Στο πείραμα αυτό αξιολογήθηκε: α) η αντικατάσταση της τύρφης που αποτελεί έναν ακριβό και μη ανανεώσιμο φυσικό πόρο, από κομπόστ στεμφύλων ως μέρος του υποστρώματος ανάπτυξης, β) η ικανότητα ανάπτυξης των φυτικών ειδών που μελετήθηκαν σε χαμηλού βάθους υπόστρωμα και γ) η εφαρμογή αραιής συχνότητας άρδευσης. Για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν σε βιομετρικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φυτών, αλλά και στις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Φυτικό υλικό

Για την έναρξη του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν έρριζα μοσχεύματα των φυτικών ειδών *Origanum majorana* κοιν. μαντζουράνα και *Santolina chamaecyparissus* κοιν. Λεβαντίνη (Εικ.8) που προήλθαν από την επιχείρηση παραγωγής και εμπορίας ανθοκομικών «Κιτάντζης ΕΠΕ». Τα μοσχεύματα παρέμειναν για μία ημέρα σε εσωτερικό χώρο υπό σκιά, πριν τη φύτευση τους στην τελική θέση.



**Εικόνα 8.** Έρριζα μοσχεύματα *Origanum majorana* (αριστερά) και *Santolina chamaecyparissus* (δεξιά).

### 2.2 Φύτευση μοσχευμάτων

Η φύτευση των έρριζων μοσχευμάτων πραγματοποιήθηκε στις 18 Απριλίου 2010, σε πλαστικά κιβώτια της εταιρίας Holiday Land A.E. (Πειραιάς, Αττική).

Χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι κιβωτίων για να επιτύχουμε το επιθυμητό βάθος υποστρώματος. Τα κιβώτια για χαμηλό βάθος υποστρώματος με κωδικό AR 7922.760.415 είχαν εξωτερικές διαστάσεις 600x400x150 mm και εσωτερικές 490x340x145 mm, βάρος 1,6 kg και χωρητικότητα 25 l. Τα κιβώτια για ψηλό βάθος υποστρώματος με κωδικό AR 7925.760.415 είχαν εξωτερικές διαστάσεις



600x400x220 mm και εσωτερικές 490x340x215 mm, βάρος 1,9 kg και χωρητικότητα 40 l.

Σε κάθε πλαστικό κιβώτιο τοποθετήθηκαν 4 μοσχεύματα του ίδιου είδους σε διάταξη ορθογωνίου παραλληλογράμμου, ενώ τα κιβώτια εγκαταστάθηκαν στο δώμα του Κεντρικού Κτιρίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Εικ.9). Η φύτευση είχε απόλυτη επιτυχία και για τα 2 φυτικά είδη που χρησιμοποιήθηκαν.



**Εικόνα 9.** Διάταξη κιβωτίων στο δώμα του Κεντρικού Κτιρίου του Γ.Π.Α.

### 2.3 Υλικά εγκατάστασης συστήματος φυτεμένου δώματος

Πριν την τοποθέτηση του υποστρώματος καλλιέργειας εντός των πλαστικών κιβωτίων τοποθετήθηκαν τα παρακάτω υλικά υποδομής φυτεμένου δώματος από κάτω προς τα πάνω (Εικ.10):

1. Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης
2. Αποστραγγιστικό στοιχείο
3. Δηθητικό φύλλο



**Εικόνα 10.** Υλικά υποδομής φυτεμένου δώματος εντός πλαστικού κιβωτίου.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν της εταιρίας Zinco (Zinco GmbH, Grabenstrasse 33, Handelsregisternummer HR 22 43 12 Stuttgart), η οποία έχει ως αντιπρόσωπο στην Ελλάδα την εταιρεία «egreen» (Σίνα 32, Αθήνα).

Το υπόστρωμα συγκράτησης της υγρασίας, θρεπτικών στοιχείων και προστασίας της μόνωσης από μηχανικές φθορές ήταν τύπου Mat SSM 45 και κατασκευάζεται από συνθετικό υλικό με πολυεστερικές ίνες, πάχους 5 mm, βάρους  $0,47 \text{ kg m}^{-2}$  και με ικανότητα συγκράτησης νερού  $5 \text{ l m}^{-2}$ .

Το αποστραγγιστικό στοιχείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύπου Floradrain FD 25 και κατασκευάζεται από ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο. Έχει ύψος 2,5 cm, βάρος  $1,5 \text{ kg m}^{-2}$ , χωρητικότητα νερού  $3 \text{ l m}^{-2}$  και μέγιστο επιτρεπόμενο όριο φορτίου  $250 \text{ kN m}^{-2}$ . Το αποστραγγιστικό στοιχείο αποτελείται από κυψέλες στις οποίες αποθηκεύεται το νερό, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας του νερού μέσω των καναλιών του. Οι οπές που φέρει στην ανώτερη επιφάνεια των κυψελών επιτρέπουν τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών και βοηθούν στην εξάτμιση της υγρασίας προς το υπόστρωμα ανάπτυξης.

Το διηθητικό φύλλο ήταν τύπου SF το οποίο κατασκευάζεται από θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο, πάχους 0,6 mm, βάρους  $0,1 \text{ kg m}^{-2}$  και αποτρέπει τη μεταφορά τεμαχιδίων από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών στο αποστραγγιστικό σύστημα.

Ακόμη για την παρεμπόδιση της διέλευσης των ριζών των φυτών προς τη μόνωση του δώματος, τοποθετήθηκε κάτω από τα πλαστικά κιβώτια αντιριζική

μεμβράνη τύπου WSF 40 από ηλεκτρονικά ελεγμένο πολυαιθυλένιο, πάχους 0,40 mm και βάρους  $0,38 \text{ kg m}^{-2}$ .

#### 2.4 Υπόστρωμα καλλιέργειας

Τα υποστρώματα καλλιέργειας που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία του πειράματος αποτελούνταν από 2 μείγματα με τις παρακάτω αναλογίες:

1. 2Τ:3Ε:5Π
2. 2Κ:3Ε:5Π,

όπου (Τ): τύρφη (φυσική ξανθιά τύρφη, pH= 5,5-6,5, χωρίς λίπασμα, βαθμός αποσύνθεσης H<sub>2</sub>-H<sub>5</sub> με ασβέστιο για τη ρύθμιση του pH, από την εταιρεία Klasman Deilmann GmbH, Germany), (Ε): έδαφος (άμμος: 86,48%, ιλύς: 3%, άργιλος: 10,52%, pH= 7,93%, EC= 0,98 dS m<sup>-1</sup>, CaCO<sub>3</sub>: 1,1%), (Π): περλίτης (Perloflor, Isocon A.E.) και (Κ): κομπόστ στεμφύλων οиноποιίας (Εικ.11) (χωνεμένο του 2009 και χορηγήθηκε από το θερμοκήπιο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών).



**Εικόνα 11.** Κομπόστ στεμφύλων οиноποιίας.

Το υπόστρωμα καλλιέργειας που περιείχε τύρφη (1) αποτέλεσε το μάρτυρα του πειράματος, ενώ το μείγμα που περιείχε κομπόστ από στέμφυλα οиноποιίας (2) αποτέλεσε το προς διερεύνηση υπόστρωμα καλλιέργειας.

Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε 2 διαφορετικά βάθη υποστρώματος των 7,5 cm και των 15 cm. Το βάρος κάθε κιβωτίου (χαμηλό-ψηλό) μαζί με όλα τα υλικά εγκατάστασης του συστήματος και το κάθε υπόστρωμα καλλιέργειας υπολογίστηκαν τόσο πριν όσο και μετά από πλήρη διαβροχή μέχρις απορροής (Πιν.1).

**Πίνακας 1.** Βάρος κιβωτίων ανάπτυξης με υπόστρωμα βάθους 15 cm και 7,5 cm πριν και μετά από τη διαβροχή τους μέχρις απορροής (Τ=τύρφη, Ε=έδαφος, Κ=κομπόστ και Π=περλίτης)

	<b>ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡ. (cm)</b>	<b>ΒΑΡΟΣ ΚΙΒΩΤΙΟΥ 2Τ:3Ε:5Π (kg)</b>	<b>ΒΑΡΟΣ ΚΙΒΩΤΙΟΥ 2Κ:3Ε:5Π (kg)</b>
<b>ΣΤΕΓΝΟ</b>	<b>7,5</b>	7,7	9,8
	<b>15</b>	15,4	20,1
<b>ΥΓΡΟ</b>	<b>7,5</b>	12	14,7
	<b>15</b>	23,2	25,5

## 2.5 Άρδευση

Για τις 2 πρώτες εβδομάδες από την εγκατάσταση του πειράματος τα φυτά αρδεύονταν κάθε 2 ημέρες για την αντιμετώπιση του μεταφυτευτικού στρες, χειρωνακτικά με λάστιχο. Στη συνέχεια αφού έγινε εγκατάσταση αυτόματου συστήματος ποτίσματος, η άρδευση πραγματοποιούταν αυτόματα σε 2 διαφορετικές συχνότητες «συχνή» και «αραιή» άρδευση για το κάθε βάθος υποστρώματος.

Η συχνότητα της άρδευσης καθορίστηκε με τη χρήση υγρασιομέτρου (wet sensor-wet-2) και μετά από οπτική παρατήρηση των φυτών, αφού εφαρμοζόταν σ' αυτά στρες νερού. Έτσι όταν η εδαφική υγρασία κυμαινόταν από 6,5% κ.ο. έως 8,5% κ.ο. για τα βαθιά υποστρώματα, τα φυτά έδειχναν μαραμμένα και εφαρμοζόταν πότισμα. Αντίστοιχα, για τα ρηχά υποστρώματα το πότισμα εφαρμοζόταν όταν η εδαφική υγρασία ήταν 8,5% κ.ο. Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις οι συχνότητες άρδευσης καθορίστηκαν ως εξής μέχρι τις 26 Ιουλίου:

Χαμηλό βάθος υποστρώματος (7,5 cm):

Συχνή άρδευση: Κάθε τρεις (3) ημέρες

Αραιή άρδευση: Κάθε πέντε (5) ημέρες

Ψηλό βάθος υποστρώματος (15 cm):

Συχνή άρδευση: Κάθε πέντε (5) ημέρες

Αραιή άρδευση: Κάθε επτά (7) ημέρες

Από τις 27 Ιουλίου και μέχρι το τέλος του πειράματος στις 25 Σεπτεμβρίου όλες οι συχνότητες άρδευσης μειώθηκαν κατά μία ημέρα, καθώς λόγω των αυξημένων θερμοκρασιών η εδαφική υγρασία μειωνόταν πιο γρήγορα και τα φυτά έδειχναν μαραμμένα με συστροφή των φύλλων από την έλλειψη νερού όταν αυτά ποτίζονταν αραιά.

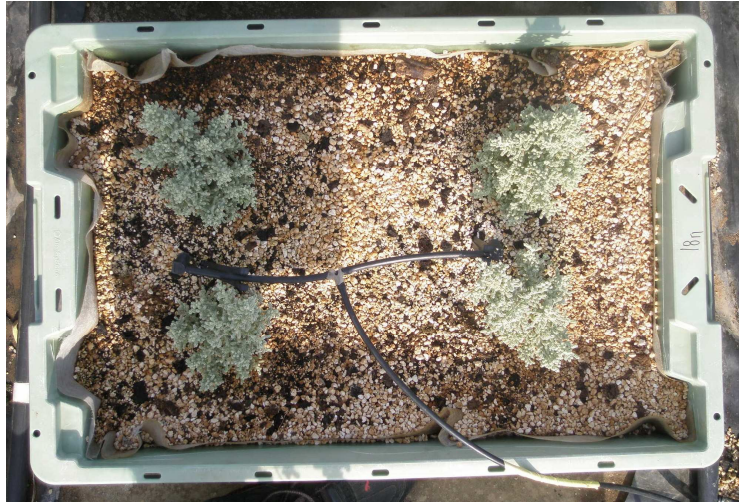
Για το αυτόματο σύστημα ποτίσματος χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις προγραμματιστές ηλεκτροβάνας τύπου Galcon 7001 D-E για κάθε μία από τις συχνότητες άρδευσης (Εικ.12). Για κάθε κιβώτιο ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκαν δύο αυτορρυθμιζόμενοι γωνιακοί σταλάκτες (Εικ.13) τύπου Δοϊράνη παροχής  $4 \text{ l h}^{-1}$  της εταιρείας Agrodrip (ΒΙ.ΠΕ.Θ) ενωμένοι με σωλήνα διαμέτρου  $\Phi 6$ . Ο κεντρικός αγωγός που χρησιμοποιήθηκε μετά την κάθε ηλεκτροβάνα ήταν διαμέτρου  $\Phi 20$ , ενώ ο δευτερεύων  $\Phi 6$ .



**Εικόνα 12.** Προγραμματιστές ηλεκτροβάνας αυτόματου ποτίσματος.

Η άρδευση γινόταν μέχρι να παρατηρηθεί απορροή σε όλα τα κιβώτια ανάπτυξης και γινόταν πριν την ανατολή του ηλίου. Στα χαμηλού βάθους υποστρώματα καθορίστηκε η άρδευση στα 25 min τη φορά, ενώ στα υψηλού βάθους

υποστρώματα στα 45 min. Μετά από δοκιμή διαπιστώθηκε ότι η παροχή του κάθε σταλάκτη σε πραγματικές συνθήκες ήταν  $3,3 \text{ l h}^{-1}$ .



**Εικόνα 13.** Διάταξη γωνιακών σταλακτών στο κιβώτιο ανάπτυξης.

## 2.6 Λίπανση

Κατά την διάρκεια του πειράματος εφαρμόστηκε μόνο μία φορά λίπανση με ριζοπότισμα των φυτών και των δύο φυτικών ειδών στις 6 Αυγούστου, λόγω πιθανής τροφopenίας Mg σε φυτά της λεβαντίνης (Εικ.14).



**Εικόνα 14.** Παρουσία ερυθρών βλαστών σε φυτά του είδους *S. chamaecyparissus* σε υπόστρωμα τύρφης.

Η λίπανση έγινε με υδατοδιαλυτό σκεύασμα Nutri-leaf 60 (Miller, 20-20-20) σε ποσότητα 50 ml/ φυτό και συγκέντρωση 4 g l<sup>-1</sup>.

## 2.7 Συνθήκες ανάπτυξης

Οι μετεωρολογικοί παράμετροι (Πιν.2) που παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο του πειράματος (μέση μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, αθροιστική βροχόπτωση και ημέρες βροχής), λαμβάνονταν από το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για το σταθμό του Θησείου.

**Πίνακας 2.** Μετεωρολογικοί παράμετροι κατά την διάρκεια του πειράματος

Μήνας	Μέση μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Αθροιστική βροχόπτωση (mm)	Ημέρες με βροχή (>0.1mm)
Απρίλιος	22,5	13,5	0,2	2
Μάιος	27,5	17,6	9,1	3
Ιούνιος	30,8	21,6	12,2	6
Ιούλιος	34,8	24,9	0,0	0
Αύγουστος	36,2	26,2	0,0	0
Σεπτέμβριος	29,8	20,7	37,7	3

(Πηγή: <http://cirrus.meteo.noa.gr>)

## 2.8 Φυτοπροστασία

Εκτός από το τακτικό βοτάνισμα των ζιζανίων με το χέρι και την απομάκρυνση από το έδαφος των ξερών τμημάτων από τα φυτά της μαντζουράνας, δεν χρειάστηκε να πραγματοποιηθεί κάποια άλλη επέμβαση φυτοπροστασίας, καθώς δεν παρατηρήθηκαν ούτε μυκητολογικές, ούτε εντομολογικές προσβολές κατά τη διάρκεια του πειράματος στα δύο φυτικά είδη.

## 2.9 Περιγραφή πειράματος

Το πειραματικό μέρος της παρούσας μελέτης διεξήχθη από τις 18 Απριλίου 2010, όπου πραγματοποιήθηκε η φύτευση των έρριζων μοσχευμάτων, έως τις 25 Σεπτεμβρίου 2010.

Χρησιμοποιήθηκαν 96 φυτά του είδους *O. majorana* και 96 φυτά του είδους *S. chamaecyparissus*. Τα φυτά του κάθε είδους τοποθετήθηκαν για καλλιέργεια ανά 4 σε κάθε κιβώτιο καλλιέργειας (2.2). Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 48 κιβώτια, από τα οποία τα 24 περιείχαν υπόστρωμα βάθους 15 cm, ενώ τα υπόλοιπα 24 περιείχαν υπόστρωμα βάθους 7,5 cm. Στα μισά κιβώτια που περιείχαν υπόστρωμα βάθους 15 cm, χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα καλλιέργειας 1, ενώ στα υπόλοιπα το υπόστρωμα καλλιέργειας 2 (2.4). Αντίστοιχα, το ίδιο έγινε και για τα κιβώτια που περιείχαν υπόστρωμα βάθους 7,5 cm. Τα κιβώτια εγκαταστάθηκαν εντελώς τυχαιοποιημένα στο δώμα του Κεντρικού Κτιρίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι επεμβάσεις της άρδευσης που εφαρμόστηκαν ξεκίνησαν στις 3 Μαΐου 2010 και ολοκληρώθηκαν με την λήξη του πειράματος (2.5).

Οι παρατηρήσεις που λαμβάνονταν κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν η μέτρηση του ύψους και της διαμέτρου της κόμης των φυτών (μέσος όρος δύο διαμέτρων κάθετων μεταξύ τους), καθώς και ο υπολογισμός της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος ανά μήνα. Επίσης προσδιορίστηκε η δυναμική φωτοχημική ικανότητα του PSII (29/7-6/8) και η συνολική αντίσταση των φύλλων (3/9-11/9). Στο τέλος του πειράματος, μετρήθηκε το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών.

Στις μετρήσεις προστέθηκε ο προσδιορισμός φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν τόσο πριν την έναρξη του πειράματος, όσο και μετά τη λήξη αυτού. Οι φυσικές ιδιότητες των υποστρωμάτων: η φαινόμενη πυκνότητα ( $\rho_{\phi}$ , bulk density), το άμεσα διαθέσιμο νερό (EAW, easy available water) και το ολικό πορώδες (total porosity), προσδιορίστηκαν με την αξιοποίηση των δεδομένων των χαρακτηριστικών καμπυλών υγρασίας, ενώ οι χημικές ιδιότητες με τη μέτρηση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC).



## 2.10 Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους

Τα νωπά και ξηρά βάρη του υπέργειου τμήματος των φυτών μετρήθηκαν αφού διαχωρίστηκαν πρώτα από το υπόγειο μέρος. Μετά την κοπή από τη βάση και αφού έγιναν οι μετρήσεις του νωπού βάρους, στη συνέχεια το υπέργειο τμήμα τοποθετήθηκε σε χάρτινα σακουλάκια και οδηγήθηκε στο ξηραντήριο στους 75 °C. Τέσσερις ημέρες αργότερα και αφού είχε χαθεί όλη η υγρασία τους, πραγματοποιήθηκε και η μέτρηση του ξηρού βάρους. Οι μετρήσεις τόσο του νωπού όσο και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος πραγματοποιήθηκαν σε ζυγαριά ακριβείας στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

## 2.11 Μέτρηση pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC)

Η μέτρηση του pH και της EC των υποστρωμάτων πραγματοποιήθηκε πριν από την έναρξη του πειράματος, καθώς και μετά το τέλος αυτού στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Για τη μέτρηση του pH γινόταν προσθήκη όγκου υποστρώματος (50 ml) σε απιονισμένο νερό (250 ml), έτσι ώστε η αναλογία υπόστρωμα: νερό να είναι 1:5. Το διάλυμα αυτό αναδεύεται μέχρι να γίνει ομοιογενής ανάμιξη του μείγματος και στη συνέχεια λαμβανόταν μέτρηση. Μετά την ανάδευση και τη μέτρηση του pH μετριόταν η EC των υποστρωμάτων με τη συσκευή EC-meter (Consort, C931).

## 2.12 Προσδιορισμός χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες υγρασίας των υποστρωμάτων υπολογίστηκαν με την χρήση της συσκευής Sand/ kaolin box της εταιρείας Eijkelkamp, στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών τόσο στην αρχή του πειράματος, όσο και στο τέλος αυτού σε αδιατάραχτα δείγματα (Klute, 1986).

Η συσκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή ενός εύρους μυζήσεων στα εδαφικά δείγματα από 0 έως 500 cm H<sub>2</sub>O. Στην συσκευή αυτή τα εξεταζόμενα εδαφικά δείγματα εδράζονται σε στρωματοποιημένο συνθετικό έδαφος

που αποτελείται από δύο στρώσεις. Η πρώτη στρώση αποτελείται από κορεσμένο στρώμα συνθετικής άμμου (πάχους 8 cm, ομοιόμορφης διαμέτρου 73  $\mu\text{m}$ ), ενώ η δεύτερη που βρίσκεται από πάνω αποτελείται από στρώμα καολινίτη (πάχους 1,5 cm). Η πρώτη στρώση της συνθετικής άμμου καλύπτει ένα διάτρητο σωλήνα αποστράγγισης από PVC (Στεφανής, 2008).

### 2.12.1 Προετοιμασία συσκευής

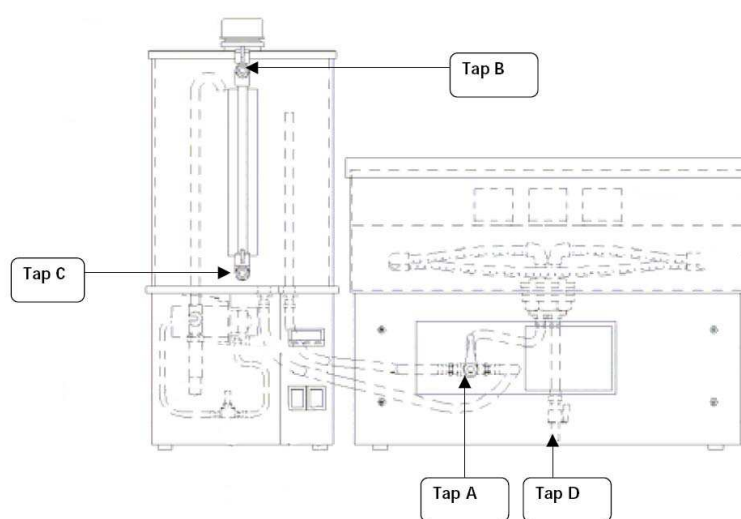
Το στρωματοποιημένο συνθετικό έδαφος των δύο παραπάνω στρώσεων, καλύπτεται από υφασμάτινο φίλτρο, ενώ πάνω από αυτό έχει δημιουργηθεί στρώμα νερού ύψους 1 cm. Η άριστη επαφή του φίλτρου με το στρώμα του καολινίτη καθίσταται απαραίτητη πριν από την αρχική χρήση της συσκευής. Τα δείγματα του εδάφους που πρόκειται να εξεταστούν τοποθετούνται πάνω στο υφασμάτινο φίλτρο σε ειδικούς μεταλλικούς δακτυλίους (εσωτερική διάμετρος 5 cm και ύψος 5 cm) προκειμένου να κορεστούν και στη συνέχεια να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Για την επιβολή των μυζήσεων στα εδαφικά δείγματα γίνεται χρήση ηλεκτρικής αντλίας.

Πριν συναρμολογηθεί η συσκευή, ο σωλήνας αποστράγγισης μέσα στο κιβώτιο καλύπτεται με υφασμάτινο φίλτρο που έχει διαποτιστεί με νερό απαλλαγμένο από άλατα. Κατόπιν γίνεται απόσταξη με βρασμό 10 l νερού τα οποία στη συνέχεια ψύχονται με αργό ρυθμό έως ότου η θερμοκρασία τους φτάσει κοντά σε αυτή του εργαστηριακού περιβάλλοντος. Στη συνέχεια ανοίγεται το καπάκι του δοχείου κενού αέρα και πληρώνεται με νερό έως τη μέγιστη ένδειξη, ενώ προστίθεται και θειούχος χαλκός ο οποίος αποτρέπει την όποια ανάπτυξη βακτηριδίων στο νερό.

Ακολούθως η βάνα A της συσκευής στρέφεται στη θέση “Supply” προκειμένου να αρχίσει η ροή του νερού από το δοχείο κενού αέρα στο κιβώτιο της συσκευής, μέχρις ότου ο σωλήνας αποστράγγισης καλυφθεί πλήρως με νερό και η στάθμη του νερού στο κιβώτιο της συσκευής φτάσει στο ήμισυ περίπου του συνολικού του ύψους και στη συνέχεια κλείνεται. Η βάνα D στο πίσω μέρος της συσκευής ανοίγεται και αυτή προκειμένου να τρέξει λίγη ποσότητα νερού με σκοπό την αποφυγή φυσαλίδων μεταξύ του σωλήνα αποστράγγισης και αυτής. Όταν πραγματοποιηθεί αυτό η βάνα D κλείνει, όπως και το καπάκι του δοχείου κενού αέρα.

Όσον αφορά την αντλία, αρχικά ελέγχεται εάν βρίσκεται εκτός λειτουργίας και οι βάνες A, B, C και D (Εικ.15) είναι κλειστές και τίθεται σε θέση λειτουργίας ο διακόπτης της αντλίας. Η κόκκινη ενδεικτική λυχνία αρχίζει να αναβοσβήνει και έτσι

η συσκευή βρίσκεται στην κατάσταση του αρχικού μενού. Πατώντας τρεις φορές το κουμπί Scroll εμφανίζεται η παράμετρος “AL” η οποία ρυθμίζεται στα 100 cm στήλης H<sub>2</sub>O. Αυτή είναι η στιγμή που η αντλία τίθεται σε λειτουργία και μια μικρή ποσότητα νερού από το κιβώτιο αναρροφάται στο δοχείο κενού αέρα. Όταν πλέον εξαφανιστούν οι όποιες φυσαλίδες αέρα μεταξύ του κιβωτίου της συσκευής και του δοχείου κενού αέρα, η αντλία κλείνει και το υδραυλικό κύκλωμα της συσκευής έρχεται σε κατάσταση κορεσμού.



**Εικόνα 15.** Διάταξη των τεσσάρων βανών της συσκευής Sand/ kaolin box. (Πηγή: Στεφανής, 2008)

Σε αυτό το στάδιο προετοιμάζεται μια ποσότητα συνθετικής άμμου και εμποτίζεται με απιονισμένο νερό υπό σταθερή ανάδευση. Η αναλογία του νερού εντός της συνθετικής άμμου πρέπει να είναι σχετικά υψηλή προκειμένου να μπορεί να απλωθεί το μείγμα σε όλη την επιφάνεια του κιβωτίου της συσκευής. Στη συνέχεια προστίθεται η εμποτισμένη με νερό συνθετική άμμος στο κιβώτιο της συσκευής, ενώ παράλληλα γίνεται ανάδευση προκειμένου να απομακρυνθεί ο περιεχόμενος αέρας. Η συνθετική άμμος πιέζεται προς τα πλευρικά τοιχώματα του κιβωτίου και τις γωνίες του, έτσι ώστε να επιτευχθεί η πλήρης απομάκρυνση του αέρα, καθώς και η καλή επαφή μεταξύ της άμμου και του κιβωτίου. Να σημειωθεί ότι το στρώμα της συνθετικής άμμου πρέπει να καλύψει πλήρως τον σωλήνα αποστράγγισης του κιβωτίου. Μετά, η βάνα A στρέφεται στη θέση «Supply» και ανοίγεται η βάνα B ώστε η πίεση πάνω από την επιφάνεια του νερού στο δοχείο κενού να επανέλθει στα

0 cm (ατμοσφαιρική πίεση). Έτσι ρέει νερό από το δοχείο κενού διαμέσου της συνθετικής άμμου και συμπαρασύρει τις όποιες εναπομείναντες φυσαλίδες αέρα. Τέλος, το πλεονάζον νερό αποχετεύεται ανοίγοντας τη βάνα D.

Αφού η επιφάνεια της άμμου έχει λειανθεί και έχει αφεθεί για περίπου μία ώρα, προστίθεται η στρώση του καολινίτη. Η διαδικασία προετοιμασίας της στρώσης του καολινίτη αρχίζει μισογεμίζοντας μια λεκάνη με απιονισμένο νερό. Με αργό ρυθμό προστίθεται η σκόνη του καολινίτη, ενώ παράλληλα γίνεται διαρκής ανάδευση. Όταν το μείγμα έχει εμποτιστεί πλήρως και έχει γίνει ομογενές, απλώνεται πάνω από την επιφάνεια της άμμου του κιβωτίου της συσκευής. Το τελικό πάχος της στρώσης του καολινίτη είναι περίπου 1,5 cm. Μετά τη λείανση της στρώσης του καολινίτη, πάνω από το στρώμα αυτό τοποθετήθηκε υφασμάτινο φίλτρο και δημιουργήθηκε στρώμα νερού με πάχος 1 cm.

Όταν διαπιστωθεί ότι η αντλία και οι βάνες A, B, C, και D είναι κλειστές, ότι το καπάκι του δοχείου κενού είναι καλά σφικμένο και ότι η παροχή του ρεύματος είναι συνδεδεμένη, ενεργοποιείται ο διακόπτης λειτουργίας της συσκευής, σκεπάζεται το κιβώτιο της συσκευής για να αποφευχθεί εξάτμιση του περιεχόμενου νερού και πλέον η συσκευή είναι έτοιμη προς χρήση.

### 2.12.2 Διαδικασία

Οι μετρήσεις για τη χάραξη της καμπύλης υγρασίας πραγματοποιήθηκαν ως εξής: Αρχικά γίνεται κορεσμός των δειγμάτων μέσα στη συσκευή και λαμβάνεται το βάρος κορεσμού τους. Στη συνέχεια το κάθε εδαφικό δείγμα που βρίσκεται εντός μεταλλικού δακτυλίου (διάμετρος 5 cm και ύψος 5 cm) ζυγίζεται μετά από παρέλευση κάποιων ημερών για κάθε εφαρμοζόμενη μύζηση. Όταν δύο διαδοχικές μετρήσεις βάρους σε κάθε πίεση είναι ίδιες προχωρούμε στο επόμενο βήμα πίεσης. Με το τέλος των μετρήσεων ζυγίζεται και το απόβαρο του δακτυλίου, του υφάσματος και του ελαστικού που χρησιμοποιήθηκαν για τα δείγματα. Για τον προσδιορισμό του βάρους του περιεχόμενου εδαφικού νερού σε κάθε βήμα πίεσης αφαιρούμε από το βάρος του εδαφικού δείγματος την τιμή του ξηρού βάρους, ενώ για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους του εδάφους αφαιρούμε το απόβαρο του δακτυλίου, του υφάσματος και του ελαστικού από το βάρος που παίρνουμε μετά την έξοδο από τον φούρνο στους 105 °C. Η περιεχόμενη κατά βάρος εδαφική υγρασία προκύπτει από τη διαίρεση των τιμών του περιεχόμενου εδαφικού νερού και του ξηρού βάρους του

εδάφους. Τέλος, η κατ' όγκο περιεχόμενη εδαφική υγρασία ( $\text{cm}^3/\text{m}^3$ ) προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της περιεχόμενης κατά βάρος εδαφικής υγρασίας ( $\text{gr}/\text{gr}$ ) με την αντίστοιχη φαινόμενη ξηρή πυκνότητα του κάθε εδαφικού δείγματος ( $\text{gr}/\text{m}^3$ ).

Με αυτή τη διαδικασία σε κάθε βήμα μύζησης (H) υπολογίζεται η περιεχόμενη θ. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίζεται η χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας.

## 2.13 Προσδιορισμός φυσικών ιδιοτήτων υποστρώματος

Οι φυσικές ιδιότητες των υποστρωμάτων προσδιορίστηκαν με την αξιοποίηση των δεδομένων της χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

### 2.13.1 Προσδιορισμός φαινόμενης πυκνότητας ( $\rho_\phi$ )

Η φαινομενική πυκνότητα εκφράζει τη μάζα των τεμαχιδίων στην ξηρή τους κατάσταση στη μονάδα του όγκου του εδάφους και εξαρτάται από την πυκνότητα της διάταξης των τεμαχιδίων (Πουλοβασίλης, 1986).

Προσδιορίστηκε κατόπιν της διαδικασίας χάραξης της χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας. Υπολογίστηκε ο συνολικός όγκος του κάθε υποστρώματος και το συνολικό ξηρό βάρος του υποστρώματος που περιείχε ο κάθε κύλινδρος και υπολογίστηκε η  $\rho_\phi$  ( $\text{m}/\text{V}$ ,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ). Στα υποστρώματα και τα οργανικά πορώδη μέσα η  $\rho_\phi$  είναι αρκετά μικρότερη αυτής των ανόργανων πορωδών μέσων.

### 2.13.2 Προσδιορισμός άμεσα διαθέσιμου νερού (EAW)

Το άμεσα διαθέσιμο νερό (EAW), αποτελεί το νερό που βρίσκεται στο υπόστρωμα και μπορεί να απορροφηθεί άμεσα από το φυτό και να αξιοποιηθεί. Προσδιορίστηκε κατόπιν της διαδικασίας χάραξης της χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας και αποτελεί την υγρασία που υπάρχει ανάμεσα σε φορτίο πίεσης 10 cm και 50 cm.

### 2.13.3 Προσδιορισμός ολικού πορώδους (total porosity)

Το ολικό πορώδες είναι ένας αδιάστατος δείκτης. Είναι μικρότερος για αμμώδη εδάφη απ' ότι για αργιλώδη αν και οι πόροι της πρώτης κατηγορίας εδαφών είναι συνήθως μεγαλύτεροι από τους πόρους της δεύτερης κατηγορίας εδαφών. Ακόμα, το ολικό πορώδες των οργανικών πορωδών μέσων είναι πολύ μεγαλύτερο αυτών των ανόργανων. Το ολικό πορώδες του υποστρώματος (total porosity) δεν είναι σταθερό, αλλά εξαρτάται από την πυκνότητα της διάταξης των τεμαχιδίων και στα διογκούμενα εδάφη από την περιεκτικότητά τους σε νερό (Πουλοβασίλης, 1986). Το ολικό πορώδες ισούται:

$$\text{Πορώδες} = V_{\pi} / V_o \text{ (cm}^3\text{/cm}^3\text{)},$$

όπου  $V_{\pi}$ : ολικός όγκος των πόρων και  $V_o$ : ολικός όγκος του δείγματος.

### 2.14 Προσδιορισμός συνολικής αντίστασης των φύλλων

Για τον προσδιορισμό της συνολικής αντίστασης των φύλλων ( $R_{\text{leaf}}$ ) των φυτών χρησιμοποιήθηκε η συσκευή AP4 Porometer της εταιρείας Delta-T devices (Εικ.16) καθώς δίνει άμεσα αποτελέσματα και προκαλεί ελάχιστο στρες στα φύλλα κατά την διάρκεια των μετρήσεων. Η συνολική αντίσταση των φύλλων αποτελεί τον αντίστροφο όρο της συνολικής αγωγιμότητας των φύλλων και εκφράζει την ταχύτητα διάχυσης των υδρατμών διαμέσου των στομάτων. Η συνολική αντίσταση των φύλλων είναι ανάλογη με την υδατική ροή εντός του φυτού εκφράζοντας τον πραγματοποιούμενο στοματικό έλεγχο στους ρυθμούς διαπνοής (Μαντρατζής, 2003).

Η παραπάνω συσκευή περιλαμβάνει απογραφέα σχετικής υγρασίας, εφαρμοζόμενο σε ειδική κεφαλή. Προκειμένου να διαμορφωθεί η γραφική παράσταση συσχέτισης της συνολικής αντίστασης και της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος για συγκεκριμένες τιμές θερμοκρασίας, με βάση την οποία υπολογίζονται η συνολική αντίσταση για μία συγκεκριμένη μέτρηση, ακολουθείται εξειδικευμένη διαδικασία, γνωστή ως βαθμονόμηση, κατά την οποία ειδική πλάκα με οπές καθορισμένης αντίστασης, επιδέχεται μέτρια βρεγμένο απορροφητικό χαρτί και τοποθετείται στην κεφαλή του οργάνου, ώστε να δημιουργηθεί αντιστοιχία οπών και κατά συνέπεια των τιμών αντίστασης με τις τιμές σχετικής υγρασίας.

Ως δείγματα για την παραλαβή των αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν 2 νεαρά πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα από κάθε επανάληψη, μία ημέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης για κάθε επέμβαση. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν από τις 12.00 μμ έως τις 14.00 μμ, καθώς τότε παρατηρείται η μέγιστη καταπόνηση των φυτών, εξαιτίας των μεγαλύτερων θερμοκρασιών της ημέρας.



**Εικόνα 16.** Απεικόνιση συσκευής AP4 Porometer.  
(Πηγή: <http://www.delta-t.co.uk>)

## 2.15 Εκτίμηση της δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII

Για την εκτίμηση της δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII, χρησιμοποιήθηκε το φθορισμόμετρο Photosynthesis Yield Analyzer MINI-PAM (Portable Chlorophyll Fluorometer, Walz, Effeltrich, Germany), το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί από αρκετούς ερευνητές σε συνθήκες αγρού για τον προσδιορισμό της απόδοσης του φωτοσυνθετικού μηχανισμού κάτω από συνθήκες καταπόνησης (Μοράκης, 2009).

Η φωτοχημική ικανότητα του φωτοσυστήματος II (ΦPSII) αντιπροσωπεύει την ικανότητα του φύλλου για τη διεξαγωγή των φωτεινών αντιδράσεων της φωτοσύνθεσης. Η παράμετρος ΦPSII αποτελεί έναν πολύ ευαίσθητο δείκτη τόσο για τη φωτοσυνθετική ταχύτητα όσο και για τους παράγοντες καταπόνησης που την περιορίζουν. Η μέτρηση της παραπάνω παραμέτρου πραγματοποιείται μέσω του φθορισμού της χλωροφύλλης (Καραμπουρνιώτης *et al.*, 2008).

Το όργανο μέτρησης του φθορισμού της χλωροφύλλης αποτελείται από μια κονσόλα και μια οπτική ίνα. Στην κονσόλα βρίσκεται το ηλεκτρονικό μέρος, η

φωτεινή πηγή και ο ανιχνευτής. Η φωτεινή πηγή διαμορφώνει τις συνθήκες φωτισμού του δείγματος, ενώ ο ανιχνευτής καταγράφει τον εκπεμπόμενο φθορισμό.

Η μεταφορά της ακτινοβολίας από τις εσωτερικές πηγές του οργάνου προς το φύλλο καθώς και του φθορισμού από το φύλλο προς τον ανιχνευτή γίνεται μέσω της οπτικής ίνας που αναφέρθηκε πιο πάνω. Για να ακινητοποιείται το φύλλο σε σταθερή απόσταση από την οπτική ίνα χρησιμοποιήθηκε ειδικό ‘μανταλάκι’ dark clip, όπου διαθέτει φωτοφράκτη και δεν επιτρέπει τη διόδο του φωτός, έτσι ώστε να υπάρξει περίοδος προσαρμογής στο σκοτάδι πριν τη μέτρηση της μέγιστης απόδοσης του φθορισμού.

Στο πείραμα, αφού ρυθμίστηκαν οι διάφορες παράμετροι της έντασης φωτισμού και της ενίσχυσης του σήματος για κάθε φυτό, ώστε οι μετρήσεις που θα λαμβάνονται να βρίσκονται εντός οργανολογικών ορίων, ξεκίνησε η διαδικασία λήψης των αποτελεσμάτων. Για τα φυτά *O. majorana* η ένταση του φωτισμού ορίστηκε στην τιμή  $MI=2$ , ενώ η ενίσχυση του σήματος στην τιμή  $G=2$ . Όσον αφορά τα φυτά *S. chamaecyparissus* η ένταση του φωτισμού ορίστηκε στην τιμή  $MI=3$  και η ενίσχυση του σήματος στην τιμή  $G=2$ . Η περίοδος προσαρμογής στο σκοτάδι που εφαρμόστηκε για κάθε φύλλο με την χρήση του dark clip ήταν 20 min.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν δώδεκα μετρήσεις για κάθε επέμβαση σε φύλλα υγιή, όχι τραυματισμένα, που βρίσκονταν στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης, με παρόμοιο προσανατολισμό και έκθεση στο ηλιακό φώς, μία μέρα πριν την άρδευση αλλά και τέσσερις ώρες μετά από αυτή από τις 10.00 πμ έως τις 11.00 πμ.

Στις μετρήσεις υπολογίστηκε η φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα ή αλλιώς η φωτονική απόδοση (yield) της φωτοχημικής μετατροπής (quantum yield of photochemical energy conversion), που δίνεται από το πηλίκο

$$\text{Φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα} = Fm'-F / Fm' = \Delta F / Fm'$$

όπου  $F$ , είναι το επίπεδο φθορισμού που μετράται αρχικά, σύμφωνα με την μέθοδο των Genty *et al.* (1989).

$Fm'$ , είναι το μέγιστο επίπεδο φθορισμού που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια του τελευταίου παλμού κορεσμένου φωτός.



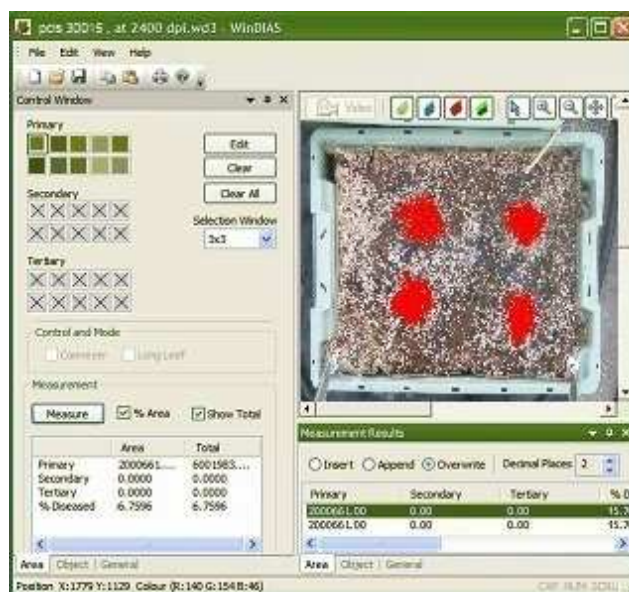
## 2.16 Υπολογισμός φυλλικής επιφάνειας κάλυψης υποστρώματος

Ο υπολογισμός της κάλυψης από φυλλική επιφάνεια του κάθε κιβωτίου καλλιέργειας υπολογίστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος WinDIAS 3 (Image Analysis System) της εταιρίας Delta-T devices. Το πρόγραμμα αυτό διαθέτει σύστημα επεξεργασίας εικόνας ειδικά σχεδιασμένο για εφαρμογή στις επιστήμες που πραγματοποιούν έρευνες στα φυτά, συνδυάζοντας υψηλή ακρίβεια και μεγιστοποιημένη αυτοματοποίηση.

Για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος ορίστηκε μία χρωματική ζώνη με 10 επίπεδα απόχρωσης για κάθε κιβώτιο. Η επιλογή των χρωματικών αποχρώσεων γίνεται με επιλογή πάνω στην εικόνα του φύλλου. Επίσης, για μεγαλύτερη ακρίβεια πέρα από την απόχρωση γίνεται και καθορισμός του εύρους της χρωματικής απόχρωσης. Στη συνέχεια γίνεται βαθμονόμηση της εικόνας, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να εκφράζονται σε πραγματικές μονάδες.

Αφού έχουν γίνει οι παραπάνω ρυθμίσεις, το πρόγραμμα χρωματίζει αυτόματα την ζώνη που πρόκειται να μελετηθεί υπολογίζοντας παράλληλα την έκταση της (Εικ.17).

Κάθε εικόνα που επεξεργαζόταν με το πρόγραμμα WinDIAS 3 περιελάμβανε ένα κιβώτιο, δηλαδή την κάλυψη από τη φυλλική επιφάνεια και των τεσσάρων φυτών και είχε τραβηχτεί από καθορισμένο ύψος (1,06 m) με τη χρήση τρίποδου.



**Εικόνα 17.** Απεικόνιση της κάλυψης του υποστρώματος από τη φυλλική επιφάνεια κατά την διαδικασία της μέτρησης.

## 2.17 Πειραματικό σχέδιο-στατιστική επεξεργασία

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν αυτό του Εντελώς Τυχαιοποιημένου Σχεδίου (ΕΤΣ), σύμφωνα με το οποίο οι πειραματικές επεμβάσεις που εφαρμόζονται κατά τύχη στις πειραματικές μονάδες, αποτελούν το μόνο κριτήριο ταξινόμησης (Καλτσίκης, 1997). Οι πηγές παραλλακτικότητας του πειράματος ήταν το είδος του υποστρώματος που χρησιμοποιήθηκε, το βάθος του υποστρώματος και η συχνότητα άρδευσης που εφαρμόστηκε. Πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική, διπαραγοντική και τριπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων. Έγινε ανάλυση της διασποράς για τη μελέτη των απλών κύριων επιδράσεων των παραγόντων και αλληλεπιδράσεων. Εκτιμήθηκε η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων με ανάλυση της διασποράς ( $F$  test) και έγινε σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων και των μέσων των παραγόντων με τη μέθοδο Student's  $t$  σε επίπεδο σημαντικότητας  $P=0,05$ .

Οι μέσοι που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σημειώνονται με διαφορετικά γράμματα του αλφαβήτου στους πίνακες των αποτελεσμάτων. Σε κάθε μέτρηση αναφέρεται η σημαντικότητα  $F$  για τις κύριες επιδράσεις των παραγόντων και της αλληλεπίδρασής τους, καθώς και η σημαντικότητα  $F$  της μονοπαραγοντικής ανάλυσης. Το σύμβολο \* δίπλα από την τιμή του  $F$  δηλώνει ότι η τιμή του είναι σημαντική σε επίπεδο 5%.

Όταν η αλληλεπίδραση μεταξύ δύο παραγόντων είναι στατιστικά σημαντική τότε παρατίθεται επιπλέον πίνακας που περιλαμβάνει τους παράγοντες που αλληλεπιδρούν καθώς και το μέσο της αλληλεπίδρασης αυτής. Στην περίπτωση που η αλληλεπίδραση δεν είναι στατιστικά σημαντική ο συγκεκριμένος πίνακας δεν εμφανίζεται.

Ο αριθμός των επαναλήψεων κάθε επέμβασης ήταν 12 ( $n=12$ ), για τις μετρήσεις ύψους, διαμέτρου, νωπού και ξηρού βάρους, με εξαίρεση την επέμβαση του φυτού *O. majorana* που καλλιεργούταν σε χαμηλό υπόστρωμα κομπόστ με αραιή άρδευση (από 25/6), όπου οι επαναλήψεις ήταν 11 ( $n=11$ ) και την επέμβαση του φυτού *S. chamaecyparissus* που καλλιεργούταν σε χαμηλό υπόστρωμα κομπόστ με αραιή άρδευση (από 25/6), όπου οι επαναλήψεις ήταν 10 ( $n=10$ ), λόγω απώλειας φυτών.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες μετρήσεις οι επαναλήψεις για κάθε επέμβαση ήταν 12 ( $n=12$ ) για την εκτίμηση της δυναμικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII, 24

( $n=24$ ) για τον προσδιορισμό της συνολικής αντίστασης των φύλλων και 3 ( $n=3$ ) για τον υπολογισμό της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Το φυτό *Origanum majorana*

##### 3.1.1 Ύψος φυτού

Κατά τον πρώτο μήνα ανάπτυξης των φυτών *O. majorana* παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.3α,β). Ο συνδυασμός υψηλού βάθους και υποστρώματος τύρφης επέδρασε ευνοϊκά στην αύξηση του ύψους, ενώ οι υπόλοιποι συνδυασμοί δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους δίνοντας χαμηλότερες τιμές (Πιν.3β).

Τον επόμενο μήνα διαπιστώθηκε ότι στην αύξηση του ύψους επέδρασε το βάθος του υποστρώματος (Πιν.4). Το υψηλό βάθος υποστρώματος αύξησε το ύψος των φυτών σχεδόν στο διπλάσιο σε σχέση με τα φυτά που βρίσκονταν στο χαμηλό. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στα υποστρώματα κομπόστ υψηλού βάθους, ενώ η μικρότερη στα υποστρώματα τύρφης χαμηλού βάθους, καθώς και στο υπόστρωμα κομπόστ χαμηλού βάθους όταν αυτό αρδεύονταν συχνά.

**Πίνακας 3α.** Μεταβολή ύψους (cm) *O. majorana* τον 1<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/4/2010 - 25/5/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	20,62 ab	21,58 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	16,25 bc	17,12 abc
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	16,41 bc	14,62 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	16,95 abc	18,16 abc

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
17,56 a	17,87 a	18,31 a	17,12 a	18,89 a	16,54 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 3,56$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 0,90$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,06$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 6,70^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,23$

$F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 0,34$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 0,38$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 1,74$

**Πίνακας 3β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

<b>ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΥΨΟΣ</b>
15 cm X ΤΥΡΦΗ	21,10 a
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	16,68 b
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	15,52 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	17,56 b

**Πίνακας 4.** Μεταβολή ύψους (cm) *O. majorana* τον 2<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/5/2010 - 25/6/2010)

<b>ΒΑΘΟΣ</b>	<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	
		<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>
15 cm	ΤΥΡΦΗ	9,75 ab	7,87 abc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	10,87 a	11,54 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	5,62 c	5,70 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	6,58 bc	5,75 c

<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>		<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>		<b>ΒΑΘΟΣ</b>	
<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	<b>15cm</b>	<b>7,5cm</b>
8,20 a	7,71 a	7,23 a	8,68 a	10,01 a	5,91 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 18,39^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 2,30$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,26$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,98$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 0,18$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,82$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 3,27^*$

Στη μεταβολή του ύψους τον τρίτο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.5α,β). Το υψηλό βάθους υπόστρωμα σε συνδυασμό με το υπόστρωμα κομπόστ παρουσίασε τη σημαντικότερη μεταβολή (Πιν.5β). Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ συνολικά επέφερε αύξηση του ύψους τέσσερις φορές μεγαλύτερη (Πιν.5α).

**Πίνακας 5α.** Μεταβολή ύψους (cm) *O. majorana* τον 3<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/6/2010 - 25/7/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,08 c	0,00 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,25 a	2,08 ab
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,41 bc	0,91 abc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,45 abc	1,20 abc

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,80 a	1,05 a	0,35 b	1,49 a	1,10 a	0,74 a

*F*βάθος υποστρ. = 0,62

*F*είδος υποστρ. = 6,54\*

*F*άρδευσης = 0,31

*F*βάθοςxείδος υποστρ. = 4,79\*

*F*βάθοςxάρδευση = 0,70

*F*είδος υπ. xάρδευση = 0,01

*F*βάθοςxείδος υπ. xάρδευση = 0,03

*F*μονοπαραγοντικού = 1,87

**Πίνακας 5β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΥΨΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	0,04 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,16 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	0,66 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	0,83 b

Τον τέταρτο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση των παραγόντων του βάθους με το είδος του υποστρώματος, καθώς και του είδους του υποστρώματος με την άρδευση (Πιν.6α,β,γ). Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε χαμηλό υπόστρωμα τύρφης όταν αυτά αρδεύονταν συχνά. Οι μεταβολές των υπολοίπων επεμβάσεων ήταν χαμηλότερες και δεν διέφεραν μεταξύ τους (Πιν.6α).

**Πίνακας 6α.** Μεταβολή ύψους (cm) *O. majorana* τον 4<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/7/2010 - 25/8/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,16 b	0,66 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,04 b	0,41 b
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,75 b	2,91 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,45 b	0,12 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,60 a	1,03 a	1,12 a	0,50 a	0,57 a	1,06 a

*F*βάθος υποστρ. = 1,28

*F*είδος υποστρ. = 2,04

*F*άρδευσης = 0,98

*F*βάθοςxείδος υποστρ. = 4,64\*

*F*βάθοςxάρδευση = 1,29

*F*είδος υπ. xάρδευση = 4,41\*

*F*βάθοςxείδος υπ. xάρδευση = 0,63

*F*μονοπαραγοντικού = 2,20\*

**Πίνακας 6β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΥΨΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	0,41 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	0,72 ab
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	1,83 a
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	0,28 b

**Πίνακας 6γ.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) υπόστρωμα x άρδευση

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ	ΥΨΟΣ
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	0,45 b
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	1,79 a
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	0,74 ab
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	0,27 b

Τον τελευταίο μήνα ανάπτυξης των φυτών διαπιστώθηκε επίδραση του βάθους του υποστρώματος στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πιν.7). Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε χαμηλό βάθος υποστρώματος είχαν αύξηση του ύψους αρκετά μεγαλύτερη από τα φυτά που βρίσκονταν στο υψηλό. Οι παράγοντες είδος υποστρώματος και άρδευση δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά το ύψος των φυτών κατά την περίοδο αυτή.

**Πίνακας 7.** Μεταβολή ύψους (cm) *O. majorana* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/8/2010 - 25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,16 b	0,33 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,66 b	0,08 b
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,41 b	2,08 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,00 ab	1,04 ab

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,56 a	0,88 a	0,75 a	0,69 a	0,31b	1,13 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 6,03^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 0,02$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,93$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,27$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 2,51$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 3,14$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,42$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 1,92$

Συγκρίνοντας την αύξηση του ύψους των φυτών *O. majorana* στο τέλος του πειράματος, παρατηρήθηκε επίδραση του βάθους του υποστρώματος (Πιν.8). Το υψηλού βάθους υπόστρωμα επέδρασε ευνοϊκά στην αύξηση του ύψους σε σύγκριση με το χαμηλό (Σχ.2). Όλες οι επεμβάσεις που καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα είχαν τις υψηλότερες τιμές, ενώ αντίθετα οι υπόλοιπες τις μικρότερες (Πιν.8, Εικ.18,19). Οι παράγοντες του είδους υποστρώματος και της άρδευσης δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά το ύψος των φυτών.



Πίνακας 8. Συνολική μεταβολή ύψους (cm) *O. majorana* (25/4/2010 - 25/9/2010)

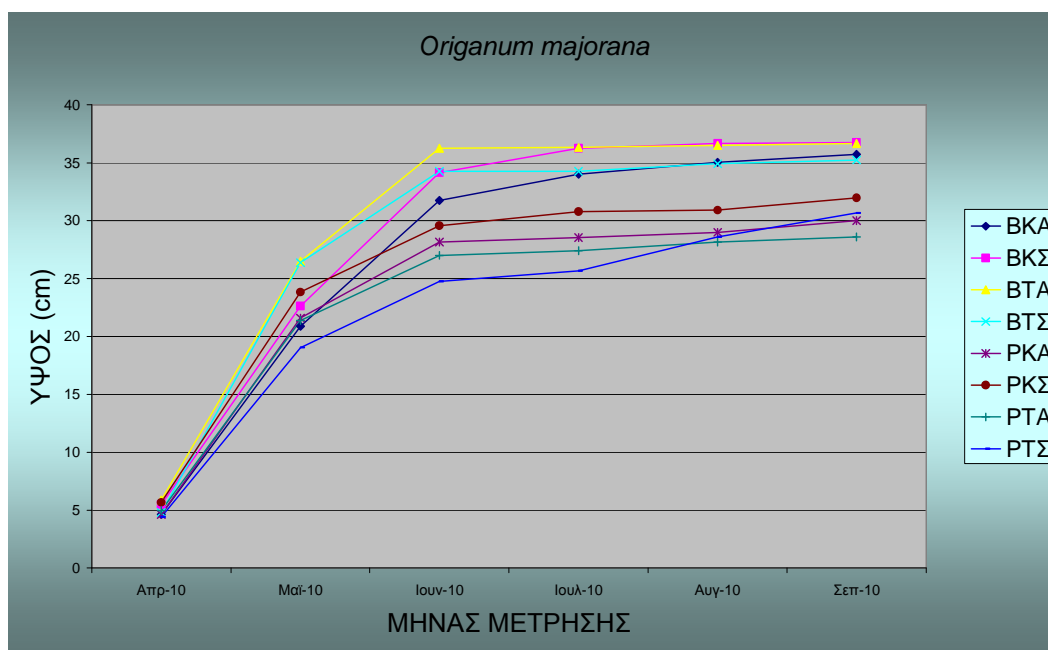
ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	30,79 a	30,45 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	31,08 a	31,25 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	23,62 b	26,25 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	25,40 b	26,29 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
27,72 a	28,56 a	27,78 a	28,50 a	30,89 a	25,39 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 30,09^*$   
 $F_{\text{είδος υποστρ.}} = 0,52$   
 $F_{\text{άρδευσης}} = 0,69$   
 $F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,03$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,83$   
 $F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 0,09$   
 $F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 0,31$   
 $F_{\text{μονοπαραγοντικού}} = 4,66^*$



Σχήμα 2. Ρυθμός ανάπτυξης ύψους του είδους *Origanum majorana*\*.

\*B: βάθος υποστρώματος 15 cm, P: βάθος υποστρώματος 7,5 cm, K: υπόστρωμα κομπόστ στεμφύλων, T: υπόστρωμα τύρφης, A: αραιή άρδευση και Σ: συχνή άρδευση.



**Εικόνα 18.** Τελική ανάπτυξη ύψους *Origanum majorana* στο υπόστρωμα βάθους 15 cm σε όλες τις επεμβάσεις.



**Εικόνα 19.** Τελική ανάπτυξη ύψους *Origanum majorana* στο υπόστρωμα βάθους 7,5 cm σε όλες τις επεμβάσεις.

### 3.1.2 Διάμετρος κόμης

Τον πρώτο μήνα ανάπτυξης των φυτών *O. majorana* παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος, με τον συνδυασμό υψηλού βάθους και υποστρώματος τύρφης να δίνει τις μεγαλύτερες τιμές (Πιν.9β). Οι χαμηλότερες τιμές διαπιστώθηκαν στις υπόλοιπες επεμβάσεις χωρίς να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Ο παράγοντας άρδευση δεν επηρέασε τη μεταβολή της διαμέτρου (Πιν.9α).

**Πίνακας 9α.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *O. majorana* τον 1<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/4/2010 - 25/5/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	5,08 a	5,09 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	3,33 b	2,70 b
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	2,50 b	2,97 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,94 b	2,81 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
3,46 a	3,39 a	3,91 a	2,95 b	4,05 a	2,80 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 15,92^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 9,54^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,04$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 12,50^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,60$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 0,98$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{μονοπαραγοντικού}} = 5,65^*$

**Πίνακας 9β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	5,08 a
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	3,02 b
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	2,73 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,87 b

Τον δεύτερο μήνα παρατηρήθηκε ξανά αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.10α,β). Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στο υψηλού βάθους υπόστρωμα, όταν αυτό αρδεύονταν συχνά έδωσε τη μεγαλύτερη αύξηση διαμέτρου (Πιν.10α). Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης ανεξαρτήτως άρδευσης, καθώς και στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ όταν αυτό αρδεύονταν αραιά. Η χρήση κομπόστ στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα ευνόησε την αύξηση της διαμέτρου μόνο στην περίπτωση της συχνής άρδευσης.

**Πίνακας 10α.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *O. majorana* τον 2<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/5/2010 - 25/6/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	2,95 bc	2,83 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	4,33 b	6,16 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	2,29 c	2,08 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,45 c	3,33 bc

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
3,01 a	3,60 a	2,54 b	4,07 a	4,07 a	2,54 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 15,13^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 15,13^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 2,27$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 4,3^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,43$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 3,73$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,30$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 5,91^*$

**Πίνακας 10β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	2,89 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	5,25 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	2,18 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,89 b

Κατά τον τρίτο μήνα διαπιστώθηκε και πάλι αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.11α,β). Το χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ ήταν αυτό που έδωσε τις μεγαλύτερες αυξήσεις (Πιν.11β). Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα φυτά του υποστρώματος τύρφης, όταν αυτά αρδεύονταν συχνά, ανεξαρτήτως βάθους. Οι τιμές των υπολοίπων επεμβάσεων είχαν ενδιάμεσες τιμές χωρίς όμως να διαφέρουν πολύ μεταξύ τους (Πιν.11α).

**Πίνακας 11α.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *O. majorana* τον 3<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/6/2010 - 25/7/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	1,87 cd	0,50 d
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,50 bc	2,04 cd
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	1,16 cd	0,70 d
	ΚΟΜΠΟΣΤ	3,90 ab	4,37 a

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
2,36 a	1,90 a	1,06 b	3,20 a	1,72 a	2,53 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 3,43$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 24,01^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 1,08$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 5,87^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 1,10$

$F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 1,10$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 0,00$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 5,19^*$

**Πίνακας 11β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	1,18 bc
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,27 b
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	0,93 c
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	4,14 a

Αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος παρατηρήθηκε και τον τέταρτο μήνα (Πιν.12α,β). Ο συνδυασμός υψηλού βάθους υποστρώματος κομπόστ ήταν αυτός που ευνόησε περισσότερο την αύξηση της διαμέτρου (Πιν.12β).

Η υψηλότερη τιμή διαπιστώθηκε στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν τα φυτά αρδεύονταν συχνά, ενώ η μικρότερη στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν τα φυτά αρδεύονταν αραιά (Πιν.12α).

**Πίνακας 12α.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *O. majorana* τον 4<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/7/2010 - 25/8/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	2,70 bc	3,16 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	4,20 abc	5,87 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	3,54 bc	4,33 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,40 c	3,41 bc

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
3,21 b	4,19 a	3,43 a	3,97 a	3,98 a	3,42 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 1,50$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 1,37$

$F_{\text{άρδευσης}} = 4,53^*$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 11,53^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,03$

$F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 0,59$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 0,29$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 2,82^*$

**Πίνακας 12β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	2,93 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	5,04 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	3,93 ab
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,91 b

Τον πέμπτο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του είδους του υποστρώματος με την άρδευση (Πιν.13α,β). Το υπόστρωμα τύρφης, όταν αρδεύονταν συχνά έδωσε συνολικά τη μεγαλύτερη αύξηση διαμέτρου (Πιν.13β). Η υψηλότερη τιμή διαπιστώθηκε στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν τα φυτά αρδεύονταν συχνά, καθώς και στο υψηλό υπόστρωμα κομπόστ, όταν αυτό

αρδεύονταν αραιά. Οι υπόλοιπες επεμβάσεις είχαν χαμηλότερες τιμές και δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πιν.13α).

**Πίνακας 13α.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *O. majorana* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/8/2010 - 25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,12 b	0,50 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,91 a	0,12 b
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,00 b	0,95 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,00 b	0,08 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,26 a	0,41 a	0,39 a	0,28 a	0,41 a	0,26 a

*F*βάθος υποστρ. = 0,64

*F*είδος υποστρ. = 0,34

*F*άρδευσης = 0,64

*F*βάθοςxείδος υποστρ. = 2,77

*F*βάθοςxάρδευση = 3,53

*F*είδος υπ. xάρδευση = 6,92\*

*F*βάθοςxείδος υπ. xάρδευση = 0,14

*F*μονοπαραγοτικού = 2,15\*

**Πίνακας 13β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) υπόστρωμα x άρδευση

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	0,06 b
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	0,72 a
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	0,45 ab
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	0,10 b

Συγκρίνοντας την αύξηση της διαμέτρου των φυτών *O. majorana*, στο τέλος του πειράματος διαπιστώθηκε επίδραση και των τριών παραγόντων (Πιν.14). Η χρήση υποστρώματος κομπόστ μεγάλου βάθους, όταν τα φυτά αρδεύονταν συχνά επέδρασε ευνοϊκά στην αύξηση της διαμέτρου, ενώ η χρήση υποστρώματος τύρφης μικρού βάθους, όταν τα φυτά αρδεύονταν αραιά, αρνητικά (Πιν.14, Εικ.20,21). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις έχουν ενδιάμεσες τιμές που διαφέρουν μεταξύ τους και καθορίζονται από την επίδραση των τριών παραγόντων (Πιν.14, Σχ.3)



**Πίνακας 14.** Συνολική μεταβολή διαμέτρου (cm) *O. majorana* (25/4/2010 - 25/9/2010)

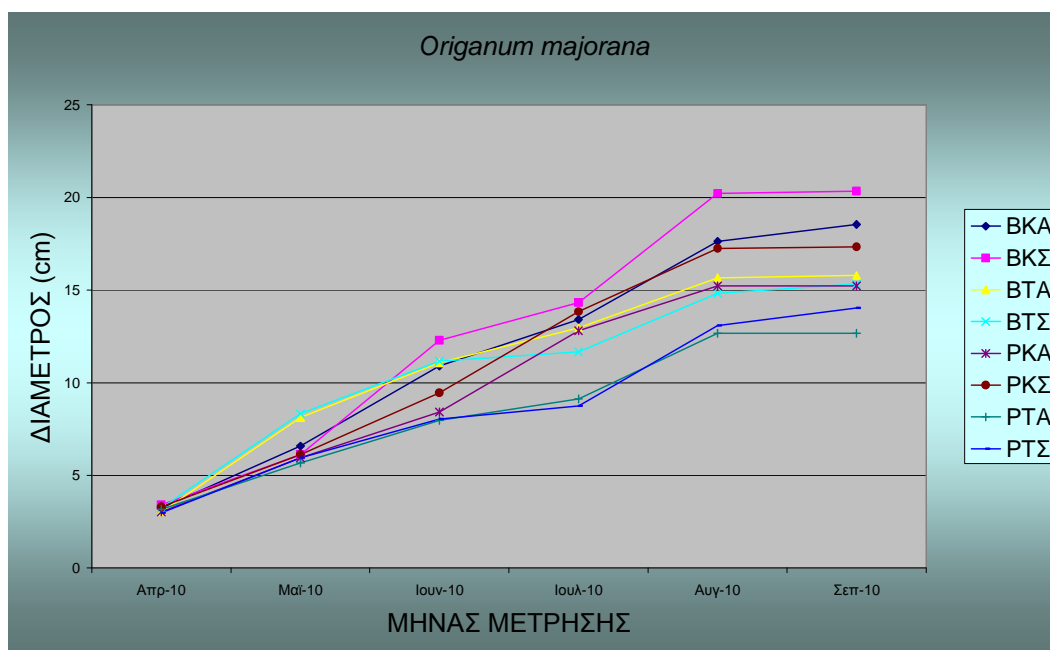
ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	12,75 cd	12,09 d
	ΚΟΜΠΟΣΤ	15,29 ab	16,91 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	9,50 e	11,06 de
	ΚΟΜΠΟΣΤ	12,16 cd	14,02 bc

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
12,42 b	13,52 a	11,35 b	14,59 a	14,26 a	11,68 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 27,84^*$   
 $F_{\text{είδος υποστρ.}} = 44,32^*$   
 $F_{\text{άρδευσης}} = 5,06^*$   
 $F_{\text{βάθοςχείδος υποστρ.}} = 0,79$

$F_{\text{βάθοςχάρδευση}} = 1,58$   
 $F_{\text{είδος υπ.χάρδευση}} = 1,75$   
 $F_{\text{βάθοςχείδος υπ.χάρδευση}} = 1,03$   
 $F_{\text{μονοπαραγοντικού}} = 11,88^*$



**Σχήμα 3.** Ρυθμός ανάπτυξης διαμέτρου του είδους *Origanum majorana*\*.

\*B: βάθος υποστρώματος 15 cm, P: βάθος υποστρώματος 7,5 cm, K: υπόστρωμα κομπόστ στεμφύλων, T: υπόστρωμα τύρφης, A: αραιή άρδευση και Σ: συχνή άρδευση.



**Εικόνα 20.** Τελική ανάπτυξη διαμέτρου *Origanum majorana* στο υπόστρωμα βάθους 15 cm σε όλες τις επεμβάσεις.



**Εικόνα 21.** Τελική ανάπτυξη διαμέτρου *Origanum majorana* στο υπόστρωμα βάθους 7,5 cm σε όλες τις επεμβάσεις.

### 3.1.3 Φυλλική επιφάνεια κάλυψης υποστρώματος

Σ' ότι αφορά στη μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος των φυτών *O. majorana* τον πρώτο μήνα, παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.15α,β). Το υψηλό βάθος σε συνδυασμό με το υπόστρωμα τύρφης έδωσαν τη μεγαλύτερη αύξηση (Πιν.15β). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις είχαν τις μικρότερες τιμές χωρίς να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Ο παράγοντας άρδευση δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος.

**Πίνακας 15α.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *O. majorana* τον 1<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/4/2010 - 25/5/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	208,70 a	226,24 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	84,53 b	87,56 b
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	79,93 b	70,58 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	75,72 b	85,36 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
112,22 a	117,43 a	146,36 a	83,29 b	151,75 a	77,90 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 20,46^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 14,92^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,10$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 17,52^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,09$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,26$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 7,62^*$

**Πίνακας 15β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm<sup>2</sup>) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΦΥΛ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	217,47 a
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	86,04 b
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	75,25 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	80,54 b

Τον δεύτερο μήνα διαπιστώθηκε επίδραση των παραγόντων του βάθους και του είδους του υποστρώματος (Πιν.16). Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υψηλό βάθος είχαν συνολικά τις μεγαλύτερες τιμές, όπως και αυτά σε υπόστρωμα κομπόστ. Το υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν τα φυτά αρδεύονταν συχνά είχε την υψηλότερη τιμή, ενώ το χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν τα φυτά αρδεύονταν αραιά τη χαμηλότερη.

**Πίνακας 16.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *O. majorana* τον 2<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/5/2010 - 25/6/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	576,67 bc	618,59 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	628,77 ab	763,88 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	248,30 e	268,18 de
	ΚΟΜΠΟΣΤ	433,41 cd	421,50 cd

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
471,78 a	518,04 a	427,93 b	561,89 a	646,98 a	342,84 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 60,27^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 11,69^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 1,39$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,81$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 1,16$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 0,15$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,63$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 10,87^*$

Τον τρίτο μήνα παρατηρήθηκε και πάλι επίδραση του βάθους και του είδους του υποστρώματος στη μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (Πιν.17). Το χαμηλού βάθους υπόστρωμα και η χρήση κομπόστ επέφεραν τη μεγαλύτερη αύξηση. Η μικρότερη αύξηση παρατηρήθηκε στα φυτά που αρδεύονταν αραιά και καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης.

Τον επόμενο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.18α,β). Οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στα υποστρώματα κομπόστ ανεξαρτήτως βάθους και άρδευσης, καθώς και στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν τα φυτά αρδεύονταν συχνά (Πιν.18α). Αντίθετα, παρατηρήθηκε μία μικρή μείωση των τιμών στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε

υψηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, σε σχέση με τον προηγούμενο μήνα, δίνοντας παράλληλα τις μικρότερες τιμές.

**Πίνακας 17.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *O. majorana* τον 3<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/6/2010 - 25/7/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	7,22 c	57,66 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	65,07 bc	97,76 bc
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	96,72 bc	89,82 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	120,60 ab	228,20 a

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
72,40 a	118,36 a	62,85 b	127,91 a	56,93 b	133,83 a

*F*βάθος υποστρ. = 8,76\*

*F*είδος υποστρ. = 6,27\*

*F*άρδευσης = 3,13

*F*βάθοςχείδος υποστρ. = 0,38

*F*βάθοςχάρδευση = 0,02

*F*είδος υπ.χάρδευση = 0,86

*F*βάθοςχείδος υπ.χάρδευση = 1,62

*F*μονοπαραγοτικού = 3,01\*

**Πίνακας 18α.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *O. majorana* τον 4<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/7/2010 - 25/8/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	-19,84 b	-36,91 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	389,31 a	403,42 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	172,68 ab	250,38 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	256,96 a	303,56 a

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
199,77 a	230,11 a	91,57 b	338,31 a	183,99 a	245,89 a

*F*βάθος υποστρ. = 1,15

*F*είδος υποστρ. = 18,29\*

*F*άρδευσης = 0,27

*F*βάθοςχείδος υποστρ. = 9,52\*

*F*βάθοςχάρδευση = 0,30

*F*είδος υπ.χάρδευση = 0,00

*F*βάθοςχείδος υπ.χάρδευση = 0,07

*F*μονοπαραγοτικού = 4,23\*

**Πίνακας 18β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm<sup>2</sup>) βάθους x υπόστρωμα

<b>ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΦΥΛ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</b>
15 cm X ΤΥΡΦΗ	-28,38 c
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	396,36 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	211,53 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	280,26 ab

Τον τελευταίο μήνα ανάπτυξης διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση του βάθους του υποστρώματος με την άρδευση, όπως και του είδους του υποστρώματος με την άρδευση (Πιν.19α,β,γ). Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υψηλού βάθους υπόστρωμα και αρδεύονταν αραιά, καθώς και αυτά που καλλιεργήθηκαν σε χαμηλού βάθους υπόστρωμα και αρδεύονταν συχνά είχαν τις υψηλότερες τιμές (Πιν.19β). Επίσης, ευνοϊκά στην αύξηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος επέδρασε και ο συνδυασμός υποστρώματος κομπόστ όταν τα φυτά αρδεύονταν αραιά (Πιν.19γ).

**Πίνακας 19α.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *O. majorana* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/8/2010 - 25/9/2010)

<b>ΒΑΘΟΣ</b>	<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	
		<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>
<b>15 cm</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	9,78 abc	-62,84 bc
	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	83,75 ab	-109,35 c
<b>7,5 cm</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	-2,12 abc	132,27 a
	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	38,87 abc	-24,46 abc

<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>		<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>		<b>ΒΑΘΟΣ</b>	
<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	<b>15cm</b>	<b>7,5cm</b>
32,57 a	-16,10 a	19,27 a	-2,80 a	-19,66 a	36,13 a

*F*βάθος υποστρ. = 2,25  
*F*είδος υποστρ. = 0,35  
*F*άρδευσης = 1,71  
*F*βάθοςxείδος υποστρ. = 0,92

*F*βάθοςxάρδευση = 5,13\*  
*F*είδος υπ.xάρδευση = 4,58\*  
*F*βάθοςxείδος υπ.xάρδευση = 0,27  
*F*μονοπαραγοντικού = 2,17

**Πίνακας 19β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm<sup>2</sup>) βάθους x άρδευση

<b>ΒΑΘΟΣ X ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	<b>ΦΥΛ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</b>
15 cm X ΑΡΑΙΗ	46,76 a
15 cm X ΣΥΧΝΗ	-86,10 b
7,5 cm X ΑΡΑΙΗ	18,73 ab
7,5 cm X ΣΥΧΝΗ	53,90 a

**Πίνακας 19γ.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm<sup>2</sup>) υπόστρωμα x άρδευση

<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	<b>ΦΥΛ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</b>
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	3,83 ab
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	34,71 ab
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	61,31 a
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	-66,91 b

Συγκρίνοντας την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος των φυτών *O. majorana*, στο τέλος του πειράματος διαπιστώθηκε επίδραση των παραγόντων του βάθους και του είδους του υποστρώματος (Πιν.20). Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στα φυτά που καλλιεργηθήκαν σε υπόστρωμα κομπόστ υψηλού βάθους ανεξαρτήτως άρδευσης, ενώ η μικρότερη στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης χαμηλού βάθους, όταν αρδεύονταν αραιά.

**Πίνακας 20.** Συνολική μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *O. majorana* (25/4/2010 - 25/9/2010)

<b>ΒΑΘΟΣ</b>	<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	
		<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>
15 cm	ΤΥΡΦΗ	782,53 cd	802,74 bcd
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1251,43 a	1243,28 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	595,52 d	811,24 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	925,56 bc	1014,16 b

(συνέχεια στην επόμενη σελίδα)



ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
888,76 a	967,85 a	748,01 b	1108,61 a	1019,99 a	836,62 b

$F$ βάθος υποστρ. = 13,04\*  
 $F$ είδος υποστρ. = 50,45\*  
 $F$ άρδευσης = 2,42  
 $F$ βάθοςχειδός υποστρ. = 3,43

$F$ βάθοςχάρδευση = 2,07  
 $F$ είδος υπ.χάρδευση = 0,58  
 $F$ βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,23  
 $F$ μονοπαραγοτικού = 10,32\*

Ο παράγοντας άρδευση δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος των φυτών.

### 3.1.4 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Σ' ότι αφορά στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *O. majorana* διαπιστώθηκε επίδραση και των τριών παραγόντων (Πιν.21). Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ, αύξησε το νωπό βάρος, όπως επίσης το υψηλό βάθος υποστρώματος, αλλά και η συχνή άρδευση. Το υψηλότερο νωπό βάρος παρατηρήθηκε όταν τα φυτά αρδεύονταν συχνά και καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα κομπόστ υψηλού βάθους, ενώ το χαμηλότερο στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης και αρδεύονταν αραιά.

**Πίνακας 21.** Νωπό βάρος (g) *O. majorana* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	29,08 de	37,85 cd
	ΚΟΜΠΟΣΤ	53,78 b	67,46 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	17,84 f	21,99 ef
	ΚΟΜΠΟΣΤ	34,20 cd	41,74 c

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
33,73 b	42,26 a	26,69 b	49,30 a	47,04 a	28,94 b

$F$ βάθος υποστρ. = 52,62\*  
 $F$ είδος υποστρ. = 82,11\*  
 $F$ άρδευσης = 11,70\*  
 $F$ βάθοςχειδός υποστρ. = 3,32

$F$ βάθοςχάρδευση = 1,16  
 $F$ είδος υπ.χάρδευση = 0,69  
 $F$ βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,02  
 $F$ μονοπαραγοτικού = 21,89\*

### 3.1.5 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Σ' ότι αφορά στο ξηρό βάρος των φυτών *O. majorana* διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.22α,β). Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν συχνά είχαν τις μεγαλύτερες τιμές, ενώ τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης και αρδεύονταν αραιά τις μικρότερες (Πιν.22α). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις έδωσαν ενδιάμεσες τιμές που καθορίστηκαν από την επίδραση των τριών παραγόντων.

**Πίνακας 22α.** Ξηρό βάρος (g) *O. majorana* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	9,52 de	13,01 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	17,40 b	23,34 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	5,91 f	7,16 ef
	ΚΟΜΠΟΣΤ	10,69 cd	13,45 c

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
10,88 b	14,24 a	8,90 b	16,22 a	15,82 a	9,30 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 57,29^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 72,35^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 15,26^*$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 4,28^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 2,47$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 1,32$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,07$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 22,08^*$

**Πίνακας 22β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (g) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	11,27 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	20,37 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	6,53 c
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	12,07 b

### 3.1.6 Συνολική αντίσταση φύλλων

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της συνολικής αντίστασης των φύλλων των φυτών *O. majorana* διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση και των τριών παραγόντων (Πιν.23α,β,γ,δ). Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά, παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές (Πιν.23α). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά και είχαν τις χαμηλότερες τιμές.

**Πίνακας 23α.** Συνολική αντίσταση φύλλων ( $s\ cm^{-1}$ ) *O. majorana*

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	9,81 b	2,74 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	64,90 a	4,44 b
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	3,29 b	3,11 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	10,24 b	3,28 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
22,06 a	3,39 b	4,74 b	20,71 a	20,47 a	4,98 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 24,69^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 26,26^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 35,86^*$

$F_{\text{βάθοςχείδος υποστρ.}} = 15,86^*$

$F_{\text{βάθοςχάρδευση}} = 23,45^*$

$F_{\text{είδος υπ.χάρδευση}} = 23,27^*$

$F_{\text{βάθοςχείδος υπ.χάρδευση}} = 13,97^*$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 23,34^*$

**Πίνακας 23β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης ( $s\ cm^{-1}$ ) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	$R_{\text{leaf}}$
15 cm X ΤΥΡΦΗ	6,28 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	34,67 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	3,20 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	6,76 b

**Πίνακας 23γ.** Μέσοι αλληλεπίδρασης ( $s\ cm^{-1}$ ) βάθους x άρδευση

<b>ΒΑΘΟΣ X ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	<b><math>R_{leaf}</math></b>
15 cm X ΑΡΑΙΗ	37,35 a
15 cm X ΣΥΧΝΗ	3,59 b
7,5 cm X ΑΡΑΙΗ	6,77 b
7,5 cm X ΣΥΧΝΗ	3,19 b

**Πίνακας 23δ.** Μέσοι αλληλεπίδρασης ( $s\ cm^{-1}$ ) υπόστρωμα x άρδευση

<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	<b><math>R_{leaf}</math></b>
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	6,55 b
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	2,92 b
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	37,57 a
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	3,86 b

### 3.1.7 Εκτίμηση δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII

#### 3.1.7.1 Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII πριν από άρδευση

Σ' ότι αφορά στην εκτίμηση της δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII, μία ημέρα πριν από πότισμα, παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του είδους του υποστρώματος με την άρδευση (Πιν.24α,β). Η χρήση κομπόστ έδωσε υψηλότερες τιμές σε σχέση με το υπόστρωμα τύρφης και στα δύο βάθη (Πιν.24α). Τα υψηλού βάθους υποστρώματα κομπόστ είχαν τις μεγαλύτερες τιμές, ανεξαρτήτως άρδευσης, ενώ το υπόστρωμα τύρφης στο χαμηλό βάθος, όταν αρδεύονταν αραιά τη μικρότερη.

**Πίνακας 24α.** Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII *O. majorana* πριν από άρδευση

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,800 cd	0,814 abc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,828 a	0,823 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,786 d	0,805 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,817 ab	0,817 ab

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,808 a	0,815 a	0,801 b	0,821 a	0,816 a	0,806 b

$F_{\beta}$ άθος υποστρ. = 6,52\*

$F_{\epsilon}$ ίδος υποστρ. = 25,32\*

$F_{\alpha}$ ρδευσης = 3,16

$F_{\beta}$ άθοςχειδός υποστρ. = 0,12

$F_{\beta}$ άθοςχάρδευση = 0,38

$F_{\epsilon}$ ίδος υπ.χάρδευση = 5,69\*

$F_{\beta}$ άθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,00

$F_{\mu}$ ονοπαραγοτικού = 5,53\*

**Πίνακας 24β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης υπόστρωμα x άρδευση

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ	ΦPSII
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	0,793 c
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	0,810 b
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	0,822 a
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	0,820 ab

### 3.1.7.2 Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII μετά από άρδευση

Σ' ότι αφορά στην εκτίμηση της δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII, μετά από πότισμα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του είδους του υποστρώματος με την άρδευση (Πιν.25α,β). Το υψηλού βάθους υπόστρωμα σε συνδυασμό με συχνή άρδευση παρουσίασε συνολικά τη μεγαλύτερη τιμή, ενώ το χαμηλού βάθους υπόστρωμα στην ίδια συχνότητα άρδευσης τη μικρότερη (Πιν.25β). Η χρήση κομπόστ στο υψηλού βάθους υπόστρωμα, όταν αρδεύονταν συχνά είχε την πιο μεγάλη τιμή, ενώ η χρήση τύρφης στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα όταν αρδεύονταν συχνά τη μικρότερη (Πιν.25α).

**Πίνακας 25α.** Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII *O. majorana* μετά από άρδευση

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,805 cd	0,825 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,805 cd	0,830 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,807 bcd	0,770 e
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,813 abc	0,789 de

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,808 a	0,804 a	0,802 a	0,809 a	0,816 a	0,795 b

$F_{\beta\alpha\theta\omicron\varsigma}$  υποστρ. = 19,56\*

$F_{\epsilon\iota\delta\omicron\varsigma}$  υποστρ. = 2,52

$F_{\acute{\alpha}\rho\delta\epsilon\upsilon\sigma\eta\varsigma}$  = 0,68

$F_{\beta\alpha\theta\omicron\varsigma\chi\epsilon\iota\delta\omicron\varsigma}$  υποστρ. = 1,11

$F_{\beta\alpha\theta\omicron\varsigma\chi\acute{\alpha}\rho\delta\epsilon\upsilon\sigma\eta}$  = 29,60\*

$F_{\epsilon\iota\delta\omicron\varsigma}$  υπ.χάρδευση = 0,83

$F_{\beta\alpha\theta\omicron\varsigma\chi\epsilon\iota\delta\omicron\varsigma}$  υπ.χάρδευση = 0,17

$F_{\mu\omicron\upsilon\omicron\pi\alpha\rho\alpha\gamma\omicron\tau\omicron\kappa\omicron\upsilon}$  = 7,78\*

**Πίνακας 25β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης βάθους x άρδευση

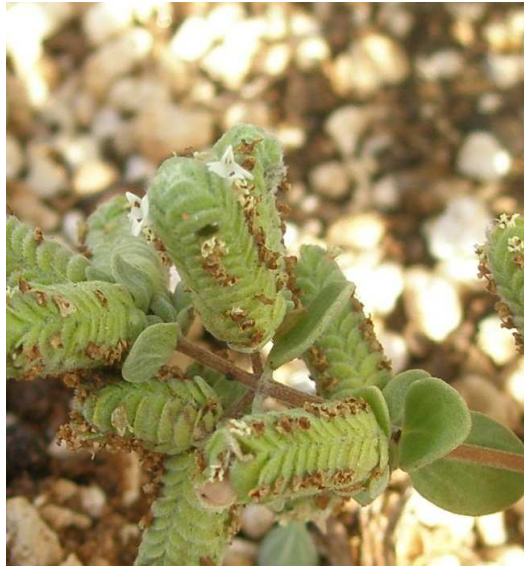
ΒΑΘΟΣ X ΑΡΔΕΥΣΗ	ΦPSII
15 cm X ΑΡΑΙΗ	0,805 b
15 cm X ΣΥΧΝΗ	0,827 a
7,5 cm X ΑΡΑΙΗ	0,810 b
7,5 cm X ΣΥΧΝΗ	0,780 c

### 3.1.8 Ανθοφορία

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε σποραδική ανθοφορία στα φυτά του είδους *Origanum majorana* από το μήνα Ιούλιο (Εικ.22). Αναλυτικότερα άνθισαν:

- Υπόστρωμα τύρφης, βάθους 15 cm, αραιής άρδευσης: 10 φυτά
- Υπόστρωμα τύρφης, βάθους 15 cm, συχνής άρδευσης: 10 φυτά
- Υπόστρωμα κομπόστ, βάθους 15 cm, αραιής άρδευσης: 10 φυτά

- Υπόστρωμα κομπόστ, βάθους 15 cm, συχνής άρδευσης: 12 φυτά
- Υπόστρωμα τύρφης, βάθους 7,5 cm, αραιής άρδευσης: 9 φυτά
- Υπόστρωμα τύρφης, βάθους 7,5 cm, συχνής άρδευσης: 9 φυτά
- Υπόστρωμα κομπόστ, βάθους 7,5 cm, αραιής άρδευσης: 10 φυτά
- Υπόστρωμα κομπόστ, βάθους 7,5 cm, συχνής άρδευσης: 12 φυτά



**Εικόνα 22.** Ανθοφορία σε φυτό του είδους *O. majorana*.

### 3.2 Το φυτό *Santolina chamaecyparissus*

#### 3.2.1 Ύψος φυτού

Κατά τον πρώτο μήνα ανάπτυξης των φυτών *S. chamaecyparissus* διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.26α,β). Το υψηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης ήταν αυτό που είχε συνολικά τις μεγαλύτερες αυξήσεις ύψους (Πιν.26β). Ακολουθεί ο συνδυασμός χαμηλού υποστρώματος κομπόστ με ενδιάμεση τιμή, ενώ οι χαμηλότερες παρατηρήθηκαν στους συνδυασμούς υψηλού βάθους υποστρώματος κομπόστ και χαμηλού βάθους υποστρώματος τύρφης.

Τον δεύτερο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του είδους του υποστρώματος με την άρδευση (Πιν.27α,β). Η χρήση κομπόστ, όταν αρδεύονταν συχνά έδωσε συνολικά τη μεγαλύτερη αύξηση ύψους (Πιν.27β). Την υψηλότερη αύξηση του ύψους είχε το υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν συχνά, ενώ τη χαμηλότερη το χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν αρδεύονταν συχνά (Πιν.27α).

**Πίνακας 26α.** Μεταβολή ύψους (cm) *S. chamaecyparissus* τον 1<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/4/2010 - 25/5/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	3,45 a	3,33 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,25 b	2,75 ab
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	3,04 ab	2,20 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,86 ab	2,75 ab

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
2,90 a	2,76 a	3,01 a	2,65 a	2,94 a	2,71 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 0,97$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 2,30$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,36$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 5,25^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 1,97$

$F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 2,04$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 1,86$



**Πίνακας 26β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

<b>ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΥΨΟΣ</b>
15 cm X ΤΥΡΦΗ	3,39 a
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,50 b
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	2,62 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,80 ab

**Πίνακας 27α.** Μεταβολή ύψους (cm) *S. chamaecyparissus* τον 2<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/5/2010 - 25/6/2010)

<b>ΒΑΘΟΣ</b>	<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	
		<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>
15 cm	ΤΥΡΦΗ	2,58 b	2,08 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,79 ab	3,70 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	2,25 bc	1,25 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,36 b	2,70 ab

<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>		<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>		<b>ΒΑΘΟΣ</b>	
<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	<b>15cm</b>	<b>7,5cm</b>
2,49 a	2,43 a	2,04 b	2,89 a	2,79 a	2,14 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 5,78^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 9,97^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,04$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,05$

$F_{\text{βάθοςx άρδευση}} = 0,98$

$F_{\text{είδος υπ.χάρδευση}} = 6,55^*$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.χάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 3,38^*$

**Πίνακας 27β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) υπόστρωμα x άρδευση

<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	<b>ΥΨΟΣ</b>
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	2,41 bc
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	1,66 c
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	2,57 ab
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	3,20 a

Τον τρίτο μήνα δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση των τριών παραγόντων στην αύξηση του ύψους, ενώ και οι τιμές των επεμβάσεων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πιν.28).

Τον επόμενο μήνα διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.29α,β). Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στο υψηλό βάθος υπόστρωμα επέδρασε ευνοϊκά στην αύξηση του ύψους, όταν οι υπόλοιποι συνδυασμοί βάθους με το υπόστρωμα είχαν χαμηλότερες τιμές που δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πιν.29β).

**Πίνακας 28.** Μεταβολή ύψους (cm) *S. chamaecyparissus* τον 3<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/6/2010 - 25/7/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,79 a	0,83 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,70 a	1,25 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,87 a	1,20 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,25 a	1,25 a

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,90 a	1,13 a	0,92 a	1,11 a	0,89 a	1,14 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 1,01$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 0,57$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,86$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,01$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,06$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 0,02$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,70$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 0,46$

**Πίνακας 29α.** Μεταβολή ύψους (cm) *S. chamaecyparissus* τον 4<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/7/2010 - 25/8/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,79 ab	1,04 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,66 a	1,66 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	1,16 ab	0,62 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,55 b	0,50 b

(συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
1,04 a	0,95 a	0,90 a	1,09 a	1,29 a	0,71 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 4,95^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 0,52$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,10$

$F_{\text{βάθος χείδος υποστρ.}} = 4,60^*$

$F_{\text{βάθος χάρδευση}} = 0,64$

$F_{\text{είδος υπ. χάρδευση}} = 0,05$

$F_{\text{βάθος χείδος υπ. χάρδευση}} = 0,50$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 1,63$

**Πίνακας 29β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΥΨΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	0,91 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	1,66 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	0,89 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	0,52 b

Τον τελευταίο μήνα ανάπτυξης παρατηρήθηκε επίδραση του είδους του υποστρώματος στην αύξηση των φυτών (Πιν.30). Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ έδωσε συνολικά τις μεγαλύτερες αυξήσεις με σχεδόν διπλάσια τιμή από αυτή του υποστρώματος του μάρτυρα.

**Πίνακας 30.** Μεταβολή ύψους (cm) *S. chamaecyparissus* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/8/2010 - 25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,41 ab	0,16 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,75 a	0,45 ab
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,25 b	0,25 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,45 ab	0,45 ab

(συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,46 a	0,33 a	0,27 b	0,52 a	0,44 a	0,35 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 0,66$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 4,79^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 1,27$

$F_{\text{βάθοςχειδός υποστρ.}} = 0,21$

$F_{\text{βάθοςχάρδευση}} = 1,35$

$F_{\text{είδος υπ.χάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{βάθοςχειδός υπ.χάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 1,21$

Συγκρίνοντας την αύξηση του ύψους των φυτών *S. chamaecyparissus* στο τέλος του πειράματος, παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση των παραγόντων του βάθους υποστρώματος και της άρδευσης, καθώς και του είδους του υποστρώματος με την άρδευση (Πιν.31α,β,γ). Ο συνδυασμός υψηλού βάθους με συχνό πότισμα επέδρασε ευνοϊκά στο ύψος (Πιν.31β), όπως και ο συνδυασμός υποστρώματος κομπόστ με συχνή άρδευση (Πιν.31γ). Η μεγαλύτερη αύξηση του ύψους παρατηρήθηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υψηλό υπόστρωμα κομπόστ όταν αυτά αρδεύονταν συχνά, ενώ η μικρότερη στον μάρτυρα σε χαμηλό βάθος υποστρώματος και συχνή άρδευση (Πιν.31α, Εικ.23,24). Η μεταβολή ύψους των υπόλοιπων επεμβάσεων δεν διέφερε μεταξύ τους και είχε ενδιάμεσες τιμές (Σχ.4).

**Πίνακας 31α.** Συνολική μεταβολή ύψους (cm) *S. chamaecyparissus* (25/4/2010 - 25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	8,04 b	7,45 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	8,16 b	9,83 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	7,58 b	5,54 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	7,65 b	7,66 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
7,86 a	7,62 a	7,15 b	8,32 a	8,37 a	7,11 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 14,89^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 12,81^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,51$

$F_{\text{βάθοςχειδός υποστρ.}} = 0,05$

$F_{\text{βάθοςχάρδευση}} = 5,62^*$

$F_{\text{είδος υπ.χάρδευση}} = 10,80^*$

$F_{\text{βάθοςχειδός υπ.χάρδευση}} = 0,02$

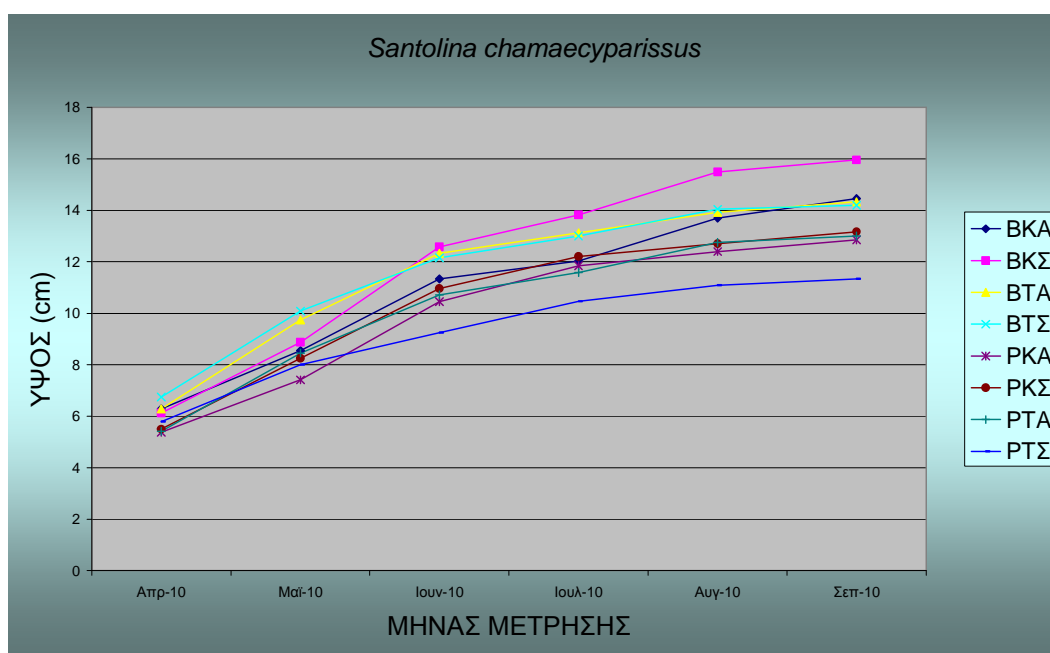
$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 6,55^*$

Πίνακας 31β. Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x άρδευση

ΒΑΘΟΣ X ΑΡΔΕΥΣΗ	ΥΨΟΣ
15 cm X ΑΡΑΙΗ	8,10 ab
15 cm X ΣΥΧΝΗ	8,64 a
7,5 cm X ΑΡΑΙΗ	7,61 b
7,5 cm X ΣΥΧΝΗ	6,60 c

Πίνακας 31γ. Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) υπόστρωμα x άρδευση

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ	ΥΨΟΣ
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	7,81 b
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	6,50 c
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	7,90 ab
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	8,75 a



Σχήμα 4. Ρυθμός ανάπτυξης ύψους του είδους *Santolina chamaecyparissus* \*.

\*B: βάθος υποστρώματος 15 cm, P: βάθος υποστρώματος 7,5 cm, K: υπόστρωμα κομπόστ στεμφύλων, T: υπόστρωμα τύρφης, A: αραιή άρδευση και Σ: συχνή άρδευση.



**Εικόνα 23.** Τελική ανάπτυξη ύψους *Santolina chamaecyparissus* στο υπόστρωμα βάθους 15 cm σε όλες τις επεμβάσεις.



**Εικόνα 24.** Τελική ανάπτυξη ύψους *Santolina chamaecyparissus* στο υπόστρωμα βάθους 7,5 cm σε όλες τις επεμβάσεις.

### 3.2.2 Διάμετρος κόμης

Σ' ότι αφορά στην αύξηση της διαμέτρου των φυτών *S. chamaecyparissus*, τον πρώτο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.32α,β). Το υψηλό βάθος υπόστρωμα τύρφης έδωσε τις μεγαλύτερες αυξήσεις, ανεξαρτήτως άρδευσης (Πιν.32α). Η μικρότερη αύξηση παρατηρήθηκε στο χαμηλό βάθος υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά. Οι υπόλοιπες επεμβάσεις έδωσαν ενδιάμεσες τιμές που δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους.

**Πίνακας 32α.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *S. chamaecyparissus* τον 1<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/4/2010 - 25/5/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	2,75 a	2,94 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,59 bc	1,80 b
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	1,35 bc	1,19 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,02 c	1,41 bc

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
1,68 a	1,83 a	2,06 a	1,46 b	2,27 a	1,24 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 28,78^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 9,85^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,68$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 8,18^*$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,05$

$F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 0,57$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 0,48$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 6,93^*$

**Πίνακας 32β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	2,84 a
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	1,70 b
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	1,27 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	1,22 b



Τον δεύτερο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση και των τριών παραγόντων μεταξύ τους (Πιν.33). Η χρήση κομπόστ ευνόησε την αύξηση της διαμέτρου και στα δύο βάθη σε σχέση με το υπόστρωμα του μάρτυρα. Οι χαμηλότερες τιμές διαπιστώθηκαν στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, ανεξαρτήτως άρδευσης.

**Πίνακας 33.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *S. chamaecyparissus* τον 2<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/5/2010 - 25/6/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	3,20 bc	3,72 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	5,82 a	5,06 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	1,51 d	0,68 d
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,92 c	3,91 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
3,36 a	3,34 a	2,28 b	4,43 a	4,45 a	2,26 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 88,17^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 84,62^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,01$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,53$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,18$

$F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 0,34$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 10,97^*$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 26,68^*$

Τον τρίτο μήνα ανάπτυξης διαπιστώθηκε επίδραση του βάθους και του είδους του υποστρώματος στις αυξήσεις της διαμέτρου (Πιν.34). Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ, καθώς και το υψηλού βάθους υπόστρωμα επέφεραν τη μεγαλύτερη αύξηση της διαμέτρου. Η μικρότερη αύξηση παρατηρήθηκε στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, ανεξαρτήτως άρδευσης.

Τον επόμενο μήνα παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.35α,β). Ο συνδυασμός υψηλού βάθους υποστρώματος κομπόστ ήταν αυτός που έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές (Πιν.35β). Αντίθετα, η χρήση τύρφης στο ίδιο βάθος επέφερε τη μικρότερη αύξηση. Το χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν συχνά παρουσίασε τη μεγαλύτερη τιμή, παρόμοια με αυτές του υψηλού βάθους στο ίδιο υπόστρωμα (Πιν.35α).

**Πίνακας 34.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *S. chamaecyparissus* τον 3<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/6/2010 - 25/7/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	1,08 cd	0,95 cd
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,91 ab	2,41 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,75 d	0,75 d
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,25 bcd	1,50 bc

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
1,25 a	1,40 a	0,88 b	1,77 a	1,59 a	1,06 b

*F*βάθος υποστρ. = 8,53\*

*F*είδος υποστρ. = 23,70\*

*F*άρδευσης = 0,73

*F*βάθοςχειδός υποστρ. = 2,05

*F*βάθοςχάρδευση = 0,02

*F*είδος υπ.χάρδευση = 1,44

*F*βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,26

*F*μονοπαραγοτικού = 5,38\*

**Πίνακας 35α.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *S. chamaecyparissus* τον 4<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/7/2010 - 25/8/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,95 b	1,04 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	2,08 a	2,45 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	1,08 b	1,66 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,20 b	2,41 a

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
1,33 b	1,89 a	1,18 b	2,03 a	1,63 a	1,59 a

*F*βάθος υποστρ. = 0,04

*F*είδος υποστρ. = 17,78\*

*F*άρδευσης = 7,80\*

*F*βάθοςχειδός υποστρ. = 4,29\*

*F*βάθοςχάρδευση = 2,75

*F*είδος υπ.χάρδευση = 1,31

*F*βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,17

*F*μονοπαραγοτικού = 4,95\*

**Πίνακας 35β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm) βάθους x υπόστρωμα

<b>ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b>
<b>15 cm X ΤΥΡΦΗ</b>	1,00 c
<b>15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	2,27 a
<b>7,5 cm X ΤΥΡΦΗ</b>	1,37 bc
<b>7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	1,80 ab

Τον τελευταίο μήνα ανάπτυξης παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση και τριών παραγόντων (Πιν.36). Οι επεμβάσεις που είχαν ως υπόστρωμα την τύρφη έδωσαν συνολικά τις μεγαλύτερες αυξήσεις της διαμέτρου. Η χρήση κομπόστ μόνο στις επεμβάσεις του υψηλού βάθους, όταν αρδεύονταν συχνά και χαμηλού βάθους, όταν αρδεύονταν αραιά είχαν τιμές που βρίσκονταν κοντά σε αυτές του υποστρώματος της τύρφης.

**Πίνακας 36.** Μεταβολή διαμέτρου (cm) *S. chamaecyparissus* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/8/2010 - 25/9/2010)

<b>ΒΑΘΟΣ</b>	<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	
		<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>
<b>15 cm</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	1,20 a	0,87 abc
	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	0,54 cd	0,70 abcd
<b>7,5 cm</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	0,62 bcd	1,16 ab
	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	0,70 abcd	0,20 d

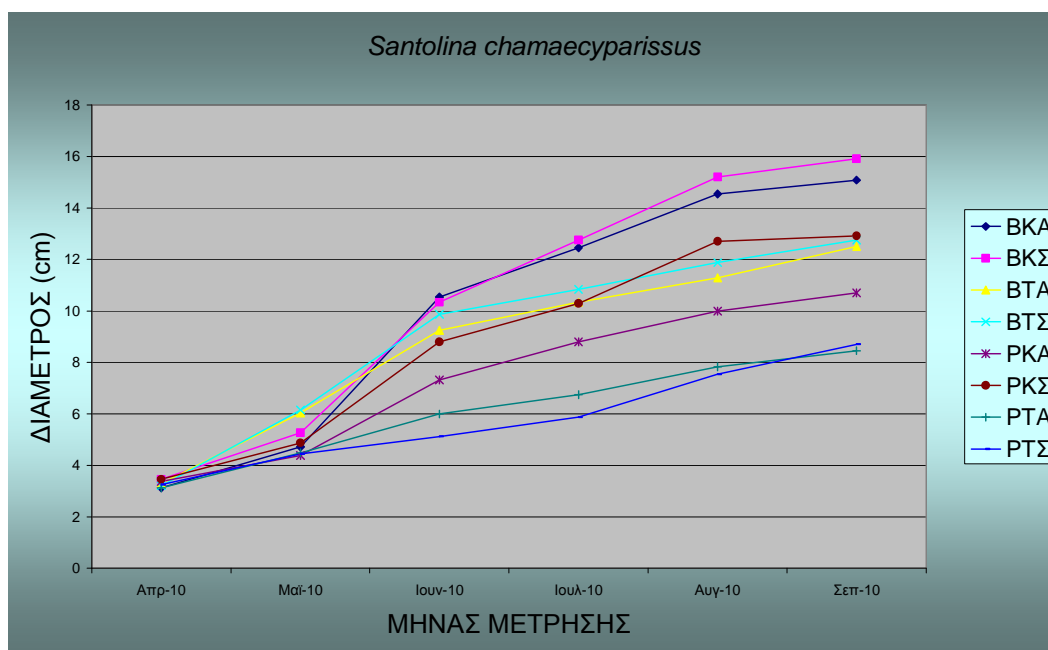
<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b>		<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>		<b>ΒΑΘΟΣ</b>	
<b>ΑΡΑΙΗ</b>	<b>ΣΥΧΝΗ</b>	<b>ΤΥΡΦΗ</b>	<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	<b>15cm</b>	<b>7,5cm</b>
0,76 a	0,73 a	0,96 a	0,53 b	0,83 a	0,67 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 1,16$   
 $F_{\text{είδος υποστρ.}} = 8,56^*$   
 $F_{\text{άρδευσης}} = 0,03$   
 $F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 0,01$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,13$   
 $F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 0,82$   
 $F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 6,83^*$   
 $F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 2,57^*$

Συγκρίνοντας την αύξηση της διαμέτρου των φυτών *S. chamaecyparissus* στο τέλος του πειράματος παρατηρήθηκε επίδραση και των τριών παραγόντων (Πιν.37).

Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στο υψηλού βάθους υπόστρωμα, επέφερε τη μεγαλύτερη αύξηση, ανεξαρτήτως άρδευσης (Εικ.25). Η μικρότερη αύξηση παρατηρήθηκε στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά (Εικ.26). Οι τιμές των υποστρωμάτων τύρφης ήταν σε όλες τις περιπτώσεις μικρότερες από αυτές του υποστρώματος κομπόστ συγκρινόμενες ξεχωριστά στα δύο διαφορετικά βάθη (Σχ.5).



**Σχήμα 5.** Ρυθμός ανάπτυξης διαμέτρου του είδους *Santolina chamaecyparissus* \*.

\*B: βάθος υποστρώματος 15 cm, P: βάθος υποστρώματος 7,5 cm, K: υπόστρωμα κομπόστ στεμφύλων, T: υπόστρωμα τύρφης, A: αραιή άρδευση και Σ: συχνή άρδευση.

**Πίνακας 37.** Συνολική μεταβολή διαμέτρου (cm) *S. chamaecyparissus* (25/4/2010 - 25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	9,20 b	9,54 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	11,95 a	12,45 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	5,33 d	5,45 d
	ΚΟΜΠΟΣΤ	7,25 c	9,45 b

(συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
8,43 b	9,22 a	7,38 b	10,28 a	10,79 a	6,87 b

*F*βάθος υποστρ. = 121,05\*

*F*είδος υποστρ. = 66,17\*

*F*άρδευσης = 4,94\*

*F*βάθοςχειδός υποστρ. = 0,03

*F*βάθοςχάρδευση = 1,10

*F*είδος υπ.χάρδευση = 2,49

*F*βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 1,81

*F*μονοπαραγοτικού = 28,69\*



**Εικόνα 25.** Τελική ανάπτυξη διαμέτρου *Santolina chamaecyparissus* στο υπόστρωμα βάθους 15 cm σε όλες τις επεμβάσεις.



**Εικόνα 26.** Τελική ανάπτυξη διαμέτρου *Santolina chamaecyparissus* στο υπόστρωμα βάθους 7,5 cm σε όλες τις επεμβάσεις.

### 3.2.3 Φυλλική επιφάνεια κάλυψης υποστρώματος

Η μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος των φυτών *S. chamaecyparissus* τον πρώτο μήνα επηρεάστηκε από την επίδραση του βάθους και του είδους του υποστρώματος (Πιν.38). Το υψηλό βάθος υπόστρωμα, αλλά και η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ παρουσίασαν συνολικά τις υψηλότερες τιμές. Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υψηλό βάθος υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν συχνά είχαν την υψηλότερη τιμή, ενώ αντίθετα οι χαμηλότερες παρατηρήθηκαν στα φυτά του χαμηλού βάθους υποστρώματος τύρφης ανεξαρτήτως άρδευσης.

**Πίνακας 38.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *S. chamaecyparissus* τον 1<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/4/2010 - 25/5/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	58,88 ab	59,00 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	66,47 ab	78,15 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	29,22 c	21,59 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	43,00 bc	65,64 ab

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
49,39 a	56,09 a	42,17 b	63,31 a	65,62 a	39,86 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 16,49^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 11,11^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 1,11$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 1,50$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,01$

$F_{\text{είδος υπ.xάρδευση}} = 2,71$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ.xάρδευση}} = 0,54$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 4,78^*$

Τον δεύτερο μήνα παρατηρήθηκε και πάλι επίδραση του βάθους και του είδους του υποστρώματος στη μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος, με το υψηλό βάθος και το υπόστρωμα κομπόστ να δίνουν συνολικά τις μεγαλύτερες αυξήσεις (Πιν.39). Η χρήση κομπόστ στο υψηλό βάθος υπόστρωμα, όταν αρδεύονταν συχνά παρουσίασε τη μεγαλύτερη αύξηση. Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στο χαμηλό βάθος υπόστρωμα ευνόησε την αύξηση σε σχέση με το χαμηλό υπόστρωμα τύρφης και στις δύο συχνότητες άρδευσης.



**Πίνακας 39.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *S. chamaecyparissus* τον 2<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/5/2010 - 25/6/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	236,35 abc	220,10 bcd
	ΚΟΜΠΟΣΤ	265,86 ab	290,62 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	123,73 ef	90,93 f
	ΚΟΜΠΟΣΤ	172,72 de	173,16 cde

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
199,66 a	193,70 a	167,78 b	225,59 a	253,23 a	140,14 b

*F*βάθος υποστρ. = 57,36\*

*F*είδος υποστρ. = 14,98\*

*F*άρδευσης = 0,15

*F*βάθοςχειδός υποστρ. = 0,27

*F*βάθοςχάρδευση = 0,46

*F*είδος υπ.χάρδευση = 1,54

*F*βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,01

*F*μονοπαραγοτικού = 10,68\*

Ο τρίτος μήνας επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.40α,β). Ο συνδυασμός υψηλού βάθους και υποστρώματος κομπόστ ευνόησε περισσότερο την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (Πιν.40β). Τα υψηλού βάθους υποστρώματα τύρφης ανεξαρτήτως άρδευσης, μαζί με το χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν αρδεύονταν συχνά παρουσίασαν τη μικρότερη μεταβολή (Πιν.40α).

Τον επόμενο μήνα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με συνέπεια η μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος να μην επηρεαστεί από κάποιον παράγοντα και οι τιμές όλων των επεμβάσεων να είναι παρόμοιες (Πιν.41).

Τον τελευταίο μήνα, όπως και τον προηγούμενο η μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος δεν επηρεάστηκε από κάποιον από τους τρεις παράγοντες. Οι μεταβολές των επεμβάσεων αν και δεν είχαν τις ίδιες τιμές, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Πιν.42).

**Πίνακας 40α.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *S. chataeocypris* τον 3<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/6/2010 - 25/7/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	24,18 c	19,16 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	216,57 a	206,71 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	38,40 bc	5,76 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	38,04 bc	98,68 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
79,30 a	82,58 a	21,87 b	140,00 a	116,65 a	45,22 b

*F*βάθος υποστρ. = 22,51\*

*F*είδος υποστρ. = 61,56\*

*F*άρδευσης = 0,04

*F*βάθοςxείδος υποστρ. = 22,77\*

*F*βάθοςxάρδευση = 0,50

*F*είδος υπ. xάρδευση = 2,15

*F*βάθοςxείδος υπ. xάρδευση = 2,65

*F*μονοπαραγοντικού = 16,03\*

**Πίνακας 40β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm<sup>2</sup>) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΦΥΛ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	21,67 c
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	211,64 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	22,08 c
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	68,36 b

**Πίνακας 41.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *S. chataeocypris* τον 4<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/7/2010 - 25/8/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	53,11 a	61,91 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	11,22 a	57,73 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	27,31 a	64,38 a
	ΚΟΜΠΟΣΤ	80,69 a	86,30 a

(συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
43,08 a	67,58 a	51,68 a	58,98 a	45,99 a	64,67 a

$F$ βάθος υποστρ. = 0,75

$F$ είδος υποστρ. = 0,11

$F$ άρδευσης = 1,30

$F$ βάθοςχειδός υποστρ. = 2,00

$F$ βάθοςχάρδευση = 0,02

$F$ είδος υπ.χάρδευση = 0,01

$F$ βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,65

$F$ μονοπαραγοτικού = 0,69

**Πίνακας 42.** Μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος ( $\text{cm}^2$ ) *S. chamaecyparissus* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/8/2010 - 25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	80,43 ab	69,22 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	124,69 ab	132,89 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	57,65 b	98,78 ab
	ΚΟΜΠΟΣΤ	69,50 ab	77,17 ab

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
83,07 a	94,51 a	76,52 a	101,06 a	101,81 a	75,77 a

$F$ βάθος υποστρ. = 2,50

$F$ είδος υποστρ. = 2,22

$F$ άρδευσης = 0,48

$F$ βάθοςχειδός υποστρ. = 3,19

$F$ βάθοςχάρδευση = 0,61

$F$ είδος υπ.χάρδευση = 0,04

$F$ βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,64

$F$ μονοπαραγοτικού = 1,38

Συγκρίνοντας την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος των φυτών *S. chamaecyparissus*, στο τέλος του πειράματος διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.43α,β). Ο συνδυασμός του υψηλού βάθους υποστρώματος με τη χρήση κομπόστ έδωσε συνολικά τη μεγαλύτερη αύξηση, ανεξαρτήτως άρδευσης (Πιν.43β). Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στα χαμηλού βάθους υποστρώματα είχε ενδιάμεσες τιμές και παρόμοιες με αυτές των υποστρωμάτων της τύρφης στα υψηλά βάθη. Η μικρότερη μεταβολή παρατηρήθηκε στα χαμηλού βάθους υποστρώματα τύρφης.

**Πίνακας 43α.** Συνολική μεταβολή φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος (cm<sup>2</sup>) *S. chamaecyparissus* (25/4/2010 - 25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	452,97 b	429,40 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	684,83 a	766,11 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	276,32 c	281,45 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	403,96 b	500,97 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
454,52 a	494,48 a	360,03 b	588,97 a	583,33 a	365,67 b

*F*βάθος υποστρ. = 77,53\*

*F*είδος υποστρ. = 85,77\*

*F*άρδευσης = 2,61

*F*βάθοςχειδός υποστρ. = 5,01\*

*F*βάθοςχάρδευση = 0,20

*F*είδος υπ.χάρδευση = 3,95

*F*βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,01

*F*μονοπαραγοτικού = 25,01\*

**Πίνακας 43β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (cm<sup>2</sup>) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΦΥΛ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	441,18 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	725,47 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	278,88 c
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	452,46 b

#### 3.2.4 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Σ' ότι αφορά στο νωπό βάρος των φυτών *S. chamaecyparissus* παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.44α,β), με τον συνδυασμό υψηλού βάθους και υποστρώματος κομπόστ να δίνει τις μεγαλύτερες τιμές (Πιν.44β). Αντίθετα, οι χαμηλότερες τιμές του νωπού βάρους παρατηρήθηκαν στα υποστρώματα του μάρτυρα στο χαμηλό βάθος. Ο παράγοντας άρδευση δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά το νωπό βάρος των φυτών (Πιν.44α).

**Πίνακας 44α.** Νωπό βάρος (g) *S. chamaecyparissus* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	31,32 b	35,80 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	67,66 a	71,73 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	16,33 c	15,39 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	35,53 b	38,95 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
37,71 a	40,47 a	24,71 b	53,47 a	51,63 a	26,55 b

*F*βάθος υποστρ. = 110,19\*

*F*είδος υποστρ. = 144,97\*

*F*άρδευσης = 1,33

*F*βάθοςxείδος υποστρ. = 9,54\*

*F*βάθοςxάρδευση = 0,40

*F*είδος υπ. xάρδευση = 0,17

*F*βάθοςxείδος υπ. xάρδευση = 0,24

*F*μονοπαραγοτικού = 39,43\*

**Πίνακας 44β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης (g) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ
15 cm X ΤΥΡΦΗ	33,56 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	69,70 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	15,86 c
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	37,24 b

### 3.2.5 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Στο ξηρό βάρος διαπιστώθηκε επίδραση των παραγόντων του βάθους και του είδους του υποστρώματος (Πιν.45). Το υψηλό βάθος, καθώς και η χρήση κομπόστ έδωσαν συνολικά τις μεγαλύτερες τιμές. Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στα χαμηλού βάθους υποστρώματα έδωσαν τιμές παρόμοιες με αυτές των υποστρωμάτων τύρφης στα υψηλού βάθους υποστρώματα. Τα μικρότερα ξηρά βάρη παρατηρήθηκαν στα χαμηλά υποστρώματα του μάρτυρα, ανεξαρτήτως άρδευσης.

**Πίνακας 45.** Ξηρό βάρος (g) *S. chamaecyparissus* τον 5<sup>ο</sup> μήνα ανάπτυξης (25/9/2010)

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	8,61 b	10,49 b
	ΚΟΜΠΟΣΤ	17,64 a	19,19 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	4,12 c	3,66 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	9,59 b	10,90 b

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
9,99 a	11,06 a	6,72 b	14,33 a	13,98 a	7,07 b

*F*βάθος υποστρ. = 104,78\*

*F*είδος υποστρ. = 126,99\*

*F*άρδευσης = 2,51

*F*βάθοςχειδός υποστρ. = 3,45

*F*βάθοςχάρδευση = 0,90

*F*είδος υπ.χάρδευση = 0,28

*F*βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 0,60

*F*μονοπαραγοτικού = 35,28\*

### 3.2.6 Συνολική αντίσταση φύλλων

Σ' ότι αφορά στη συνολική αντίσταση των φύλλων των φυτών *S. chamaecyparissus* διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση και των τριών παραγόντων μεταξύ τους (Πιν.46α,β,γ,δ). Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά (Πιν.46α). Αντίθετα, οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα υψηλού βάθους υποστρώματα κομπόστ και τύρφης, όταν αρδεύονταν συχνά, καθώς και στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης όταν αρδεύονταν αραιά.

**Πίνακας 46α.** Συνολική αντίσταση φύλλων ( $s\ cm^{-1}$ ) *S. chamaecyparissus*

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	1,64 b	0,99 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	3,55 a	1,09 c
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	1,14 c	1,38 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	1,36 bc	1,32 bc

(συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
1,92 a	1,19 b	1,29 b	1,83 a	1,82 a	1,30 b

*F*βάθος υποστρ. = 25,85\*  
*F*είδος υποστρ. = 28,60\*  
*F*άρδευσης = 51,11\*  
*F*βάθοςχειδός υποστρ. = 20,93\*

*F*βάθοςχάρδευση = 66,18\*  
*F*είδος υπ.χάρδευση = 26,10\*  
*F*βάθοςχειδός υπ.χάρδευση = 14,19\*  
*F*μονοπαραγοτικού = 33,28\*

**Πίνακας 46β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης ( $s\text{ cm}^{-1}$ ) βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	$R_{\text{leaf}}$
15 cm X ΤΥΡΦΗ	1,31 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	2,32 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	1,26 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	1,34 b

**Πίνακας 46γ.** Μέσοι αλληλεπίδρασης ( $s\text{ cm}^{-1}$ ) βάθους x άρδευση

ΒΑΘΟΣ X ΑΡΔΕΥΣΗ	$R_{\text{leaf}}$
15 cm X ΑΡΑΙΗ	2,60 a
15 cm X ΣΥΧΝΗ	1,04 c
7,5 cm X ΑΡΑΙΗ	1,25 bc
7,5 cm X ΣΥΧΝΗ	1,35 b

**Πίνακας 46δ.** Μέσοι αλληλεπίδρασης ( $s\text{ cm}^{-1}$ ) υπόστρωμα x άρδευση

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ X ΑΡΔΕΥΣΗ	$R_{\text{leaf}}$
ΤΥΡΦΗ X ΑΡΑΙΗ	1,39 b
ΤΥΡΦΗ X ΣΥΧΝΗ	1,18 b
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΑΡΑΙΗ	2,45 a
ΚΟΜΠΟΣΤ X ΣΥΧΝΗ	1,21 b

### 3.2.7 Εκτίμηση δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII

#### 3.2.7.1 Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII πριν από άρδευση

Σ' ότι αφορά στην εκτίμηση της δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII, μία ημέρα πριν την άρδευση, παρατηρήθηκε επίδραση του είδους του υποστρώματος στις διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, με την χρήση κομπόστ να δίνει συνολικά τις μεγαλύτερες τιμές και στα δύο βάθη (Πιν.47). Οι χαμηλότερες τιμές διαπιστώθηκαν στα υψηλού βάθους υποστρώματα τύρφης, ανεξαρτήτως άρδευσης. Τα χαμηλού βάθους υποστρώματα τύρφης είχαν ενδιάμεσες τιμές και δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους.

**Πίνακας 47.** Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII *S. chamaecyparissus* πριν από άρδευση

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,786 c	0,782 c
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,810 ab	0,815 a
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,794 bc	0,793 bc
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,805 ab	0,815 a

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,799 a	0,801 a	0,789 b	0,811 a	0,798 a	0,802 a

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 0,69$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 28,39^*$

$F_{\text{άρδευσης}} = 0,37$

$F_{\text{βάθοςxείδος υποστρ.}} = 2,27$

$F_{\text{βάθοςxάρδευση}} = 0,19$

$F_{\text{είδος υπ. xάρδευση}} = 1,60$

$F_{\text{βάθοςxείδος υπ. xάρδευση}} = 0,02$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 4,84^*$

#### 3.2.7.2 Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII μετά από άρδευση

Σ' ότι αφορά στην εκτίμηση της δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας του PSII, μετά από άρδευση παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση του βάθους με το είδος του υποστρώματος (Πιν.48α,β). Ο συνδυασμός υψηλού βάθους υποστρώματος κομπόστ είχε τις μεγαλύτερες τιμές, ενώ αντίθετα οι υπόλοιποι συνδυασμοί τις χαμηλότερες χωρίς να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Πιν.48β). Η μεγαλύτερη τιμή



παρατηρήθηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά και η μικρότερη στο ίδιο υπόστρωμα στο χαμηλό όμως βάθος όταν αρδεύονταν συχνά (Πιν.48α).

**Πίνακας 48α.** Δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII *S. chamaecyparissus* μετά από άρδευση

ΒΑΘΟΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΑΡΔΕΥΣΗ	
		ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ
15 cm	ΤΥΡΦΗ	0,802 b	0,786 bcd
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,828 a	0,797 bc
7,5 cm	ΤΥΡΦΗ	0,797 bc	0,780 cd
	ΚΟΜΠΟΣΤ	0,796 bc	0,775 d

ΑΡΔΕΥΣΗ		ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΒΑΘΟΣ	
ΑΡΑΙΗ	ΣΥΧΝΗ	ΤΥΡΦΗ	ΚΟΜΠΟΣΤ	15cm	7,5cm
0,806 a	0,784 b	0,791 a	0,799 a	0,803 a	0,787 b

$F_{\text{βάθος υποστρ.}} = 11,56^*$

$F_{\text{είδος υποστρ.}} = 2,77$

$F_{\text{άρδευσης}} = 20,83^*$

$F_{\text{βάθοςχείδος υποστρ.}} = 5,33^*$

$F_{\text{βάθοςχάρδευση}} = 0,20$

$F_{\text{είδος υπ.χάρδευση}} = 1,07$

$F_{\text{βάθοςχείδος υπ.χάρδευση}} = 0,28$

$F_{\text{μονοπαραγοτικού}} = 5,55^*$

**Πίνακας 48β.** Μέσοι αλληλεπίδρασης βάθους x υπόστρωμα

ΒΑΘΟΣ X ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΦPSII
15 cm X ΤΥΡΦΗ	0,794 b
15 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	0,812 a
7,5 cm X ΤΥΡΦΗ	0,789 b
7,5 cm X ΚΟΜΠΟΣΤ	0,786 b

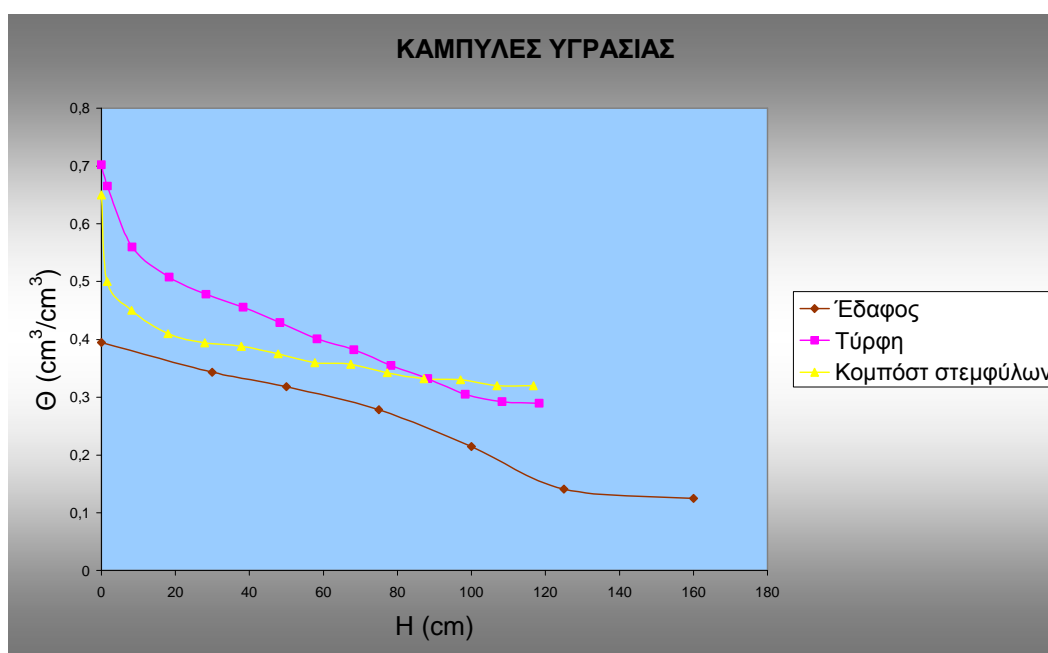
### 3.2.8 Ανθοφορία

Στα φυτά του είδους *Santolina chamaecyparissus* δεν παρατηρήθηκε καθόλου ανθοφορία κατά την διάρκεια του πειράματος.

### 3.3 Φυσικές ιδιότητες υποστρωμάτων

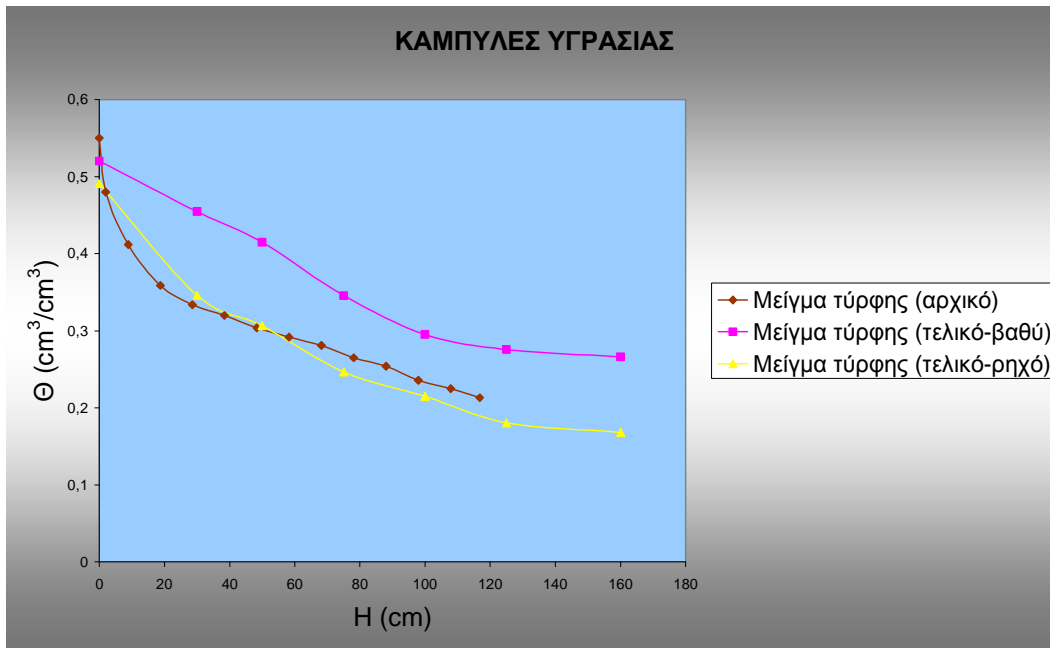
#### 3.3.1 Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας

Από τις χαρακτηριστικές καμπύλες υγρασίας (Σχ.6) φαίνεται ότι η τύρφη και το κομπόστ στεμφύλων έχουν αρκετά μεγαλύτερη υγρασία κορεσμού ( $\theta_s$ ) σε σύγκριση με το έδαφος. Η μεταβολή υγρασίας στα υποστρώματα τύρφης και κομπόστ στα μικρά φορτία πίεσης είναι μεγαλύτερη από αυτή που παρατηρείται στο έδαφος. Στα μικρά φορτία πίεσης, η τύρφη συγκρατεί μεγαλύτερα ποσοστά υγρασίας από το κομπόστ. Μετά τα 90 cm παρατηρείται αντιστροφή, με το κομπόστ στεμφύλων να συγκρατεί εκείνο τα μεγαλύτερα ποσοστά υγρασίας, αν και οι διαφορές φαίνονται να είναι μικρές.

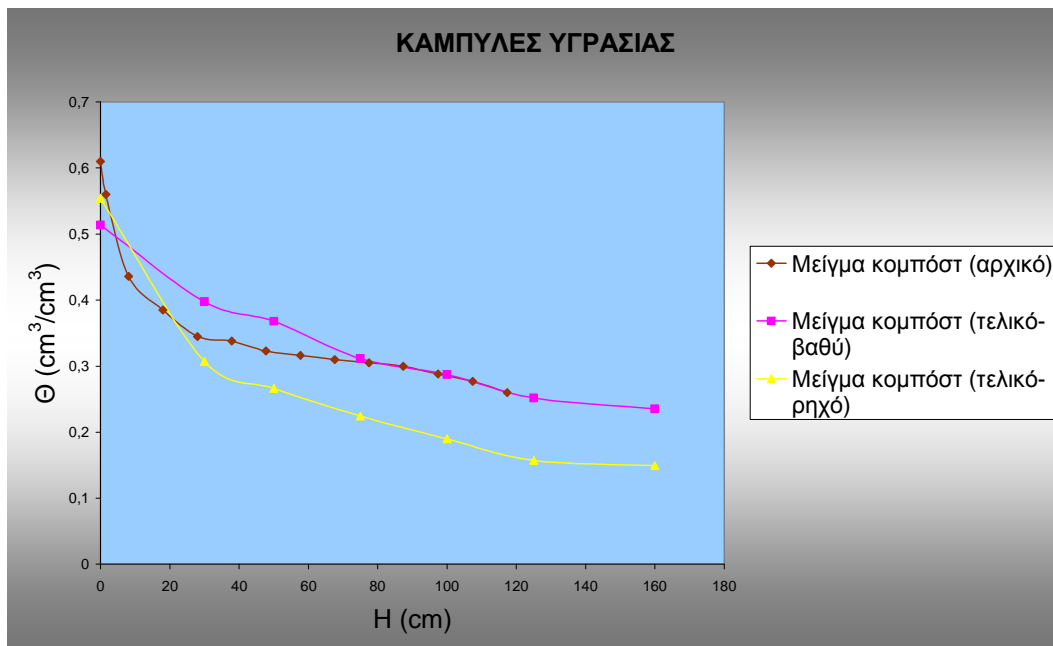


**Σχήμα 6.** Καμπύλες υγρασίας εδάφους, τύρφης και κομπόστ στεμφύλων.

Όσον αφορά τις χαρακτηριστικές καμπύλες υγρασίας των μειγμάτων (Σχ.7,8) διαπιστώνεται ότι οι ιδιότητες της τύρφης και του κομπόστ στεμφύλων να συγκρατούν μεγάλα ποσοστά υγρασίας, επηρεάζει και τα μείγματα. Στο διάστημα φορτίου πίεσης από 0-30 cm στο ρηχού βάθους υπόστρωμα παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό μεγάλων πόρων από ότι στο βαθύ και για τα δύο μείγματα, πιθανότατα λόγω της μεγαλύτερης συμπίεσης των δειγμάτων που βρίσκονταν στο βαθύ και κατά συνέπεια την καταστροφή των μεγάλων πόρων.



**Σχήμα 7.** Καμπύλες υγρασίας μείγματος τύρφης στην αρχή και στο τέλος του πειράματος.



**Σχήμα 8.** Καμπύλες υγρασίας μείγματος κομπόστ στην αρχή και στο τέλος του πειράματος.

Αντίθετα, στο φορτίο πίεσης από 30-160 cm, τόσο στο βαθύ όσο και στο ρηχό η κατανομή των πόρων παραμένει ίδια στα δύο υποστρώματα. Στο μείγμα τύρφης η μεταβολή υγρασίας του αρχικού δείγματος παρουσιάζει ταύτιση με αυτή του ρηχού βάθους μείγματος τύρφης στο τέλος του πειράματος. Από την άλλη πλευρά, στο

μείγμα κομπόστ παρατηρείται ταύτιση της μεταβολής υγρασίας με του ρηχού βάθους μείγματος κομπόστ μέχρι τα 30 cm, ενώ στη συνέχεια διαπιστώνεται μετάπτωση και ταύτιση με το υψηλού βάθους μείγμα κομπόστ.

### 3.3.2 Φαινόμενη πυκνότητα ( $\rho_\phi$ ), εύκολα διαθέσιμο νερό (EAW) και ολικό πορώδες (ΟΠ)

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι τη μεγαλύτερη φαινόμενη πυκνότητα την παρουσίασε το έδαφος (Πιν.49). Τα δύο μείγματα υποστρώματος που χρησιμοποιήθηκαν είχαν αρχικές τιμές που εξαρτήθηκαν από τα συστατικά τους.

**Πίνακας 49.** Φαινόμενη πυκνότητα ( $\rho_\phi$ ) σε  $\text{g cm}^{-3}$ , εύκολα διαθέσιμο νερό (EAW) και ολικό πορώδες (ΟΠ) υποστρωμάτων σε % (v/v)

<b>ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b><math>\rho_\phi</math> (<math>\text{gr cm}^{-3}</math>)</b>	<b>EAW % (v/v)</b>	<b>ΟΠ % (v/v)</b>
<b>ΕΛΔΑΦΟΣ</b>	1,55	6,2	39,4
<b>ΤΥΡΦΗ</b>	0,14	13,3	70,2
<b>ΚΟΜΠΟΣΤ</b>	0,39	6,3	65,0
<b>2ΤΥΡΦΗ:3ΕΛΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ (αρχικό)</b>	0,54	11,1	55,0
<b>2ΤΥΡΦΗ:3ΕΛΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ (τελικό-βαθύ)</b>	0,69	9,3	52,0
<b>2ΤΥΡΦΗ:3ΕΛΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ (τελικό-ρηχό)</b>	0,61	10,6	49,0
<b>2ΚΟΜΠΟΣΤ:3ΕΛΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ (αρχικό)</b>	0,64	10,5	61,0
<b>2ΚΟΜΠΟΣΤ:3ΕΛΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ (τελικό-βαθύ)</b>	0,81	11,3	51,3
<b>2ΚΟΜΠΟΣΤ:3ΕΛΔΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ (τελικό-ρηχό)</b>	0,56	11,6	55,0

Οι τελικές τιμές των μειγμάτων παρουσιάζονται αυξημένες σε σχέση με τις αρχικές, με εξαίρεση τη φαινόμενη πυκνότητα του μείγματος κομπόστ στο ρηχό βάθος υπόστρωμα που μειώθηκε, ίσως εξαιτίας σφάλματος δειγματοληψίας π.χ. περισσότερος περλίτης. Το εύκολα διαθέσιμο νερό του μείγματος τύρφης είχε

μεγαλύτερες τιμές στην αρχή του πειράματος, ενώ στο τέλος μικρότερες με το ρηχού βάθους υπόστρωμα όμως, να βρίσκεται κοντά στην αρχική (Πιν.49). Αντίθετα, στο μείγμα κομπόστ, παρατηρήθηκε αύξηση του εύκολα διαθέσιμου νερού στο τέλος του πειράματος, με το ρηχού βάθους υπόστρωμα να υπερτερεί. Το ολικό πορώδες παρουσιάστηκε μειωμένο και στα δύο μείγματα υποστρώματος στο τέλος του πειράματος ανεξαρτήτως βάθους σε σχέση με τα αρχικά ποσοστά (Πιν.49). Όλες οι τιμές του ολικού πορώδους ήταν υψηλότερες από αυτή του εδάφους.

### 3.4 Χημικές ιδιότητες υποστρωμάτων

#### 3.4.1 Προσδιορισμός pH και EC

Η αρχική μέτρηση του pH των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν έδειξαν ότι τα μείγματα ήταν ελαφρώς αλκαλικά (Πιν.50). Μεταξύ των δύο υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, το υψηλότερο pH παρουσιάστηκε στο μείγμα κομπόστ, ενώ το χαμηλότερο στο μείγμα τύρφης. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των μειγμάτων όπως και στο pH παρουσιάστηκε υψηλότερη στο μείγμα κομπόστ και χαμηλότερη στο μείγμα τύρφης (Πιν.50). Την υψηλότερη τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας την έδωσε το κομπόστ πριν τοποθετηθεί στα μείγματα, με αρκετά μεγάλη διαφορά.

**Πίνακας 50.** Αρχικές τιμές pH και EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) υποστρωμάτων σε εκχύλισμα αναλογίας 1:5

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	pH	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
ΕΛΑΦΟΣ	8,28	103
ΤΥΡΦΗ	7,01	38
ΚΟΜΠΟΣΤ	7,8	1287
2ΤΥΡΦΗ:3ΕΛΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ	7,5	111
2ΚΟΜΠΟΣΤ:3ΕΛΑΦΟΣ:5ΠΕΡΛΙΤΗ	7,8	143,6

Όσον αφορά τις τελικές τιμές του pH στις διάφορες επεμβάσεις του *O. majorana* διαπιστώθηκε αύξηση της τιμής του σε σχέση με το αρχικό, με εξαίρεση το βαθύ υπόστρωμα τύρφης όταν αρδεύονταν αραιά, όπου μειώθηκε ελαφρώς

(Πιν.50,51). Στα υψηλού βάθους υποστρώματα παρατηρείται αύξηση του pH με την συχνή άρδευση, ενώ στα χαμηλού βάθους μικρή μείωση, όταν η άρδευση είναι συχνή σε σύγκριση με την αραιή.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσιάζεται σε όλες τις επεμβάσεις των φυτών *O. majorana* μεγαλύτερη στο τέλος του πειράματος σε σχέση με την αρχική των μειγμάτων (Πιν.50,51). Η συχνή άρδευση έδωσε πιο μεγάλες τιμές EC από την αραιή, με μόνη διαφορά το ρηχό υπόστρωμα τύρφης, όταν αρδεύονταν συχνά που είχε μικρότερη τιμή, από το αντίστοιχο υπόστρωμα όταν αρδεύονταν αραιά.

**Πίνακας 51.** Τελικές τιμές pH και EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) υποστρωμάτων σε εκχύλισμα αναλογίας 1:5 του φυτού *O. majorana*

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	pH	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
<b>BTA</b>	7,41	170
<b>BTΣ</b>	8,32	223
<b>BKA</b>	7,8	152
<b>BKΣ</b>	8,4	226
<b>PTA</b>	8,3	310
<b>PTΣ</b>	8,02	271
<b>PKA</b>	8,04	253
<b>PKΣ</b>	8,0	299

Όπου, B: βάθος υποστρώματος 15 cm, P: βάθος υποστρώματος 7,5 cm, K: υπόστρωμα κομπόστ στεμφύλων, T: υπόστρωμα τύρφης, A: αραιή άρδευση και Σ: συχνή άρδευση.

Οι τελικές τιμές του pH των επεμβάσεων των φυτών *S. chamaecyparissus* παρουσιάζονται αυξημένες σε σχέση με τις αρχικές (Πιν.50,52). Η συχνή άρδευση έδωσε υψηλότερες τιμές pH στο βαθύ υπόστρωμα τύρφης και στο ρηχό υπόστρωμα κομπόστ σε σχέση με την αραιή άρδευση, ενώ στο βαθύ υπόστρωμα κομπόστ το αντίθετο. Στο ρηχό υπόστρωμα τύρφης οι τιμές του pH παρουσιάζονται όμοιες ανεξαρτήτως άρδευσης.

Η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα των επεμβάσεων των ίδιων φυτών είναι αυξημένη σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές (Πιν.50,52). Οι επεμβάσεις που αρδεύονταν αραιά είχαν τις υψηλότερες τιμές EC από τις επεμβάσεις που αρδεύονταν συχνά, με εξαίρεση το ρηχό υπόστρωμα τύρφης που όταν αρδεύονταν αραιά έδωσε χαμηλότερη τιμή από όταν αρδεύονταν συχνά.

**Πίνακας 52.** Τελικές τιμές pH και EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) υποστρωμάτων σε εκχύλισμα αναλογίας 1:5 του φυτού *S. chamaecyparissus*

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	pH	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
<b>BTA</b>	7,65	231
<b>BTΣ</b>	8,31	210
<b>BKA</b>	8,43	231
<b>BKΣ</b>	7,85	203
<b>PTA</b>	7,9	201
<b>PTΣ</b>	8,01	372
<b>PKA</b>	8,05	253
<b>PKΣ</b>	8,74	236

Όπου, B: βάθος υποστρώματος 15 cm, P: βάθος υποστρώματος 7,5 cm, K: υπόστρωμα κομπόστ στεμφύλων, T: υπόστρωμα τύρφης, A: αραιή άρδευση και Σ: συχνή άρδευση.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σ' ότι αφορά στη συνολική μεταβολή του ύψους των φυτών *O. majorana* παρατηρήθηκε ότι στο υπόστρωμα των 15 cm, η χρήση κομπόστ στεμφύλων και στις δύο συχνότητες άρδευσης, επέφερε αύξηση όμοια με τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο μείγμα τύρφης, ανεξαρτήτως άρδευσης, δίνοντας τις υψηλότερες τιμές. Στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ, τόσο στη συχνή όσο και στην αραιή άρδευση επέφερε αύξηση του ύψους, παρόμοια μ' αυτή του υποστρώματος τύρφης ανεξαρτήτως άρδευσης που βρίσκονταν στο ίδιο βάθος (Πιν.8). Σύμφωνα με τους Scherer *et al.* (1996) και Jones και Jacobsen (2005) εδάφη που είναι βαθιά, μπορούν να συγκρατήσουν πολύ περισσότερα θρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για τα φυτά καθώς και νερό, από ότι ρηχά εδάφη με την ίδια δομή, τα οποία χρησιμοποιούν κυρίως κατά την διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης. Ακόμα, οι Dunnet και Nolan (2004) αναφέρουν ότι η αύξηση του βάθους του υποστρώματος φαίνεται να ευνοεί την ανάπτυξη των ειδών σε συνθήκες φυτοδώματος.

Στα φυτά *S. chamaecyparissus* η συνολική μεταβολή του ύψους των φυτών έδειξε ότι η αύξηση επηρεάστηκε θετικά από τη χρήση κομπόστ στο σύνολο των επεμβάσεων. Η χρήση υποστρώματος κομπόστ στο υψηλό βάθος όταν αρδεύονταν συχνά έδωσε τα υψηλότερα φυτά (Πιν.31α,β). Σε πρόσφατη μελέτη (Περγιαλιώτη, 2010) όπου εξετάστηκε η ανάπτυξη δύο ειδών *Helichrysum* σε συνθήκες φυτοδώματος, η μεγαλύτερη αύξηση του ύψους των φυτών *Helichrysum orientale* παρατηρήθηκε ακριβώς στην ίδια επέμβαση. Στα χαμηλού βάθους υποστρώματα η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ επέφερε αύξηση του ύψους και στις δύο συχνότητες άρδευσης στα φυτά *S. chamaecyparissus* παρόμοια με αυτή στο υπόστρωμα τύρφης με υψηλό βάθος ανεξαρτήτως άρδευσης (Πιν.31α).

Η διάμετρος των φυτών *O. majorana* παρουσιάστηκε μεγαλύτερη με τη χρήση κομπόστ στεμφύλων απ' ότι με την τύρφη στο υψηλού βάθους υπόστρωμα ανεξαρτήτως άρδευσης. Με εξαίρεση το χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά που έδωσε όμοια αύξηση διαμέτρου με το αντίστοιχης συχνότητας άρδευσης υψηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, η χρήση κομπόστ στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα ξεπέρασε την αύξηση της διαμέτρου που επέφερε η τύρφη ανεξαρτήτως βάθους υποστρώματος. Η αραιή άρδευση όσον αφορά την αύξηση της διαμέτρου, υπολειπόταν ελάχιστα από την αντίστοιχη συχνή στις διάφορες επεμβάσεις, εκτός



από το υψηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης που όταν αρδεύονταν αραιά είχε τιμή λίγο μεγαλύτερη από αυτή, όταν αρδεύονταν συχνά (Πιν.14).

Σ' ότι αφορά στη διάμετρο των φυτών *S. chamaecyparissus* διαπιστώθηκε ότι η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ επέφερε ευνοϊκά αποτελέσματα στην αύξηση της στο υψηλού βάθους υπόστρωμα, ανεξαρτήτως άρδευσης. Στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα η χρήση κομπόστ ξεπέρασε τις τιμές του υποστρώματος της τύρφης στο ίδιο βάθος. Η χρήση κομπόστ στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα όταν αρδεύονταν συχνά έδωσε τιμή αντίστοιχη με αυτή του υποστρώματος τύρφης στο υψηλό βάθος ανεξαρτήτως άρδευσης (Πιν.37).

Η μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος των φυτών *O. majorana* επηρεάστηκε από τους παράγοντες του βάθους και του είδους του υποστρώματος. Η χρήση κομπόστ επέφερε μεγαλύτερη αύξηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος από τις επεμβάσεις που περιείχαν τύρφη. Ο Μανιός (2004), προτείνει ότι η χρήση κομπόστ από υπολείμματα σταφυλιών σε ποσοστό 30% ή και λιγότερο μπορούν να δώσουν καλύτερη παραγωγή και ανάπτυξη των φυτών, από ότι μεγαλύτερα ποσοστά. Τον τέταρτο και τον πέμπτο μήνα οι αρνητικές τιμές που παρατηρήθηκαν στη μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος, οφείλονται στη ξήρανση τμημάτων των φυτών με το τέλος της ανθοφορίας. Η άρδευση δεν επηρέασε την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος, δίνοντας παρόμοιες τιμές στις δύο διαφορετικές συχνότητες, με μόνη εξαίρεση το χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, που όταν αρδεύονταν αραιά είχε μικρότερη τιμή από όταν εφαρμόστηκε συχνή άρδευση (Πιν.20). Αύξηση της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος παρατηρήθηκε ακόμη και όταν η συνολική διάμετρος παρέμεινε αμετάβλητη (Πιν.13 α,β), δείχνοντας ότι οι νέοι βλαστοί αναπτύσσονταν κοντά στη βάση των φυτών.

Η χρήση του υποστρώματος κομπόστ επέφερε αύξηση της συνολικής φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος των φυτών *S. chamaecyparissus* στο υψηλού βάθους υπόστρωμα σε σχέση με το υπόστρωμα τύρφης και στις δύο συχνότητες άρδευσης. Στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα, η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ και πάλι έδωσε υψηλότερες τιμές από αυτές του υποστρώματος τύρφης στο ίδιο ύψος. Οι τιμές του υποστρώματος κομπόστ στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα ανεξαρτήτως άρδευσης, έδωσαν τιμές αντίστοιχες με αυτές του υποστρώματος τύρφης στο υψηλό βάθος (Πιν.43α,β). Έρευνα των Norland και Veith, 1995, δείχνει ότι η χρήση κομπόστ από αστικά στερεά απόβλητα μπορεί να ευνοήσει την αύξηση

της επιφάνειας κάλυψης των φυτών σε ποσοστό ως και 90% σε ορισμένες περιπτώσεις.

Η καλλιέργεια των φυτών *O. majorana* σε υπόστρωμα κομπόστ επέφερε μεγαλύτερη αύξηση νωπού και ξηρού βάρους σε όλες τις επεμβάσεις σε σύγκριση με τις αντίστοιχες της τύρφης. Σ' ότι αφορά στο νωπό βάρος, στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα η χρήση κομπόστ ανεξαρτήτως άρδευσης είχε τιμές παρόμοιες με το υψηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν αρδεύονταν συχνά όπου έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή από τις επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκε τύρφη. Στο ξηρό βάρος, το χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ όταν αρδεύονταν αραιά, είχε τιμή ελαφρώς μικρότερη από τη μεγαλύτερη που παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκε τύρφη. Σ' όλες τις επεμβάσεις η αραιή άρδευση υπολείπεται της συχνής στην αύξηση του νωπού και ξηρού βάρους (Πιν.21,22α,β). Σε έρευνα που αφορούσε στην επίδραση της υδατικής καταπόνησης στο είδος *Lippia berlandieri* Schauer (Mexican oregano) (Dunford and Vazquez, 2005), παρατηρήθηκε ότι φυτά που λάμβαναν περισσότερο νερό έδωσαν υψηλότερη νωπή και ξηρή μάζα, από τις επεμβάσεις που αρδεύονταν λιγότερο, αναφέροντας παράλληλα ότι η υδατική καταπόνηση μπορεί να μειώσει σημαντικά την παραγωγική ικανότητα του συγκεκριμένου είδους.

Το νωπό και το ξηρό βάρος των φυτών *S. chamaecyparissus* δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τον παράγοντα της άρδευσης. Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ ευνόησε την αύξηση του νωπού και του ξηρού βάρους στο υψηλού βάθους υπόστρωμα. Στο υπόστρωμα των 7,5 cm η χρήση κομπόστ είχε τιμές νωπού και ξηρού βάρους που βρίσκονταν στα επίπεδα του μάρτυρα στο υψηλού βάθους υπόστρωμα, ανεξαρτήτως άρδευσης (Πιν.44α,β,45). Πρόσφατες μελέτες (Περγιαλιώτη, 2010, Τασούλα, 2010), αναφέρουν ότι η καλλιέργεια σε μείγμα με υπόστρωμα κομπόστ στεμφύλων έδωσε φυτά εύρωστα και με αυξημένα νωπά και ξηρά βάρη του υπέργειου τμήματος, ανεξαρτήτως βάθους υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης στα είδη *Helichrysum italicum* και *Helichrysum orientale* από ότι σε μείγμα που περιείχε τύρφη, ενώ στο φυτό *Artemisia absinthium* διαπιστώθηκε ότι το νωπό και το ξηρό βάρος επηρεάστηκε θετικά από τον συνδυασμό κομπόστ στεμφύλων όταν βρίσκονταν σε υψηλού βάθους υπόστρωμα.

Η συνολική αντίσταση των φύλλων των φυτών *O. majorana* παρουσιάστηκε μεγαλύτερη στο μεγάλο βάθος υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά, δείχνοντας ότι τα φυτά στην επέμβαση αυτή διέπνεαν πιο αργά. Αν και οι υπόλοιπες

επεμβάσεις δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, εντούτοις η αραιή άρδευση έδωσε μεγαλύτερες τιμές, δηλαδή πιο αργούς ρυθμούς διάχυσης των υδρατμών διαμέσου των στομάτων. Τόσο το υψηλό βάθος, όσο και η χρήση κομπόστ φάνηκε να επηρεάζουν αρνητικά τους ρυθμούς διαπνοής, δίνοντας συνολικά μεγαλύτερες τιμές (Πιν.23α,β). Η μεγάλη ανάπτυξη των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο υψηλό βάθος υπόστρωμα κομπόστ, όπως διαπιστώθηκε από τα αποτελέσματα του ύψους, της διαμέτρου, της φυλλικής επιφάνειας κάλυψης του υποστρώματος καθώς και του νωπού και ξηρού βάρους σε συνδυασμό με την αραιή άρδευση φαίνεται να δικαιολογούν τις μεγαλύτερες τιμές που παρατηρήθηκαν στη συγκεκριμένη επέμβαση.

Η συνολική αντίσταση των φύλλων των φυτών *S. chamaecyparissus* παρουσιάστηκε μεγαλύτερη στις επεμβάσεις που αρδεύονταν αραιά στο βάθος των 15 cm, με τη χρήση κομπόστ να έχει την υψηλότερη τιμή, δείχνοντας ότι τα φυτά αυτά διέπνεαν με πιο αργούς ρυθμούς σε σύγκριση με αυτά που αρδεύονταν συχνά. Αντίθετα, στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα η αραιή άρδευση δεν φάνηκε να επηρεάζει αρνητικά τη διαπνοή των φυτών, αφού οι τιμές ήταν μικρότερες στο υπόστρωμα τύρφης ή ίδιες στο υπόστρωμα κομπόστ με αυτές της συχνής άρδευσης (Πιν.46α). Τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα ίσως να εξηγούνται από το γεγονός ότι το ριζικό σύστημα (Παράρτημα, Εικ.30) μπορεί να είχε φτάσει κατά το μήνα μέτρησης ως το αποστραγγιστικό στοιχείο και να λάμβανε το νερό από εκεί. Σημαντικό επίσης είναι το γεγονός ότι το ριζικό σύστημα του φυτού *S. chamaecyparissus* μπορεί να αξιοποιήσει ακόμη και τα μικρότερα ίχνη εδαφικής υγρασίας, ενώ και η αντοχή του φυτού στη ξηρασία είναι μεγάλη (Πιερρακέας, 1971). Συνολικά η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ έδωσε τις υψηλότερες τιμές, ίσως εξαιτίας της μεγαλύτερης ανάπτυξης που επέφερε στα φυτά. Όπως αναφέρεται σε μελέτη (Καμπράνης, 2007) πάνω στην καλλιέργεια του *Sorghum bicolor* (L.) Moench, η συνολική αντίσταση των στομάτων των φύλλων είναι χαρακτηριστικό κάθε καλλιέργειας και αυξάνει με την ανάπτυξη της, ενώ επηρεάζεται επίσης από τις κλιματικές παραμέτρους και τη διαθεσιμότητα του νερού.

Όσον αφορά στη δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII των φυτών *O. majorana* πριν από την άρδευση παρατηρήθηκε, ότι η χρήση κομπόστ ανεξαρτήτως βάθους και άρδευσης έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές (Πιν.24α,β), δείχνοντας ότι τα φυτά στο υπόστρωμα αυτό φωτοσυνθέτουν αποτελεσματικά, όπως διαπιστώνεται και από τα αποτελέσματα της ανάπτυξης των φυτών που μελετήθηκαν στο υπόστρωμα

αυτό. Η μέση τιμή όλων των επεμβάσεων που καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα κομπόστ ήταν 0,821. Σύμφωνα με τους Bjorkman και Demmig (1987) και Johnson *et al.* (1993) μετρήσεις γύρω στο 0,83 αποτελούν την ιδανική τιμή για τα περισσότερα είδη φυτών. Τιμές χαμηλότερες από αυτές, συναντώνται όταν τα φυτά έχουν εκτεθεί σε συνθήκες καταπόνησης, υποδεικνύοντας ειδικότερα το φαινόμενο της φωτοαναστολής (Maxwell and Johnson, 2000). Η αραιή άρδευση φαίνεται να καταπόνησε μόνο τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα τύρφης και στα δύο βάθη δίνοντας χαμηλότερες τιμές δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας από τις αντίστοιχες της συχνής συχνότητας άρδευσης.

Ο φθορισμός της χλωροφύλλης παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του φωτοσυστήματος II, δηλαδή καθορίζει το βαθμό αξιοποίησης από το φωτοσύστημα II της ενέργειας που απορροφάται από τη χλωροφύλλη και τον βαθμό στον οποίο ζημιώνεται από την περίσσεια του φωτός, ιδίως σε συνδυασμό και με άλλες καταπονήσεις όπως η υψηλή θερμοκρασία, η υδατική καταπόνηση αλλά και οι τροφωπενίες (Καραμπουρνιώτης *et al.*, 2008, Μοράκης, 2009).

Η υδατική καταπόνηση σε συνδυασμό με τη χαμηλότερη περιεκτικότητα του υποστρώματος τύρφης σε ανόργανα στοιχεία από ότι στο υπόστρωμα κομπόστ όπως παρατηρήθηκε από πρόσφατες μελέτες στα δύο υποστρώματα (Περγιαλιώτη, 2010, Τασούλα, 2010) φαίνεται να ευθύνονται για τις χαμηλότερες τιμές της δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας των υποστρωμάτων της τύρφης όταν αρδεύονταν αραιά στα φυτά *O. majorana* από τις αντίστοιχες του ίδιου υποστρώματος, όταν αρδεύονταν συχνά.

Η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ επηρέασε θετικά τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα των φυτών *S. chamaecyparissus*, όταν οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν από την άρδευση (Πιν.47). Οι μέσοι όροι των τιμών, όταν χρησιμοποιήθηκε υπόστρωμα κομπόστ ήταν 0,81, ενώ 0,789 όταν χρησιμοποιήθηκε τύρφη. Το βάθος και η συχνότητα άρδευσης δεν διαπιστώθηκε να επηρεάζουν τα αποτελέσματα. Η ιδιότητα του υποστρώματος κομπόστ να περιέχει περισσότερα ανόργανα στοιχεία από το υπόστρωμα της τύρφης ίσως να συνετέλεσε στις υψηλές τιμές που παρατηρήθηκαν στο υπόστρωμα αυτό, καλύπτοντας την καταπόνηση που προκλήθηκε από την αραιή άρδευση.

Η δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII των φυτών *O. majorana* μετά από άρδευση παρουσιάστηκε αυξημένη στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν συχνά. Η συχνή άρδευση σε συνδυασμό με το υψηλού βάθους

υπόστρωμα έδωσε συνολικά τις υψηλότερες τιμές. Ο παράγοντας του είδους του υποστρώματος δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τα αποτελέσματα, με τη χρήση κομπόστ να δίνει παρόμοια αποτελέσματα με αυτά του υποστρώματος τύρφης (Πιν.25α,β). Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι τα φυτά που βρίσκονταν στο υπόστρωμα τύρφης μετά από άρδευση έδωσαν υψηλότερες τιμές δυνητικής φωτοχημικής ικανότητας από ότι μία ημέρα πριν εφαρμοστεί άρδευση, δίνοντας το συμπέρασμα ότι η άρδευση μπορεί να αντισταθμίσει τη μικρή περιεκτικότητα των ανόργανων στοιχείων που πιθανότατα να οφείλονταν για τις χαμηλότερες τιμές που παρατηρήθηκαν μία ημέρα πριν την άρδευση.

Όσον αφορά τη δυνητική φωτοχημική ικανότητα του PSII των φυτών *S. chamaecyparissus* μετά από την άρδευση παρατηρήθηκε ότι στις επεμβάσεις που εφαρμοζόταν η αραιή συχνότητα άρδευσης διαπιστώθηκαν οι υψηλότερες τιμές. Η άρδευση ευνόησε και τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα, ενώ και τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα τύρφης έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα με αυτά του υποστρώματος κομπόστ (Πιν.48α,β). Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η άρδευση λειτούργησε θετικά στη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα της τύρφης σε σύγκριση με μία ημέρα πριν την άρδευση και βελτίωσε τις τιμές των επεμβάσεων τόσο αυτών που αρδεύονταν αραιά, όσο και αυτών που βρίσκονταν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα.

Το pH των υποστρωμάτων παρουσιάζεται αυξημένο στις περισσότερες επεμβάσεις των φυτών *O. majorana* στο τέλος του πειράματος σε σύγκριση με το αρχικό (Πιν.50,51). Οι Arvanitoyannis *et al.* (2006) αναφέρουν ότι κομπόστ από υπολείμματα σταφυλιών έχουν pH που κυμαίνεται από 6,5 μέχρι 8,5. Οι Stafne και Carroll (2008), παρατήρησαν αύξηση της τιμής του pH ανάλογα με το ποσοστό του κομπόστ από υπολείμματα σταφυλιών με τιμές από 6,2 όταν χρησιμοποιήθηκε 10% κομπόστ έως 7,7, σε ποσοστό κομπόστ 90%. Αντίστοιχα και η EC διαπιστώθηκε ότι αυξήθηκε στο τέλος του πειράματος σε όλες τις επεμβάσεις (Πιν.50,51). Η αύξηση του pH και της EC στο τέλος του πειράματος μπορεί να οφείλεται στην εφαρμογή λίπανσης που εφαρμόστηκε το μήνα Αύγουστο, αλλά και στη συγκέντρωση αλάτων από το νερό της άρδευσης, κυρίως εξαιτίας του στάγδην ποτίσματος. Ο συνδυασμός υψηλού pH και EC που παρατηρήθηκε στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν αρδεύονταν αραιά (Πιν.51), αλλά και η χαμηλή περιεκτικότητα του υποστρώματος αυτού σε ανόργανα στοιχεία πιθανόν να συντέλεσε στην μειωμένη

ανάπτυξη των φυτών που αναπτύχθηκαν στην επέμβαση αυτή, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους (Πιν.22α).

Στα φυτά *S. chamaecyparissus* το pH και η EC των υποστρωμάτων στο τέλος του πειράματος παρουσιάστηκαν αυξημένα σε σχέση με τα αρχικά σε όλες τις επεμβάσεις (Πιν.50,52). Ο συνδυασμός υψηλού pH και EC ίσως να επέδρασε και στην περίπτωση αυτή αρνητικά στην ανάπτυξη των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα τύρφης, όταν αρδεύονταν συχνά (Πιν.45,50), όπως στην επέμβαση του χαμηλού βάθους υποστρώματος τύρφης, όταν όμως αρδεύονταν αραιά στα φυτά *O. majorana*. Η συχνή άρδευση ίσως να συνετέλεσε και αυτή στη μειωμένη ανάπτυξη των φυτών στην επέμβαση αυτή, δεδομένου του γεγονότος ότι η λεβαντίνη είναι ευαίσθητη στην υπερβολική υγρασία (Πιερρακέας, 1971).

Σύμφωνα με τους Munns *et al.* (1983) η βασική αιτία της μειωμένης αύξησης του υπέργειου τμήματος κάτω από συνθήκες αλατότητας εντοπίζεται στους αυξανόμενους ιστούς και ιδιαίτερα στη μείωση της κυτταροδιαίρεσης. Επίσης, όταν το pH είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα, οπότε η απορρόφηση τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα καθίστανται πιο ευδιάλυτα με συνέπεια η συγκέντρωσή τους να αυξάνεται και να απορροφώνται με ταχύτερους ρυθμούς, εμφανίζοντας διαταραχές θρέψης των φυτών (Σάββας, 2007).

Οι φυσικές ιδιότητες των υποστρωμάτων που προσδιορίστηκαν έδειξαν ότι το μείγμα κομπόστ στο τέλος του πειράματος και στα δύο βάθη είχε τιμές μεγαλύτερες από αυτές του μείγματος τύρφης, με εξαίρεση το ολικό πορώδες στο βαθύ υπόστρωμα που βρισκόταν στα ίδια επίπεδα και τη φαινόμενη πυκνότητα στο ρηχό υπόστρωμα που ήταν ελαφρώς μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή της τύρφης (Πιν.49). Σ' ότι αφορά στις διαφορές μεταξύ του βάθους του υποστρώματος παρατηρήθηκε μία ταύτιση των φυσικών ιδιοτήτων του ολικού πορώδους και του εύκολα διαθέσιμου νερού στο μείγμα κομπόστ, ενώ διαπιστώθηκε ότι η φαινόμενη πυκνότητα του υψηλού βάθους υποστρώματος ήταν αρκετά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του χαμηλού βάθους (Πιν.49), πιθανότατα εξαιτίας της μεγαλύτερης συμπίεσης και κατά συνέπεια στη μείωση του ποσοστού των κενών πόρων στο υπόστρωμα αυτό. Σε πρόσφατη έρευνα (Paradelo *et al.*, 2009) που εξετάστηκε η πιθανότητα της βελτίωσης των φυσικών ιδιοτήτων μικροσωματιδίων σχιστόλιθων με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη βλάστησης, η χρησιμοποίηση σε μέρος του μείγματος ανάπτυξης κομπόστ στεμφύλων σε ποσοστό 16% προσέδωσε στο υπόστρωμα

συνολική σταθερότητα, ενώ ταυτόχρονα βελτίωσε την δομή του συγκριτικά με το μάρτυρα που δεν περιείχε καθόλου κομπόστ, αύξησε τη συνοχή του καθώς και την ικανότητα συγκράτησης του νερού, εξαιτίας της αυξημένης οργανικής ουσίας, του διαθέσιμου οργανικού άνθρακα και των βιολογικών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στο υπόστρωμα αυτό. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά οι διαφορές στην ανάπτυξη των φυτών πιθανότατα να οφείλονται στις καλύτερες φυσικές ιδιότητες που παρατηρήθηκαν στα μείγματα κομπόστ, αλλά και στην καλή θρεπτική κατάσταση που έχει το συγκεκριμένο μείγμα, όπως αναφέρεται σε πρόσφατη μελέτη (Περγαλιώτη, 2010).

Συμπερασματικά, η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ επέδρασε ευνοϊκά στην ανάπτυξη και των δύο φυτών που καλλιεργήθηκαν. Στο υψηλού βάθους υπόστρωμα η χρήση κομπόστ όταν αρδεύονταν συχνά, με εξαίρεση το ύψος των φυτών *O. majorana*, έδωσε μεγαλύτερες τιμές στο ύψος, στη διάμετρο, στη φυλλική επιφάνεια κάλυψης του υποστρώματος καθώς και στο νωπό και ξηρό βάρος, τόσο στα φυτά *O. majorana* όσο και στα φυτά *S. chamaecyparissus* από όλες τις επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκε τύρφη. Η αραιή άρδευση σε συνδυασμό με κομπόστ και μεγάλο βάθος μπορεί να υστερούσε λίγο σε σύγκριση με τη συχνή συχνότητα άρδευσης στη διάμετρο, καθώς και στα νωπά και ξηρά βάρη του φυτού *O. majorana*, αλλά και στο ύψος των φυτών *S. chamaecyparissus*, ωστόσο σε όλες τις περιπτώσεις έδωσε μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τις υψηλότερες τιμές των δεικτών ανάπτυξης που παρατηρήθηκαν σε όλες τις επεμβάσεις με υπόστρωμα τύρφης, με εξαίρεση το ύψος και των δύο φυτικών ειδών που είχε παρόμοιες τιμές.

Σ' ότι αφορά, στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα παρατηρήθηκε ότι η χρήση κομπόστ επέφερε μικρότερη ανάπτυξη από το υπόστρωμα κομπόστ στο μεγάλο βάθος σε όλους του δείκτες ανάπτυξης που μελετήθηκαν. Ωστόσο, οι τιμές που παρατηρήθηκαν στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ ανεξαρτήτως άρδευσης διαπιστώθηκε να είναι παρόμοιες ή και μεγαλύτερες και στα δύο είδη που καλλιεργήθηκαν, από αυτές των υποστρωμάτων του μάρτυρα που έδωσαν τις μεγαλύτερες τιμές. Οι μόνες εξαιρέσεις εντοπίστηκαν στο ύψος της μαντζουράνας και στις δύο συχνότητες άρδευσης καθώς και στη διάμετρο των φυτών *S. chamaecyparissus* όταν αρδεύονταν αραιά, που έδωσαν μικρότερες τιμές. Η αραιή άρδευση στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα με εξαίρεση τις μετρήσεις που αναφέρθηκαν πιο πάνω δεν υπολειπόταν στην ανάπτυξη των δύο ειδών που

καλλιεργήθηκαν σε σχέση με τα υποστρώματα τύρφης που έδωσαν τις υψηλότερες τιμές.

Η συνολική αντίσταση των φύλλων παρουσιάστηκε υψηλότερη και στα δύο φυτικά είδη στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν αραιά, δείχνοντας ότι η διαπνοή των φυτών επηρεάστηκε αρνητικά από τους τρεις παράγοντες που εξετάστηκαν αλλά και από την ανάπτυξη των φυτών.

Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν αρδεύονταν συχνά φάνηκε να έχουν την ικανοποιητικότερη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα μία μέρα πριν εφαρμοστεί άρδευση και στα δύο είδη. Μετά την άρδευση στα φυτά *O. majorana* η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάστηκε στην ίδια επέμβαση που αναφέρθηκε παραπάνω, ενώ στα φυτά *S. chamaecyparissus* στο υψηλού βάθους υπόστρωμα κομπόστ, όταν όμως αρδεύονταν αραιά. Γενικότερα η χρήση κομπόστ επέδρασε θετικά στην φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα των φυτών.

Καταλήγοντας, φαίνεται ότι η αντικατάσταση της τύρφης από κομπόστ στεμφύλων μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε συνθήκες φυτοδόματος και για τα δύο είδη που καλλιεργήθηκαν, διατηρώντας την τύρφη στα φυσικά οικοσυστήματα και αξιοποιώντας με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο τα υποπροϊόντα των οινοποιείων. Επίσης και η μείωση του βάθους του υποστρώματος στο μισό, όσον αφορά στο μείγμα κομπόστ έδωσε αποτελέσματα που προτρέπουν στην εφαρμογή του, μειώνοντας το βάρος της κατασκευής του φυτοδόματος, κυρίως για κτίρια που δεν είναι ικανά να υποστηρίξουν μεγάλη στατική επιβάρυνση. Τέλος, η αραιή συχνότητα άρδευσης, στη συγκεκριμένη μελέτη παρέχει ενδείξεις που την καθιστούν ικανή σε συνδυασμό με τη χρήση υποστρώματος κομπόστ ακόμα και στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα να δώσει ανάπτυξη και των δύο ειδών, αντίστοιχη με αυτή των υποστρωμάτων τύρφης διπλάσιου βάθους, όταν αρδεύονταν συχνά εξοικονομώντας τα υδατικά αποθέματα, κυρίως σε περιπτώσεις που δεν εφαρμόζεται σωστή διαχείριση του νερού, όπως η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση του.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alvarez, L.A., Perez-Sierra, A., Leon, M., Armengol, J. and Garcia-Jimenez, J. (2006). Lavender cotton root rot: A new host of *Phytophthora tentaculata* found in Spain. *Plant disease* 90 (4), 523.
- Arvanitoyannis, I.S., Ladas, D. and Mavromatis, A. (2006). Potential uses and applications of treated wine waste: A review. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41, 475-487.
- Atlas, R.M. and Bartha, R. (1993). *Microbial Ecology. Fundamentals and Applications.* The Benjamin/cummings publishing company INC.
- Bass, B. (2001). Reducing the urban heat island and its associated problems. Examining the role of green roof infrastructure. *The Green Roof Infrastructure Monitor* 3(1), 10-12.
- Bjorkman, O. and Demmig, B. (1987). Photon yield of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence at 77k among vascular plants of diverse origins. *Planta* 170, 489-504.
- Brenneisen, S. (2003). The benefits of biodiversity from green roofs: Key design consequences, p. 323–329. In *Proc. of 1st North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities.* The Cardinal Group, Toronto.
- Becker, S., Effler, A., Herr, J. and Hoag, N. (2003). Aiken green roof: an exploration of options for a roof retrofit proposed for the Aiken building at The University of Vermont. *George D. Aiken Center Roof Retrofit Options.*
- Carter, T. L. and Rasmussen, T. C. (2006). Hydrologic Behavior of Vegetated Roofs. *Journal of the American Water Resources Association* 42(5), 1261-1274.
- Chen, Y., Indar, Y. and Hadar, Y. (1988). Composted Agricultural Wastes as Potting media by E4/E6 Ratios. *Soil Science Society America Journal* 41, 352-358.
- Cheshire, M.V. and Mundie, C. M. (1990). Organic Matter Contributed to Soil by Plants Roots During the Growth and Decomposition of Maize. *Plant and Soil* 121, 107-114.
- Davis, K. (2002). *Green Roof Inventory: Preface Report.* Report prepared for the Greater Vancouver Regional District.
- Dewey, D., Johnson, P. and Kjelgren, R. (2004). Species composition changes in a rooftop grass and wildflower meadow. *Native Plants* 5, 56–65.
- Diaz, M.J., Madejon, E., Ariza, J., Lopez, R. and Cabrera, F. (2002). Cocomposting of beat vinasse and grape marc in windrows and static pile systems. *Compost Science & Utilization* 10(3), 258-269.

- Dramstad, W.E., Olson, J.D., and Forman, R.T.T. (1996). *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Graduate School of Design.
- Dunford T. N and Vazquez S. R. (2005). Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. *Journal of Applied Horticulture* 7(1), 20-22.
- Dunnett, N. and Nolan, A. (2004). The effect of substrate depth and supplementary watering on the growth of nine herbaceous perennials in a semi-extensive green roof. *Acta Hort.* 643, 305-309.
- Dunnet, N. and Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, pp. 328.
- Effler, A. (2003). *Project Green Roof. Green House Alternative*. University of Vermont, SNR 206.
- Epstein, E. (1997). *The science of composting*. CRC Press, United States of America, pp.1-17.
- Finstein, M.S. and Morris, M.L. (1975). *Microbiology of Municipal SolidWaste Composting*. *Adv. Appl Microbial* 19, 113-151.
- FLL. (2002). *Guideline for the planning, execution and upkeep of green roof sites*. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.
- Genty, B., Briantais, J.M. and Baker, N.R. (1989). The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta* 990, 87-92.
- Getter, K.L. and Rowe, B.D. (2006). The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development. *Hortscience* 41(5), 1276-1285.
- Golueke, C. (1972). *Composting, A Study of the Process and its Principles*, Rodale Press.
- Golueke C.G. and Diaz L.F. (1996). Historical review of composting and its role in municipal waste management, p. 3-14. In *The Science of Composting*, Blackie Academic & Professional, Chapman & Hall, London, UK.
- Gorodecki, B. and Hadar, Y. (1990). Suppresion of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in container media containing composted seperated cattle manure and composted grape marc. *Crop protection* 9, 271-274.
- Green Roofs for Healthy Cities. (2008). *Green Roof Plants and Growing Medium 401. Participants Manual*, pp 101.

- Guler, H.G., Olympios, C and Gerasopoulos D. (1995). The effect of the substrate on the fruit quality of hydroponically grown melons (*Cucumis melo* L.). *Acta Hort.* 379, 261-265.
- Guinea, E. (1970). *Santolina europaeae*. *Anales Inst. Bot. A. J. Cavanilles* 27, 29-44.
- Herman, R. (2003). Green Roofs in Germany: Yesterday, Today and Tomorrow. In *Proceedings of the Greening Rooftops for Sustainable Communities Symposium. Green Roofs for Healthy Cities and City of Portland.*
- Inbar, Y., Chen, Y. and Hadar, Y. (1986). The use of composted cattle manure and grape marc as peat substitutes in horticulture. *Acta Horticulture* 178, 147-154.
- Johnson, G. N., Young, A. J., Scholes, J. D. and Horton, P. (1993). The dissipation of excess excitation energy in British plant species. *Plant, Cell and Environment* 16, 673-679.
- Johnston, J. and Newton, J. (1993). *Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements.* London, London Ecology Unit.
- Jones, C. and Jacobsen, J. (2005). *Plant nutrition and soil fertility. Nutrient management module No. 2.* Montana State university.
- Kaplan, S., Talbot, J. F. and Kaplan, R. (1988). *Coping with daily hassles: The impact of the nearby natural environment.* Project Report. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, Urban Forestry Unit Cooperative.
- Klute, A. (1986). *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods,* Soil science Society of America Inc, Madison, WI.
- Kohler, M. (2004). In *Proceedings of the Greening Rooftops for Sustainable Communities Symposium.* Hosted by: Green Roofs for Healthy Cities and City of Chicago, Chicago.
- Kohler, M. and Keeley, M. (2005). Berlin: Green roof technology and development. In *EarthPledge. Green roofs: Ecological design and construction.* Schiffer Books, Atglen, Pa., pp. 108–112.
- Kolb, W., Schwarz, T. and Mansourie, P. (1982). Extensivbegrünung von Dachflächen. *Vegetationstechnische Eigenschaften und Kosten von 10 verschiedenen Substraten.* *Zeitschrift für Vegetationstechnik* 5, 106-112.
- Laberge, K.M. (2003). Urban oasis: Chicago's City Hall green roof, pp. 194–203. In *Proceedings of 1st North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities,* Chicago. The Cardinal Group, Toronto.
- Lam, J., Bildsoe, H., Christensen, L. P. and Thomasen, T. (1989). Chemical constituents of *Santolina chamaecyparissus*. *Acta Chem. Scand.* 43, 799-802.

- Liu, K. and Baskaran, B. (2003). Thermal performance of green roofs through field evaluation. In Proceedings of 1st North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities, Chicago. The Cardinal Group, Toronto, pp. 273–282.
- Mandelbaum, R., Gorodecki, B. and Hadar, Y. (1985). The use of composts for production of disease suppressive container media. *Phytoparasitica* 13, 158.
- Manios, T. (2004). The composting potential of different organic solid wastes: Experience from the island of Crete. *Environ. Intl.* 29, 1079-1089.
- Maxwell, K. and Johnson, G.L. (2000). Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *Journal of Experimental Botany* 51(345), 659-668.
- Monterusso, M.A., Rowe, D. B. and Rugh, C.L. (2005). Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. *Hort Science* 40, 391–396.
- Munns, R., Greenway, H. and Kirst, G.O. (1983). Halotolerant eukaryotes. *Encyclopedia of Plant Physiology* 12C. *Physiological Plant Ecology*, O.L. Lang, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler (eds), New Series, Springer – Verlag, Berlin, pp. 59-135.
- Ngan, G. (2004). *Green Roof Policies: Tools for Encouraging Sustainable Design*. Landscape Architecture Canada Foundation.
- Norland, M. R. and Veith, D. L. (1995). Revegetation of coarse taconite iron ore tailing using municipal solid waste compost. *Journal of Hazardous Materials* 41(2-3), 123-134.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu K.K.Y, and Rowe, B. (2007). Green Roofs As Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions And Services, *BioScience* 57, 823-833.
- Ondra, N. (1998). *Soil and Composting. The complete guide to building healthy, fertile soil*. Houghton Mifflin Company, Boston, New York, pp. 81-93.
- Osmundson, T. (1999). *Roof gardens: History, design and construction*. W.W. Norton & Company, New York.
- Paradelo, R., Moldes, A. B. and Barral, M. (2009). Amelioration of the physical properties of slate processing fines using grape marc compost and vermicompost. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 73(4), 1251-1260.
- Peck S.W., Callaghan, C., Kuhn M.E. and Bass, B. (1999). *Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in Canada*. Canada Mortgage and Housing Corporation. Ottawa, Canada.

- Peck, S., and Kuhn, M. (2001). Design guidelines for green roofs. Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Ontario.
- Reis, M., Inácio, H., Rosa, A., Cacedilio, J. and Monteiro, A. (2001). Grape marc compost as an alternative growing media for greenhouse tomato. *Acta Hort.* 554, 75-82.
- Santos, M.,F. Diáñez, M. González del Valle and Tello, J. (2008). Grape marc compost: microbial studies and supression of soil-born mycosis in vegetable seedlings. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24(8), 1493-1505.
- Scherer, F. T., Seelig, B. and Franzen, D. (1996). Soil, water and plant characteristics important to irrigation. EB-66, NDSU Distribution Center.
- Scholz-Barth, K. (2001). Green roofs: Stormwater management from the top down. *Environmental Design and Construction.*
- Smith, S. R. and Hall, J. E. (1992). Results of Experimental Work on Composts and their Quality in Relation to Plant Growth and Environmental Standards. in to *Composting and Compost Quality assurance criteria* (ed. D.V. Jackson, J.-M. Merillot and P.L'Hermite). Commission of the European Communities.
- Stafne, E.T. and Carroll, B.L. (2008). Pot production of pecan seedlings with 'Cynthiana' grape pomace. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 6(1), 89-91.
- Stuart, M. (1982). The colour dictionary of Herbs & Herbalism. Orbis publishing, London, pp. 102, 131-132.
- Thompson, W. (1998). "Grass-Roofs Movement"; in *Landscape Architecture, The Magazine of the American Society of Landscape Architects* 88(6), 47-51.
- Tucker A.O. (1989). The species, hybrids and cultivars of *Origanum* (Lamiaceae) cultivated in the United States, Washington, Oryx Press.
- Ulrich, R.S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science* 224, 420-421.
- Ulrich, R.S. and Simons, R.F. (1986). Recovery from stress during exposure to everyday outdoor environments. In J. Wineman, R. Barnes & C. Zimring, Eds., In *Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Environmental Design Research Association*. Washington, D.C. EDRA, pp. 115-122.
- Velazquez L.S. (2005). Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millennium. *Environmental Quality Management* 14(4), 73-85.
- Wark, C.G. and Wark, W.W. (2003). Green Roof Specifications and Standards. Establishing an emerging technology. *The Construction Specifier*, 56 (8).

- Weissbart, J., Lammert, B., Groschupp, C and Wintringham, C. (2002). Stickstoffverfügbarkeit von Komposten im Ökolandbau. ITADA, Abschlussbericht des Projects 1.2.1.
- Wilkinson, J.S. and Reed, R. (2009). Green roof retrofit potential in the central business district. *Property Management* 27(5), 284-301.
- Yannick, S. B. (2009). Mitigating the urban heat island effect with an intensive green roof during summer in Reading, UK. University of Reading.
- Αλκιμος, Α. (2000). Κομπόστ. Οικολογικό εργαστήριο χουμοποίησης της Βιομάζας. Εκδ. Ψύχαλου, Αθήνα, σελ.23-86.
- Βραχόπουλος, Μ., Φίλιος, Α.Ε. και Κωτσιόβελος, Γ.Τ. (2002). Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια με φυτεμένο δώμα. Πρακτικά εθνικού συνεδρίου. Ήπιες μορφές ενέργειας, Πάτρα, σελ. 253-259.
- Γερόσταθος, Κ., Κωστάκης, Γ. (1993). Αερόβια Χώνευση Οργανικών Στερεών Αποβλήτων. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, σελ.1-69.
- Γραβάνης, Φ. (1997). Αρχές και μέθοδοι βιολογικής γεωργίας. Διδακτικές σημειώσεις Ι.Ε.Κ Λάρισας.
- Ευαγγελίου, Χ., Αλούπης, Η., Κρεμαλή, Ζ. και Βραχόπουλος, Μ. (2008). Τα φυτεμένα δώματα ως οικολογική αναγκαιότητα. Νέα υλικά και τεχνικές για την εφαρμογή τους και την εξέλιξη τους σε σύγχρονους αστικούς πνεύμονες. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ.
- Ευσταθιάδης, Θ. (1987). Θερμοκήπια Στοιχεία κατασκευής, λειτουργίας και καλλιέργειας. Εκδ. Αγροτεχνική, Αθήνα, σελ.169-178.
- Ζαχαροπούλου, Α. (2004). Μελέτη των μεθοδολογιών ανάπτυξης φυτοκάλυψης σε δώματα και εφαρμογές στο σχεδιασμό τους. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ηλιοπούλου, Κ. (1998). Θεραπευτικά βότανα και φυτά. Εκδ. Ίριδα, Αθήνα, σελ.78.
- Ισραηλίδης, Κ. (2001). Αξιοποίηση Στερεών Οργανικών Αγροτοβιομηχανικών Αποβλήτων. Από τη Δημερίδα και τις εργασίες του Ανθρώπινου Δικτύου Διάδοσης της E&T γνώσης «ΚΟΜΠΙΟΣΤ NET», σελ.123-129.
- Καλτσίκης, Π. (1997). Απλά πειραματικά σχέδια. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 63-64.
- Καμπράνης, Α. (2007). Βιολογική καλλιέργεια γλυκού σόργου [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] για παραγωγή βιομάζας. Η επίδραση της έλλειψης νερού στην εδαφική υγρασία σε φυσιολογικές παραμέτρους και στις αποδόσεις της

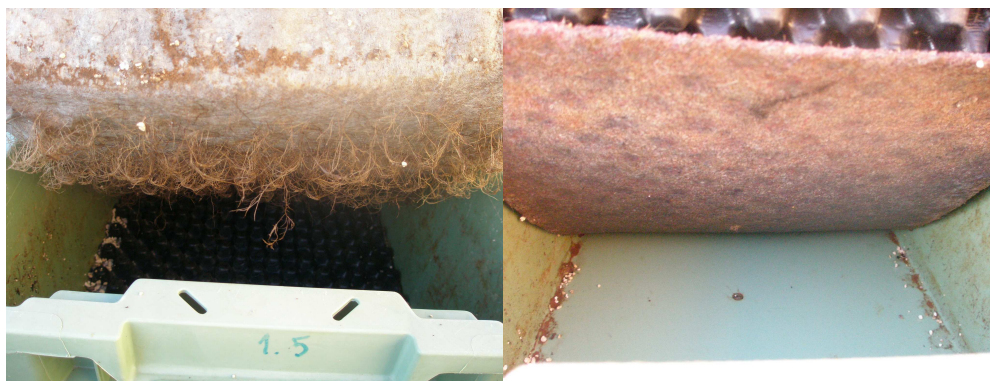
- καλλιέργειας. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Κανταρτζής, Α.Ν. (2003). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά για την αρχιτεκτονική του τοπίου. Εκδ. Κανταρτζής Α. Ν., σελ. 75.
- Καραμπουρνιώτης, Γ., Λιακόπουλος, Γ. και Νικολόπουλος, Δ. (2008). Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών. Εργαστηριακές ασκήσεις. Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας. Εργαστήριο φυσιολογίας και μορφολογίας φυτών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κουτσός, Θ. Β. (2006). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά: βοτανική ταξινόμηση, οικολογία, καλλιεργητικές οδηγίες, χρήσεις. Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ. 223-226, 258.
- Κυρίτσης, Σ. και Μαυρογιαννόπουλος, Γ. (1996). Θερμοκήπια. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, σελ. 62-71.
- Λαζαρίδη, Κ., Κουλουμπής, Π., Σκουλαξινού, Σ., Κανακόπουλος, Δ και Λωλός, Γ. (2002). Προδιαγραφές ποιότητας και διάθεση κομπόστ: Η Ελληνική και Διεθνής εμπειρία. Συνέδριο της Ε.Ε.Δ.Σ.Α, Αθήνα.
- Μανιαδάκης, Κ., Καλογεράκης, Σ. και Παναρετάκη, Π. (2010). Μεταβολή βάρους και όγκου φυτικών υπολειμμάτων κατά την κομποστοποίησή τους. Πτυχιακή εργασία. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.
- Μανιός, Θ. (2003). Χουμοποίηση οργανικών υπολειμμάτων. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Ηράκλειο.
- Μαντρατζής, Ι.Π. (2003). Οικοφυσιολογική αποτελεσματικότητα του πουρναριού (*Quercus coccifera* L.) υπό βόσκηση όπως αυτή επηρεάζεται από την αρχιτεκτονική του φυλλώματος του. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών. Τμήμα δασολογίας και φυσικού περιβάλλοντος. Τομέας λιβαδοπονίας και άγριας πανίδας- ιχθυοπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 41-43.
- Μάρη, Ι. (2000). Διαχείριση Γεωργικών Αποβλήτων: Αναπνευστική εκτίμηση της πορείας σταθεροποίησης οργανικών υποστρωμάτων υπό συνθήκες αερόβιας θερμοφιλής χώνευσης (Composting). Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ.1-48.
- Μιχαλάκη, Μ. (2007). Τα φυτεμένα δώματα και η συμβολή τους στον αστικό χώρο. Περιοδικό Monumenta 01.
- Μοράκης, Γ. (2009). Επίδραση αζωτούχου λίπανσης στη μορφολογία, στη φυσιολογία και στα αιθέρια έλαια του βασιλικού. Μεταπτυχιακή διατριβή. Μεταπτυχιακή ειδίκευση γενετικής βελτίωσης φυτών, αγρονομίας και ζιζανιολογίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

- Ολύμπιος, Χ. (1994). Στοιχεία γενικής λαχανοκομίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, σελ.225-244.
- Παπαφωτίου Μ., Παπαναστασάτος, Ε.Α., Μάσσας, Ι. και Χατζηπαυλίδης, Ι. (2009). Επίδραση τριών κομπόστ από γεωργικά υπολείμματα και ανόργανης λίπανσης στη θρέψη του *Codiaeum variegatum*. Πρακτικά της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, 24ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο (υπό εκτύπωση).
- Παπαφωτίου Μ., Περγιαλιώτη, Ν., Μάσσας, Ι. και Χατζηπαυλίδης, Ι. (2009). Διερεύνηση της συνεργιστικής δράσης λίπανσης και διαφόρων κομποστών στην υπέργεια και υπόγεια ανάπτυξη του *Ficus benjamina*. Πρακτικά της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, 24ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο (υπό εκτύπωση).
- Περγιαλιώτη, Ν. (2010). Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Helichrysum italicum* και *Helichrysum orientale* σε συνθήκες φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή μελέτη. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Περρακέας, Α. (1971). Πολύτιμα βιομηχανικά αρωματικά φυτά. Εκδ. Αγροτικός οίκος, Αθήνα, σελ.46-51, 57-85.
- Ποδηματάς, Κ. (2004). Πρακτικές άσκησης βιολογικής γεωργίας, Λάρισα.
- Πουλοβασίλης, Α. (1986). Σημειώσεις Γεωργικής Υδραυλικής – Αρδεύσεις: Ι. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σάββας, Δ. (2007). Εισαγωγή στις καλλιέργειες εκτός εδάφους. Σημειώσεις εργαστηρίου. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. Εργαστήριο κηπευτικών καλλιεργειών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σαρλής, Γ. (1991). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, σελ.73-74.
- Σιδηράς, Ν. (1997). Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. ΔΗΩ, Οργανισμός Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων, Αθήνα, σελ.69-87.
- Σκρουμπής, Β. (1985). Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια. Εκδ. Offset Γιαχούδη-Γιαπούλη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, σελ.130-132.
- Σκρουμπής, Β. (1988). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Αθήνα, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σκουμπής, Β. (1998). Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Εκδ. Αγρότυπος, Αθήνα, σελ.138.



- Στεφανής, Γ. (2008). Προσδιορισμός καμπυλών μύζησης- εδαφικής υγρασίας σε εργαστηριακές συσκευές Sandbox. Διπλωματική εργασία. Σχολή Αγρονόμων και τοπογράφων μηχανικών. Τομέας έργων υποδομής και αγροτικής ανάπτυξης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σελ. 29-34.
- Τασούλα, Λ. (2010). Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Artemisia absinthium* και *Origanum dictamnus* σε συνθήκες φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή μελέτη. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Χαλβαδάκης, Κ. (1998). Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Σημειώσεις μαθήματος Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.

## 6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Υπόστρωμα τύρφης – Αραιή άρδευση



Υπόστρωμα τύρφης – Συχνή άρδευση



Υπόστρωμα κομπόστ – Αραιή άρδευση



Υπόστρωμα κομπόστ – Συχνή άρδευση

**Εικόνα 27.** Ανάπτυξη ριζών *O. majorana* στο υψηλού βάθους υπόστρωμα (αριστερά κάτω από διηθητικό φύλλο, δεξιά κάτω από υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας).



Υπόστρωμα τύρφης – Αραιή άρδευση



Υπόστρωμα τύρφης – Συχνή άρδευση



Υπόστρωμα κομπόστ – Αραιή άρδευση



Υπόστρωμα κομπόστ – Συχνή άρδευση

**Εικόνα 28.** Ανάπτυξη ριζών *O. majorana* στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα (αριστερά κάτω από διηθητικό φύλλο, δεξιά κάτω από υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας).



Υπόστρωμα τύρφης – Αραιή άρδευση



Υπόστρωμα τύρφης – Συχνή άρδευση



Υπόστρωμα κομπόστ – Αραιή άρδευση



Υπόστρωμα κομπόστ – Συχνή άρδευση

**Εικόνα 29.** Ανάπτυξη ριζών *S. chamaecyparissus* στο υψηλού βάθους υπόστρωμα (αριστερά κάτω από διηθητικό φύλλο, δεξιά κάτω από υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας).



Υπόστρωμα τύρφης – Αραιή άρδευση



Υπόστρωμα τύρφης – Συχνή άρδευση

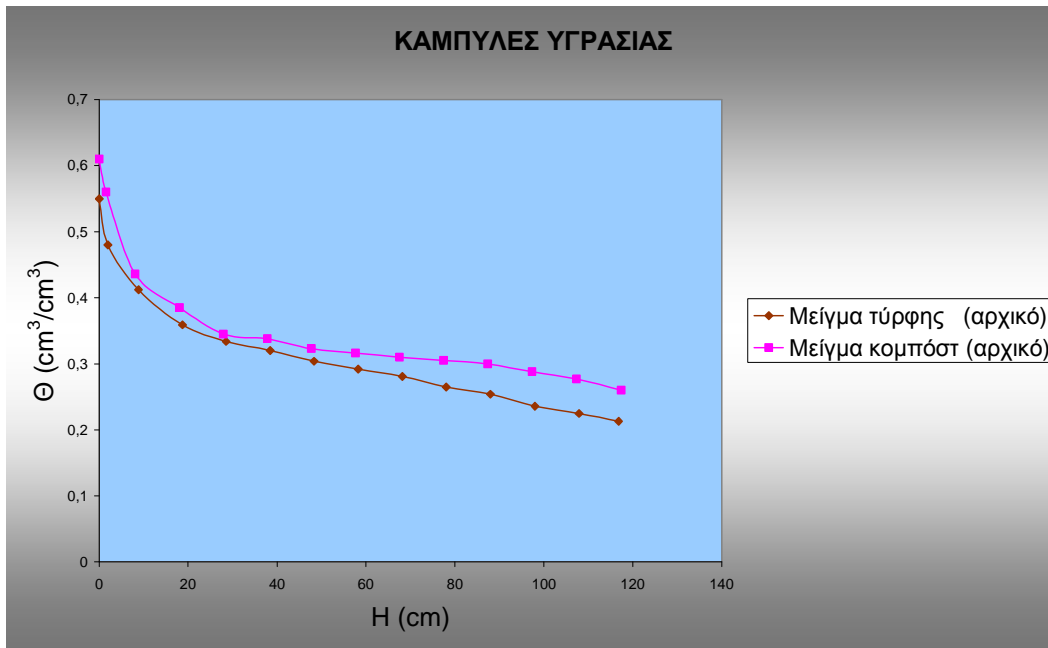


Υπόστρωμα κομπόστ – Αραιή άρδευση

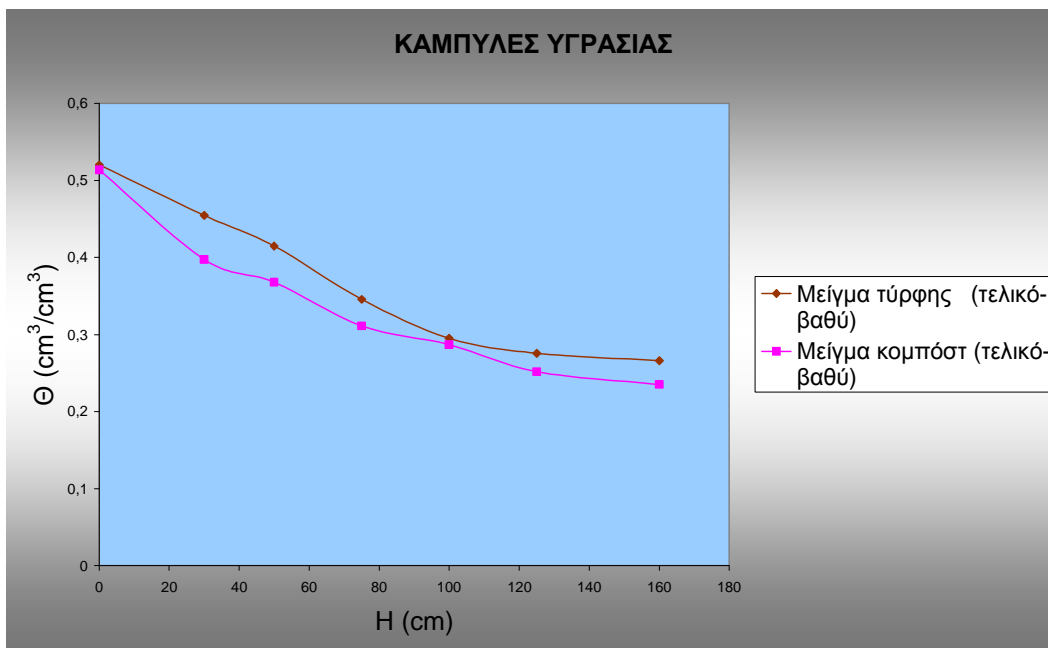


Υπόστρωμα κομπόστ – Συχνή άρδευση

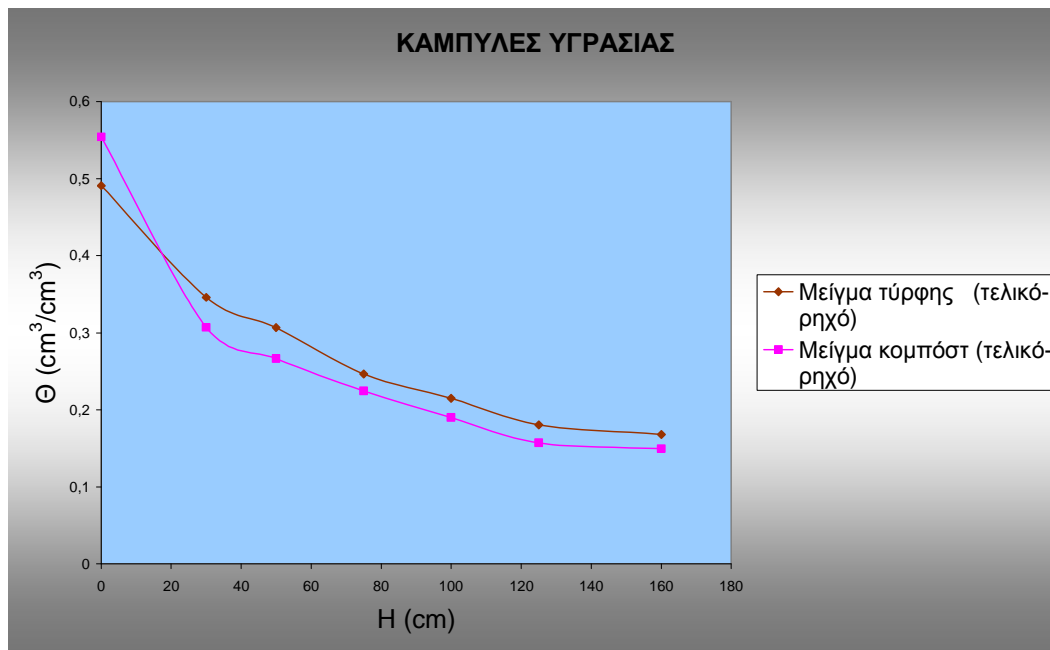
**Εικόνα 30.** Ανάπτυξη ριζών *S. chamaecyparissus* στο χαμηλού βάθους υπόστρωμα (αριστερά κάτω από διηθητικό φύλλο, δεξιά κάτω από υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας).



**Σχήμα 9.** Καμπύλες υγρασίας μείγματος τύρφης και μείγματος κομπόστ στην αρχή του πειράματος.



**Σχήμα 10.** Καμπύλες υγρασίας μείγματος τύρφης και μείγματος κομπόστ στο τέλος του πειράματος στο βαθύ υπόστρωμα.



**Σχήμα 11.** Καμπύλες υγρασίας μείγματος τύρφης και μείγματος κομπόστ στο τέλος του πειράματος στο ρηχό υπόστρωμα.