

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΞΗΡΟΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ
THYMUS CITRIODORUS* ΚΑΙ *ORIGANUM AUREUM



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΙΩΑΝΝΑΣ ΑΔΑΜΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Καθηγήτρια, Δρ. ΜΑΡΙΑ ΠΑΠΑΦΩΤΙΟΥ

ΑΘΗΝΑ 2016

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΞΗΡΟΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ
THYMUS CITRIODORUS* ΚΑΙ *ORIGANUM AUREUM

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΙΩΑΝΝΑΣ ΑΔΑΜΗ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Δρ. ΜΑΡΙΑ ΠΑΠΑΦΩΤΙΟΥ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΜΕΛΗ: Δρ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ, ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Δρ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΑΚΟΥΜΙΑΝΑΚΗ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΑΘΗΝΑ 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην πραγματοποίηση της εργασίας αυτής και ιδιαίτερα την επιβλέπουσα Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής Δρ. Μαρία Παπαφωτίου, για την ανάθεση του θέματος, καθώς και τη συνεχή της παρακολούθηση από το στάδιο του σχεδιασμού μέχρι την παρουσίαση της εργασίας.

Ευχαριστώ τους Δρ. Νίκο Ντούλα και Δρ. Κώστα Μπερτσουκλή μέλη (Ε.ΔΙ.Π.) του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, για την άμεση βοήθειά τους στα πρακτικά θέματα του πειράματος.

Καθώς επίσης τους Δρ. Παναγιώτη Νεκτάριο, και Δρ. Αναστασία Ακουμιανάκη, μέλη της τριμελούς επιτροπής για την παρεύρεση και διόρθωση της εργασίας.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή μου Βασίλη Κιολέογλου για την συνεργασία μας στο παράλληλο πείραμά μας και για την βοήθειά του όποτε παρέστη ανάγκη.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους, για την στήριξη και τη δύναμη που μου χάρισαν, κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

σελίδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΑ	1
1.1.1 Ιστορικά στοιχεία	2
1.1.2 Τύποι φυτοδωμάτων	3
1.1.2.1 Εντατικό σύστημα φύτευσης	3
1.1.2.2 Ημιεντατικό σύστημα φύτευσης	5
1.1.2.3 Εκτατικό σύστημα φύτευσης	6
1.1.3 Πλεονεκτήματα	8
1.1.3.1 Τα Περιβαλλοντικά οφέλη	8
1.1.3.2 Οικονομικά Οφέλη	13
1.1.4 Μειονεκτήματα	15
1.1.5 Γενικές αρχές σχεδιασμού ενός φυτεμένου δώματος	17
1.1.6 Διασφάλιση μεγάλης διάρκειας ζωής του φυτεμένου δώματος	18
1.1.7 Κατασκευή φυτεμένου δώματος	19
1.1.8 Στρώσεις και υλικά	20
1.2 Το φυτό <i>Thymus citriodorus</i>	31
1.2.1 Καταγωγή	31
1.2.2 Βοτανική ταξινόμηση	31
1.2.3 Μορφολογία φυτού	33
1.2.4 Κλιματικές απαιτήσεις	34
1.2.5 Πολλαπλασιασμός	34
1.2.6 Τρόπος καλλιέργειας	35
1.2.7 Συγκομιδή	36
1.2.7.1 Χειρισμός μετά την συγκομιδή	36
1.2.8 Εχθροί- Ασθένειες	37
1.2.9 Χρήσεις	37
1.3 Το φυτό <i>Origanum aureum</i>	38
1.3.1 Καταγωγή	38
1.3.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή	39
1.3.3 Μορφολογία φυτού	40

1.3.4 Κλιματικές απαιτήσεις	41
1.3.5 Πολλαπλασιασμός	42
1.3.6 Τρόπος καλλιέργειας	42
1.3.7 Συγκομιδή	42
1.3.8 Ασθένειες, εχθροί	43
1.3.9 Χρήσεις	43
1.4 Υλικά υποστρωμάτων	44
1.4.1 Περλίτης	44
1.4.2 Κομπόστ από Στέμφυλα Οινοποιίας	44
1.5 Σκοπός της μελέτης	47
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	48
2.1 Φυτικό υλικό	48
2.2 Μεταφύτευση μοσχευμάτων – Κιβώτια φυτοδώματος	48
2.3 Υλικά εγκατάστασης συστήματος φυτεμένου δώματος	49
2.4 Υπόστρωμα καλλιέργειας	51
2.5 Άρδευση	54
2.6 Λίπανση	56
2.7 Φυτοπροστασία	56
2.8 Μικροκλιματικές συνθήκες ανάπτυξης	57
2.9 Περιγραφή πειράματος	58
2.10 Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους	59
2.11 Προσδιορισμός χημικών ιδιοτήτων υποστρώματος: pH και Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας EC	59
2.12 Στατιστική επεξεργασία	60
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	62
3.1 Το φυτό <i>Thymus citriodorus</i>	62
3.1.1 Ύψος φυτού	62
3.1.2 Διάμετρος φυτού	66
3.1.3 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού	72
3.1.4 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού	73
3.2 Το φυτό <i>Origanum aureum</i>	74
3.2.1 Ύψος φυτού	74
3.1.2 Διάμετρος φυτού	78
3.2.3 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού	84

3.2.4 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού	85
3.3 Χημικές ιδιότητες υποστρωμάτων	86
3.3.1 Προσδιορισμός pH και EC	86
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	87
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	94
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	108

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα ερευνητική εργασία διερευνήθηκε η επίδραση του είδους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης, στην υπέργεια ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* και *Origanum aureum*, σε συνθήκες εκτατικού φυτοδώματος στην Αθήνα.

Έρριζα μοσχεύματα των φυτών αυτών φυτεύτηκαν στις 12 Νοεμβρίου 2014, ανά δύο (του ίδιου είδους) σε πλαστικά κιβώτια διαστάσεων 60 x 40 cm με υποδομή φυτοδώματος.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι υποστρώματος με βάθος 10 cm. Ένα με έδαφος και ένα ελαφρύτερο χωρίς έδαφος, με αναλογίες κατ'όγκο 3Κομπόστ στέμφυλων:3Περλίτη:2Έδαφος:2Ελαφρόπετρα και κατ'όγκο 3Κομπόστ στέμφυλων:3Περλίτη:4Ελαφρόπετρα, αντίστοιχα.

Από κάθε είδος φυτού τοποθετήθηκαν 24 φυτά σε κάθε ένα από τα δύο υποστρώματα, στα 12 εκ των οποίων κατά τους μήνες Μάιο - Οκτώβριο εφαρμοζόταν κανονική άρδευση και στα άλλα 12 αραιή. Όλα τα κιβώτια τοποθετήθηκαν σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του 2^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η ανάπτυξη αξιολογήθηκε μετρώντας το ύψος και τη διάμετρο των φυτών κάθε μήνα, καθώς και το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματός τους, στο τέλος του πειράματος (11 μήνες καλλιέργειας).

Το ύψος και η διάμετρος των φυτών *Thymus citriodorus*, φάνηκε να επηρεάζεται θετικά από την παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα, ανεξαρτήτως άρδευσης.

Αντίστοιχα για τα φυτά *Origanum aureum* η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα, επέδρασε θετικά στην αύξηση του ύψους και της διαμέτρου των φυτών.

Μετρήσεις του pH και της EC, των υποστρωμάτων, που πραγματοποιήθηκαν στην αρχή και στο τέλος του πειράματος, έδωσαν τιμές που δεν ήταν απαγορευτικές και δεν διέφεραν πολύ μεταξύ τους.

Συμπερασματικά τα αρωματικά είδη *Origanum aureum* και το *Thymus citriodorus*, αναπτύχθηκαν επιτυχώς σε συνθήκες φυτοδώματος. Είναι φυτά κατάλληλα για αστικά κέντρα λόγω της αισθητικής αξίας των ανθέων, του

πλούσιου φυλλώματος και της επιτυχούς ανάπτυξής σε υπόστρωμα μικρού βάθους υπό περιορισμένη άρδευση.

ABSTRACT

In the present study we investigated the effect of the type of substrate and irrigation frequency on above ground plant growth of the *Thymus citriodorus* and *Origanum aureum*, in urban green roof conditions in Athens.

Rooted cuttings of these plants were planted on November 12st, 2014, by two (of the same species) in plastic boxes measuring 60 x 40 cm with roof garden infrastructures.

Two types of substrates with 10 cm depth, were used. One with soil and a lighter one without soil, with the following proportions by volume, 3Grape Marc Compost:3Perlite:2Soil:2Pumice and 3Grape Marc Compost:3Perlite:4Pumice respectively.

In each of the two substrates, were placed 24 plants from each species, 12 of which were normally irrigated in the months May-October while the other 12 were rarely irrigated. All the plastic boxes were placed in a fully exposed roof of the 2nd floor of the Agricultural University of Athens.

Plant growth was assessed by measuring the height and diameter of the plants every month, and fresh and dry weight of the above ground part of the plant, at the end of the experiment (11 months in culture).

According to the results of the present study, it appears that as far as it concerns *Thymus citriodorus*, height, seemed to be positively influenced by the presence of soil on the substrate, regardless irrigation.

Respectively, as far as it concerns *Origanum aureum*, height and diameter appeared to be positively influenced by the presence of soil on the substrate.

Measurements of the pH and the EC, of the substrates, were made at the beginning and at the end of the experiment and gave values that were not prohibitive and did not differ much from each other.

In conclusion the aromatics species *Origanum aureum* and *Thymus citriodorus*, successfully developed in roof garden conditions. They are plants suitable for urban centers because of the aesthetic value of the flowers of rich foliage and successful growth in shallow substrate under limited irrigation.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΑ

Με τον όρο «φυτοδώμα» μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε χώρος πρασίνου, μερικώς ή ολικώς καλυμμένος με φυτά, το υπόστρωμα του οποίου δεν έχει επαφή με το φυσικό έδαφος. Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται πράσινοι χώροι σε οποιαδήποτε στάθμη από το φυσικό έδαφος. Τα φυτοδώματα καλύπτονται από βλάστηση, η οποία αναπτύσσεται υπό ελεγχόμενες συνθήκες και παρουσιάζει ποικίλα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, ενώ συμπεριφέρεται σαν οποιαδήποτε άλλη βλάστηση στο έδαφος. Για τα φυτοδώματα έχουν διατυπωθεί και επικρατήσει διάφορες ορολογίες. Ο όρος «πράσινες στέγες» (*green roofs*) χρησιμοποιείται για να περιγράψει επιφάνειες καλλωπιστικής αλλά και φυσικής φύτευσης (Peck *et al.*, Velasquez, 2005, Ευαγγελίου *et al.*, 2008). Ο όρος «κήποι δωμάτων» (*roof gardens*) που διατυπώθηκε από τον Brownlie (1900) περιγράφει επιφάνειες καλλωπιστικής κυρίως φύτευσης, με υπόστρωμα απομονωμένο από το περιβάλλον και οι οποίες βρίσκονται πάνω σε δομική κατασκευή ενός τουλάχιστον ορόφου (Peck *et al.*, 1999). Ο όρος «οικολογικά δώματα» (*eco roofs*) χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα εκτατικού τύπου φυτοδώμα με φυσική εγκατάσταση φυτών (Velasquez, 2005, English Nature Research Reports, 2003, Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

Η δημιουργία φυτοδωμάτων δεν αποτελεί μία απλή κατασκευαστική τεχνική. Ο ταρασόκηπος πρέπει να είναι ένας χώρος ενοποιημένος με το υπόλοιπο κτίριο ο οποίος βρίσκεται σε αισθητική και οικολογική αρμονία με τον περιβάλλοντα χώρο, ενώ αλληλεπιδρά άμεσα με τα γειτονικά οικοσυστήματα και συμβάλει στη δημιουργία τοπικού μικροκλίματος (Becardi *et al.*, 2014).

1.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Η κατασκευή φυτοδωμάτων δεν αποτελεί καινούργιο φαινόμενο. Η συμβολή τους τόσο στο αστικό περιβάλλον όσο και στη σωματική και ψυχική υγεία των πολιτών έχει γίνει πλέον κατανοητή στις περισσότερες χώρες του αναπτυγμένου κόσμου. Αποτελούν βασική κατασκευαστική πρακτική, 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. Επίσης οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας αποτελούν από τους πρώτους πάνω από το έδαφος κήπους κατασκευασμένους γύρω στο 500 π.Χ. Για εκατοντάδες χρόνια, στην Νορβηγία, η χρήση χλοοτάπητα σε στέγες αποτελούσε μία μορφή μόνωσης. Κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης, τα σπίτια της υψηλής τάξης εμπεριείχαν και φυτοδώματα, ενώ οι Βενεδικτίνοι μοναχοί ήταν θαυμαστές των φυτοδωμάτων (Osmundson, 1999, Becker *et al.*, 2003).

Η Γερμανία θεωρείται ως ο τόπος καταγωγής των φυτοδωμάτων όπως τα γνωρίζουμε σήμερα. Κατά την δεκαετία του 1880, η Γερμανία χαρακτηρίστηκε από μία περίοδο έντονης βιομηχανοποίησης και αστικοποίησης. Τα χαμηλού κόστους κτίρια, συχνά κατασκευαζόντουσαν από υψηλής ευφλεκτότητας πίσσα ως υλικό για την κάλυψη 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 σήμερα ονομάζουμε φυτοδώμα. Μετά από 100 χρόνια, 50 από τις στέγες αυτές παρέμειναν άθικτες και πλήρως στεγανές (Kohler and Keeley, 2005).

Το 1996 τουλάχιστον το 50% από τις 80 Γερμανικές πολιτείες προσέφεραν κίνητρα στους ιδιοκτήτες ακινήτων προκειμένου να εγκαταστήσουν φυτεμένα δώματα στα κτήρια τους (Appl, 2006). Στην Ιαπωνία η ανάγκη της μείωσης του φαινομένου της «θερμικής αστικής νησίδας» οδήγησε στην υιοθέτηση παρόμοιας πολιτικής (Yok and Sia, 2005). Στο Portland του Oregon η εγκατάσταση των φυτοδωμάτων γίνεται με σκοπό την

αποθήκευση και τη βελτίωση της ποιότητας των όμβριων υδάτων. Η επέκταση των κτιριακών εγκαταστάσεων επιτρέπεται μόνο αν συνοδεύεται από μελέτη εγκατάστασης φυτοδώματος (Waynes, 2003).

Στις πόλεις της Μεσογείου καθώς τα περισσότερα από τα κτίρια είναι παλιά, είναι πιθανό να έχουν χαμηλή ικανότητα φορτίου στήριξης. Οπότε ένα άλλο ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την κατασκευή φυτοδώματος είναι το βάρος της κατασκευής. Πιο συγκεκριμένα, μιλώντας για εκτεταμένες ή ημι-εντατικές πράσινες στέγες, το φορτίο της κατασκευής εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το είδος και το βάθος του υποστρώματος, και το βάρος των φυτών δεν είναι τόσο καθοριστικό (Scrivens, 1990).

Η Ελλάδα παρόλο που ανήκει στην Ευρωπαϊκή Ένωση δεν ακολουθεί το ίδιο μοτίβο, με τη κυβερνητική πολιτική για την εγκατάσταση φυτεμένων δωματίων στα κτίρια να είναι ουσιαστικά ανύπαρκτη (Κασσιός, 2005). Η Αθήνα είναι η ευρωπαϊκή πόλη με τη μικρότερη αναλογία αστικού πρασίνου ανά κάτοικο (2,5 m²) και έχει το προβάδισμα της πόλης με τις λιγότερες πλατείες, πάρκα, και χώρους πρασίνου.

1.1.2 Τύποι φυτοδωμάτων

Τα φυτοδώματα: ανάλογα με τη χρήση του φυτικού υλικού, την ικανότητα της φέρουσας κατασκευής να δεχτεί τα πρόσθετα φορτία, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τη θέση του φυτεμένου δώματος και τις απαιτήσεις του σε νερό και συντήρηση, διακρίνονται σε τρεις τύπους φύτευσης, τον εκτατικό, τον ημιεντατικό και τον εντατικό (FLL, 1998, Getter and Rower, 2006, Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

1.1.2.1. Εντατικό σύστημα φύτευσης

Στα φυτοδώματα εντατικού τύπου (Εικ. 1) ανήκουν οι παραδοσιακού ύφους ταρατσόκηποι, διαθέτουν διαδρόμους καθιστικά, σιντριβάνια και άλλα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

στοιχεία που τελικά δίνουν στο φυτεμένο δώμα τη μορφή ενός πάρκου (Wonder *et al.*, 2004).

Δρουν ως υποκατάστατα για την δημιουργία ενός φυσικού τοπίου μέσα στην αστική περιοχή (Osmundson, 1999), κα σχεδιάζονται με τρόπο, ώστε να εξοικονομούν ενέργεια στον ιδιοκτήτη (Oberndorfer *et al.*, 2007).

Είναι προσβάσιμα από το κοινό και μπορούν να διαμορφωθούν σε ψυχαγωγικές περιοχές, όπου οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή με την φύση και με άλλους ανθρώπους (Velazquez, 2005). Όσο αφορά το είδος των διαθέσιμων φυτών, δεν υπάρχει κανένας περιορισμός (Getter and Rowe, 2006), σχεδιάζονται όμως με τέτοιο τρόπο, ώστε να μοιάζουν στην τοπογραφία της περιοχής.



Εικόνα 1: Φυτοδώμα εντατικού τύπου, (πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

Χαρακτηρίζονται από πολλά επίπεδα βλάστησης (χλοοτάπητας, ανθόφυτα, θάμνοι, δέντρα) και απαιτούν άρδευση και τακτική συντήρηση ενώ εγκαθίστανται κυρίως σε επίπεδες οροφές. Το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 30 έως 125 cm ανάλογα με τον τύπο της βλάστησης ενώ το φορτίο του ανέρχεται στα 290-980 Kg/m² (Peck and Kuhn, 2003). Εξ' αιτίας του μεγάλου φορτίου που δέχεται το κτήριο είναι απαραίτητη ειδική μελέτη και ίσως ενίσχυση του κτιρίου πριν την εγκατάσταση του φυτοδώματος (Yannick, 2009).

1.1.2.2. Ημιεντατικό σύστημα φύτευσης

Στα ημιεντατικού τύπου φυτοδώματα ανήκουν οι ταρατσόκηποι που έχουν κατασκευαστεί για αισθητικούς και περιβαλλοντικούς λόγους και η πρόσβαση του κοινού σε αυτά είναι περιστασιακή, καθώς η δομική ικανότητα της οροφής δεν μπορεί να υποστηρίξει έναν εντατικού τύπου φυτεμένο δώμα (Μιχαλακάκη, 2007, Dunnet and Kingsbury, 2008) (Εικ. 2).



Εικόνα 2: Φυτοδώμα ημιεντατικού τύπου (πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

Η βλάστηση του ημιεντατικού τύπου φυτοδώματος περιλαμβάνει φυτά εδαφοκάλυψης, διάφορα είδη χλοοτάπητα και θάμνους, τα οποία έχουν μικρές απαιτήσεις όσο αφορά την κατασκευή του υποστρώματος ανάπτυξης και μικρές ανάγκες άρδευσης και λίπανσης, περιορίζοντας την απαιτούμενη επίβλεψη (FLL, 2002). Το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 8 cm έως και πάνω από 15 cm, ενώ το φορτίο που δέχεται ο φέροντας οργανισμός του κτιρίου είναι μέτριο και κυμαίνεται από 171-244 kg/m² (Green Roofs for Healthy Cities, 2008). Το κόστος κατασκευή αυτού του τύπου ταρατσόκηπων είναι μικρότερο από αυτό του εντατικού τύπου και μεγαλύτερο από αυτό του εκτατικού.

1.1.2.3. Εκτατικό σύστημα φύτευσης

Στα εκτατικού τύπου φυτοδώματα ανήκουν οι ταρατσόκηποι που έχουν κατασκευαστεί κυρίως για περιβαλλοντικούς σκοπούς και δεν το κοινό δεν έχει πρόσβαση σε αυτούς εκτός από τους διαδρόμους κίνησης (Εικ. 3). Η βλάστηση των κήπων αυτής της κατηγορίας έχει υψηλή αντοχή στις ακραίες θερμοκρασίες, στους ισχυρούς ανέμους και στην έλλειψη άρδευσης. Χρησιμοποιείται συνήθως χλόες, αρωματικά φυτά, σαρκώδη φυτά του γένους *Sedum* και αγριολούλουδα (Getter and Rowe, 2006, Wonder *et al.*, 2004), φυτά σκληραγωγημένα και ιθαγενή.



Εικόνα 3: Φυτοδώμα εκτατικού τύπου (πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

Τα φυτά αυτά είναι μικρής ανάπτυξης και έτσι το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 2 έως 15cm και το φορτίο τους δεν είναι μεγαλύτερο από αυτό ενός συμβατικού δώματος, 72,6-169,4kg/m² (Peck *et al.*, 1999, Getter and Rowe, 2006). Το υπόστρωμα αποτελείτε από ανόργανη βάση με μίξη άμμου, χαλικιών, σπασμένων πλίνθων, τύρφη, άλλων ανόργανων υλικών και χώμα. Πριν από την εγκατάσταση τους ποτίζονται και λιπαίνονται μόνο μέχρι να εγκατασταθούν και μετά από το πρώτο έτος, για την συντήρηση τους απαιτούνται δύο επισκέψεις το χρόνο γι απομάκρυνση των ζιζανίων, κλάδεμα και επιθεώρηση του συστήματος εγκατάστασης (Thompson, 1998).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου τύπου φυτοδώματος είναι πολύ μικρότερο από αυτό των ημιεντατικών και εντατικών φυτοδωμάτων. Οι εκτατικοί κήποι είναι κατάλληλοι για μεγάλες εκτάσεις, σε κτίρια που αντέχουν ελαφρύ πρόσθετο φορτίο βλάστησης (Ευαγγελίου *et al.*, 2008) και με σκεπές με κλίση μέχρι 30° (Oberlander *et al.*, 2002). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά και των τριών τύπων φυτοδωμάτων.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των τριών τύπων φυτοδωμάτων

	Εντατικός	Ημιεντατικός	Εκτατικός
Είδος βλάστησης	Χλοοτάπητας (γκαζόν), άνθη, θάμνοι, δέντρα	Χλόη, άνθη, βότανα, θάμνοι	Χλόη, άνθη, βότανα, ποώδη φυτά για εδαφοκάλυψη
Συνήθης χρήση	Κήπος / Πάρκο	Κήπος / Οικολογικό τοπίο	Οικολογικό τοπίο
Οικολογικό Όφελος	Μέτριο	Υψηλό	Υψηλό
Βάθος υποστρώματος	50-100 εκατοστά	15-50 εκατοστά	2-15 εκατοστά
Βάρος (βρεγμένο)	180-500 κιλά/τμ	120-200 κιλά/τμ	50-150 κιλά/τμ
Κόστος τοποθέτησης	Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό
Πότισμα	Συχνό	Τακτικό	Καθόλου
Κόστος συντήρησης	Υψηλό	Κατά περιόδους υψηλό	Χαμηλό έως μηδενικό
Απόσβεση	Αργή	Σχετικά αργή	Άμεση

1.1.3 Πλεονεκτήματα

1.1.3.1 Τα περιβαλλοντικά οφέλη

A. Συμβολή στην διατήρηση του υδρολογικού κύκλου- Βελτίωση της ποιότητας του νερού

Τα φυτοδώματα συμβάλλουν στην διαχείριση των όμβριων υδάτων. Ανάλογα με το βάθος και τις φυσικές ιδιότητες του υποστρώματος, την διαστρωμάτωση της πράσινης στέγης, την γωνία κλίσης της στέγης και την έκταση της φυλλικής επιφάνειας (Velazquez, 2005, Dunnet and Kingsbury, 2008), η απορροή του νερού μπορεί να μειωθεί έως και 90% τους θερινούς μήνες, ενώ τους χειμερινούς μήνες, το αντίστοιχο ποσοστό είναι 40-50%.με αποτέλεσμα την αποφόρτιση των δικτύων ομβρίων των αστικών κέντρων. Συμβάλει επίσης στην διατήρηση της υγρασίας στην επιφάνεια των κτιρίων με αποτέλεσμα την σημαντική συμβολή στην διατήρηση του υδρολογικού κύκλου του νερού και την αύξηση του φυσικού δροσισμού που προέρχεται από της εξάτμιση της υγρασίας, του νερού που συγκρατείται σε μια πράσινη στέγη. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ραγδαίας βροχής ή καταιγίδας εμποδίζουν τις γνωστές στις μεγάλες πόλεις πλημμύρες. Επιπροσθέτως, το νερό των κήπων που φεύγει στις αποχετεύσεις διηθείται, με συνέπεια να μη μολύνεται ο υπόγειος ορίζοντας, από βαρέα μέταλλα και άλατα, συστατικά των σκληρών επιφανειών (Αραβαντινός *et al.*, 2006, Scholz-Barth, 2001).

Τα φυτά κατακρατούν το μεγάλο όγκο των βροχοπτώσεων και επιβραδύνουν την απορρόφηση του νερού από το έδαφος. Τα φυτοδώματα μπορούν να αφαιρέσουν πάνω από το 95% του καδμίου, του χαλκού και του μολύβδου, καθώς και το 16% του ψευδαργύρου του νερού της βροχής (Johnston and Newton 1993). Από δώματα με κήπο μόνο το 30 % του νερού, οδηγείται στην αποχέτευση, ενώ το 70 % αποθηκεύεται στο χώμα και στην αποστραγγιστική στρώση (Scholz-Barth, 2001, Getter and Rowe, 2006). Επίσης εκτός από την απαραίτητη υγρασία για τα φυτά, προσφέρουν όλες τις θετικές επιδράσεις της βραδείας εξάτμισης στον κύκλο νερού, στο κλίμα και στο μικροκλίμα του κτιρίου, καθώς το νερό που απορρέει, φιλτράρεται και ψύχεται

μέσω της εξατμισοδιαπνοής από τα φυτά και το υπόστρωμα, αποτρέποντας κατά τον τρόπο αυτό την θέρμανση των υδάτων (Velazquez, 2005).

B. Βελτίωση του μικροκλίματος

Τα φυτεμένα δώματα δροσίζουν και αυξάνουν την υγρασία της ατμόσφαιρας, δημιουργούν ευχάριστο μικροκλίμα και συμβάλουν στη μείωση του φαινομένου της «θερμής αστικής νησίδας».

Στα κτίρια που περιβάλλονται με πράσινο, ή καλύπτονται με δώματα με κήπους, η ανοδική κίνηση θερμού αέρα δεν υπάρχει ή είναι ελάχιστη, αφού η θερμοκρασία στην επιφάνεια των φυτών είναι μικρότερη από αυτήν του αέρα.

Τα φυτά λόγω της ανακλαστικής τους ικανότητας, αλλά και λόγω της απορρόφησης σημαντικού ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας για τις βιολογικές τους λειτουργίες (φωτοσύνθεση, εξατμισοδιαπνοής), προστατεύουν το δώμα από τα θερμικά φορτία της ηλιακής ακτινοβολίας και μειώνουν τοπικά την θερμοκρασία κατά 3 έως 7°C. Ενώ η θερμοκρασία που αναπτύσσεται σε σκληρά δάπεδα μπορεί να φτάσει τους 60°C, η επιφανειακή θερμοκρασία στα φυτεμένα δώματα είναι μόλις 35°C περίπου.

Σε μικροκλιματική λοιπόν κλίμακα, το ψυκτικό αποτέλεσμα της εξατμισοδιαπνοής είναι ξεκάθαρο. Με την μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε εξάτμιση του νερού, η παραγωγή θερμότητας στις αδιαπέραστες επιφάνειες εμποδίζεται ή μειώνεται (Bass, 2001). Επίσης, βοηθούν στην κατανάλωση λιγότερης ενέργειας, ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, εξαιτίας της ενεργειακής απορρόφησης με την παραπάνω διαδικασία και τη δημιουργία υδρατμών (Βραχόπουλος *et al.*, 2002).

Γ. Μείωση της σκόνης και του νέφους στην ατμόσφαιρα

Το ποσοστό βελτίωσης της ποιότητας του αέρα αυξάνεται σημαντικά, όταν γίνεται συνδυασμός κήπων σε δώματα με φυτά στις όψεις των κτιρίων και στους ακάλυπτους χώρους των οικοπέδων τους. Σημαντικότατο ρόλο ως προς την ποιότητα του αέρα, επιτελούν επίσης, κήποι στις εσοχές των κτιρίων, κήποι επάνω από υπόγειους και επίγειους χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων.

Τα φυτά που αναπτύσσονται στα φυτοδώματα, μέσω του φυλλώματος των φυτών, λειτουργούν σαν φίλτρο που συγκρατεί τα αιωρούμενα σωματίδια. Τα νιτρικά και άλλα επιβλαβή συστατικά του αέρα απορροφούνται, και με τη βοήθεια της βροχής καταλήγουν στο υπόστρωμα των φυτών όπου δεσμεύονται, ενώ σε άλλη περίπτωση αυτά θα επικάθονταν πάνω στις σκληρές επιφάνειες από μέταλλο, μπετόν και πέτρα (Velazquez, 2005).

Η αυξημένη φυλλική επιφάνεια που προκύπτει από την εγκατάσταση φυτοδωμάτων "παγιδεύει" τα μολυσμένα σωματίδια και τη σκόνη, απορροφά το διοξείδιο του άνθρακα κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης ενώ παράλληλα εμπλουτίζει τον αέρα με οξυγόνο. Ένα δώμα φυτεμένο με γρασίδι, δεσμεύει κατά έτος 200 g/m² σκόνης και ρύπων, ενώ παράγει ανά 6 – 10 m² το οξυγόνο που χρειάζεται ένας άνθρωπος κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Τα φυτοδώματα μπορούν επίσης να παίξουν σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο της τρύπας του όζοντος, καθώς μειώνουν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, που συμβάλλει στη δημιουργία του (Velazquez, 2005).

Δ. Μείωση της ηχορύπανσης

Τα φυτοδώματα μπορούν να μειώσουν την ένταση του ήχου που ανακλάται κατά 3 dB, και ταυτόχρονα βελτιώνουν την ηχομόνωση του κτιρίου κατά 8 dB, εξαιτίας της φύσης του υποστρώματος και της βλάστησης.

Επίσης απορροφούν τους θορύβους της πόλης με αποτέλεσμα ένα πιο ήσυχο και φιλικό περιβάλλον. Ο συνδυασμός του υποστρώματος, των φυτών και του εγκλωβισμένου αέρα σε μια πράσινη στέγη λειτουργεί ως ηχομονωτικό στρώμα. Τα φυτά μειώνουν τις υψηλές συχνότητες του ήχου, με απορρόφηση, ανάκλαση και διάχυση. Στο Γερμανικό DIN 18005, η μείωση του θορύβου από απορρόφηση και ανάκλαση στα φυτά υπολογίζεται σε 5 – 6 dB ανά 100 m. Επίσης, έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε φυτεμένο δώμα με βάθος υποστρώματος 12 cm, έδειξε ότι μπορεί να ελαττώσει τον θόρυβο κατά 40 Db (Peck and Kuhn, 2001).

Ε. Βελτίωση της βιοποικιλότητας.

Τα φυτοδώματα δημιουργούν αυτόνομα οικοσυστήματα, και ενθαρρύνουν την παρουσία και την παραμονή της πανίδας, όπως έντομα και πουλιά.

Τα ενδιαίτηματα των φυτοδωμάτων φαίνεται πως συνεισφέρουν στη διατήρηση του τοπικού ενδιαίτηματος. Τα περισσότερα φυτοδώματα εκτατικού τύπου είναι απρόσιτα στο κοινό έτσι λοιπόν παρέχουν ένα αδιατάρακτο βίοτοπο για διάφορους οργανισμούς. Έρευνες έχουν καταγράψει κοινωιές ασπόνδυλων σε διάφορους τύπους φυτοδωμάτων σε διάφορες περιοχές. Τα φυτοδώματα κατοικούνται από ποικιλία εντόμων, όπως σκαθάρια, κοριοί, μυρμηγκία, μύγες, μέλισσες, αράχνες, ακρίδες (Coffman and Davis, 2005), καθώς και από πουλιά που βρίσκουν καταφύγιο για να φωλιάσουν (Brenneisen, 2006). Η αφθονία των πληθυσμών των εντόμων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ποικιλία της βλάστησης και την τοπογραφική διακύμανση (Gedge and Kadas, 2004). Αυτά τα αποτελέσματα έδωσαν το έναυσμα για στρατηγική σχεδίαση φυτοδωμάτων για μεγιστοποίηση της βιοποικιλότητας (Brenneisen, 2006).

Αναγνωρίζοντας ότι το φυτοδώμα είναι ένα μέσο για την αύξηση της βιοποικιλότητας και ενδιαιτημάτων (Cook-Patton και Bauerle, 2012), καθώς και του τοπικού χαρακτήρα στις αστικές περιοχές, αρκετοί ερευνητές έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους στα αυτοφυή πολυετή φυτά της Μεσογείου, ως επί το πλείστον στα xerophytes, ικανά να αναπτύσσονται σε εκτεταμένες πράσινες στέγες (Benvenuti και Bacci, 2010, Κοτσίρης *et al.*, 2012, Νεκτάριος *et al.*, 2011, Παπαφωτίου *et al.*, 2012, 2013, 2015). Αυτά τα είδη είναι συνήθως ψηλότερα και έχουν μεγαλύτερη διάμετρο κόμης από τα είδη *Sedum* και, ως εκ τούτου, θα μπορούσαν να είναι πιο αποτελεσματικά όσον αφορά τη μείωση απορροής του νερού από τις πράσινες στέγες (Nagase και Dunnett, 2012, Whittinghill *et al.*, 2015) και να παρέχουν καλύτερη θερμομόνωση του κτιρίου (Blanusa *et al.*, 2013, Θεοδοσίου, 2003, Vanuytrecht *et al.*, 2014).

Επιπλέον μελέτες που έγιναν, έδειξαν ότι αυξάνουν τη βιοποικιλότητα διότι είναι ένας δυναμικός τρόπος επανεγκατάστασης φυτικών ειδών σε μία περιοχή (Dewey *et al.*, 2004, Monterusso, 2005). Για να απλοποιηθεί η

διαδικασία της επιλογής των φυτών για φυτοδώματα, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν χαρακτηριστικά των φυτών που σχετίζονται με την επιβίωση, την ανάπτυξη και την απόδοση των βασικών υπηρεσιών οικοσυστήματος (Farrell *et al.*, 2013).

Δ. Ανθεκτικότητα στις πυρκαγιές

Ενδείξεις από κατασκευαστές υπάρχουν πως τα φυτοδώματα προστατεύουν τα κτίρια από την φωτιά, και βοηθούν στην μείωση της διάδοσης της, ειδικότερα όταν το υπόστρωμα ανάπτυξης είναι βρεγμένο (Peck and Kuhn, 2001). Πιο συγκεκριμένα έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Βερολίνο για την ανθεκτικότητα των φυτοδωμάτων στη φωτιά, απέδειξε ότι τα φυτοδώματα ήταν πιο ανθεκτικά στη φωτιά από στέγες που είχαν σαν χαλίκι. Επίσης φυτοδώματα με φυτά του γένους *Sedum* προφέρουν καλή προστασία λόγω της υψηλής τους περιεκτικότητας σε νερό (Kohler, 2004, Peck and Kuhn, 2001).

Ε. Αισθητική βελτίωση του τοπίου και ψυχικά οφέλη ως προς τον άνθρωπο

Η αισθητική βελτίωση του τοπίου που προσφέρουν τα φυτοδώματα, επηρεάζει ψυχικά και σωματικά τους γύρω κατοίκους (Kristin *et al.*, 2006). Αρκετοί ερευνητές πιστεύουν ότι η ουσιαστική επαφή του ανθρώπου με τη φύση είναι τόσο σημαντική όσο και οι διαπροσωπικές και κοινωνικές του επαφές (Karlan, 1993).

Μειωμένο άγχος, μειωμένη αρτηριακή πίεση, βελτιωμένη μυϊκή κατάσταση και περισσότερα θετικά συναισθήματα παρουσιάζουν σύμφωνα με τους Ulrich and Simmons (1986), οι άνθρωποι που έχουν θέα σε βλάστηση και γενικά φυσικά τοπία. Οι θετικές αυτές επιδράσεις έχουν σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της υγείας αλλά και της παραγωγικότητας στον τομέα της εργασίας. Οι Karlan *et al.* (1988), αναφέρουν ότι εργαζόμενοι που είχαν θέα σε χώρους πρασίνου ήταν λιγότερο αγχωμένοι, περισσότερο συγκεντρωμένοι και αποδοτικοί στη δουλειά τους και παρουσίασαν λιγότερους πονοκεφάλους και αρρώστιες από τους εργαζόμενους που δεν είχαν θέα σε χώρους πρασίνου.

Επίσης άτομα μετά από χειρουργική επέμβαση παρουσιάζουν γρηγορότερη ανάρρωση όταν είναι σε επαφή με το φυσικό περιβάλλον (Ulrich, 1984).

Τα φυτοδώματα, συμμετέχουν κατά μεγάλο βαθμό στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και συμβάλουν στη βελτίωση της υγείας των πολιτών στα μεγάλα αστικά κέντρα,. Πολλές ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος καθώς επίσης και καρδιοαναπνευστικές δυσλειτουργίες οφείλονται στα αυξημένα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Pope *et al.*, 1995).

1.1.3.2 Οικονομικά Οφέλη

A. Ενίσχυση της διάρκειας ζωής του κτιρίου - Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας

Το φυτοδώμα ενισχύει τη θερμομόνωση και μειώνει τις ενεργειακές απώλειες και τις θερμικές ανταλλαγές με το περιβάλλον έως και 90% (Getter and Rowe, 2006).

Τα συστήματα υποδομής πράσινων στεγών συμβάλλουν αποτελεσματικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αυξάνουν τη θερμοχωρητικότητα του δώματος, με αποτέλεσμα την εξομάλυνση των μεταβολών του εξωτερικού περιβάλλοντος στο εσωτερικό των κτιρίων, ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η εφαρμογή της πολυεπίπεδης διαστρωμάτωσης προστατεύει το δώμα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, βελτιώνει τις συνθήκες θερμικής άνεσης και συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας που καταναλώνεται για ψύξη και θέρμανση του κτιρίου (Butler και Orians, 2011, Dvorak και Volder, 2010, Lee *et al.*, 2014). Έχει υπολογιστεί ότι για κάθε μείωση 0,5% στην εσωτερική θερμοκρασία του αέρα σε ένα κτίριο, μειώνεται η ηλεκτρική ενέργεια ως και 8% (Dunnet and Kingsbury, 2008).

Η εξοικονόμηση ενέργειας οφείλεται σε φαινόμενα, τα οποία δρουν συνδυαστικά. Σύμφωνα με τους Βραχόπουλος *et al.*(2002), η εξοικονόμηση ενέργειας οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά με το φύλλωμά τους παρέχουν σκίαση στην επιφάνεια του δώματος εξασφαλίζοντας τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου, προστατεύοντας τα μονωτικά υλικά του και

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

διατηρώντας σχετικά σταθερή τη θερμοκρασία του δώματος καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Επίσης η θερμοχωρητικότητα ενός συμβατικού κτιρίου υστερεί, σε σύγκριση με αυτή του φυτοδώματος, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων και του γεγονότος ότι εντός αυτών παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα. Έτσι το φυτοδώμα λειτουργεί ως μια επιπλέον θερμομονωτική στρώση, ελαττώνοντας τα απαιτούμενα ψυκτικά ή θερμικά φορτία το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα. Επιπλέον τα φυτά του φυτεμένου δώματος με τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής, προστατεύουν το κτίριο από τα θερμικά φορτία της ηλιακής ακτινοβολίας και αυξάνουν την διάρκεια ζωής του.

B. Παραγωγή ενέργειας στη στέγη

Τα φυτοδώματα συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στην ενίσχυση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών όταν συνδυάζονται με αυτά. Η τοπική μείωση της θερμοκρασίας στο φυτοδώμα, που οφείλεται στην εξάτμιση της υγρασίας αλλά και στην διαπνοή των φυτών βελτιστοποιεί την λειτουργία των φωτοβολταϊκών πάνελ και συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής ενέργειας στην στέγη (Ιωαννίδου, 2013).

Γ. Αξιοποίηση ανεκμετάλλεπτων χώρων στα κτίρια

Η ανάγκη για μια πιο ανθρώπινη και φιλική πόλη προβάλλει σήμερα διαρκώς πιο επιτακτική. Η δημιουργία φυτοδωμάτων είναι μια σύγχρονη πρακτική για τη λειτουργική και αισθητική αναβάθμιση ενός κτιρίου. Τα φυτοδώματα μετατρέπουν ανεκμετάλλεπτους χώρους σε δημιουργικούς χώρους, ξεκούρασης, ανάπαυλας και αναψυχής συμβάλλουν στην ανάκτηση των χαμένων χώρων πρασίνου από το έδαφος, και αυξάνουν την εμπορική αξία του κτιρίου.

1.1.4 Μειονεκτήματα

A. Κόστος

Ανάλογα με τον τύπο του φυτοδώματος (εντατικού-εκτατικού ή ημιεντατικού) διαφέρουν τα έξοδά τους. Τα εντατικού τύπου φυτοδώματα έχουν περισσότερες απαιτήσεις αλλά επιλέγονται συνήθως όταν τα πλεονεκτήματα αναμένονται να είναι μεγαλύτερα. Τα εκτατικού τύπου από την άλλη είναι λιγότερο ακριβά για να κατασκευαστούν και να διατηρηθούν, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις δεν απαιτείται επιπλέον υποστήριξη του δώματος (Ngan, 2004).

Σε λανθασμένη εντύπωση συμβάλλουν η άγνοια των μακροπρόθεσμων οφελών και η έλλειψη της αποτίμησης όσον αφορά το κόστος που κερδίζεται από την μείωση της ρύπανσης του αέρα και των υδάτων (Peck *et al.*, 1999).

Το κράτος με κάποια νομοθεσία καθώς επίσης και η σωστή ενημέρωση του κοινού για τα αναμενόμενα οφέλη από την δημιουργία φυτοδωμάτων, θα συνέβαλλαν σημαντικά στην ενθάρρυνση αυτή (Ngan, 2004, Wilkinson and Reed, 2009).

B. Επισκευές

Κατά τη διάρκεια όλων των σταδίων της κατασκευής των φυτοδωμάτων απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για να αποφευχθούν τα ελαττώματα, καθώς επίσης η απομάκρυνση και αντικατάσταση μιας φυτεμένης στέγης. Τα περισσότερα προβλήματα προκύπτουν από λάθη κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενώ μερικά οφείλονται σε ελλιπή ή λανθασμένη συντήρηση και ενίοτε από αστοχία υλικών (Ngan, 2004).

Γ. Αισθητικά

Κάθε τύπος φυτοδώματος έχει την δικιά του ομορφιά που είναι υποκειμενική για τον καθένα ξεχωριστά. Ο εκτατικός τύπος φυτοδώματος σε κάποιους φέρει την όψη ακατάστατου κήπου, ενώ θα πρέπει να αντιμετωπίζεται

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ως φυσικό οικοσύστημα που προσφέρει πολλαπλά οικολογικά οφέλη (Ngan, 2004).

Δ. Περιβαλλοντικά

Περιβαλλοντική επιβάρυνση αποτελεί η χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων κατά την ανάπτυξη των φυτών, ενός φυτοδώματος. Τα κυριότερα χημικά στοιχεία που παρατηρούνται στο νερό απορροής είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο φώσφορος και το άζωτο. Το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο στα εντατικού τύπου δώματα σε σύγκριση με τα εκτατικού όπου η χρήση τους πραγματοποιείται μόνο όταν κρίνεται απαραίτητη (Tsoggarakis, 2003, Ζαχαροπούλου, 2004).

Ε. Οικολογικά

Η παρουσία πανίδας στα φυτοδώματα μπορεί να είναι ενοχλητική, καθώς ορισμένα από τα είδη που πολλαπλασιάζονται είναι αρουραίοι, ποντίκια αράχνες και άλλα ενοχλητικά είδη, που είναι ανεπιθύμητα στο εσωτερικό των κτιρίων (MacInor and Lundholm, 2011).

Η. Οικονομικά

Το υψηλό κόστος κατασκευής του φυτοδώματος, το κόστος ενίσχυσης της οικοδομής για να αντέξει το φορτίο, καθώς επίσης και η οικονομική επιβάρυνση για την πρόσβαση και προστασία του χώρου αποτελούν ανασταλτικούς παράγοντες για την δημιουργία του.

ΣΤ. Έλλειψη εξειδίκευσης

Η έλλειψη εξειδίκευσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην εντύπωση που εσφαλμένος έχει δημιουργηθεί στο κοινό, ότι τα φυτεμένα δώματα συσχετίζονται με οροφές που έχουν διαρροές (Davis, 2002). Η ελλιπής εμπειρία νέων εταιριών πάνω στα φυτεμένα δώματα, καθώς και η χρήση φτηνών και

κατώτερης ποιότητας υλικών, με σκοπό να κρατήσουν χαμηλά τα κόστη, οδηγεί στα λάθη αυτά. Σημαντική κίνηση για την αναστροφή αυτής της φήμης, αποτελεί η έκδοση οδηγιών του FLL. Οι οδηγίες του FLL μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες, αλλά θα πρέπει να αναπροσαρμόζονται ανάλογα με την κατασκευή του εκάστοτε κτιρίου και του κλίματος της περιοχής (Peck *et al.*, 1999, Ngan 2004).

Σημαντικό μέσο επιτυχίας της εγκατάστασης και βιωσιμότητας του φυτεμένου δώματος αποτελεί η αρμονική συνεργασία εξειδικευμένων ατόμων, όλων των ειδικοτήτων που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός φυτεμένου δώματος.

1.1.5 Γενικές αρχές σχεδιασμού ενός φυτεμένου δώματος

Ο σχεδιασμός ενός φυτεμένου δώματος ακολουθεί κάποιες αρχές σχεδιασμού, παρόμοιες με ενός συμβατικού κήπου.

Αρχικά κατά το σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός φυτεμένου δώματος στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον που θα πλησιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο το φυσικό. Βασικός φυσικός παράγων που απουσιάζει είναι το έδαφος, η απουσία του οποίου αντισταθμίζεται με την εγκατάσταση υποστρώματος, το οποίο θα παίζει το ρόλο του εδάφους.

Η συνολική εγκατάσταση, πρέπει να φέρει το μικρότερο δυνατό φορτίο, οπότε η επιλογή των κατασκευαστικών και φυτικών υλικών απαιτεί προσοχή, για αυτό και η χρήση σκληρών υλικών, είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

Η μείωση της πολυπλοκότητας του σχεδίου και των αποβλήτων που δημιουργούνται από το σύστημα, είναι δυο από τις βασικές αρχές που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Επίσης η χρήση του βρόχινου νερού για άρδευση και η δημιουργία χώρου για κομποστοποίηση, θα μειώσουν μεγάλο μέρος του κόστους.

Η χρήση ανθεκτικών προϊόντων και κατά προτίμηση ανακυκλωμένων υλικών, η πρόληψη για την εγκατάσταση στο χώρο πουλιών και εντόμων καθώς και η χρήση γηγενών σκληραγωγημένων φυτών, αυξάνουν την μακροβιότητα του φυτεμένου δώματος.

Τέλος, εκτός από την ομορφιά που προσφέρει στο φυσικό τοπίο το φυτεμένο δώμα, σημαντικό είναι να αξιοποιείται από το κοινό. Η δημιουργία θεματικών χώρων, χώρων δραστηριοτήτων καθώς και η ύπαρξη οπτικών συνθέσεων, κάνουν πιο ελκυστικό το τοπίο και δημιουργούν ερεθίσματα για όλες τις αισθήσεις (Oberlander *et al.*, 2002).

1.1.6 Διασφάλιση μεγάλης διάρκειας ζωής του φυτεμένου δώματος

Εκτός από τις αρχές σχεδιασμού για την διασφάλιση μεγάλης διάρκειας ζωής ενός φυτεμένου δώματος, απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο προσδιορισμός και η ανάλυση των παραγόντων που καθιστούν μια στέγη κατάλληλη για φύτευση (Ιωαννίδου, 2013). Οι παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται είναι:

- Οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής
- Τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του δώματος/ στέγης
- Οι ιδιαίτερες απαιτήσεις του φυτικού υλικού
- Η ένταση καλλιεργητικών φροντίδων

Όσον αφορά στους παράγοντες που αφορούν στις κλιματολογικές συνθήκες μιας περιοχής λαμβάνονται υπόψη τα εξής (Ιωαννίδου, 2013):

- Το κλίμα της περιοχής
- Το μικροκλίμα
- Τη συχνότητα και η ένταση των ετησίων βροχοπτώσεων
- Τη μέση ηλιοφάνεια
- Την εμφάνιση περιόδων ξηρασίας
- Την εμφάνιση περιόδων παγετού, με ή χωρίς την κάλυψη με χιόνι
- Την κατεύθυνση και ένταση των επικρατούντων ανέμων

Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη όσον αφορά τα κατασκευαστικά υλικά είναι οι εξής (Ιωαννίδου, 2013):

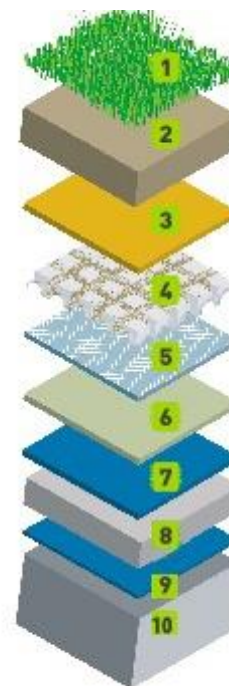
- Περιοχές που είναι εκτεθειμένες στον ήλιο, περιοχές που σκιάζονται και περιοχές στις οποίες υπάρχει εναλλαγή ήλιου-σκιάς
- Απορροή του νερού των βροχοπτώσεων από τη στέγη
- Η επίδραση της εκπομπής καυσαερίων
- Τα ρεύματα αέρα
- Η έκθεση των επιφανειών της στέγης
- Οι ανακλώσες επιφάνειες της κατασκευής
- Επιπλέον αύξηση του φορτίου από νερό που προέρχεται από παρακείμενα κατασκευαστικά στοιχεία
- Η κλίση απορροής της επιφάνειας του δώματος / στέγης
- Η φέρουσα ικανότητα του κτιρίου

1.1.7 Κατασκευή φυτεμένου δώματος

Η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος πραγματοποιείται με επάλληλες λειτουργικές στρώσεις από υλικά με τεχνικά χαρακτηριστικά που να συνδυάζονται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο που να εξασφαλίζουν ένα πλήρως λειτουργικό και βέλτιστο αποτέλεσμα. Στόχος πάντα είναι τόσο η προστασία του κτιρίου, όσο και η δημιουργία ενός λειτουργικού φυτοδώματος. Η διαστρωμάτωση των υλικών για την κατασκευή ενός φυτοδώματος περιγράφεται στο **Σχήμα 1**.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Φυτικό υλικό
2. Υπόστρωμα Ανάπτυξης Φυτών
3. Διηθητικό Φίλτρο
4. Αποστραγγιστικό σύστημα
5. Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης
6. Μembrάνη ελέγχου ανάπτυξης ριζικού συστήματος
7. Στεγανοποίηση
8. Θερμομόνωση
9. Φράγμα υδρατμών
10. Δώμα κτιρίου με διαχωριστική στρώση



Σχήμα 1: Διαστρωμάτωση των υλικών κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος (www. greenroofs.gr)

1.1.8 Στρώσεις και υλικά

1. Διαχωριστική στρώση

Η διαχωριστική στρώση αποτελείται κυρίως από διάτρητες ασφατικές μεμβράνες οπλισμένες με υαλούφασμα ή συνθετικές μεμβράνες, οι οποίες παρεμποδίζουν τη μετάδοση των συνεπειών που έχουν οι συστολές, οι διαστολές και η ταχύτητα της επιφάνειας του κτιρίου στις υπερκείμενες στρώσεις επικάλυψης του δώματος (Ευμορφοπούλου, 1992).

2. Φράγμα υδρατμών

Πάνω από την διαχωριστική μεμβράνη τοποθετείτε το φράγμα υδρατμών που αποσκοπεί στην παρεμπόδιση της συμπύκνωσης των υδρατμών που συμβαίνει στο εσωτερικό της οροφής και στην παρεμπόδιση της διέλευσης των υδρατμών στο θερμομονωτικό επίπεδο που βρίσκεται υπερκείμενα του φράγματος υδρατμών (Caudrey, 2005, Ευμορφοπούλου, 1992).

3. Θερμομονωτικό επίπεδο

Αποτελείται από αφρώδη υλικά με την μορφή πλάκας, τέτοια είναι η αφρώδης και η εξηλασμένη πολυστερίνη, το αφρώδες γυαλί, ο αφρός πολυουρεθάνης, ο φαινολικός αφρός ρητινών και ο εμποτισμένος φελλός. Τοποθετείτε πάνω από το φράγμα υδρατμών, με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να δημιουργούνται μεταξύ των πλακών διακενά για μια επιτυχημένη θερμομόνωση.

4. Στεγανωτικό επίπεδο

Απαραίτητη προϋπόθεση για την κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος είναι η κατάλληλη στεγανοποίηση της στέγης του κτιρίου. Η εγκατάσταση φυτεμένου δώματος ενισχύει τη θερμομόνωση του κτιρίου και προστατεύει τις υποκείμενες μεμβράνες στεγανοποίησης. Οι στεγανωτικές μεμβράνες έχουν σκοπό να προστατεύσουν το κτίριο από διαρροές. Είναι το πιο σημαντικό όπως και το πιο ακριβό συστατικό του πράσινου δώματος.

Κατασκευάζονται από ποικίλα υλικά που κινούνται από οργανικά ως συνθετικά, ενώ έχουν διαφορετική δύναμη εφελκυσμού, αντοχή στην διάτρηση και ελαστικότητα, ανάλογα με το υλικό που είναι κατασκευασμένες (Becker *et al.*, 2003). Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι ελαστική ασφαλτος, συνθετικά ασφαλτόπανα (πίσσα με πολυεστερικά υλικά), είτε συνθετικά θερμοπλαστικά όπως τα καουτσούκ με πολυαιθυλενικό προπυλένιο (EPDM), ασφαλτος με πολυμερρισμένο αιθυλένιο (ECB), τα ενισχυμένα φύλλα PVC κ.α. (Ευμορφοπούλου, 1992).

Ανάλογα με το είδος της στεγανωτικής μεμβράνης που χρησιμοποιείται, διαφέρει και η εγκατάσταση, επηρεάζοντας τη διάρκεια της εγκατάστασης, την αντοχή και το κόστος. Η σωστή τοποθέτηση της στεγανωτικής μεμβράνης, έχει μεγάλη σημασία για τη βιωσιμότητα του φυτεμένου δώματος. Θα πρέπει να δοκιμάζεται η στεγανότητά της αμέσως μετά την τοποθέτησή της, διότι είναι δύσκολες οι επεμβάσεις μετά τις φυτεύσεις. Ενώ θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες που περιλαμβάνουν την αντοχή στις πυρκαγιές, τις οικολογικές επιπτώσεις, τα αναμενόμενα ενεργειακά οφέλη και την ευκολία αλλαγής της.

5. Μεμβράνη ελέγχου ανάπτυξης ριζικού συστήματος

Απαραίτητη είναι η στεγάνωση του δώματος με αντιρριζικές μεμβράνες για την προστασία των υποκείμενων δομικών στοιχείων από την επιθετική συμπεριφορά των ριζών των φυτών, καθώς και από τις τοξικές ουσίες που μπορούν να διαβρώσουν οποιαδήποτε επιφάνεια.

Οι αντιρριζικές μεμβράνες είναι κατασκευασμένες από υλικά με πυκνή δομή τα οποία εμποδίζουν τη διείσδυση των ριζών και προστατεύουν την ακεραιότητα του αδιάβροχου στρώματος. Αποτελούνται κατά βάση από τροποποιημένη άσφαλτο, φέρουν ως εσωτερικό οπλισμό πολυεστερικό ύφασμα υψηλών μηχανικών αντοχών και έχουν άνω και κάτω επικάλυψη φιλμ πολυαιθυλενίου. Επίσης, είναι εμποτισμένες με τοξικές για τις ρίζες ουσίες. Αποτελεσματική είναι και η χρήση συνθετικών θερμοπλαστικών μεμβρανών, μεμβρανών οπλισμένων με υαλόπλεγμα, φύλλων αλουμινίου, πλεγμάτων γιούτας ή πολυεστερικών ινών (Ευμορφοπούλου, 1992). Η ανάγκη ύπαρξής τους εξαρτάται από το είδος της αδιάβροχης μεμβράνης. Οι συνθετικές μεμβράνες συνήθως δεν απαιτούν την ύπαρξη φράγματος ριζών (Dunnnett and Kingsbury, 2003).

Η τοποθέτηση τους θα πρέπει να γίνεται με προσοχή, συνήθως με χρήση φλόγιστρου, ενώ οι αλληλοκαλύψεις των φύλλων δύο διαδοχικών μεμβρανών θα πρέπει να είναι περίπου 8-10cm (Ευαγγελίου *et al.*, 2008).

6. Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης

Σε μια κανονική κατασκευή δώματος η μόνωση έχει προβλεφθεί και βρίσκεται κάτω από τη στεγανωτική μεμβράνη. Παρόλα αυτά, κατά την κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος μπορεί να τοποθετηθεί επιπλέον μόνωση ώστε να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία όλης της δομής του δώματος, να προστατεύονται επιπλέον τα υποκειμενικά κατασκευαστικά στοιχεία από μηχανικές φθορές και να διασφαλίζεται η στεγανότητά του (Dunnett and Kingsbury, 2003). Επιπλέον, έχει την δυνατότητα να συγκρατεί νερό και θρεπτικά συστατικά και να τα αποδίδει στο φυτό ετεροχρονισμένα (Caudrey, 2005). Το υπόστρωμα είναι κατασκευασμένο από πολυεστερικές συνθετικές και ανακυκλώσιμες ίνες, ενώ η τοποθέτησή τους γίνεται ανά 10 cm (FLL, 2002, Carter and Rasmussen, 2006).

7. Αποστραγγιστικό στρώμα

Το αποστραγγιστικό στρώμα αποτελεί ζωτικής σημασίας παράγοντας για την δημιουργία φυτοδώματος, καθώς απομακρύνει ή αποθηκεύει το νερό που δεν απορροφάται από το μέσο ανάπτυξης των φυτών και δεν χρησιμοποιείται από τα φυτά. Αν δεν μπορεί να επιτευχθεί η απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού, αφενός αυξάνεται το βάρος του συστήματος και αφετέρου μπορεί να προκληθεί σάπισμα των ριζών (Effler, 2003).

Για να την εξασφάλιση της απορροής των νερών, μια ελάχιστη κλίση 2° συστήνεται για τα επίπεδα δώματα, ενώ σε δώματα με κλίση άνω των 5° και ύψος φυτικού υλικού μικρότερο από 25 cm, η κατασκευή του δεν είναι απαραίτητη (Τσογγαράκης, 2005). Στα εκτατικά δώματα, η μέγιστη γωνία που συστήνεται είναι 30°. Η πλειοψηφία των φυτεμένων δωματίων μπορούν να χρησιμοποιήσουν το υπάρχον σύστημα απορροής του κτιρίου, μόνο με μερικές μετατροπές σε αυτό, καθώς περιλαμβάνουν υδρορροές, αποχετεύσεις και φίλτρα ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση του υλικού ανάπτυξης και το φράξιμο των σωληνώσεων. Μικρή κλίση του δώματος της τάξης του 10-15° συντελεί στη φυσική αποστράγγιση του συστήματος, ενώ επιθυμητή είναι η επαναχρησιμοποίηση του νερού, και ειδικά του όμβριου. Για το σκοπό αυτό, το σύστημα αποστράγγισης μπορεί να συνδεθεί με κάποια δεξαμενή.

Η σύσταση του αποστραγγιστικού στρώματος, πρέπει να είναι να κοκκώδη, ούτως ώστε να εξασφαλίζει εύκολη απορροή υδάτων, υψηλή διαβρεκτική ικανότητα και ικανότητα κατακράτησης νερού και απόδοσης του στο περιβάλλον, κατάλληλο pH και περιεκτικότητα σε άλατα, ώστε να μη δημιουργεί φυτοτοξικότητα στα φυτά και να είναι χημικά αδρανές με τα υπόλοιπα υλικά (Τσογγαράκης, 2005).

Πολλές εταιρείες προτείνουν αποστραγγιστικά στοιχεία από πλαστικό ή πολυστερίνη, τα οποία περιέχουν ένα συνθετικό ύφασμα για αποτροπή της διόδου εδαφικών τεμαχίων (Oberlander *et al.*, 2002), ή υλικά με κυψέλες όπου μπορεί να αποθηκεύεται το νερό. Όσον αφορά στα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο αποστραγγιστικό στρώμα των φυτεμένων δωματίων, αυτά μπορεί να είναι φυσικά χαλίκια, ή θρυμματισμένες πέτρες, λάβα, σπασμένα κεραμίδια, πετροβάμβακας, αφρώδη υλικά και πλαστικές μεμβράνες με κυψέλες, που συνδυάζουν τις στρώσεις διαχωριστικού φίλτρου, αποστράγγισης και προστασίας της μόνωσης σε ένα προϊόν, ενοποιημένο και εξαιρετικά ελαφρύ (Ευαγγελίου *et al.*, 2008). Οι πλαστικές μεμβράνες φέρουν οπές στην ανώτερη επιφάνεια τους που επιτρέπουν τον αερισμό των ριζών και την εξάτμιση της υγρασίας προς το υπόστρωμα. Ενώ παράλληλα φέρουν κενούς χώρους, στους οποίους αποθηκεύεται το νερό, και επιτρέπουν την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας νερού μέσω των καναλιών τους προς τις υδρορροές του δώματος. Το μειονέκτημα τους είναι ότι δεν αποθηκεύουν θρεπτικά συστατικά σε σύγκριση με κάποια άλλα υλικά όπως είναι η λάβα και δεν συμβάλλουν τόσο στην διατήρηση της βιοποικιλότητας, προσφέροντας πίσω τον βιότοπο των ασπόνδυλων και των εντόμων που ζούσαν στο έδαφος, πριν από την κατασκευή του κτιρίου (FLL, 2005).

8. Διηθητικό Φίλτρο

Το φίλτρο είναι απαραίτητο ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο του εδαφικού υλικού, στο στρώμα της αποστράγγισης. Το διηθητικό φίλτρο, συγκρατεί το υπόστρωμα ανάπτυξης στη θέση του και παράλληλα εμποδίζει το ριζικό σύστημα να εξαπλωθεί στα υπόλοιπα επίπεδα του φυτοδώματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τα γεωυφάσματα, υφάσματα με κρυσταλλικές

ίνες ή από πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο ,ανθεκτικά σε λιπάσματα, οξέα, αλκάλια και οργανικές ενώσεις όπως είναι τα φυτοφάρμακα, οι εκκρίσεις ριζών και είναι βιολογικά και χημικά ουδέτερα. (FLL, 1995).

9. Μέσο ανάπτυξης

Το μέσο ανάπτυξης των φυτών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την κατασκευή και λειτουργία ενός φυτεμένου δώματος. Η επιλογή κατάλληλου μίγματος εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής στο φυτικό υλικό. Το μέσο ανάπτυξης πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- α. Να εξασφαλίζει επαρκή αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμη κι αν είναι κορεσμένο.
- β. Να ικανοποιεί τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ανάγκες των φυτών.
- γ. Να μην συμπιέζεται εύκολα προκειμένου να μην εμποδίζεται η αποστράγγιση του νερού.
- δ. Να έχει μεγάλη ικανότητα απορρόφησης και συγκράτησης της υγρασίας για την ανάπτυξη των φυτών, και να επιτρέπει μόνο την περίσσεια νερού να οδηγείται στο αποστραγγιστικό σύστημα.
- ε. Να αποδεσμεύει τα θρεπτικά στοιχεία με βραδύ ρυθμό.
- στ. Να αποτελεί σταθερή βάση για τα φυτά, προκειμένου να αυξηθεί η ανθεκτικότητά τους στους ισχυρούς ανέμους και να αποφευχθεί η διάβρωσή του.
- ζ. Να είναι απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων και ασθένειες.
- η. Να μην έχει μεγάλο βάρος (Osmondson, 1999, Τσιτσισιπούλου, 2003).

Είναι φανερό, ότι η επιλογή του υποστρώματος είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες για την επιτυχία ενός πράσινου δώματος, αφού καλείται να παίξει ένα τριπλό ρόλο: να λειτουργήσει ως ένα επιπλέον μονωτικό στρώμα, να προστατεύσει τα ευαίσθητα μέρη της κατασκευής του κτιρίου, όπως τις μεμβράνες προστασίας του δώματος, και να αποτελέσει το μέσο που θα υποστηρίξει την ανάπτυξη και τη στήριξη των φυτών, δηλαδή θα αντικαταστήσει τις λειτουργίες του εδάφους, παρέχοντας στα φυτά τα θρεπτικά στοιχεία που

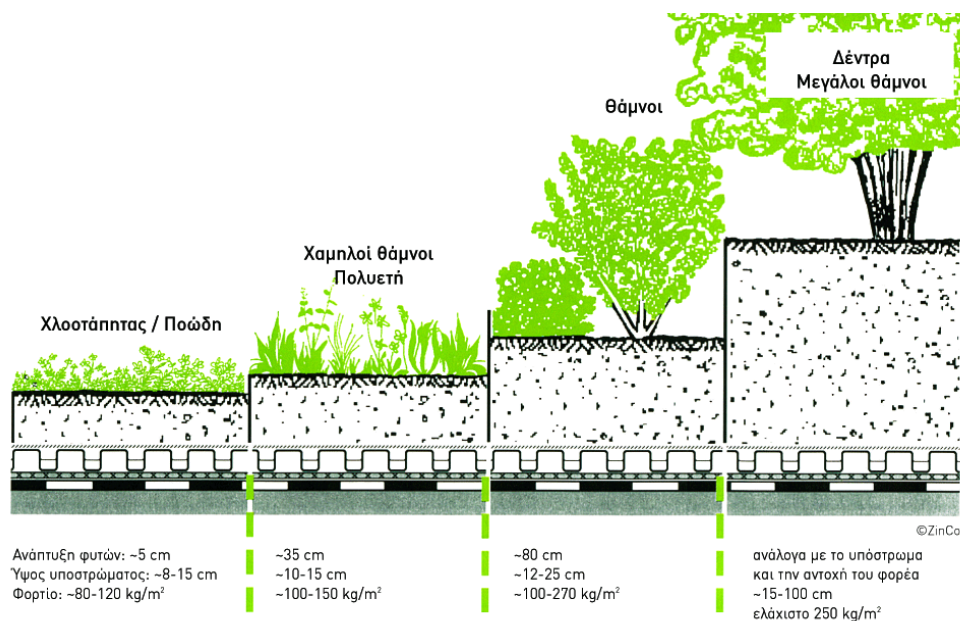
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

χρειάζονται, αποθηκεύοντας νερό και επιτρέποντας την αναπνοή και την αποστράγγιση.

Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα διαφέρουν σε σύνθεση, αριθμό στρωμάτων, πάχος, βάρος. Τα φυτεμένα δώματα εκτατικού τύπου απαιτούν υπόστρωμα μικρότερου πάχους, περίπου 8-15 cm και τα εντατικού τύπου φυτεμένα δώματα έχουν βάθος υποστρώματος 12-100 cm περίπου, ανάλογα με το μέγεθος των φυτών (θάμνοι, δέντρα) που θα φυτευτούν. Ενδιάμεση περίπτωση τα φυτεμένα δώματα ημιεντατικού τύπου όπου το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 10-25 cm.

Ο Berge (2000) δίνει τα παρακάτω πάχη υποστρώματος ανάλογα με το είδος της φύτευσης (Εικ.4):

- Χλόη 10 cm
- Ποώδη φυτά 10 cm
- Θάμνοι 25 cm
- Μικρά δέντρα 45-80 cm



Εικόνα 4. Πάχη υποστρώματος φυτοδώματος ανάλογα με το είδος της φύτευσης (www.zinco.de)

Λόγω του ότι τα φυσικά εδάφη είναι βαριά, και ειδικά σε συνθήκες κορεσμού, στα φυτοδώματα συνήθως χρησιμοποιούν ελαφρά εδαφικά μίγματα που αποτελούνται από υψηλής ποιότητας compost και ανακυκλωμένα υλικά. Ανάλογα με το φυτικό υλικό που θα επιλεγεί, απαιτείται να έχουν συγκεκριμένο πορώδες, pH και κοκκομετρία, ενώ όσο αυξάνεται το πάχος του υποστρώματος πρέπει να γίνεται διαφοροποίηση στην περιεκτικότητά του, όσον αφορά στην οργανική ουσία.

Η αναλογία των οργανικών συστατικών στο υπόστρωμα ανάπτυξης πρέπει να κυμαίνεται από 5 μέχρι 20% (Kobl *et al.*, 1982), ούτως ώστε να αποτρέπεται το μπλοκάρισμα του αποστραγγιστικού συστήματος, να είναι ελαφρύ και να αποτελεί πολύ καλό υλικό για την ανάπτυξη των φυτών που χρησιμοποιούνται (Becker *et al.*, 2003). Μετά τα δύο πρώτα έτη, η ανάπτυξη των φυτών είναι μεγάλη και σε περίπτωση που το ποσοστό της οργανικής ύλης είναι μεγαλύτερο του 20% θα αρχίσει να παρατηρείται μείωση της ανάπτυξης λόγω της διάσπασης του οργανικού υλικού (Solomon, 2003). Σε

μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από Parafotiou *et al.* (2013), όπου φαίνεται η συμβολή του compost στέμφυλων οينوποιίας στη δυνατότητα μείωσης του βάθους του υποστρώματος. Η αντικατάσταση μέρος του υποστρώματος από compost στέμφυλων οينوποιίας (ΚΣ), έδειξε να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών, η οποία δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την μείωση του βάθους του υποστρώματος και από την συχνότητα της άρδευσης. Ενώ λόγω του περιοριστικού παράγοντα φορτίου δόμησης των κτιρίων, το χαμηλό βάρος της, ευνοεί την δυνατότητα χρήσης της σε φυτοδώματα.

Τα εδαφικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι μίγματα εδάφους ή άμμου με προσθήκη ανόργανων ή οργανικών εδαφοβελτιωτικών υλικών σε διάφορες αναλογίες (Nektarios *et al.*, 2004). Τα εδαφοβελτιωτικά υλικά βελτιώνουν την ομοιομορφία και την ομοιογένεια του υποστρώματος, τη σταθερότητα καθώς και το ρυθμό αποστράγγισής του. Τα εδαφοβελτιωτικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι:

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

A. Ανόργανα

- Άμμος
- Διογκωμένη άργιλος
- Γη διατομών
- Περλίτης
- Βερμικουλίτης
- Ελαφρόπετρα
- Ζεόλιθοι

B. Οργανικά

- Τύρφη
- Χούμος
- Κομποστοποιημένα υλικά (Osmundson, 1999, Τσογγαράκης, 2005)

Ένα απλό μίγμα είναι 1/3 επιφανειακό χώμα, 1/3 compost, 1/3 περλίτης και μπορεί να είναι ικανοποιητικό για πολλές εφαρμογές. Άλλα μίγματα μπορεί να περιλαμβάνουν χούμο, άργιλο, ελαφρόπετρα, λάβα κ.α. Οι εταιρείες κατασκευής φυτεμένων δωματίων συστήνουν δικά τους εδαφικά μίγματα, συνήθως βασισμένα σε ελαφρά υλικά. Εδαφικά μίγματα που περιέχουν διογκωμένη άργιλο έχουν δεχθεί κριτική λόγω της μεγάλης εμπειροχόμενης ενέργειας της διαδικασίας παραγωγής τους. Τα πιο φιλικά για το περιβάλλον υλικά είναι ανακυκλωμένα προϊόντα, όπως θραύσματα κεραμιδιών ή τούβλων, ή υλικά κατεδάφισης. Τα παραπάνω υλικά, πέραν του ότι είναι ανακυκλωμένα, έχουν κάποιες ιδιότητες πολύ σημαντικές. Είναι πορώδη, μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά στοιχεία περισσότερο από την πέτρα. Χάρη σε αυτές τους τις ιδιότητες συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυτών και επιπλέον συγκρατούν μεγάλο ποσοστό των ρύπων που περιέχει το νερό της βροχής. Επιπλέον, είναι ελαφρά και από οικολογικής άποψης, μπορούν να αποτελέσουν το βιότοπο οργανισμών, όπως ασπόνδυλων και εντόμων μέσα στο αστικό περιβάλλον.

Οι έρευνες που έχουν γίνει στη Γερμανία και στη Σουηδία πάντως, δείχνουν τη σημασία συμμετοχής οργανικού υλικού στο εδαφικό μίγμα, ώστε

να συμβάλλει στη συγκράτηση της υγρασίας. Από την άλλη πλευρά, εδαφικά μίγματα με μεγάλη περιεκτικότητα τύρφης παρουσιάζουν μεγαλύτερη αεροπερατότητα. Το εδαφικό υλικό θα πρέπει να περιλαμβάνει μεταλλικά στοιχεία που ποικίλουν από 70-90% για ένα πράσινο δώμα εντατικού τύπου και από 60-80% για ένα φυτοδώμα εκτατικού τύπου (FLL, 1995).

Το αμμοαργιλώδες έδαφος και το αμμοαργιλώδες με προσθήκη αφρώδους ρητίνης ουρικής φορμαλδεΐδης, παρουσιάζουν αυξημένη πυκνότητα όγκου, και το δεύτερο βελτιώνει την ανάπτυξη των φυτών *Lantana camara* σε δώμα εντατικού τύπου, ενώ συγχρόνως μειώνεται το βάρος του υποστρώματος κατά 15%. Ο πετροβάμβακας είναι ένα υλικό που εκτός από μονωτικό, χρησιμοποιείται και ως συστατικό του εδαφικού μίγματος. Οι ρίζες των φυτών μπορούν να το διαπεράσουν, μπορεί να συγκρατήσει μεγάλη ποσότητα νερού, την οποία απελευθερώνει στα φυτά, ενώ επιτρέπει την αποστράγγιση του πλεονάζοντος. Σε πολύ ελαφρές κατασκευές ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του υποστρώματος, τα φυτά αναπτύσσονται πάνω σε αυτόν. Στην επιφάνειά του διασπείρονται χαλίκια προκειμένου να αποτρέψουν τη μετακίνηση του χλοοτάπητα από τον αέρα. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αυτή η λύση δεν έχει τη δυνατότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά και χρειάζεται λίπανση. Επίσης θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη την ενέργεια που χρειάζεται για την κατασκευή του πετροβάμβακα (Νεκτάριος *et al.*, 2004).

10. Επιλογή φυτικού υλικού

Το πιο σημαντικό επίπεδο διαστρωμάτωσης είναι η επιλογή του φυτικού υλικού, καθώς είναι και αυτό που τελικά παρατηρούμε.

Θεωρητικά όλα τα φυτά μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα φυτεμένο δώμα. Πρακτικά όμως τα κριτήρια για την επιλογή του φυτικού υλικού ενός ταρατσόκηπου είναι τα εξής:

- Το επιλεγμένο σύστημα φύτευσης (εντατικού ή εκτατικού τύπου φυτοδώμα)
- Ο σχεδιαστικός στόχος του κατασκευαστή

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Το αισθητικό αποτέλεσμα, όλους τους μήνες του χρόνου (Oberlander *et al.*, 2002)
- Οι περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής
- Τα χαρακτηριστικά των φυτών όπως η ευκολία εγκατάστασης και εγκλιματισμού, η μακροβιότητα, η αντοχή σε ακραίες καιρικές συνθήκες, η δυνατότητα αναγέννησης σε περιπτώσεις ξηρασίας και η ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες
- Οι συνθήκες του εδαφικού υποστρώματος και το διαθέσιμο βάθος (Getter and Rowe, 2006, Velazquez, 2005).

Στα φυτοδώματα εκτατικού τύπου, αυτό που μας ενδιαφέρει είναι να υπάρχει ταχεία και πυκνή εδαφοκάλυψη, εύκολος πολλαπλασιασμός, καθώς και μεγάλη ανθεκτικότητα στην αραιή άρδευση, με πολύ χαμηλό βάθος υποστρώματος 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, βότανα, χλόες, αγριολούλουδα και πολυετή, αποτελούν εξαιρετική επιλογή για εκτατικού τύπου φυτοδώματα, λόγω της μεγάλης αντοχής τους, του μικρού ριζικού συστήματος που διαθέτουν και της οριζόντιας ανάπτυξης τους (Velazquez, 2005). Ένα από τα φυτικά γένη που έχει μελετηθεί είναι το γένος *Sedum*. Μελέτη έδειξε ότι το είδος *S. album* άντεξε χωρίς νερό πάνω από 100 ημέρες (Lassalle, 1998). Τα είδη *S. acre*, *S. kamtschaticum ellacombianum*, *S. pulchellum*, *S. Reflexum* και *S. Spurium*, άντεξαν 88 ημέρες χωρίς νερό (Van Woert *et al.*, 2005b), ενώ το είδος *S. Rubrotinctum*, επέζησε 2 ολόκληρα χρόνια σε θερμοκήπιο χωρίς άρδευση (Teeri *et al.*, 1986). Παρόμοια χαρακτηριστικά με το *Sedum* έχουν και τα γένη *Delosperma*, *Euphorbia* και *Sempervivum*.

Επίσης στο εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες με ξηροφυτικά μεσογειακά είδη φυτικού υλικού για την διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης τους σε φυτοδώματα. Είδη όπως το *H. Italicum*, *O. vulgare*, *O. dictamnus*, *O. majorana*, *S.chamaecyparissus*, *A. absinthium*, *S. Officinalis*, *L. angustifolia*, μελετήθηκαν και φάνηκαν να αναπτύσσονται κανονικά και ικανοποιητικά για την δυνατότητα

επιλογής τους και χρήσης τους σε φυτοδώματα (Parafotiou *et al.*, 2013, Kotsiris *et al.*, 2012, Nektarios *et al.*, 2012, Περγαλιώτη, 2010).

Οι Dunnett και Kingsbury το 2004, πρότειναν ως καλή επιλογή φυτών για τα φυτοδώματα, είδη που είναι εγκλιματισμένα σε ακραίες συνθήκες όπως τα μεγάλων υψομέτρων, τα παράλια είδη, αυτά που προέρχονται από ημιέρημες περιοχές κ.λ.π. (Kristin *et al.*, 2006).

1.2 Το φυτό *Thymus citriodorus*

1.2.1 Καταγωγή

Θυμάρι είναι η γενική ονομασία των αυτόχθονων ποωδών φυτικών ειδών του γένους *Thymus* που απαντώνται στην Ευρώπη, στην Ασία και στη Βόρεια Αμερική (Maksimovic *et al.*, 2008). Το θυμάρι είναι ιθαγενές φυτό της Δυτικής Μεσογείου. Το όνομα για πρώτη φορά δόθηκε από τους αρχαίους Έλληνες και προέρχεται από το αρχαίο ελληνικό ρήμα Θύω που σημαίνει θυσιάζω για αυτό άλλωστε και το χρησιμοποιούσαν ως θυμίαμα στους ναούς. Άλλη εκδοχή αναφέρει ότι προέρχεται από την λέξη Θύμων που σημαίνει θαρραλέος. Είναι γνωστό ότι οι Ρωμαίοι στρατιώτες το χρησιμοποιούσαν για να αποκτήσουν δύναμη και ενεργητικότητα. Άλλες πηγές αναφέρουν την χρήση του από τους Σουμέριους κατά το 3.500 π.χ. αλλά και από τους Αιγυπτίους που το ονόμαζαν Θαμ και το χρησιμοποιούσαν ως Βαλσαμωτικό και ως αρωματικό (Σταθακόπουλος, 2015).

1.2.2 Βοτανική ταξινόμηση

Το λεμονοθύμαρο *Thymus citriodorus* είναι φυτό της οικογένειας των Χειλανθών (Lamiaceae), της τάξης των Lamiales (Εικ.5). Υπήρξε μια μεγάλη σύγχυση πάνω σωστό όνομα και την καταγωγή του φυτού. Πρόσφατες αναλύσεις DNA δείχνουν ότι δεν είναι ένα υβρίδιο ή διασταύρωση, αλλά ένα ξεχωριστό είδος όπως περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1811 (Schreb, *et al.*, 1811).



Εικόνα 5: Το φυτό *Thymus citriodorus* (Πηγή: <http://kallima.sk/index.php>)

Το γένος *Thymus* περιλαμβάνει περίπου 215 είδη καθώς και πολλά υβρίδια (Cronquist, 1988; Zaide and Crow, 2005). Μερικά από τα πιο καλλιεργούμενα είδη ή ποικιλίες για την παραγωγή νωπού ή αποξηραμένου προϊόντος αλλά και για την απόσταξη και παραγωγή αιθέριου ελαίου, αναφέρονται παρακάτω. Είναι γνωστό ότι το φυτό υβριδοποιείται εύκολα και έτσι είναι εύλογο να υπάρχουν και διαφορετικοί διαθέσιμοι τύποι:

- *T. vulgaris*, το κοινό θυμάρι, με έρπουσα ανάπτυξη και με κίτρινο, αργυρό ή ποικιλόχρωμο φύλλωμα χρησιμοποιούμενο περισσότερο στην μαγειρική.
- *T. Zygis*, μοιάζει με το παραπάνω και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή αιθέριου ελαίου.
- *T. citriodorus*, λεμονοθύμαρο, με όρθια ανάπτυξη και φύλλωμα αργυρό έως αργυρόχρυσο, με πολύ έντονο άρωμα λεμονιού.
- Το υβρίδιο 'Varico', μια εύρωστη ποικιλία, με όρθια ανάπτυξη, με γκριμπλε φύλλωμα και εξαιρετική απόδοση σε νωπό προϊόν. Η θυμόλη που παράγει, κυμαίνεται σε πολύ υψηλά επίπεδα (50% και άνω) και έχει απόδοση σε αιθέριο έλαιο πάνω από 3%. Είναι πολύ ανθεκτική στον παγετό και μπορεί να αναπαραχθεί με σπόρο (Rey C, 2004).

1.2.3 Μορφολογία φυτού

Είναι ένας μικρός πολυετής θάμνος, που σπάνια αυξάνεται περισσότερο από 40 cm ύψος. Η ανάπτυξη του είναι όρθια όσο και έρπουσα με φύλλωμα αργυρό έως αργυρόχρυσο. Το λεμονοθύμαρο θεωρείται μια από τις πιο ανθεκτικές ποικιλίες με πολύ έντονο άρωμα λεμονιού (Hanelt, 2001).

Τα φύλλα του είναι πολύ μικρά, συνήθως 2,5 έως 5 mm, μεγαλύτερα όμως από το κοινό θυμάρι, δεν είναι κυρτά προς τα μέσα. Το άρωμα των φύλλων του οφείλεται στην παρουσία του αιθέριου ελαίου, το οποίο δίνει αρτυματική αξία και είναι πηγή των φαρμακευτικών ιδιοτήτων του φυτού (Bown, 1995).

Τα άνθη του έχουν ένα απαλό μοβ χρώμα και κάλυκα σωληνοειδή ραβδωτό που φέρει τρίχες. Είναι ερμαφρόδιτα, και γονιμοποιούνται από τα έντομα (Εικ.6).

Οι σπόροι του είναι στρογγυλοί και πολύ μικροί. Η βλαστικότητα των σπόρων, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, μπορεί να διατηρηθεί μέχρι και τρία χρόνια.



Εικόνα 6: Ανθοφορία του φυτού *Thymus citriodorus* (Πηγή: <http://kallima.sk/index.php>)

1.2.4 Κλιματικές απαιτήσεις

Το λεμονοθύμαρο, αυξάνεται καλά σε εύκρατα κλίματα, σε ζεστές, ξηρές και ηλιόλουστες περιοχές. Είναι απαιτητικό σε φως γι αυτό και θα πρέπει να αποφεύγεται η καλλιέργεια του σε σκιαζόμενες θέσεις, ώστε να αποδίδει τα μέγιστα (Huxley, A, 1992).

Δεν προτιμά την υπερβολική υγρασία, λόγω της ευαισθησίας του στις ασθένειες που προκαλούν σηψιρριζίες.

Προτιμά ελαφρά, καλά στραγγιζόμενα εδάφη με pH από 5,0 έως 8,0. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών, ειδικά σε ασβεστούχα ηλιαζόμενα και ξηρά εδάφη, ακόμη και σε βαριά υγρά, πλην όμως σε τέτοια εδάφη (βαριά και υγρά), η αρωματική του αξία μειώνεται.

1.2.5 Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζεται με σπόρους, μοσχεύματα, παραφυάδες ακόμη και με διαίρεση. Η απευθείας σπορά στο χωράφι είναι δύσκολη επειδή ο σπόρος είναι πολύ μικρός (3.300-4000 σπόροι ανά γραμμάριο). Για το λόγο αυτό οι σπόροι σπέρνονται είτε σε σπορεία, είτε σε πολλαπλασιαστικούς δίσκους σε βάθος 6 mm ή λιγότερο. Η βλαστικότητα σπόρου κυμαίνεται σε ποσοστό περίπου 72% (Kretschmer, 1989). Για μεταφύτευση τον Οκτώβριο τα σπορεία ετοιμάζονται περί τα μέσα Αυγούστου ενώ για εαρινή μεταφύτευση τα σπορεία ετοιμάζονται πολύ νωρίς την άνοιξη ή και νωρίτερα, εντός θερμοκηπίων. Τα φυτά μετά από 6 – 8 εβδομάδες, και εφόσον δεν υπάρχει κίνδυνος παγετού (όταν η μεταφύτευση γίνεται την άνοιξη) μεταφυτεύονται. Επειδή το θυμάρι υβριδίζεται πολύ εύκολα η προέλευση των σπόρων πρέπει να είναι γνωστή, για το λόγο αυτό οι σπόροι πρέπει να είναι πιστοποιημένοι. Ένας άλλος τρόπος πολλαπλασιασμού είναι με παραφυάδες που λαμβάνονται την άνοιξη από φυτά μητρικής φυτείας (Σαρλής, 1991).

1.2.6 Τρόπος καλλιέργειας

Καλλιεργείται σε εδάφη που άλλες καλλιέργειες δύσκολα θα μπορούσαν να αποδώσουν ακόμη και να επιβιώσουν. Απαιτεί ένα ελαφρύ καλά στραγγιζόμενο έδαφος κατά προτίμηση ασβεστολιθικό σε μια ηλιόλουστη θέση. Προτιμά τα ξηρά εδάφη και δεν ευδοκιμεί σε υγρές συνθήκες. Όλες οι αρωματικές καλλιέργειες που καλλιεργούνται σε εδάφη που κατεργάζονται και βελτιώνονται με ορθές φυσικές πρακτικές βελτίωσης αποδίδουν αιθέρια έλαια υψηλής ποιότητας και μεγάλης ζήτησης σε παγκόσμιο επίπεδο. Για την ισόρροπη διόρθωση της θρεπτικής κατάστασης της καλλιέργειας, την σωστή διόρθωση του pH, την άσκηση ορθών γεωργικών πρακτικών ώστε να διατηρείται η γονιμότητα του εδάφους και να εξασφαλίζεται η αειφορία του, αλλά και την διευκόλυνση της χρήσης των μηχανημάτων στην καλλιέργεια, η όλη προετοιμασία του εδάφους για την εγκατάσταση της καλλιέργειας θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις αρχές Γεωπονικής Επιστήμης και πάντα υπό την καθοδήγηση Γεωπόνου.

Οι συνιστώμενες αποστάσεις φύτευσης είναι 30 cm επί των γραμμών και 60 cm μεταξύ των γραμμών. Στην περίπτωση μηχανικής συγκομιδής οι συνιστώμενες αποστάσεις φύτευσης είναι 15 έως 30 cm επί των γραμμών και 60 cm μεταξύ των γραμμών. Τα σπορόφυτα μεταφυτεύονται στο χωράφι το φθινόπωρο ή την άνοιξη (Basch *et al.*, 2004).

Ετησίως και ανάλογα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους αλλά και τις ιδιαίτερες συνθήκες ανάπτυξης της καλλιέργειας, βασική εφαρμογή λιπασμάτων που περιέχουν άζωτο, φώσφορο, κάλιο και θείο είναι αναγκαία. Μελέτες έχουν δείξει ότι το θυμάρι αντιδρά θετικά στο άζωτο (Shalaby and Razin 1992, Dambrauskiene *et al.* 2002) ειδικότερα μετά την συγκομιδή. Η υπερβολική όμως εφαρμογή αζώτου επηρεάζει την ανάπτυξη, αλλά και την ποιότητα του παραγόμενου αιθέριου ελαίου. Πρόσφατα αποδείχθηκε ότι νεαρά φυτά θυμαριού παρουσιάζουν αύξηση της φωτοσύνθεσης και της παραγωγής βιομάζας σε υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα (Tisserat *et al.*, 2002).

Στην περίπτωση που πρόκειται να ενσωματωθεί στο έδαφος οργανικό λίπασμα (π.χ. κοπριά) καλό είναι να προηγείται ανάλυση. Το θυμάρι σε

παγκόσμιο επίπεδο καλλιεργείται με βιολογικό τρόπο και το παραγόμενο αιθέριο έλαιο αγοράζεται σε πολύ καλές τιμές (Basch *et al.*, 2004).

1.2.7 Συγκομιδή

Η έναρξη της συγκομιδής γίνεται το δεύτερο έτος. Για παραγωγή αιθέριου ελαίου και ξηρής δρόγης η συγκομιδή γίνεται στην έναρξη της ανθήσεως (Krol. *et al.*, 2014). Για διάθεση νωπού προϊόντος συλλέγονται τις κορυφές των βλαστών (πριν την άνθηση) έτσι ώστε τα φυτά να προάγουν ισχυρή νέα βλάστηση. Η διαχείριση της συγκομιδής είναι πολύ κρίσιμη για την καλλιέργεια για αυτό σε υγρές περιοχές πρέπει να είναι συχνή και το ύψος κοπής υψηλό. Τα εργαλεία κοπής πρέπει να είναι κατάλληλα ώστε η χρήση τους να μην καταστρέφει τους βλαστούς και το χρονικό διάστημα μεταξύ των συγκομιδών να μην είναι μεγάλο (Rey, 1992).

1.2.7.1 Χειρισμός μετά την συγκομιδή

Η θερμοκρασία είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τη διατήρηση της ποιότητας νωπού προϊόντος μετά από τη συγκομιδή. Η βέλτιστη θερμοκρασία μετά τη συγκομιδή για το νωπό προϊόν είναι 0°C. Στη θερμοκρασία αυτή το νωπό προϊόν μπορεί να διατηρηθεί από τρεις έως τέσσερις εβδομάδες (Cantwell and Reid 1986).

Για την ξήρανση του λεμονοθύμαρου υπάρχουν διάφορες μέθοδοι όπως η φυσική ξήρανση, η ξήρανση με ρεύμα ξηρού αέρα και η ξήρανση με βαθιά κατάψυξη (λυοφυλοποίηση). Η φυσική ξήρανση είναι αναμφίβολα η πιο παλιά και η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος επεξεργασίας. Χρειάζεται όμως προσοχή καθώς το θυμάρι πρέπει να ξηραίνεται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 40° C ώστε το τελικό προϊόν, να διατηρεί το άρωμα του και το χρώμα του και να μην εξατμίζεται το αιθέριο έλαιο του. Η ξήρανση με ρεύμα ξηρού αέρα εφαρμόζεται σήμερα σε πολλές χώρες. Μετά την ξήρανση, τα φύλλα διαχωρίζονται από τους μίσχους και ακολουθεί το κοσκίνισμα. Το διεθνές πρότυπο (ISO6754:1996) προδιαγράφει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληρεί το αποξηραμένο προϊόν (Manchini, *et al.*, 2015).

1.2.8 Εχθροί- Ασθένειες

Το λεμονοθύμαρο συνήθως δεν προσβάλλεται από έντομα καθότι το πτητικό έλαιο του λειτουργεί απωθητικά. Ωστόσο έχουν παρατηρηθεί προσβολές από αλευρώδεις και τετράνυχο, για την αντιμετώπιση των εχθρών, θα πρέπει να επιλέγουν φυσικές μεθόδους καταπολέμησης εφαρμόζοντας ορθές γεωργικές πρακτικές.

Γενικά, δεν παρουσιάζει προβλήματα ασθενειών. Ωστόσο σε περιοχές με υψηλό ποσοστό βροχοπτώσεων και σε εδάφη με κακή αποστράγγιση προσβάλλεται από ασθένειες της ρίζας, του λαιμού αλλά και του υπέργειου τμήματος. Οι μύκητες που έχουν εντοπισθεί στην καλλιέργεια ανήκουν στα γένη *Armillaria*, *Rhizoctonia* ακόμη και *Botrytis*. Η προμήθεια υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, η εφαρμογή κατάλληλων γεωργικών πρακτικών, η έγκαιρη ανίχνευση της καλλιέργειας, η ορθή διάγνωση των ασθενειών σε συνδυασμό με την χρήση των κατάλληλων βιολογικών σκευασμάτων έχουν καλά αποτελέσματα στην πρόληψη των ασθενειών και την προστασία της καλλιέργειας (C. Robinson-Bax., 2002)

Ο Έλεγχος των ζιζανίων στο λεμονοθύμαρο δεν είναι εύκολος. Συνήθως η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με σκαλίσματα. Για τον καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας καλό είναι να έχει προηγηθεί αγρανάπαυση του χωραφιού. Επικάλυψη του εδάφους με οργανικά υλικά επικάλυψης έχει δώσει καλά αποτελέσματα στον έλεγχο των ζιζανίων. Στην περίπτωση αυτή η χρήση και η εφαρμογή αυτών των υλικών γίνεται με τρόπο ώστε να μην ευνοείται η ανάπτυξη ασθενειών εδάφους. Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκαν υλικά επικάλυψης για την προστασία των φυτών από το κρύο και ευνοήθηκαν διάφοροι μύκητες εδάφους.

1.2.9 Χρήσεις

Το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του φυτού, η θυμόλη, χρησιμοποιείται ευρέως στην αρωματοποιία, στην Φαρμακευτική (Stahl-Biskup and Saez, 2002), στην κοσμετολογία καθώς και στην ποτοποιία (παραγωγή λικέρ) (Εικ. 7) (de Rougemont, 1989). Βρίσκει εφαρμογή στην βιομηχανία

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

τροφίμων (Stahl-Biskup and Saez, 2002) και την ζαχαροπλαστική είτε ως αντιοξειδωτικό είτε για να προσδώσει άρωμα και διακόσμηση.

Η θυμόλη είναι αποτελεσματική κατά της σαλμονέλας και του σταφυλόκοκκου. Οι αντισηπτικές ιδιότητες του, λειτουργούν ευεργετικά στο ανοσοποιητικό σύστημα και στις λοιμώξεις του αναπνευστικού. Χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση δερματολογικών προβλημάτων από ακμή, δερματίτιδα, εκζέματα, τσιμπήματα εντόμων και διευκολύνει την πέψη του στομάχου. Το αιθέριο έλαιο του χρησιμοποιείται στην αρωματαθεραπεία (χημειότυπος θυμόλης, λιναλόλης) για την ανακούφιση ρευματικών και ισχιαλγικών παθήσεων. Είναι χρήσιμο για την διατήρηση καλής στοματικής υγιεινής, λειτουργεί ως αντιμυκητιακό, αντιψωριακό και ως διεγερτικό (Shabnum *et al.*, 2011).



Εικόνα 7: Χρήση λεμονοθύμαρου στην ποτοποιία και στην βιομηχανία τροφίμων

1.3 Το φυτό *Origanum aureum*

1.3.1 Καταγωγή

Το φυτό *Origanum aureum* είναι μία από τις πολλές ποικιλίες του γένους *Origanum*, γνωστό από το χρυσό του φύλλωμα. Είναι αρωματικό ποώδες, πολυετές, ιθαγενές και θαμνώδες φυτό της Μεσογείου και της Κεντρικής Ασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη χώρα μας δεν αυτοφύεται παρά μόνο καλλιεργείται σε γλάστρες και κήπους σαν καλλωπιστικό. Η ρίγανη είναι από τα σπουδαιότερα αρωματικά φυτά. Έχει διαδραματίσει ένα σπουδαίο ρόλο στην καθημερινή μας ζωή, με το άρωμα της να είναι αναντικατάστατο. Στις Μεσογειακές χώρες ιδιαίτερα μα και στον υπόλοιπο κόσμο θεωρείται ένα από τα πιο σπουδαία αρτύματα. Η ρίγανη υπήρξε γνωστή από την αρχαιότητα. Τόσο σπουδαία την θεωρούσαν, ώστε το όνομα της (ορίγανον) που είναι σύνθετο και προέρχεται από τις λέξεις όρος (βουνό) και γάνος (λαμπρός) σημαίνει το φυτό που ομορφαίνει-λαμπραίνει το βουνό, ένα κόσμημα.

1.3.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή

Το φυτό *Origanum aureum* είναι πολυετής πόα, φυτό της οικογένειας των Χειλανθών (Lamiaceae), της τάξης των Lamiales (Brown H.A.,1935) (Εικ.8).



Εικόνα 8: Το φυτό *Origanum aureum* (Πηγή:<http://www.onlineplantguide.com>)

Στο γένος *Origanum* υπάγονται 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):

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

Και τις ποικιλίες του είδους *Origanum vulgare* :

- Aureum
- Greek Kaliteri
- Hot & Spicy
- Nana

1.3.3 Μορφολογία φυτού

Το *Origanum aureum* είναι πολυετές θάμνος, ύψους 15- 30 cm και διαμέτρου 45-60 cm, πολυδιακλαδισμένος. Αποκτά σφαιρικό σχήμα και ο χρωματισμός του φυτού είναι ανοιχτό κιτρινοπράσινο, σαν χρυσό, από όπου πήρε και την ονομασία Golden Oregano, χρυσή ρίγανη (Webster, 1948).

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

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

Τα φύλλα του έχουν ισχυρή ευχάριστη οσμή. Είναι μικρά ακέραια ωοειδή, αντιθέτως διατεταγμένα επί του βλαστού, με πολύ λίγο ανεπτυγμένο το μίσχο. Το χρυσαφένιο χρώμα φύλλωμα του είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού του φυτού.

Τα άνθη εκφύονται στις μασχάλες των φύλλων καθ' όλο το μήκος, καθώς και στο άκρο του βλαστού από φοβόμορφους σφαιρικούς σωρούς και είναι μικρά πρασινόλευκα (Εικ. 9).



Εικόνα 9: Ανθοφορία του φυτού *Origanum aureum*
(Πηγή:<http://www.floristtaxonomy.com>)

1.3.4 Κλιματικές απαιτήσεις

Ενώ τα περισσότερα βότανα έχουν τις καλύτερες επιδόσεις σε πλήρες ηλιακό φως, αυτό χρειάζεται μερική σκιά κατά τη διάρκεια των υψηλών θερμοκρασιών της ημέρας, γιατί το κίτρινο φύλλωμα του είναι ευπαθές στο πλήρες ηλιακό φως σε θερμά κλίματα και αποχρωματίζεται σε κηλίδες. Επιβιώνει και σε χαμηλά επίπεδα φωτισμού, αλλά για να επιτευχθεί υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια, το φως είναι απαραίτητο.

Ως προς τα εδάφη αναπτύσσεται σε ποικιλία εδαφών, κατάλληλα θεωρούνται τα πλούσια καλά αποστραγγιζόμενα. Συνεκτικά και βαριά εδάφη που συγκρατούν υγρασία το χειμώνα είναι τελείως ακατάλληλα, ενώ σε εδάφη δροσερά, διαπερατά και γενικώς γόνιμα μπορεί να αναπτυχθεί χωρίς πότισμα. Η αντοχή του φυτού στην ξηρασία είναι αξιόλογη. Προτιμά αλκαλικά εδάφη.

Δεν είναι φυτό απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία καθώς έχει μικρές απαιτήσεις σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο, με τη λίπανση να εφαρμόζεται στο τέλος φθινοπώρου έως τις αρχές του χειμώνα. Ο συνδυασμός των βασικών στοιχείων με επάρκεια ιχνοστοιχείων (πλήρης ισόρροπος λίπανση) δίνει πολύ καλύτερη παραγωγή.

1.3.5 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός του φυτού *Origanum aureum*, 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). Συνήθης είναι και ο πολλαπλασιασμός από τα έντομα, τα οποία προσελκύονται από τα άνθη του.

1.3.6 Τρόπος καλλιέργειας

Η χρυσή ρίγανη καλλιεργείται κυρίως ως καλλωπιστικό αλλά και καλλιεργείται. Σε καλλιέργειες φυτεύεται σε αποστάσεις 40-50 cm μεταξύ των γραμμών και 30 cm επί της γραμμής στις αρχές της άνοιξης. Η πολυετής καλλιέργεια του φυτού *Origanum aureum*, έχει σταθερή παραγωγή για 4-5 χρόνια. Αποδίδει ικανοποιητικά από το τρίτο έτος και μετά φθάνοντας έως 300 κιλά στο στρέμμα (αρδευόμενη καλλιέργεια). Η περιεκτικότητα σε ριγανέλαιο είναι δυνατόν να φθάσει μέχρι και 7% με τον μέσο όρο να κυμαίνεται από 3 έως 4% (Pank, Friedrich *et al.*, 2002).

1.3.7 Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται με δρεπάνια ή χορτοκοπτική μηχανή. Η εποχή της συλλογής εξαρτάται από το σκοπό για τον οποίο καλλιεργείτε. 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 του (Elezi *et al.*, 2013). 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). Μετά την συλλογή εφόσον το προϊόν πρόκειται να διατεθεί σαν ξηρή δρόγη, γίνεται ξήρανση και ακολουθεί τρίψιμο και κοσκίνισμα.

1.3.8 Ασθένειες, εχθροί

Δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα. Σε κακώς στραγγιζόμενα εδάφη η καλλιέργεια του μπορεί να παρουσιάσει σηψηρριζίες, που οφείλονται σε μύκητες εδάφους. Ενώ σπανίως παρουσιάζει μυκητολογικές ασθένειες του υπέργειου τμήματος.

Προσβολές από ορισμένα έντομα δεν αποκλείονται, συνήθως όμως δεν προκαλούν εκτεταμένες ζημιές, αλλά περιορίζονται σε ορισμένες κηλίδες των καλλιεργειών. Η πιο συχνή προσβολή είναι από το βλαστορρήκτη, χωρίς όμως να λαμβάνει μεγάλες διαστάσεις.

Πιο έντονο πρόβλημα είναι τα ζιζάνια (Κουτσός, 2006).

1.3.9 Χρήσεις

Ο πατέρας της ιατρικής Ιπποκράτης χρησιμοποιούσε τη ρίγανη για τη θεραπεία της γαστραλγίας και διαφόρων παθήσεων του αναπνευστικού όπως αναφέρεται από το Θεόφραστο στο βιβλίο του "Περί φυτών ιστορίαί" καθώς και από τον Διοσκουρίδη τον Αναζαρβέα στο περίφημο έργο του "Περί ύλης ιατρικής", ενώ ο Αντίγονος ο Καρύστιος αναφέρει πως οι Πελασγοί θεράπευαν τις πληγές τους βάζοντας ρίγανη επάνω σε αυτές.

Χρησιμοποιείται ως καρύκευμα κυρίως στη μαγειρική, σε διάφορα φαγητά, σαλάτες, αρωματικά ξύδια και λάδια κ.α. Το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται σε αρώματα και καλλυντικά.

Πλήθος μελετών έχουν διαπιστώσει το μεγάλο πλήθος των ευεργετικών επιδράσεων της τόσο στους ανθρώπους όσο και στο υπόλοιπο οικοσύστημα (Burrage, 1936). Χρησιμοποιείται και ως αφέψημα, το οποίο αναφέρεται ως εξαιρετικό κατά του συναχώματος. Αναφέρουμε την ισχυρή αντιβακτηριδιακή δράση που παρουσιάζει το αιθέριο έλαιο της κατά διαφόρων μικροοργανισμών, την ανασταλτική της δράση στην ανάπτυξη μυκήτων, την ισχυρή τοξική δράση εναντίων ιών και καρκινογόνων κυττάρων, την αντιοξειδωτική δραστηριότητα αλλά και την προστασία των μελισσών από παθογόνα. Ακόμα αναφέρεται ως φάρμακο για την τερηδόνα, τους κολικούς, την ψωρίαση και την ενδυνάμωση των μαλλιών, ενώ θεωρείται και τονωτικό, διεγερτικό, διουρητικό και καθαρτικό.

1.4 Υλικά υποστρωμάτων

1.4.1 Περλίτης

Ο περλίτης είναι ανόργανο υλικό, αργιλοπυριτικό με κρυσταλλικό νερό, ηφαιστειογενούς προέλευσης. Στην Ελλάδα παράγεται στην Νίσυρο και Μήλο (Κυρίτσης και Μαυρογιαννόπουλος, 1996). Ο περλίτης ως πρώτη ύλη εξορύσσεται από τα ορυχεία, αλέθεται, διαχωρίζεται και υφίσταται θερμική επεξεργασία 900-1.000 °C, όπου διογκώνεται και αποστειρώνεται (Ολύμπιος, 1994).

Στα εδαφικά μείγματα ο περλίτης που χρησιμοποιείται είναι κόκκοι διαμέτρου 1,5-3mm, πυκνότητας 128 kg/m³ και μπορεί να συγκρατήσει έως και πενταπλάσιο νερό σε σχέση με τον όγκο του. Το pH του είναι 7,0-7,5 αλλά δεν παρουσιάζει ρυθμιστική ικανότητα και επίσης δεν προσφέρει θρεπτικά στοιχεία (Ευσταθιάδης, 1987, Ολύμπιος, 1994, Κυρίτσης και Μαυρογιαννόπουλος, 1996)

1.4.2 Κομπόστ από Στέμφυλα Οινοποιίας

Τα στέμφυλα της οινοποιίας είναι το υπόλειμμα από την έκθλιψη των σταφυλιών για παραγωγή γλεύκους. Αποτελούνται από τους μίσχους, τα υπολείμματα της σάρκας, τους φλοιούς και τα σπέρματα των σταφυλιών, η μεταξύ των οποίων αναλογία εξαρτάται από την ποικιλία, την ανάπτυξη των βοτρυών και από τη μέθοδο της έκθλιψης. Αυτά τα στέμφυλα καλούνται «μη εξαντλημένα» και διαφέρουν από αυτά που προκύπτουν έπειτα από απόσταξη και καλούνται «εξαντλημένα».

Από στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας για την πενταετία 1996-2000, η παραγωγή σταφυλιών προς οινοποίηση στην Ελλάδα, 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, γίγατρα, βόστρυχοι) αποτελούν υποπροϊόντα των οινοποιείων και παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την αξιοποίησή τους.

Υπολογίζεται πως από 100 kg νωπά στέμφυλα παραλαμβάνονται 30 kg νωπή πούλπα, 25 kg νωπά γίγατρα και 20 kg βόστρυχοι, ενώ το υπόλοιπο αντιπροσωπεύει απώλειες κυρίως υπό υγρή μορφή. Την περίοδο 1996-2000 παρήχθησαν περίπου 142.000 τόνοι στέμφυλα. Συνεπώς από αυτά υπάρχουν για αξιοποίηση 42.000 τόνοι νωπή πούλπα, 35.500 τόνοι γίγατρα και 28.000 τόνοι βόστρυχοι (Ισραηλίδης, 2001).

Τα στέμφυλα οινοποιείων αποτελούν μια από τις καλύτερες πρώτες ύλες για κομποστοποίηση. Αποδομούνται εύκολα και γρήγορα ακόμη και μόνα τους, ενώ το παραγόμενο κόμποστ χαρακτηρίζεται από πολύ ήπιες τιμές pH και E.C. Χαρακτηριστικό των στέμφυλων είναι η αυξημένη περιεκτικότητά τους σε N που όμως δεν είναι άμεσα διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς αποδόμησης εξαιτίας του εγκλωβισμού του, κατά το μεγαλύτερο μέρος, μέσα στα γίγαρτα. Η σχετική ανθεκτικότητα των γιγάρτων στην μικροβιακή αποδόμηση συμβάλλει στη μεγάλη διάρκεια παραμονής του παραγόμενου κόμποστ στο έδαφος, όπως και της ελαιοπυρήνας. Η συγκέντρωσή τους στις μονάδες οινοποίησης κάνει πολύ εύκολη και οικονομική τη συγκέντρωση και μεταφορά τους σε μονάδες κομποστοποίησης (Μανιαδάκης, *et al.*, 2010).

Η κομποστοποίηση των υπολειμμάτων οινοποιίας εφαρμόζεται πλέον ως οικολογικός τρόπος διαχείρισής τους. Σε πείραμα που έγινε στη Βαρκελώνη, μελετήθηκαν η λάσπη των υπολειμμάτων και τα επεξεργασμένα στέμφυλα, σε αναλογίες 1:1 και 1:2 αντίστοιχα, τα οποία είχαν διαμορφωθεί σε διαφορετικούς σωρούς. Καλύτερη ωρίμανση συνέβη στην αναλογία 1:2, σε υγρασία περίπου 55%, μέγιστη θερμοκρασία 65 ° C και O₂ σε συγκέντρωση όχι μεγαλύτερη από 5–10%. Η κομπόστα που δημιουργήθηκε, είχε μεγάλη γεωργική αξία για τους αμπελώνες με χαμηλή περιεκτικότητα οργανικής ουσίας στο έδαφος. Έτσι γίνεται σωστή διαχείριση των υπολειμμάτων, τα οποία επανέρχονται στον κύκλο παραγωγής (Bertran *et al.*, 2004).

Το εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, έχει διερευνήσει τη δυνατότητα χρήσης διαφόρων ειδών κομπόστας για την καλλιέργεια διαφόρων ανθοκομικών ειδών, καθώς και την αξιοποίηση διαφόρων ειδών κομπόστας σε εκτατικά αστικά φυτοδώματα. Ενώ άλλες έρευνες έχουν επιβεβαιώσει την ικανότητα της κομπόστας

υπολειμμάτων στέμφυλων για χρησιμοποίηση της στην καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών (Inbar *et al.*, 1986, Chen *et al.*, 1988, Diaz *et al.*, 2002).

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη για τη διερεύνηση της συνεργιστικής δράσης λίπανσης και διαφόρων ειδών κομπόστας στην υπέργεια και υπόγεια ανάπτυξη του *Ficus benjamina*, όπου η κομπόστα στέμφυλων ευνόησε την ανάπτυξη του φυτού, αντικαθαστώντας επιτυχώς το 75 % της τύρφης του υποστρώματος με πολλαπλά οφέλη, όπως μείωση του κόστους παραγωγής και διάθεση με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο ενός γεωργικού αποβλήτου (Παπαφωτίου *et al.*, 2009, Περγιαλιώτη, 2008).

Παρόμοιες μελέτες σε μεσογειακά ξηροφυτικά είδη, *A. absinthium.*, *H. italicum* and *H. orientale* έχουν πραγματοποιηθεί από το εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου, όπου η αντικατάσταση της τύρφης από compost στέμφυλων, ευνόησε την ανάπτυξη των φυτών (Paparotiou *et al.*, 2013). Επιπλέον μελέτες σε ημιξυλώδη μεσογειακά είδη (Kargas *et al.*, 2012, καθώς επίσης και το είδος *Lavandula angustifolia* (Kotsiris *et al.*, 2012), επιβεβαίωσαν την ικανότητα της χρήσης της κομπόστας στέμφυλων σε φυτοδώματα.

Σε πείραμα με στόχο τη διερεύνηση της συνεργιστικής δράσης κομπόστας υπολειμμάτων στέμφυλων και daminozide στη βλαστική ανάπτυξη γλαστρικού χρυσάνθεμου, έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς τη μείωση του κόστους παραγωγής του, αλλά και τον περιορισμό της χρήσης χημικών σκευασμάτων στην καλλιέργεια (Ζώνιου, 2009).

Επίσης η κομπόστα στέμφυλων χρησιμοποιήθηκε σε καλλιέργεια ντομάτας cv. *Sinatra* ως υποκατάστατο του πετροβάμβακα σε ανοιχτό αλλά και κλειστό σύστημα θερμοκηπίου, χωρίς διαφορές στην απόδοση κατά τη συγκομιδή (Reis *et al.*, 2001). Ενώ αντικατέστησε ή συμπλήρωσε την τύρφη σε καλλιέργεια παραγωγής σπορόφυτων λαχανικών. Η ανάπτυξη φυτών πιπεριάς, αγγουριάς και τομάτας, ήταν γρηγορότερη στα εδαφικά μίγματα που περιείχαν κομπόστα από εκείνο της τύρφης σε συνδυασμό με βερμικουλίτη (Inbar *et al.*, 1986).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε μελέτη σε κομπόστα από στέμφυλα της οποίας η χρήση μείωσε την εξάπλωση του παθογόνου μύκητα *Pythium* σε καλλιέργεια αγγουριάς. Η καταστολή εδαφογενών παθογόνων με τη χρήση της

κομπόστας, είναι ιδιότητα που οφείλεται στην ανταγωνιστική δραστηριότητα των μικροοργανισμών, κυρίως των βακτηρίων (31% μεσόφιλα, 28% θερμόφιλα), ενώ επίσης δρουν και ακτινομύκητες (16% μεσόφιλοι και 20% θερμόφιλοι) (Santos *et al.*, 2008). Μπορεί επίσης να καταστείλει φυτοπαθογόνα, όπως *Rhizoctonia solani*, *Slerotium rolfsii* (Gorodecki and Hadar, 1990, Mandelbaum *et al.*, 1985).

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 λανθασμένη αξιοποίησή τους (Diaz *et al.*, 2002).

1.5 Σκοπός της μελέτης

Βρισκόμαστε σε μία περίοδο όπου η ανάγκη για χώρους πρασίνου καθώς και η βελτίωση της όψης των πυκνοδομημένων πόλεων συνέχεια εντείνεται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κατασκευή των φυτεμένων δωματίων.

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η συνεργιστική δράση άρδευσης, και είδους υποστρώματος στην υπέργεια ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* και *Origanum aureum*.

Βασικός στόχος της μελέτης είναι η διερεύνηση της δυνατότητας της ανάπτυξης μεσογειακών φυτικών ειδών σε φυτοδώματα. Ταυτόχρονα η μελέτη επιδιώκει την καταγραφή και τον εμπλουτισμό του καταλόγου, με όσο δυνατόν περισσότερα μεσογειακά φυτικά είδη κατάλληλα για φυτοδώματα.

Η ένταξη όλων αυτών των φυτικών ειδών στα αστικά κέντρα, μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην διατήρηση του τοπικού φυσικού χαρακτήρα, στην βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος και στην βιοποικιλότητα της περιοχής.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.2 Φυτικό υλικό

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν έρριζα μοσχεύματα των φυτικών ειδών *Thymus citriodorus* κοιν. λεμονοθύμαρο και *Origanum aureum* κοιν. χρυσή ρίγανη (Εικ.10), ευγενική προσφορά της ιδιωτικής εταιρείας (Καλαντζής Φυτά). Τα μοσχεύματα παρέμειναν για μια ημέρα σε εσωτερικό χώρο υπό σκιά, πριν την εγκατάσταση του πειράματος.



Εικόνα 10. Έρριζα μοσχεύματα *Origanum aureum*



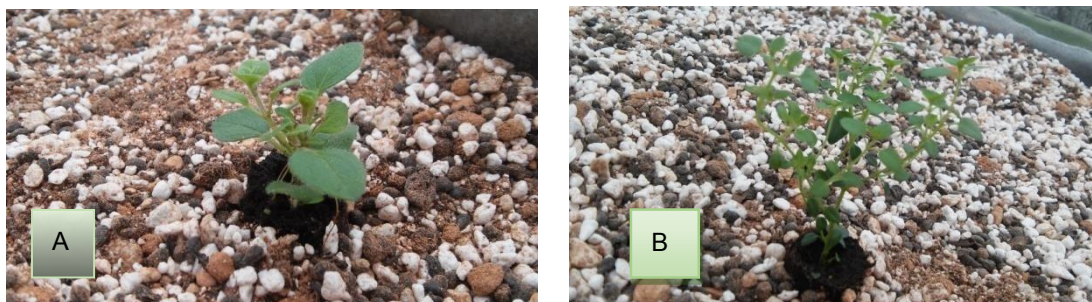
Εικόνα 11. Έρριζα μοσχεύματα *Thymus citriodorus*

2.2 Μεταφύτευση μοσχευμάτων – Κιβώτια φυτοδώματος

Η μεταφύτευση των έρριζων μοσχευμάτων έγινε στις 12 Νοεμβρίου 2014. Τα μοσχεύματα τοποθετήθηκαν διαγώνια ανά δύο του ίδιου είδους σε πλαστικά κιβώτια, στην πλήρως εκτεθημένη ταράτσα (2^{ος} όροφος) εστιατορίου του Γ.Π.Α.(Εικ. 12). Η μεταφύτευση είχε 100% επιτυχία και για τα δύο φυτικά είδη (Εικ. 13Α, 13Β).



Εικόνα 12. Διάταξη κιβωτίων στο δώμα του Εστιατορίου του Γ.Π.Α.



Εικόνα 13. Μεταφύτευση μοσχευμάτων *Thymus citriodorus* (A) και *Origanum aureum* (B).

Τα πλαστικά κιβώτια ήταν προϊόντα της εταιρείας Holiday Land A.E. (Πειραιάς, Αττική), με κωδικό AR 7925.760.415, με εξωτερικές διαστάσεις (600 x 400 x 220) mm, εσωτερικές διαστάσεις (490 x 340 x 215) mm, βάρος 1,9 Kg και χωρητικότητα 40 l.

2.3 Υλικά εγκατάστασης συστήματος φυτεμένου δώματος

Πριν την τοποθέτηση του υποστρώματος καλλιέργειας εντός των πλαστικών κιβωτίων τοποθετήθηκε ένα διηθητικό φύλλο, το αποστραγγιστικό στοιχείο, καθώς και μια ειδική προστατευτική μεμβράνη σαν τσόχα, η οποία

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

συγκρατεί υγρασία και θρεπτικά στοιχεία, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει την προστασία της μόνωσης της στέγης από μηχανικές φθορές (Εικ. 14).



Εικόνα 14. Υλικά υποδομής φυτεμένου δώματος εντός πλαστικού κιβωτίου.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν προϊόντα της εταιρείας ZinCo (ZinCo GmbH, Grabenstrasse 33, Handelsregisternummer HR 22 43 12 Stuttgart), η οποία έχει ως αντιπρόσωπο στην Ελλάδα την εταιρεία «egreen» (Σίνα 32, Αθήνα). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών σύμφωνα με τα στοιχεία της εταιρείας είναι τα ακόλουθα:

Διηθητικό Φύλλο SF: Το διηθητικό φύλλο κατασκευάζεται από θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο, πάχους 0,6 mm, βάρους 0,1 kg m⁻²· αποτρέπει τη μεταφορά τεμαχιδίων από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών στο αποστραγγιστικό σύστημα.

Το διηθητικό φύλλο (γεωύφασμα), στρέφεται προς τα πάνω στις τέσσερις πλευρές του πλαστικού κιβωτίου και σταθεροποιείται καλά, για την αποφυγή της μετακίνησης των σωματιδίων του υποστρώματος προς το αποστραγγιστικό στοιχείο.

Αποστραγγιστικό στοιχείο FLORADRAIN FD 25: Το στοιχείο αποστράγγισης κατασκευάζεται από ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο. Έχει ύψος

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2,5 cm, βάρος 1,5 kg m⁻², χωρητικότητα νερού 3 l m⁻² και μέγιστο επιτρεπόμενο όριο φορτίου 250 kN/m².

Έχει κενούς χώρους, τις κυψέλες, στους οποίους αποθηκεύει νερό, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας του νερού μέσω των καναλιών του προς τις υδρορροές του δώματος. 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. Έχει τη δυνατότητα να συγκρατεί νερό στις κυψέλες του ακόμα και σε επικλινείς στέγες

Προστατευτική μεμβράνη TSM 32: Κατασκευάζεται από συνθετικό υλικό με πολυεστερικές ίνες, έχει ικανότητα συγκράτησης υγρασίας 3 l m⁻², πάχος 3 mm και βάρος 0,32 kg/m². Συγκρατεί υγρασία και θρεπτικά στοιχεία, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει την προστασία της μόνωσης της στέγης από μηχανικές φθορές. Για την πραγματοποίηση του πειράματος τοποθετήθηκε στη βάση των πλαστικών κιβωτίων, μονοκόμματη.

2.4 Υπόστρωμα καλλιέργειας

Το υπόστρωμα τοποθετείται πάνω από το διηθητικό φύλλο. Στο πείραμα μας, χρησιμοποιήθηκαν υποστρώματα καλλιέργειας, 10 cm βάθους, που αποτελούνταν από δύο μείγματα με τις εξής αναλογίες:

Υπόστρωμα με έδαφος: 3Κ:3Π:2Ε:2ΕΛ

Υπόστρωμα Χωρίς έδαφος: 3Κ:3Π:4ΕΛ.

Όπου: **(Κ):** κομπόστ στέμφυλων οينوποιίας, **(Π):** περλίτης, σωματίδια διαμέτρου 1-5 mm (Perloflor, ISOCON A.E., Αθήνα, Ελλάδα) (Εικ.16), **(Ε):** έδαφος, **(ΕΛ):** ελαφρόπετρα, (Παιανία, Αττική, Ελλάδα).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το έδαφος που χρησιμοποιήθηκε ήταν αμμοπηλώδες και είχε 87% άμμο, ιλύ 3%, 10% άργιλο, και 0,70% οργανική ύλη, pH = 8,6, ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)=80 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, $\text{CaO}_3 = 1.1\%$ (Εικ.15).

Η κομπόστα στέμφυλων που χρησιμοποιήθηκε κατά την πειραματική διαδικασία αγοράστηκε από τοπικό παραγωγό και ήταν 14 μήνες παλιά (Πιν. 2) (Εικ.18).

Πίνακας 2. Τυπική περιεκτικότητα κομπόστας στέμφυλων οινοποιίας σε ανόργανα στοιχεία (μέση τιμή \pm SE), (Πηγή: Washington Department of Ecology, 1990).

Ανόργανο στοιχείο		Περιεκτικότητα κομπόστας
Άζωτο	N (%) \pm SE	2,044 \pm 0,0162
Φώσφορος	P (ppm) \pm SE	1.662,199 \pm 61,4834
Κάλιο	K (ppm) \pm SE	404,58 \pm 16,5396
Νάτριο	Na (ppm) \pm SE	21,51 \pm 1,5864
Ασβέστιο	Ca (ppm) \pm SE	0,353 \pm 0,0147
Μαγνήσιο	Mg (ppm) \pm SE	0,0254 \pm 0,0003
Σίδηρος	Fe (ppm) \pm SE	10,40 \pm 0,3820
Χλώριο	Cl (ppm) \pm SE	0,000 \pm 0,0000

Η ελαφρόπετρα χορηγήθηκε από την εταιρεία ΛΑΒΑ ΑΕ (LAVAMining και Λατομεία Co, Παιανία 19002, Αθήνα). Χρησιμοποιήθηκαν σωματίδια ελαφρόπετρας διαμέτρου 1-8 mm και η χημική σύστασή τους σύμφωνα με την εταιρεία δίδεται στον Πιν.3 (Εικ.17).

Πίνακας 3. Τυπική χημική σύσταση ελαφρόπετρας (ΛΑΒΑ ΑΕ)

Στοιχείο	Περιεκτικότητα
Οξείδιο του Πυριτίου SiO ₂	71,91%
Οξείδιο του Αργιλίου Al ₂ O ₃	12,66%
Τριοξείδιο του Σιδήρου Fe ₂ O ₃	1,13%
Οξείδιο του Ασβεστίου CaO	1,46%
Οξείδιο του Μαγνησίου MgO	0,32%
Τριοξείδιο του Θείου SO ₃	0,03%
Οξείδιο του Καλίου K ₂ O	4,30%
Οξείδιο του Νατρίου Na ₂ O	3,45%
Απώλεια Πυρώσεως	4,53%
Απροσδιόριστα	0,21%
Σύνολο	100,00%



Εικόνα 15: Κοσκινισμένο έδαφος



Εικόνα 16: Περλίτης



Εικόνα 17: Ελαφρόπετρα



Εικόνα 18: Κομπόστα από στέμφυλα

Οι ίδιοι τύποι υποστρωμάτων χρησιμοποιήθηκαν από Parafotiou *et al.*, (2013), και προσδιορίστηκαν οι φυσικές ιδιότητες τους (ρ_f και EAW). Το υπόστρωμα με έδαφος παρουσίασε μεγαλύτερη φαινομενική πυκνότητα και εύκολα διαθέσιμο νερό, καθώς επίσης φάνηκε να διατηρεί περισσότερη υγρασία (σύμφωνα με την χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας).

Σε ότι αφορά στα χημικά χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων η συγκέντρωση αζώτου, φωσφόρου και καλίου ήταν σχεδόν ίση στα δύο υποστρώματα, με έδαφος και χωρίς έδαφος, ενώ οι συγκεντρώσεις μαγνησίου, νατρίου και ασβεστίου ήταν πολύ υψηλότερες στο υπόστρωμα με έδαφος, από εκείνο χωρίς έδαφος (Parafotiou *et al.*, 2013).

Κατά την εγκατάσταση του πειράματος πάρθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν τα κορεσμένα βάρη των δυο υποστρωμάτων, συμπεριλαμβανομένων ή μη των στρωμάτων υποδομής του φυτοδώματος (κιβώτιο, στρώμα προστασίας της μόνωσης, σύστημα αποστράγγισης και διηθητική μεμβράνη) (Πίνακα 4).

Πίνακας 4. Κορεσμένα Βάρη σε kg m^{-2} υποστρωμάτων, όπου Κ: κομπόστα στέμφυλων οиноποιίας, Π: περλίτης, ΕΛ: ελαφρόπετρα, Ε: έδαφος)

	Με υλικά φυτοδώματος	Χωρίς υλικά φυτοδώματος
Υπόστρωμα 3Κ:3Π:2Ε:2ΕΛ	79,0	64,0
Υπόστρωμα 3Κ:3Π:4ΕΛ	65,4	50,4

2.5 Άρδευση

Την πρώτη εβδομάδα μετά την εγκατάσταση του πειράματος, τα φυτά ποτίζονταν χειρονακτικά με λάστιχο, σχεδόν κάθε μέρα, έτσι ώστε να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και για την αποφυγή του μεταφυτευτικού στρες. Κατόπιν, και ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, εφαρμόστηκε πιο αραιό πρόγραμμα άρδευσης, σχεδόν ανά 4 ημέρες, αρχικά με λάστιχο ποτίσματος και στη συνέχεια με σύστημα αυτόματου ποτίσματος που εγκαταστάθηκε το

Μάρτιο. Η άρδευση γινόταν νωρίς το πρωί, πριν την ανατολή του ήλιου, μέχρι να παρατηρηθεί απορροή από το κιβώτιο και διαρκούσε 50 min. Οι σταλάκτες ήταν αυτορυθμιζόμενοι γωνιακοί και είχαν παροχή 4 l/h (εταιρεία Agrodrip, ΒΙ.ΠΕ.Θ.). Ο κεντρικός σωλήνας ήταν Φ20, ενώ ο δευτερεύοντας ήταν Φ6.

Τον Μάιο, για να καθοριστεί η συχνότητα άρδευσης εφαρμόστηκε στα φυτά στρες νερού. Με την χρήση υγρασιόμετρου (wet sensor-wet-2, Delta-T devices) πάρθηκαν μετρήσεις καθημερινά και μετά από οπτική παρατήρηση των φυτών προγραμματίστηκε η κανονική και αραιή άρδευση. Διαπιστώθηκε ότι τα φυτά εμφάνισαν συμπτώματα μάρανσης 6 ημέρες μετά την άρδευση. Την ημέρα αυτή, η μέση υγρασία του υποστρώματος που μετρήθηκε ήταν 8% έως 11% v / v, επομένως, αυτή αποφασίστηκε να είναι η " αραιή " συχνότητα άρδευσης. Αντίστοιχα, η «κανονική» συχνότητα άρδευσης αποφασίστηκε να είναι, όταν η υγρασία του υποστρώματος ήταν περίπου 17% έως 20% v / v.

Έτσι με βάση τις παραπάνω μετρήσεις, ρυθμίστηκε η κανονική να πραγματοποιείται ανά 4 μέρες και η αραιή ανά 6 μέρες για το Μάιο, ενώ για τον Ιούνιο, Ιούλιο και Σεπτέμβρη ανά 3 μέρες η κανονική και ανά 5 η αραιή. Για τον Αύγουστο, οι συχνότητες άρδευσης μειώθηκαν κατά μια μέρα, ανά 2 η κανονική και ανά 4 η αραιή, 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.

Σε βρύση της τάρτσας είχαν τοποθετηθεί οι 2 ηλεκτροβάνες (εταιρεία GALCON, 7.001 D-E) (Εικ. 19) για τις διαφορετικές συχνότητες άρδευσης. Σε κάθε κιβώτιο τοποθετήθηκαν δύο αυτορυθμιζόμενοι σταλάκτες τύπου Δοϊράνη παροχής 4 l h⁻¹ της εταιρείας Agrodrip (ΒΙ.ΠΕ.Θ) ενωμένοι με Φ6, ο καθένας των οποίων ισαπέχε από τα δύο φυτά εκατέρωθεν του (Εικ.20).



Εικόνα 19: Η παροχή νερού (βρύση της ταράτσας) και οι 2 ηλεκτροβάνες για τις διαφορετικές συχνότητες άρδευσης.



Εικόνα 20: Διάταξη γωνιακών σταλακτών στο κιβώτιο ανάπτυξης.

2.6 Λίπανση

Κατά την διάρκεια του πειράματος δεν χρειάστηκε η εφαρμογή λίπανσης, καθώς δεν παρουσιάστηκε κανένα δείγμα τροφοπενίας.

2.7 Φυτοπροστασία

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

2.8 Μικροκλιματικές συνθήκες ανάπτυξης

Ο προσανατολισμός της εγκατάστασης ήταν ανατολικός-δυτικός. Το ύψος του κτιρίου του εστιατορίου του Γ.Π.Α. είναι περίπου 7 μέτρα. Οι μετεωρολογικές μετρήσεις δόθηκαν από το εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Μετεωρολογίας. Το εργαστήριο διαθέτει Μετεωρολογικό Σταθμό ο οποίος είναι αυτόματος, ενώ υπάρχει άμεση πρόσβαση στα δεδομένα του σε πραγματικό χρόνο (real time). Τα μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέγονται, αφού επεξεργαστούν δημοσιοποιούνται με τη μορφή ετήσιων δελτίων και καλύπτουν τις ερευνητικές ανάγκες τόσο του επιστημονικού προσωπικού του Ιδρύματος όσο και των προπτυχιακών και των μεταπτυχιακών φοιτητών. Οι μετεωρολογικές παρατηρήσεις που ελήφθησαν ήταν η μέση θερμοκρασία, η μέση υγρασία, η μέση βροχόπτωση και η μέση ακτινοβολία. Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία αέρος έχει μετρηθεί σε απόσταση 1.5 m από την επιφάνεια του εδάφους ενώ η ακτινοβολία μετρήθηκε με πυρανόμετρο και εκφράζεται σε $KW*m^{-2}$.

Στον πίνακα 5 δίνονται οι μετεωρολογικές μετρήσεις για όλους τους μήνες κατά τους οποίους διήρκησε το πείραμα.

Πίνακας 5. Μέση ολική ακτινοβολία, μέση σχετική υγρασία, μέση θερμοκρασία και μέση βροχόπτωση κατά την πειραματική περίοδο (Νοέμ. 2014- Σεπτ. 2015).

Μήνας	Ολική ακτινοβολία ($KW*m^{-2}$)	Σχετική υγρασία (%)	Θερμοκρασία ($^{\circ}C$)	Βροχόπτωση (mm)
Νοέμβριος	0.09	79.19	14.96	0.06
Δεκέμβριος	0.07	80.56	11.93	0.22
Ιανουάριος	0.09	78.34	10.08	0.06
Φεβρουάριος	0.10	70.03	9.58	0.08
Μάρτιος	0.14	72.92	11.93	0.11
Απρίλιος	0.24	61.83	15.15	0.01
Μάιος	0.29	61.92	20.52	0.00
Ιούνιος	0.29	57.76	24.11	0.02
Ιούλιος	0.33	48.81	28.47	0.00
Αύγουστος	0.28	51.92	28.48	0.00
Σεπτέμβριος	0.22	65.61	24.98	0.08

2.9 Περιγραφή πειράματος

Το πειραματικό μέρος της παρούσας μελέτης διεξήχθη από τις 12 Νοεμβρίου 2014, όπου πραγματοποιήθηκε η φύτευση των έρριζων μοσχευμάτων, έως τις 30 Σεπτεμβρίου 2015.

Χρησιμοποιήθηκαν 96 φυτά των ειδών *Thymus citriodorus* και *Origanum aureum*, 48 του κάθε είδους και τοποθετήθηκαν ανά 2 σε πλαστικά κιβώτια διαστάσεων 60 x 40 cm. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 48 κιβώτια, τα μισά περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας τύπου **3Κ:3Π:2Ε:2ΕΛ** και τα υπόλοιπα περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας τύπου **3Κ:3Π:4ΕΛ**.

Τα κιβώτια εγκαταστάθηκαν τυχαία σε δύο σειρές, στο δώμα του εστιατορίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε κάθε είδος φυτού, πραγματοποιήθηκαν 4 επεμβάσεις. Χρησιμοποιήθηκαν 12 φυτά ανά επέμβαση.

Πιο συγκεκριμένα ξεχωριστά για κάθε φυτό, τοποθετήθηκαν 24 φυτά σε κάθε ένα από τα δύο υποστρώματα. Στα 12 εκ των οποίων εφαρμόζοταν κανονική άρδευση και στα άλλα 12 αραιή. Οι επεμβάσεις της άρδευσης που εφαρμόστηκαν ξεκίνησαν στις αρχές Μαΐου και ολοκληρώθηκαν με την λήξη του πειράματος. Για τις επεμβάσεις που έγιναν στο πείραμα δόθηκαν συγκεκριμένοι συμβολισμοί οι οποίοι συναντώνται στα διάφορα κεφάλαια της παρούσας μελέτης και φαίνονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6 : Οι επεμβάσεις και ο συμβολισμός τους

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
ΡΕΑ	Ρίγανη σε υπόστρωμα εδάφους και αραιή συχνότητα άρδευσης
ΡΕΚ	Ρίγανη σε υπόστρωμα εδάφους και κανονική συχνότητα άρδευσης
ΡΧΑ	Ρίγανη σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και αραιή συχνότητα άρδευσης
ΡΧΚ	Ρίγανη σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και κανονική συχνότητα άρδευσης

ΛΕΑ	Λεμονοθύμαρο σε υπόστρωμα εδάφους και αραιή συχνότητα άρδευσης
ΛΕΚ	Λεμονοθύμαρο σε υπόστρωμα εδάφους και κανονική συχνότητα άρδευσης
ΛΧΑ	Λεμονοθύμαρο σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και αραιή συχνότητα άρδευσης
ΛΧΚ	Λεμονοθύμαρο σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και κανονική συχνότητα άρδευσης

Οι παρατηρήσεις που λαμβάνονταν κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν η μέτρηση του ύψους και της διαμέτρου της κόμης των φυτών (μέση τιμή δύο καθετων μεταξύ τους διαμέτρων). Στο τέλος του πειράματος μετρήθηκε το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών.

Έγινε ο προσδιορισμός του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, τόσο πριν την έναρξη του πειράματος όσο και μετά τη λήξη αυτού.

2.10 Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους

Στο τέλος του πειράματος (30/9/2015), έγινε κοπή του υπέργειου μέρους του κάθε φυτού και μετρήθηκε το νωπό του βάρος (NB). Στη συνέχεια τα φυτά τοποθετήθηκαν σε χάρτινα σακουλάκια, πάνω στα οποία έγινε αναγραφή του κωδικού τους και εισήχθησαν σε ξηραντήριο για πέντε ημέρες, στους 75°C. Κατόπιν, ζυγίστηκαν κι έγινε καταγραφή του ξηρού τους βάρους (ΞΒ). Οι μετρήσεις τόσο του νωπού όσο και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος πραγματοποιήθηκαν σε ζύγο ακριβείας δυο δεκαδικών.

2.11 Προσδιορισμός χημικών ιδιοτήτων: pH και Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας EC

Η μέτρηση του pH και της EC των υποστρωμάτων, έγινε πριν την εγκατάσταση των φυτών και μετά το τέλος του πειράματος, στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Για τη μέτρηση του pH και της EC, έγινε προσθήκη 100 g υποστρώματος (το οποίο είχε παραμείνει στο φούρνο του εργαστηρίου για 2 μέρες στους 60°C), σε 500 ml απιονισμένου νερού, έτσι ώστε η αναλογία υπόστρωμα: απεσταγμένο νερό να είναι 1:5. Το διάλυμα αυτό αναδεύονταν μέχρι να γίνει ομοιογενής ανάμιξη του μίγματος και στη συνέχεια λαμβανόταν η μέτρηση. Μετά την ανάδευση και τη μέτρηση του pH με pHμετρο γινόταν διήθηση του διαλύματος με ειδικές συσκευές απόκτησης εκχυλίσματος και μετριοταν η EC των υποστρωμάτων με τη συσκευή EC-meter (Consort, C931).

2.12 Στατιστική επεξεργασία

Οι πηγές παραλλακτικότητας του πειράματος ήταν το είδος του υποστρώματος (3K:3Π:2E:2ΕΛ και 3K:3Π:4ΕΛ), και η συχνότητα άρδευσης(κανονική και αραιή) που εφαρμόστηκε από το μήνα Μάιο. Πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ή διπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων. Έγινε ανάλυση της διασποράς για τη μελέτη των απλών κύριων επιδράσεων των παραγόντων και αλληλεπιδράσεων. Η σημαντικότητα του πειράματος εκτιμήθηκε 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 5% ($P \leq 0,05$).

Οι μέσοι που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σημειώνονται με διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου στους πίνακες των αποτελεσμάτων. Σε κάθε μέτρηση αναφέρεται η σημαντικότητα του *F* για τις κύριες επιδράσεις των παραγόντων και της αλληλεπίδρασής τους. Το σύμβολο * δίπλα στην τιμή του *F*, δηλώνει ότι η τιμή του είναι σημαντική σε επίπεδο 5%, ενώ τα αρχικά NS δίπλα από την τιμή του *F* δηλώνουν ότι η τιμή δεν είναι σημαντική σε επίπεδο 5% .

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Όταν υπάρχει αλληλεπίδραση παραγόντων, δηλαδή είναι στατιστικά σημαντική, γίνεται σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων, για να ελεγχθεί πως επηρεάζουν οι επεμβάσεις την ανάπτυξη των φυτών. Στην περίπτωση που η αλληλεπίδραση παραγόντων δεν είναι στατιστικά σημαντική, δεν υπάρχει αλληλεπίδραση παραγόντων, τότε εξετάζεται η σημαντικότητα των παραγόντων.

Ο αριθμός των επαναλήψεων κάθε επέμβασης ήταν 12 ($n=12$), για τις μετρήσεις ύψους, διαμέτρου, νωπού και ξηρού βάρους, καθώς δεν υπήρξε απώλεια φυτού.

Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος JMP 8 του SAS Institute.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Το φυτό *Thymus citriodorus*

3.1.1 Ύψος φυτού

Τους πρώτους μήνες ανάπτυξης των φυτών (έως και τον Απρίλιο) πηγή παραλλακτικότητας ήταν μόνο το είδος του υποστρώματος.

Κατά τον πρώτο μήνα ανάπτυξης, 12 έως 30 Νοεμβρίου, το ύψος των φυτών *T. citriodorus* επηρεάστηκε σημαντικά από το είδος του υποστρώματος, ενώ τους μήνες που ακολούθησαν έως και 30 Απριλίου, δεν επηρεάστηκε (Πιν. 7). Φάνηκε όμως ότι το υπόστρωμα με έδαφος σε όλες τις ημερομηνίες μέτρησης έδωσε υψηλότερα φυτά.

Πίνακας 7 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Υπόστρωμα	ΎψΟΣ (cm)					
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ
Χωρίς Έδαφος	6,20 b	6,67 a	6,81 a	6,84 a	7,87 a	9,37 a
Έδαφος	6,84 a	7,14 a	7,32 a	7,49 a	8,27 a	10,31 a
F	0,0221*	0,1102 ^{NS}	0,0901 ^{NS}	0,0981 ^{NS}	0,3005 ^{NS}	0,0532 ^{NS}

Από την 1η Μαΐου έως και το τέλος του πειράματος προστέθηκε ο παράγοντας της συχνότητας άρδευσης, ξεκίνησε δηλαδή η υδατική καταπόνηση.

Τον πρώτο και δεύτερο μήνα (Πιν. 8, 9) εφαρμογής της υδατικής καταπόνησης, έβδομο και όγδοο μήνα ανάπτυξης, παρατηρήθηκε επίδραση του είδους του υποστρώματος στο ύψος των φυτών. Η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα επέδρασε θετικά στην αύξηση του ύψους, ενώ τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος και αρδύονταν αραιά, είχαν την

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

μεγαλύτερη ανάπτυξη του ύψους, η οποία όμως δεν διέφερε σημαντικά από αυτή των φυτών σε υπόστρωμα με έδαφος που αρδεύονταν κανονικά.

Πίνακας 8 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/5/2015

ΎψΟΣ ΜΑΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	14,83 bc	13,46 c	14,1 b
Έδαφος	16,5 ab	17,1 a	16,8 a
Μ.Ο παραγόντων	15,6 a	15,2 a	

F_{ΥΠ}= 16,2 *

F_{ΑΡΔ}= 0,37 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 2,2 NS

LSD= -1,86

Πίνακας 9 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/6/2015

ΎψΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	19,27 c	19,9bc	19,6 b
Έδαφος	21,7 ab	22,9 a	22,3 a
Μ.Ο παραγόντων	20,5 a	21,4 a	

F_{ΥΠ}= 11,46 *

F_{ΑΡΔ}= 1,28 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,075 NS

LSD= -2,3

Στις τιμές του ύψους, τον ένατο, δέκατο και τελευταίο μήνα ανάπτυξης των φυτών, δεν παρατηρήθηκε επίδραση παραγόντων (Πιν. 10, 11 & 12). Υπήρξε η ένδειξη, ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος και δέχονταν κανονική άρδευση είχαν την μεγαλύτερη ανάπτυξη ως προς το ύψος.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 10 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/7/2015

Ύψος ΙΟΥΛΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	22,8 a	23,37 a	22,7 a
Έδαφος	24,33 a	23,87 a	24,1 a
Μ.Ο παραγόντων	23,2 a	23,6 a	

F_{ΥΠ}= 1,99 NS

F_{ΑΡΔ}= 0,18 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,8 NS

LSD= -2,77

Πίνακας 11 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/8/2015

Ύψος ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	32,04 b	34,16 ab	33,1 a
Έδαφος	36,85 a	35,25 ab	36,0 a
Μ.Ο παραγόντων	34,44 a	34,7 a	

F_{ΥΠ}= 3,55 NS

F_{ΑΡΔ}= 0,02 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 1,42 NS

LSD= -4,45

Τον τελευταίο μήνα ανάπτυξης των φυτών (Σεπτέμβριος), παρατηρήθηκε μείωση του ύψους των φυτών, λόγω πτώσης των ταξιανθίων, ενώ δεν υπήρξε επίδραση των επεμβάσεων (Πιν. 12).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 12 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/9/2015

Ύψος Σεπτεμβρίου (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	21,5 b	23,66 ab	22,58 a
Έδαφος	26,25 a	23,91 ab	25,08 a
Μ.Ο παραγόντων	23,87 a	23,8 a	

F_{ΥΠ}= 2,8 NS

F_{ΑΡΔ}= 0,003 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 2,27 NS

LSD= -4,25

Παρατηρώντας την αύξηση του ύψους των φυτών *T. citriodorus*, από την εγκατάσταση του πειράματος μέχρι το τέλος αυτού, διαπιστώνεται ότι δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (του υποστρώματος ή της άρδευσης) (Πιν 13), παρ' ότι διακρίνεται μια τάση τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος να αναπτύσσονται πιο πολύ από εκείνα που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Σχήμα 2).

Πίνακας 13 : Μεταβολή ύψους των φυτών *Thymus citriodorus* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Μεταβολή ύψους Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	15,6 a	17,1 a	16,4 a
Έδαφος	19,2 a	17,3 a	18,2 a
Μ.Ο παραγόντων	17,4 a	17,2 a	

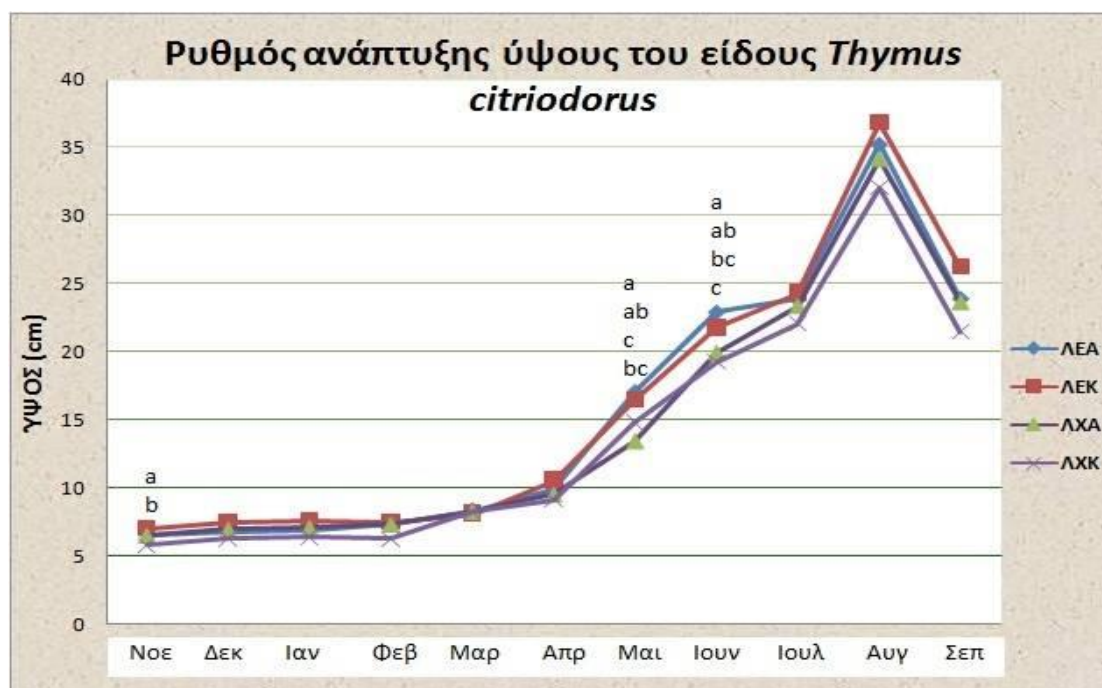
F_{ΥΠ}= 1.49 NS

F_{ΑΡΔ}= 0.02 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 1.23 NS

LSD= -4.35

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 2. Ρυθμός ανάπτυξης ύψους του είδους *Thymus citriodorus* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Λ:Λεμονοθύμαρο, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση

3.1.2 Διάμετρος κόμης φυτού

Τους πρώτους μήνες ανάπτυξης των φυτών (έως και τον Απρίλιο) πηγή παραλλακτικότητας ήταν μόνο το είδος του υποστρώματος.

Κατά την περίοδο 12 Νοεμβρίου 2014 με 31 Μαρτίου 2015 η διάμετρος της κόμης των φυτών *T. citriodorus* δεν επηρεάστηκε από το είδος του υποστρώματος, ενώ τον Απρίλιο, τα φυτά ανέπτυξαν μεγαλύτερη κόμη στο υπόστρωμα με έδαφος (Πιν. 14).

Πίνακας 14 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Υπόστρωμα	Διάμετρος (cm)					
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ
Χωρίς Έδαφος	6,90 a	7,64 a	8,02 a	8,546 a	9,56 a	14,93 b
Έδαφος	6,42 a	7,33 a	8,0 a	9,86 a	10,17 a	17,10 a
F	0,3603	0,6598	0,9809	0,0579	0,6271	0,0144*

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τη 1 Μαΐου έως και το τέλος του πειράματος προστέθηκε ο παράγοντας της συχνότητας άρδευσης, ξεκίνησε δηλαδή η υδατική καταπόνηση.

Τους τρεις πρώτους μήνες (Πιν. 15, 16, 17) εφαρμογής της υδατικής καταπόνησης, έβδομο, όγδοο και ένατο μήνα ανάπτυξης, παρατηρήθηκε επίδραση του είδους του υποστρώματος στη διάμετρο της κόμης των φυτών. Η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα επέδρασε θετικά στην αύξηση της διαμέτρου της κόμης του φυτού, ενώ τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος και αρδύονταν αραιά, είχαν την μεγαλύτερη ανάπτυξη κόμης.

Πίνακας 15 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/5/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΜΑΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	20,0 b	18,9 b	19,48 b
Έδαφος	24,2 a	25,45 a	24,83 a
Μ.Ο παραγόντων	22,1 a	22,2 a	

F_{ΥΠ}= 66,04 *

F_{ΑΡΔ}= 0,025 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 3,02 NS

LSD= -1,8

Πίνακας 16 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/6/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	23,62 b	24,4 b	24,01 b
Έδαφος	30,0 a	30,2 a	30,1 a
Μ.Ο παραγόντων	26,8 a	27,3 a	

F_{ΥΠ}= 47,36 *

F_{ΑΡΔ}= 0,3 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,1 NS

LSD= -2,52

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 17 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/7/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΙΟΥΛΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	27,58 b	30,75 ab	29,1 b
Έδαφος	31,75 a	32,62 a	32,19 a
Μ.Ο παραγόντων	29,6 a	31,69 a	

F_{ΥΠ}= 5,7 *

F_{ΑΡΔ}= 2,55 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ}=0,82 NS

LSD= -3,6

Τον δέκατο μήνα (Αυγουστος) ανάπτυξης των φυτών *T. citriodorus* παρατηρήθηκε μικρότερη διάμετρος κόμης, από αυτήν του προηγούμενο μήνα, σε όλες τις επεμβάσεις (Πιν 18) και δεν υπήρξε επίδραση των παραγόντων παρ' ότι διακρίνεται μια τάση τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος και αρδεύονταν κανονικά, να έχουν μεγαλύτερη ανάπτυξη της κόμης, από εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος.

Πίνακας 18 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/8/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	22,38 b	24,45 ab	23,4 a
Έδαφος	26,0 a	25,04 ab	25,5 a
Μ.Ο παραγόντων	24,19 a	24,75 a	

F_{ΥΠ}= 3,24 NS

F_{ΑΡΔ}= 0,23 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ}=1,7 NS

LSD= -3,3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τον τελευταίο μήνα (Σεπτέμβριος), παρατηρήθηκε επίδραση του είδους του υποστρώματος στην διάμετρο της κόμης των φυτών *T. citriodorus* (Πιν. 19).

Πίνακας 19 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/9/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	35,0 b	35,9 ab	35,46 b
Έδαφος	40,3 a	39,16 ab	39,75 a
Μ.Ο παραγόντων	37,6 a	37,54 a	

F_{ΥΠ}= 7,55 *

F_{ΑΡΔ}= 0,006 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,44 NS

LSD= -4,4

Παρατηρώντας την αύξηση της διαμέτρου της κόμης των φυτών *T. citriodorus*, από την εγκατάσταση του πειράματος μέχρι το τέλος αυτού, φάνηκε να επιδρά το είδος του υποστρώματος. Η ύπαρξη εδάφους στο υπόστρωμα επέφερε τη μεγαλύτερη αύξηση της διαμέτρου της κόμης των φυτών (Πιν. 20, Σχήμα 3, Εικ. 21, 22, 23, 24).

Πίνακας 20 : Μεταβολή διαμέτρου κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Μεταβολή διαμέτρου ΣΕΠΤ-ΝΟΕΜ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	28,65 b	28,6 b	28,5 b
Έδαφος	34 a	32,7 ab	33,3 a
Μ.Ο παραγόντων	31,2 a	30,7 a	

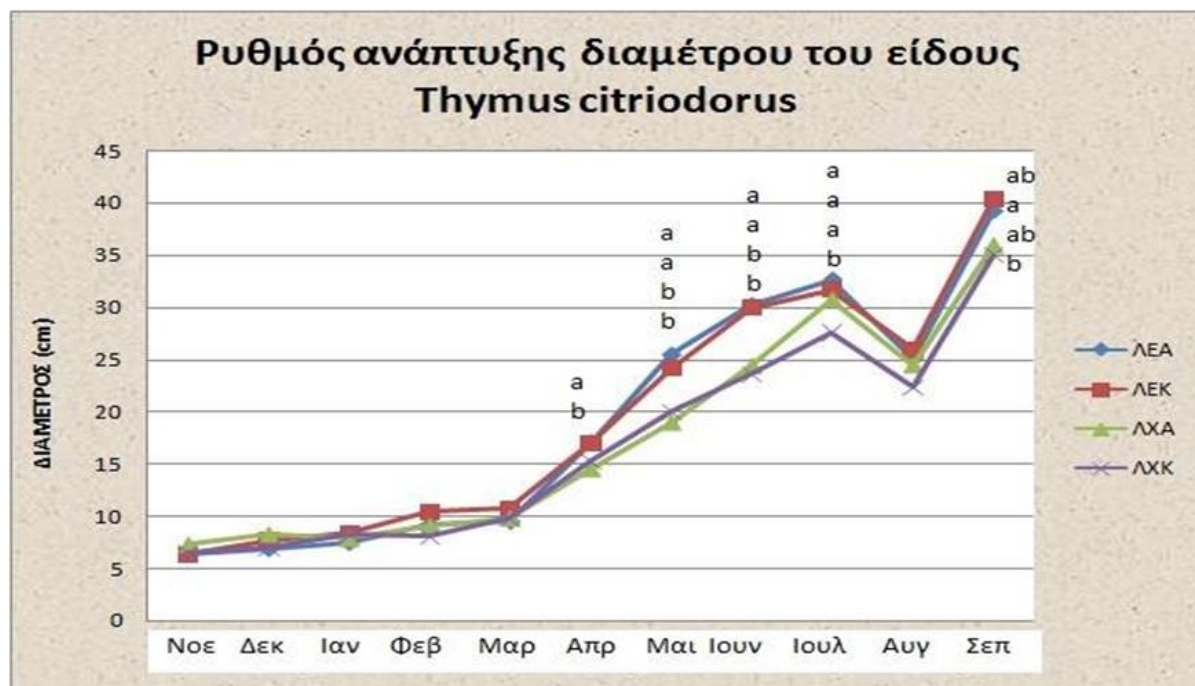
F_{ΥΠ}= 8.9 *

F_{ΑΡΔ}= 0.09 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0.18 NS

LSD= -4.5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 3. Ρυθμός ανάπτυξης διαμέτρου του είδους *Thymus citriodorus* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Λ:Λεμονοθύμαρο, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση

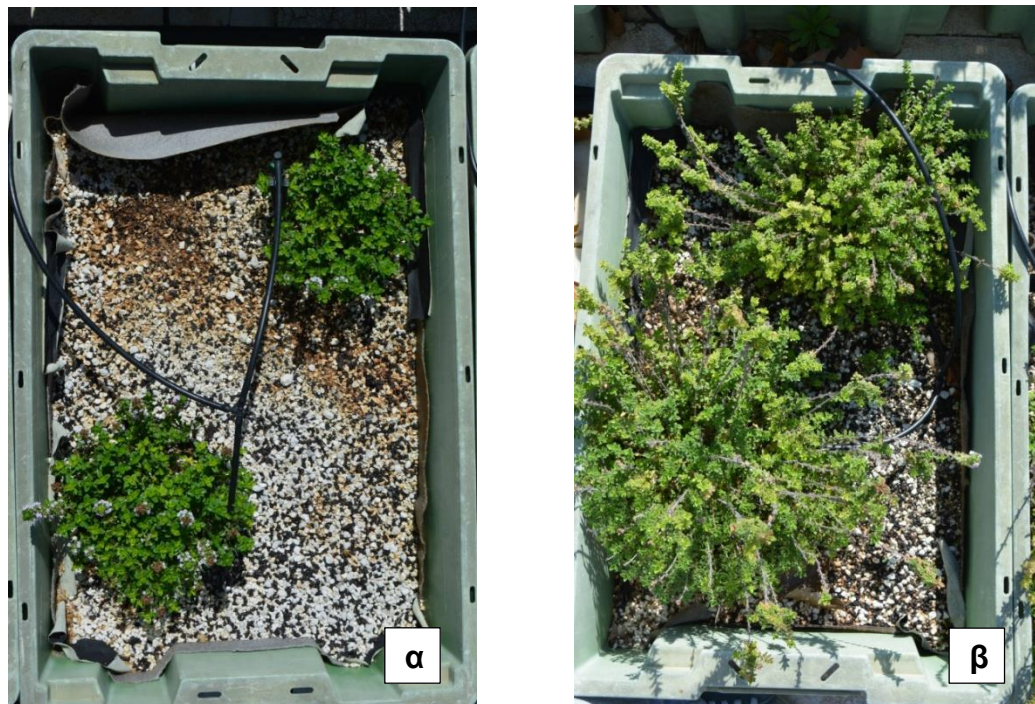


Εικόνα 21. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

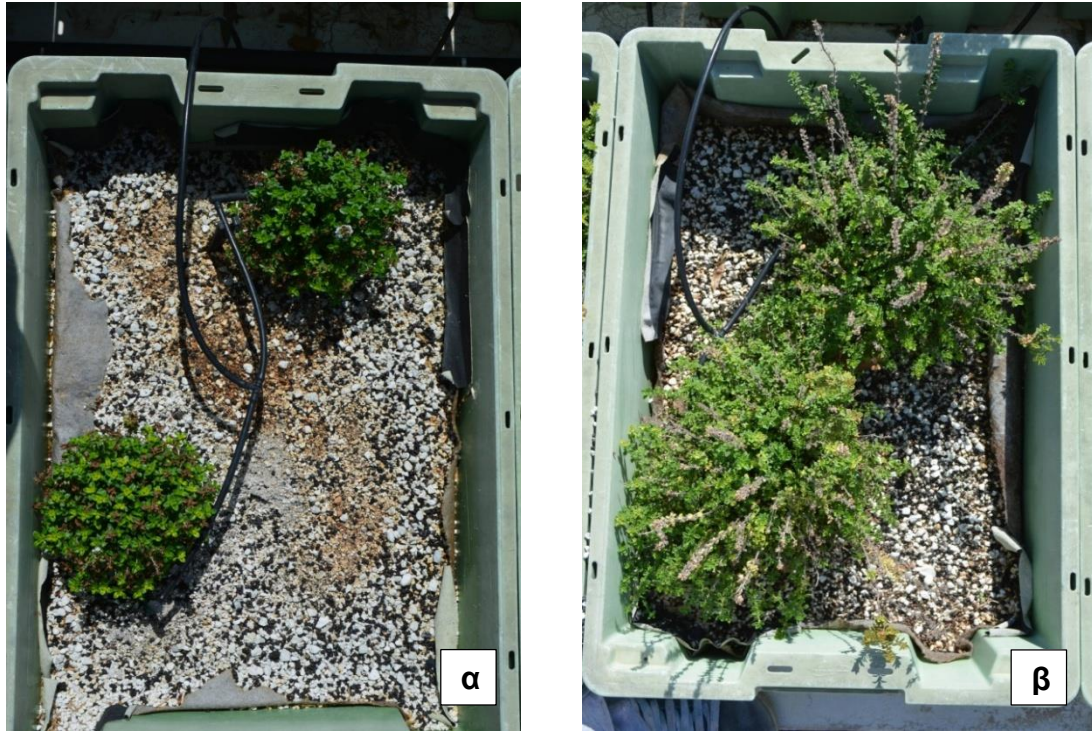


Εικόνα 22. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)



Εικόνα 23. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Εικόνα 24. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

3.1.3 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Σ' ότι αφορά το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *T. citriodorus* διαπιστώθηκε επίδραση του παράγοντα είδος υποστρώματος (Πιν. 21). Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος έδωσαν τις υψηλότερες τιμές νωπού βάρους, ανεξαρτήτως της συχνότητας άρδευσης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 21: Νωπό Βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *Thymus citriodorus* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Νωπό Βάρος (g)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	73,2 b	77,2 b	75,2 b
Έδαφος	99,4 a	101,6 ab	100,5 a
Μ.Ο παραγόντων	86,3 a	89,4 a	

F_{ΥΠ}= 16.6 *

F_{ΑΡΔ}= 0.25 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0.02 NS

LSD= -17.6

3.1.4 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Σ' ότι αφορά το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *T. citriodorus* διαπιστώθηκε επίδραση του παράγοντα είδος υποστρώματος (Πιν. 22). Τα αποτελέσματα είναι όμοια με αυτά του νωπού βάρους.

Πίνακας 22: Ξηρό Βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *Thymus citriodorus* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Ξηρό Βάρος (g)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	30 b	33,6 b	31,7 b
Έδαφος	41,2 a	41,8 a	41,5 a
Μ.Ο παραγόντων	35,6 a	37,7 a	

F_{ΥΠ}= 14.2 *

F_{ΑΡΔ}= 0.66 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0.32 NS

LSD= -7.4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.2 Το φυτό *Origanum aureum*

3.2.1 Ύψος φυτού

Τους πρώτους μήνες ανάπτυξης των φυτών (εώς και τον Απρίλιο) πηγή παραλλακτικότητας ήταν μόνο το είδος του υποστρώματος.

Κατά τον πρώτο μήνα ανάπτυξης (12-30 Νοεμβρίου) καθώς επίσης και την περίοδο 1 Φεβρουαρίου με 30 Απριλίου, το ύψος των φυτών *O. aureum* επηρεάστηκε σημαντικά από το είδος του υποστρώματος. Ενώ τους μήνες, Δεκέμβριο και Ιανουάριο, δεν διαπιστώθηκε επίδραση του υποστρώματος (Πιν. 23). Φάνηκε, ότι το υπόστρωμα χωρίς έδαφος έδωσε υψηλότερα φυτά κατά τους πρώτους μήνες ανάπτυξης των φυτών (Νοέμβριο έως και Φεβρουάριο). Ενώ τους μήνες Μαρτίου και Απριλίου, τα φυτά καλλιεργημένα σε υπόστρωμα με έδαφος είχαν την μεγαλύτερη ανάπτυξη.

Πίνακας 23 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Υπόστρωμα	Ύψος (cm)					
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ
Χωρίς Έδαφος	3,14 a	3,43 a	3,39 a	3,59 a	4,88 b	14,46 b
Έδαφος	2,57 b	3,17 a	3,15 a	3,02 b	6,17 a	16,52 a
F	0,0003*	0,0687	0,1372	0,0025*	<0,001*	<0,001*

Από τη 1 Μαΐου έως και το τέλος του πειράματος προστέθηκε ο παράγοντας της συχνότητας άρδευσης, ξεκίνησε δηλαδή η υδατική καταπόνηση.

Τον πρώτο μήνα (Πιν. 24) εφαρμογής της υδατικής καταπόνησης, έβδομο μήνα ανάπτυξης, το είδος του υποστρώματος φάνηκε να επιδρά σημαντικά στην αύξηση των φυτών. Η παρουσία εδάφους ευνοεί την αύξηση του ύψους των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος που είχαν την μικρότερη ανάπτυξη.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 24 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/5/2015

ΎψΟΣ ΜΑΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	31 b	31,8 b	31,3 b
Έδαφος	33,9 b	38,3 a	36,08 a
Μ.Ο παραγόντων	32,4 a	35,1 a	

F_{ΥΠ}= 9,46 *

F_{ΑΡΔ}= 3,03 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ}=1,3 NS

LSD= -4,36

Τον όγδοο μήνα ανάπτυξης δεν παρατηρήθηκε επίδραση παραγόντων και οι τιμές μεταξύ των επεμβάσεων δεν είχαν σημαντική διαφορά (Πιν. 25).

Πίνακας 25 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 30/6/2015

ΎψΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	38,0 a	37,9 a	37,9 a
Έδαφος	38,6 a	41,2 a	39,9 a
Μ.Ο παραγόντων	38,3 a	39,5 a	

F_{ΥΠ}= 1,7 NS

F_{ΑΡΔ}= 0,7 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ}= 0,7 NS

LSD= -4,3

Το είδος του υποστρώματος και η συχνότητα άρδευσης, επέδρασε κατά τον ένατο μήνα ανάπτυξης (Ιούλιο) των φυτών *O. aureum* (Πιν. 26). Η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα και η αραιή συχνότητα άρδευσης ευνόησε την αύξηση του ύψους των φυτών.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 26 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/7/2015

Ύψος ΙΟΥΛΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	34,4 b	38,4 ab	36,4 b
Έδαφος	38,5 ab	42,3 a	40,4 a
Μ.Ο παραγόντων	36,4 b	40,3 a	

F_{ΥΠ}= 7,0 *

F_{ΑΡΔ}= 6,6 *

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,003 NS

LSD= -4,3

Τον δέκατο μήνα ανάπτυξης των φυτών *O. aureum* το υπόστρωμα επέδρασε στο ύψος των φυτών (Πιν. 27).

Πίνακας 27 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/8/2015

Ύψος ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	37,8 b	38,7 b	38,3 b
Έδαφος	44,1 a	45,0 a	44,6 a
Μ.Ο παραγόντων	41,0 a	41,8 a	

F_{ΥΠ}= 13,7 *

F_{ΑΡΔ}= 0,25 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,0002 NS

LSD= -4,8

Τον τελευταίο μήνα ανάπτυξης των φυτών (Σεπτέμβριος), παρατηρήθηκε μείωση του ύψους των φυτών, λόγω πτώσης των ταξιανθίων, ενώ δεν υπήρξε επίδραση των επεμβάσεων (Πιν. 28).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 28 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 30/9/2015

Ύψος Σεπτεμβρίου (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	28,6 ab	26,25 b	27,4 a
Έδαφος	30,9 ab	32,6 a	31,7 a
Μ.Ο παραγόντων	29,7 a	29,4 a	

F_{ΥΠ}= 3,87 NS

F_{ΑΡΔ}= 0,02 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,82 NS

LSD= -6,3

Παρατηρώντας την αύξηση του ύψους των φυτών *O. aureum*, από την εγκατάσταση του πειράματος μέχρι το τέλος αυτού, παρατηρείται επίδραση του είδους του υποστρώματος στις τιμές του ύψους των φυτών (Πιν. 29). Παρ' ότι διακρίνεται η τάση το υπόστρωμα με έδαφος να δίνει μεγαλύτερου ύψους φυτά. Στο Σχήμα 4 απεικονίζεται ο συνολικός ρυθμός ανάπτυξης των φυτών *O. aureum* καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος ξεχωριστά για κάθε μια επέμβαση.

Πίνακας 29 : Μεταβολή ύψους των φυτών *Origanum aureum* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Μεταβολή ύψους Σεπτ- Νοεμ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	25,5 ab	23 b	24,3 b
Έδαφος	28,45 ab	30 a	29,2 a
Μ.Ο παραγόντων	27 a	26,5 a	

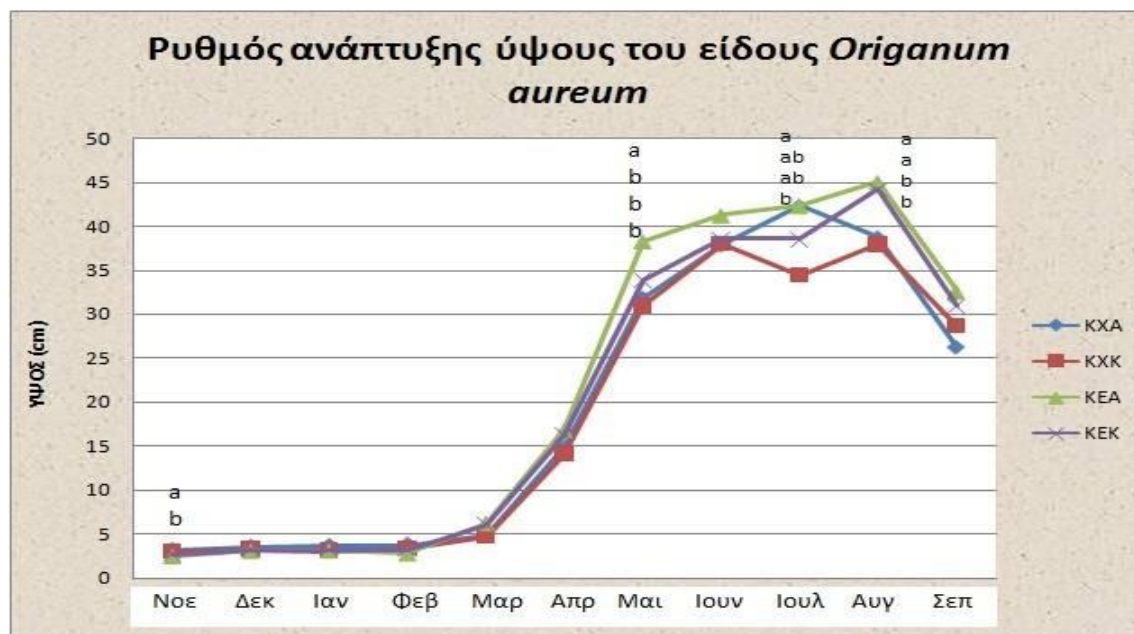
F_{ΥΠ}= 5 *

F_{ΑΡΔ}= 0.05 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0.8 NS

LSD= -6.25

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 4. Ρυθμός ανάπτυξης ύψους του είδους *Origanum aureum* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Κ:Καυτερή ρίγανη, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση

3.1.2 Διάμετρος κόμης φυτού

Τους πρώτους μήνες ανάπτυξης των φυτών (εώς και τον Απρίλιο) πηγή παραλλακτικότητας ήταν μόνο το είδος του υποστρώματος.

Την περίοδο 12 Νοεμβρίου 2014 με 30 Απριλίου 2015, η διάμετρος της κόμης των φυτών *O. aureum* επηρεάστηκε σημαντικά από το είδος του υποστρώματος (Πιν. 30). Το υπόστρωμα με έδαφος σε όλες τις ημερομηνίες μέτρησης, εκτός από τον πρώτο μήνα ανάπτυξης των φυτών (Νοέμβριος), έδωσε μεγαλύτερης διαμέτρου φυτά.

Πίνακας 30 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Υπόστρωμα	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (cm)					
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ
Χωρίς Έδαφος	5,49 a	5,60 b	5,63 b	5,91 b	12,42 b	18,16 b
Έδαφος	4,74 b	6,14 a	6,58 a	7,55 a	15,80 a	20,35 a
F	<0,001*	0,0044*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την 1η Μαΐου έως και το τέλος του πειράματος προστέθηκε ο παράγοντας της συχνότητας άρδευσης, ξεκίνησε δηλαδή η υδατική καταπόνηση.

Τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο (7^ο, 8^ο, 9^ο), η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα επέδρασε θετικά στην αύξηση της κόμης των φυτών (Πιν. 31, 32, 33).

Πίνακας 31 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* στις 31/5/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΜΑΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	26,6 b	26,3 b	25,6 b
Έδαφος	32,9 a	34,3 a	33,6 a
Μ.Ο παραγόντων	29,6 a	30,5 a	

F_{ΥΠ}=70,2 *

F_{ΑΡΔ}= 1,10 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,37 NS

LSD= -2,43

Πίνακας 32 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* στις 30/6/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	34,1 b	34,6 b	34,36 b
Έδαφος	39,5 a	41,5 a	40,5 a
Μ.Ο παραγόντων	36,8 a	38,0 a	

F_{ΥΠ}=23,9 *

F_{ΑΡΔ}= 0,97 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,37 NS

LSD= -3,59

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 33 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* στις 31/7/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΙΟΥΛΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	35,6 b	37,2 b	36,45 b
Έδαφος	41,9 a	42,7 a	42,3 a
Μ.Ο παραγόντων	38,8 a	40 a	

F_{ΥΠ}= 32,5 *

F_{ΑΡΔ}= 1,33 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0,15 NS

LSD= -2,92

Τον δέκατο μήνα ανάπτυξης των φυτών (Αυγустος) δεν παρατηρήθηκε επίδραση παραγόντων, ενώ σε αντίθεση με τους προηγούμενους μήνες, υπήρξε η ένδειξη ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό κανονική άρδευση είχαν την μικρότερη διάμετρο κόμης, λόγω πτώσης των ταξιανθίων (Πιν. 34).

Πίνακας 34 : Διάμετρος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/8/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	38,4 a	38,0 a	38,2 a
Έδαφος	32,0 a	37,5 a	34,75 a
Μ.Ο παραγόντων	35,2 a	37,75 a	

F_{ΥΠ}=2,3 NS

F_{ΑΡΔ}= 1,24 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 1,68 NS

LSD= -6,5

Τον τελευταίο μήνα ανάπτυξης των φυτών *O. aureum* ο παράγοντας είδος υποστρώματος φάνηκε να επιδρά στην ανάπτυξη των φυτών (Πιν. 35), και τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος είχαν τη μεγαλύτερη αύξηση κόμης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 35 : Διάμετρος των φυτών *Origanum aureum* στις 30/9/2015

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	40,8 b	41,1 b	41,0 b
Έδαφος	48,4 a	48,6 a	48,5 a
Μ.Ο παραγόντων	44,6 a	44,9 a	

$F_{ΥΠ}=18,76 *$

$F_{ΑΡΔ}= 0,03 NS$

$F_{ΥΠ \times ΑΡΔ} = 0,0006 NS$

$LSD= -4,9$

Παρατηρώντας την ανάπτυξη της κόμης των φυτών *O. aureum*, από την εγκατάσταση του πειράματος μέχρι το τέλος αυτού, διαπιστώνεται επίδραση του είδους του υποστρώματος (Πιν. 36), ήτοι το υπόστρωμα με έδαφος έδωσε μεγαλύτερης κόμης φυτά (Σχήμα 5, Εικ. 25, 26, 27, 28).

Πίνακας 36 : Μεταβολή διαμέτρου κόμης των φυτών *Origanum aureum* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Μεταβολή διαμέτρου ΣΕΠΤ-ΝΟΕΜ (cm)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	35,3 b	35,7 b	35,5 b
Έδαφος	43,7 a	43,8 a	43,8 a
Μ.Ο παραγόντων	39,5 a	39,8 a	

$F_{ΥΠ}= 21.9 *$

$F_{ΑΡΔ}= 0.03 NS$

$F_{ΥΠ \times ΑΡΔ} = 0.01 NS$

$LSD= -5.05$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 5. Ρυθμός ανάπτυξης διαμέτρου του είδους *Origanum aureum* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Κ:Καυτερή ρίγανη, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση



Εικόνα 25. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Εικόνα 26. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)



Εικόνα 27. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Εικόνα 28. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

3.2.3 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Σ' ότι αφορά το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *O. aureum* δεν παρατηρήθηκε επίδραση παραγόντων (Πιν. 37), παρ' ότι υπήρξε η τάση τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος να έχουν υψηλότερες τιμές νωπού βάρους κόμης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας. 37: Νωπό Βάρος υπέργειου τμήματος φυτών *Origanum aureum* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Νωπό Βάρος (g)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	76,7 a	75,45 a	76,07 a
Έδαφος	79,8 a	89 a	84,4 a
Μ.Ο παραγόντων	78,26 a	82,2 a	

F_{ΥΠ}= 1.9 NS

F_{ΑΡΔ}= 0.4 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 0.74 NS

LSD= -17.23

3.2.4 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού

Σ' ότι αφορά το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *O. aureum* διαπιστώθηκε επίδραση του παράγοντα είδος υποστρώματος (Πιν. 38). Φάνηκε ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος έδωσαν τις μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους κόμης.

Πίνακας. 38: Ξηρό Βάρος υπέργειου τμήματος φυτών *Origanum aureum* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Ξηρό Βάρος (g)			
Υπόστρωμα \ Άρδευση	Κανονική	Αραιή	Μ.Ο παραγόντων
Χωρίς Έδαφος	32,2 ab	30,07 b	31,2 b
Έδαφος	33,6 ab	38,6 a	36,1 a
Μ.Ο παραγόντων	32,9 a	34,3 a	

F_{ΥΠ}= 4.6 *

F_{ΑΡΔ}= 0.35 NS

F_{ΥΠ x ΑΡΔ} = 2.47 NS

LSD= -6.5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.3 Χημικές ιδιότητες υποστρωμάτων

3.3.1 Προσδιορισμός pH και EC

Οι μετρήσεις του pH (εκχύλισμα αναλογία 1:5) έδειξαν ότι τα μίγματα που χρησιμοποιήθηκαν ως υπόστρωμα στο πείραμα ήταν ελαφρώς αλκαλικά (Πιν. 39). Ελαφρώς υψηλότερο pH παρουσίασε το υπόστρωμα με έδαφος στην αρχή του πειράματος, ενώ στο τέλος τα υποστρώματα είχαν ίδιο pH.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των μιγμάτων, στην αρχή του πειράματος, ήταν υψηλότερη και μειώθηκε στο τέλος του πειράματος. Το υπόστρωμα χωρίς έδαφος είχε υψηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα στην αρχή του πειράματος (Πιν.39).

Πίνακας 39: pH και EC($\mu\text{S cm}^{-1}$) υποστρωμάτων σε εκχύλισμα αναλογίας 1:5, όπου EC (μs): ηλεκτρική αγωγιμότητα στην αρχή του πειράματος, EC* (μs): ηλεκτρική αγωγιμότητα στο τέλος του πειράματος, pH: στην αρχή του πειράματος, pH*: στο τέλος του πειράματος

Υπόστρωμα	EC (μs)	pH	EC* (μs)	pH*
Έδαφος (3Κ:3Π:2Ε:2ΕΛ)	267	7.58	221	7.46
Χωρίς Έδαφος (3Κ:3Π:4ΕΛ)	352	7.48	195	7.48

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα φυτά *T. citriodorus* παρουσίασαν την μεγαλύτερη αύξηση του ύψους κατά την διάρκεια του πέμπτου με δέκατου μήνα της καλλιέργειας τους (Μάρτιο με Αυγουστο). Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, διακρίνεται η τάση τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος να αναπτύσσονται πιο πολύ από εκείνα που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Σχήμα 2), ενώ η υδατική καταπόνηση που εφαρμόστηκε από τον μήνα Μάιο, δεν επηρέασε το ύψος των φυτών.

Η μείωση του ύψους των φυτών που παρουσιάστηκε τον τελευταίο μήνα του πειράματος οφείλεται στην πτώση των ταξιανθίων που βρίσκονται στο ανώτατο τμήμα του φυτού (Πιν.12).

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα, από την εγκατάσταση του πειράματος μέχρι το τέλος αυτού, διαπιστώνεται ότι το ύψος των φυτών, δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (του υποστρώματος ή της άρδευσης) (Πιν 13), παρ' ότι διακρίνεται η τάση τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος να αναπτύσσονται πιο πολύ από εκείνα που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Σχήμα 2). Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στα ξηροφυτικά είδη *C. sneorum*, σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από Parafotiu *et al.*, (2013), όπου και χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι τύποι υποστρωμάτων.

Όσο αφορά την διάμετρο της κόμης των φυτών *T. citriodorus*, μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια του πέμπτου με δέκατου μήνα της καλλιέργειας τους (Σχ. 3). Η γρήγορη ανάπτυξη του φυτού πλευρικά είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι καλύπτοντας την επιφάνεια του εδάφους περιορίζεται η εξάτμιση του νερού από το έδαφος και έτσι αξιοποιούν καλύτερα τα φυτά το διαθέσιμο νερό (Wolf *et al.*, 2008).

Κατά τους πέντε πρώτους μήνες της ανάπτυξης των φυτών η διάμετρος της κόμης, δεν επηρεάστηκε από το είδος του υποστρώματος, ενώ κατά τον έκτο μήνα, (Απρίλιο), επηρεάστηκε σημαντικά (Πιν. 14). Φάνηκε όμως ότι το υπόστρωμα με έδαφος σε όλες τις ημερομηνίες μέτρησης έδωσε μεγαλύτερης κόμης φυτά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο παράγοντας της άρδευσης, που ξεκίνησε τον μήνα Μάιο, δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην μεταβολή της διαμέτρου (Σχ. 3). Ενώ το είδος του υποστρώματος για τους μήνες Μάιο έως Ιούλιο, καθώς και Σεπτέμβριο, επηρέασε την αύξηση της διαμέτρου των φυτών (Πιν. 15, 16, 17, 18, 19).

Η μείωση της αύξησης της διαμέτρου της κόμης που παρατηρήθηκε τον Άγουστο οφείλεται στην πτώση των ταξιανθίων (Πιν. 18, Εικ. 29, 30).



Εικόνα 29: Ανθισμένες ταξιανθίες των φυτών *T. Citriodorus*, το μήνα Μάιο.



Εικόνα 30: Ξηράνσεις των ταξιανθίων των φυτών *T. Citriodorus*, το μήνα Άγουστο.

Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, τα φυτά *T.citriodorus* που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος είχαν την μεγαλύτερη αύξηση διαμέτρου ανεξαρτήτως άρδευσης (Πιν. 20).

Επίσης, η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές νωπού και ξηρού βάρους στα φυτά *T. Citriodorus*, ανεξαρτήτως της συχνότητας άρδευσης (Πιν. 21, 22). Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν

σε ανάλογο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο ξηροφυτικό είδος *Convolvulus cneorum* L. από Tassoula *et al.*, (2015), όπου και χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι τύποι υποστρωμάτων.

Τα φυτά *O. aureum* παρουσίασαν την μεγαλύτερη αύξηση του ύψους κατά τους μήνες Απρίλιο με Ιούλιο. Η παρουσία εδάφους ευνοεί την ανάπτυξη του ύψους των φυτών τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούλιο (Πιν. 23, 24, 26), ενώ τον Φεβρουάριο μεγαλύτερη ανάπτυξη παρουσίασαν τα φυτά σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Πιν. 23).

Ο παράγοντας της άρδευσης, επηρέασε το ύψος των φυτών *O. aureum*, μόνο τον ένατο μήνα ανάπτυξης (Ιούλιο), όπου η αραιή συχνότητα άρδευσης και η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα, έδωσε τα υψηλότερα φυτά (Πιν. 26).

Η μείωση του ύψους των φυτών που παρουσιάστηκε τον τελευταίο μήνα του πειράματος (Πιν. 28), οφείλεται στην ξήρανση των ταξιανθιών που βρίσκονται στο ανώτατο τμήμα του φυτού (Εικ. 29, 30).

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, η παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα ευνόησε το ύψος των φυτών (Σχ. 4), ενώ η υδατική καταπόνηση που εφαρμόστηκε από τον μήνα Μάιο, δεν επηρέασε το ύψος των φυτών.

Όσο αφορά την διάμετρο της κόμης των φυτών *O. aureum*, μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια του τέταρτου με ένατου μήνα της καλλιέργειας τους (Φεβρουάριος-Ιούλιος) (Σχ. 5). Ο ρυθμός ανάπτυξης της διαμέτρου ενός φυτού, είναι ένας σημαντικό χαρακτηριστικό για την καταλληλότητά του για χρήση σε εκτεταμένες πράσινες στέγες, όπου η γρήγορη εδαφοκάλυψη είναι επιθυμητή (Molineux *et al.*, 2009).

Κατά την περίοδο 2 Νοεμβρίου 2014 με 30 Απριλίου 2015, η διάμετρος της κόμης των φυτών *O. aureum* επηρεάστηκε σημαντικά από το είδος του υποστρώματος (Πιν. 30). Το υπόστρωμα με έδαφος σε όλες τις ημερομηνίες μέτρησης, εκτός από τον πρώτο μήνα ανάπτυξης των φυτών (Νοέμβριο), έδωσε μεγαλύτερης διαμέτρου φυτά.

Από την 1η Μαΐου έως και το τέλος του πειράματος προστέθηκε ο παράγοντας της συχνότητας άρδευσης, ξεκίνησε δηλαδή η υδατική καταπόνηση. Κατά την περίοδο εφαρμογής της, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με έδαφος και αρδεύονταν αραιά είχαν την μεγαλύτερη

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

ανάπτυξη κόμης (Πιν. 31, 32, 33, 35), εκτός από τον μήνα του Αυγούστου (Πιν. 34), όπου μεγαλύτερη ανάπτυξη είχαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και αρδεύονταν κανονικά. Σε όλες τις περιπτώσεις ο παράγοντας που επηρεάζει την αύξηση της κόμης των φυτών φαίνεται να είναι το είδος του υποστρώματος και όχι η άρδευση.

Η μείωση της αύξησης της κόμης των φυτών *O. aureum* που παρατηρήθηκε τον Άυγουστο (Πιν. 34, Εικ. 32) πιθανόν να οφείλεται στην πτώση των ταξιανθίων.



Εικόνα 31: Ανθισμένες ταξιανθίες των φυτών *O. aureum*, το μήνα Μάιο.



Εικόνα 32: Ξηράνσεις των ταξιανθίων των φυτών *O. aureum*, τον μήνα Άυγουστο (α) και Σεπτέμβριο (β).

Καθ' όλη λοιπόν τη διάρκεια του πειράματος η μεταβολή της κόμης των φυτών *O. aureum*, επηρεάστηκε από το είδος του υποστρώματος, και όχι από τη συχνότητα άρδευσης (Πιν. 36), με το εδαφικό υπόστρωμα να δίνει μεγαλύτερη κόμη (Σχήμα 5).

Σε όλες τις επεμβάσεις, αναπτύχθηκαν φυτά πολύ ικανοποιητικά σε μέγεθος, τα οποία κάλυπταν την επιφάνεια των κιβωτίων, ενώ η διάμετρος τους πλησίασε αρκετά σε μέγεθος τα φυτά που αναπτύσσονται στη φύση (Blamey and Grey-Wilson, 1988). Η διάμετρος του φυτού αναγνωρίζεται ευρέως ως ένας σημαντικός δείκτης της επιτυχούς ανάπτυξης των φυτών σε ένα φυτοδώμα (Molineux *et al.*, 2009). Ωστόσο, θα πρέπει και το ύψος να λαμβάνεται υπόψη, καθώς τα ψηλά φυτά, όπως τα φυτά μεγάλης διαμέτρου, μπορεί να είναι αποτελεσματικά στον περιορισμό της απορροής του νερού στις πράσινες στέγες (Nagase and Dunnett, 2012, Whittinghill *et al.*, 2015).

Μεγαλύτερες τιμές νωπού και ξηρού βάρους έδωσαν τα φυτά *O. aureum*, που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα παρουσία εδάφους, ανεξαρτήτως της συχνότητας άρδευσης (Πιν. 37, 38). Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν σε ανάλογο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο ξηροφυτικό είδος *Convolvulus cheorum* L. από Parafotiou *et al.*, (2015), όπου και χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι τύποι υποστρωμάτων.

Στην παρούσα μελέτη, οι μετρήσεις του pH και της EC έγιναν στα αρχικά και τελικά δείγματα του υποστρώματος που χρησιμοποιήθηκαν για καλλιέργεια και οι τιμές τους δεν ήταν ικανοποιητικές.

Τα αποτελέσματα του pH έδειξαν ότι τα μίγματα που χρησιμοποιήθηκαν ως υπόστρωμα στο πείραμα ήταν ελαφρώς αλκαλικά (Πιν. 39) και δεν διέφεραν πολύ μεταξύ τους. Το pH των υποστρωμάτων παρέμεινε σταθερό στην αρχή και στο τέλος του πειράματος, οπότε η επίδραση του pH στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών δεν θεωρείται πιθανή.

Η σχετικά υψηλότερη τιμή της EC, του υποστρώματος χωρίς έδαφος (Πιν. 39) πιθανόν να περιορίσει την ανάπτυξη των φυτών κατά τη διάρκεια των πρώτων μηνών της καλλιέργειας. Οι βροχοπτώσεις πιθανόν να προκάλεσαν απόπλυση των διαλυτών αλάτων του υποστρώματος χωρίς έδαφος μειώνοντας έτσι την τιμή της EC του (Parafotiou *et al.*, 2005), η οποία στο τέλος του πειράματος ήταν παρόμοια με αυτή του υποστρώματος με έδαφος (Πιν.39).

Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι στο τέλος του πειράματος, τα φυτά υπό αραιή άρδευση έχουν παρόμοια ανάπτυξη ύψους και διαμέτρου και στους δύο τύπους υποστρώματος (Σχ. 2,3,4,5). Σε συμφωνία με προηγούμενες

μελέτες που πραγματοποιήθηκαν με μεσογειακά ξηροφυτικά είδη (*xerophytes*), καλλιεργούμενα σε ρηχά υποστρώματα σε φυτοδώματα (Parafotiou *et al.*, 2013, Νεκτάριος *et al.*, 2011), η περιορισμένη άρδευση κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου δεν οδήγησε σε σημαντική μείωση της ανάπτυξης του φυτού. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι οι ρίζες ήταν σε θέση να αντλήσουν άμεσα νερό από το στρώμα αποστράγγισης και το στρώμα κατακράτησης υγρασίας, ενώ φαίνεται ότι η υγρασία του υποστρώματος δεν είχε μεγάλη επιρροή στην ανάπτυξη των φυτών. Προφανώς, αυτό είναι προτέρημα της χρήσης αυτού του τύπου υποδομής σε φυτοδώματα, επειδή κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση ενός μεγάλου ποσού των αποστραγγισμένων νερών από τα φυτά, παίζοντας σημαντικό ρόλο στη ποσότητα του νερού που διατίθεται για τα φυτά, ιδιαίτερα στα ρηχά υποστρώματα (Savi *et al.*, 2013).

Οι εκτατικού τύπου πράσινες στέγες μπορούν να θεωρηθούν μια αποδεδειγμένη τεχνολογία σε εύκρατα ή τροπικά κλίματα, αλλά και σε περιοχές με ζεστό και ξηρό κλίμα, όλο το χρόνο ή εποχιακά, όπως στη Μεσόγειο. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να καθοριστούν παράμετροι υποστρώματος, καθώς και είδη φυτών που μπορούν να επιβιώσουν σε περιόδους υψηλής θερμοκρασίας με ελάχιστη άρδευση (Schweitzer and Erell, 2014).

Συμπερασματικά τα αρωματικά είδη *O. aureum* και το *T. citriodorus*, αναπτύχθηκαν επιτυχώς σε συνθήκες φυτοδώματος. Είναι φυτά κατάλληλα για αστικά κέντρα λόγω της αισθητικής αξίας των ανθέων του πλούσιου φυλλώματος και της επιτυχούς ανάπτυξης σε υπόστρωμα μικρού βάθους, απουσία εδάφους και υπό περιορισμένη άρδευση.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, παρουσία και μη εδάφους, καθώς και κανονικής και αραιής συχνότητας άρδευσης ως προς την ανάπτυξη των φυτών. Ως εκ τούτου προτίνεται η χρήση μη εδαφικού υποστρώματος υπό αραιή άρδευση ώστε να υπάρχει μείωση της κατανάλωσης νερού και του βάρους της κατασκευής, ιδιότητες ιδιαίτερα σημαντικές για κατασκευή φυτοδωμάτων παλαιών κτιρίων, όπου το βάρος του φυτοδώματος αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Επίσης η χρήση αυτών των φυτών (Μεσογειακών ειδών) και η ένταξή τους σε αστικά φυτοδώματα,

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

συμβάλλει στην διατήρηση του τοπικού χαρακτήρα και στην βιοποικιλότητα της περιοχής. Ως εκ τούτου σαν μη επεκτατικά είδη θα μπορούσαν να εισαχθούν σε πράσινες στέγες της Μεσογείου καθώς και σε άλλες περιοχές με μεσογειακό κλίμα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. S. Shalaby and A. M. Razin 1992, Dense Cultivation and Fertilization for Higher Yield of Thyme (*Thymus vulgaris* L.), Journal of Agronomy and Crop Science, [Volume 168, Issue 4](#), pages 243–248, May 1992.

Atlas, R.M. and Bartha, R. (1993). Microbial Ecology. Fundamentals and Applications. The Benjamin/cummings publishing company INC.

Appl R. (2006). Expanding the range of green roof pplocations through innovative technical solutions. In Proc. Of 4th North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities, Boston, MA.

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.

Beata Krol, Anna Kieltyka-Dadasiewicz, 2014. YIELD AND HERB QUALITY OF THYME (*Thymus vulgaris* L.) DEPENDING ON HARVEST TIME, Turkish Journal of Field Crops 2015, 20(1), 78-84.

Benvenuti, S. and D. Bacci. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated.

Berardi, U., A.H. GhaffarianHoseini, and A. GhaffarianHoseini. 2014. State-of-the-artanalysis of the environmental benefits of green roofs. Appl. Energy 115:411–428.

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.

Berge, Bjorn. Trans. F. Henley (2000). Ecology of Building Materials. Architectural Press, Oxford.

Bertran E., Sort X., Soliva M., Trillas I.,(2004). Composting winery waste: sludges and grape stalks. Bioresource Technology 95, pp.203-208.

B. Tisserat . S.F. Vaughn' R. Silman, 2002. Influence of modified oxygen and carbon dioxide atmospheres on mint and thyme plant growth, morphogenesis and secondary metabolism in vitro. Plant Cell Rep (2002) 20:912-916 DOI 10.1007/s00299-00 1-0428-6.

Blamey, M. and C. Grey-Wilson. 1988. Wild flowers of the Mediterranean. Domino Books Ltd., London, UK.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Blanusa, T., M. Madalena Vaz Monteiro, F. Fantozzi, E. Vysini, Y. Li, and R.W.F. Cameron. 2013. Alternatives to Sedum on green roofs: Can broad leaf perennial plants offer better 'cooling service'. *Build. Environ.* 59:99–106.

Brenneisen S., 2006. Space for urban wildlife : Designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habitats* 4: 27-36. (14 August; www.urbanhabitats.org/v04n01/index.html)

Brown Deni, 1995. *Encyclopedia of Herbs & Their Uses*. DK Publishing (Dorling Kindersley)

Brown, Harriet Addams. "Righte Dittany." *The Herbarist*. 1 (1935): 23-27. This inaugural issue of *The Herbarist* discusses dittany of Crete's record as a medicinal plant in various classical texts, nomenclature confusion and the discovery of the earliest painting of the plant.

Brownlie S. (1990). *Roof Gardens; a review*. Urban wildlife now, 7, Nature conservancy Council, Peterborough.

Butler, C. and C.M. Orians. 2011. Sedum cools soil and can improve neighbouring plant performance during water deficit on a green roof. *Ecol. Eng.* 37:1796–1803.

Burrage, Anne. "Dittany Redivivus." *The Herbarist*. 2 (1936): 58-60. Burrage tells the story of the introduction of dittany of Crete to the U.S. by HSA members, with additional anecdotes about *O. microphyllum*.

Cantwell M. and M.S. Reid (1986). Postharvest handling of fresh culinary herbs II. Respiration and ethylene production. *Perishables Handling (Univ. of Calif.)* 60:2-5.

Caudrey D., (2005). *Green Roof Systems. Acknowledging the Potential*. Bachelor of Science, Robert Gordon University.

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., Y. Inbar and Y. hadar, 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. *Soil Science*, 145 (4).

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.

Coffman RR. Davis G., 2005. Insect and avian fauna presence on the ford assembly plant ecoroof. Paper presented at the Third Annual Greening

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show; 4-6 May 2005, Washington, DC.

Compost Council (1996). Field Guide to compost use.

Cook-Patton, S.C. and T.L. Bauerle. 2012. Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review. *J. Environ. Manage.* 106:85–92.

C. Robinson-Bax and R.T.V Fox (2002). Root rots of herbaceous plants caused by *Armillaria mellea*. *Mycologist*, 16, pp 21-22doi:10.1017/S0269915X0200616X

Cronquist, A., 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. The New York Botanical Garden, New York, USA.

Dambrauskiene, E., P. Viskelis. R. Venskutonis. 1999. Effect of nitrogen fertilizers on the yield of first year thyme and its quality. *Scientific Works*, 18: 107–112.

Davis, K. (2002). *Green Roof Inventory: Preface Report*. Report prepared for the Greater Vancouver Regional District.

Dewey, D., Johnson, P. and Kjeldgren, R. (2004). Species composition changes in a rooftop grass and wildflower meadow. *Native Plants* 5, 56-65.

De Rougemont, G.M. 1989. *A field guide to the crops of Britain and Europe*,. London: Collins.

Diaz, M.J., Madejon, E., Ariza., J., Lopez, R. and Cabrera, F. (2002). Composting of beat vinasse and grape marc in windrows and static pile systems. *Compost Science & Utilization* 10(3), 258-269.

Driemeier-kreimeier, 1989. Rooting process in different species of thyme (*Thymus spp.*), R.; Barros, I. B. I. Departamento de Horticultura e Silvicultura.

Dunnett N. and N. Kingsbury (2003). Up on the roof. *Landscape Design*, No 321, p. 35-38.

Dunnett N. and N. Kingsbury (2004). *Planning green roof and living walls*. Timber Press, Inc., Portland, Ore.

Dunnett N. and N. Kingsbury (2008). *Planting green roofs and living walls*. Timber Press, INC. Portland, Oregon, pp. 328.

Dunnett, N. and A. Nagase. 2010. The relationship between percentage of organic matter in substrate and plant growth in extensive green roofs. *Landsc. Urban Plan.* 103(2):230–236.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Dvorak, B. and A. Volder. 2010. Green roof vegetation for North American ecoregions: A literature review. *Landsc. Urban Plan.* 96 (4):197–213.

Eumorfopoulou E., Aravantinos D., 1998. The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece, *Energy and Buildings*, Volume 27, 1998, p. 29-36

Effler, A. (2003). Project Green Roof. Green House Alternative. University of Vermont, SNR 206.

English Natural Research Reports (2003). Green roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. Report Number 498, EcoScenes Ltd.

Epstein, E.(1997). The science of composting. CRC Press,United States of America, pp. 1-17.

Farrell, C., C. Szota, N.G.S. Williams, and S.K. Arndt. 2013. High water users can be drought tolerant: Using physiological traits for green roof plant selection. *Plant Soil* 372:177–193.

F. Elezi , F. Plaku , A. Ibraliu , G. Stefkov , M. Karapandzova , S.Kulevanova , S. Aliu, (2013). Genetic variation of oregano (*Origanum vulgare* L.) for etheric oil in Albania. Vol.4, No.9, 449-454 (2013) *Agricultural Sciences*.

Filippi C., S. Bedini, R. Levi-Minzi, R. Cardelli and A. Saviozzi, 2002. Composting of olive oil mill byproducts:chemical and microbiological evaluations. *Compost Science & Utilization*, 10 (1):63-71.

Finstein, M.S. and Morris, M.L(1975). Microbiology of Municipal SolidWaste Composting. *Adv. Appl Microbial* 19, 113-151.

FLL(1995). Guidelines for the planning, execution and upkeep of green-roofs sites with methods to be employed when investigating vegetation substrates and aggregate-type drainage materials used at roof-greening sites and procedure for investigating resistance to roof penetration at green roof sites. *Forschungsgesellschaft landschaftentwicklung e.V.*, The Landscaping and Landscape Development Research Society.

FLL.(2002). Guideline for the planning, execution and upkeep of green roof sites. *Forschungsgesellschaft landschaftentwicklung e.V.*

Gedge D., Kadas G., 2004. Bugs, bees and spiders: Green roof design for rare invertebrates. Paper presented at the Second Annual Greening

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show; 2-4 June 2004, Portland, Oregon.

Getter K.L. and Rowe (2006). The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development. *HortScience* 41(5):1276-1285.

Green Roofs For Healthy Cities. (2008). Green Roof Plants and Growing Medium 401. Participants Manual, pp 101.

Golueke C.G 1977. Biological reclamation of solid wastes. Rodale Press.

Gorodecki B. and Y. Hadar, 1990. Suppression of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in container media containing composted separated cattle manure and composted grape marc. *Crop Protection*, 9, 271-274.

Harold B. Gotaas, (1956). Composting: sanitary disposal and reclamation of organic wastes. World Health Organization.

Handbook of herbs and spices - K. V. Peter - Βιβλία Google.htm

Hanelt, Peter, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Eds.), 2001. Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops

Huxley. A. The New RHS Dictionary of Gardening. 1992.

Inbar Y., Y. Chen and Y. Hadar, 1991. Carbon-13 CPMAS NMR and FTIR spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of solid wastes from wineries. *Soil Science*, 152:272-282.

Inbar, Y., Chen, Y. and Hadar, Y. (1986). The use of composted cattle manure and grape marc as peat substitute in horticulture. *Acta Horticulture* 178,147-154.

J. Scott MacIvor & Jeremy Lundholm, 2011. Insect species composition and diversity on intensive green roofs and adjacent level-ground habitats *Urban Ecosyst* (2011) 14:225–241

Johnston, J. and Newton, J. (1993). *Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements*. London, London Ecology Unit.

Kaplan S., J.F. Talbot and R. Kaplan (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. Agreement 23-85-08.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Kaplan R., (1993). The role of nature in the context of the workplace. *Landscape and Urban Planning*, 26 (1993) 193-201. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

Koher, 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 Substraten, *Zeitschrift für Vegetationstechnik* 5, 106-112.

Kotsiris, G., P.A. Nektarios, and A.T. Paraskevopoulou. 2012. *Lavandula angustifolia* growth and physiology is affected by substrate type and depth when grown under Mediterranean semi-intensive green roof conditions. *HortScience* 47:311–317.

Kristin L., Getter and Rowe(2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience* 41(5):1276-1285.

Lassalle F. Wirkung von trockenstreß auf xerophile pflanzen, *Stadt und Grün* 47:437-443.

Lee, K.E., K.J.H. Williams, L.D. Sargent, C. Farrell, and N.S. Williams. 2014. Living roof preference is influenced by plant characteristics and diversity. *Landsc. Urban Plan.* 122:152–159

Mancini E., Senatore F., Del Monte D., De Martino L., Grulova D., Scognamiglio M., Snoussi M. and De Feo V., 2015. Studies on Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Five *Thymus vulgaris* L. Essential Oils

Maksimović, Z., Stojanović, D., Sostaric, I., Dajić, Z., Ristić, M., 2008. Composition and radical-scavenging activity of *Thymus glabrescens* Willd. (Lamiaceae) essential oil. *J. Sci. Food Agriculture* 88, 2036–2041.

Mari I., C. Ehaliotis, M. Kotsou, I. Chatzipavlidis and D. Georgakakis, 2005. Use of sulfur to control pH composts derived from olive processing byproducts. *Compost Science & Utilization*, 13(4):281-287.

Molineux, C.J., C.H. Fentiman, and A.C. Gange. 2009. Characterising alternative recycled waste materials for use as green roof growing media in the U.K. *Ecol. Eng.* 35:1507–1513.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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.

Nagase, A. and N. Dunnett. 2012. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. *Landsc. Urban Plan.* 104:356–363.

Nektarios P., p. Tsiotsiopoulos, and I.Chronopoulos (2004). Comparison of Different Roof Garden Substrates and their Impact on Plant Growth. *Acta Hort* no 643.

Nektarios, P.A., I. Amountzias, I. Kokkinou, and N. Ntoulas. 2011. Green roof substrate type and depth affect the growth of the native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *HortScience* 46:1208–1216.

Ngan, G. (2004). *Green Roof Policies: Tools for Encouraging Sustainable Design*. Landscape Architecture Canada Foundation.

Oberlander H.C., E. Whitelaw and E.Matzuzaki (2002). Introduction manual for greening roofs, Technology directorate. Public works and Government services, Canada.

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffmen, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Kohler, M., Liu K.K.Y, and Rowe, B. (2007). *Green Roofs As Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions and Services*, *BioScience* 57, 823-833.

Osdmundson, T. (1999). *Roof gardens: History, design and construction*. W.W. Norton & Company, N.Y.

Pank, Friedrich et al. “Combining Ability of *Origanum majorana* L. Strains – Agronomical Traits and Essential Oil Content: Results of the Field Experiment Series in 1999.” *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 9(2/3) (2002): 31-37. Traits evaluated include anther status, plant height, resistance to lodging, parasitic attack, precocity, yield and proportion of leaf-flower fraction, essential oil content and regrowth following initial harvest.

Papafotiou, M., N. Pergialioti, L. Tassoula, I. Massas, and G. Kargas. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *HortScience* 48:1327–1333.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Papafotiou, M., N. Pergialioti, E.A. Papanastassatos, L. Tassoula, I. Massas, and G. Kargas. 2012. Effect of substrate type and depth and the irrigation frequency on growth of semiwoody Mediterranean species in green roofs. *Acta Hort.* 990:481–486.

Papafotiou M., Pergialioti N., Tassoula L., Massas I., Kargas G., (2013),. Growth of Native Aromatic Xerophytes in an Extensive Mediterranean Green Roof as Affected by Substrate Type and Depth and Irrigation Frequency. *HortScience* 48(10):1327-1333.2013.

Papafotiou, M., E.A. Papanastassatos, I. Massas, and I. Chatzipavlidis. 2011a. Effect of three composts from agroindustrial wastes and inorganic fertilization on nutrition of *Codiaeum variegatum* [in Greek]. *Proc. Hellenic Soc. Hort. Sci.* 14(b):437–442.

Papafotiou, M., N. Pergialioti, I. Massas, and I. Chatzipavlidis. 2011b. Combined effect of inorganic fertilization and various composts from agroindustrial wastes on *Ficus benjamina* growth [in Greek]. *Proc. Hellenic Soc. Hort. Sci.* 14(b):443–448.

Peck S.W., Callaghan, C., Kuhn M.E. and Bass, B. (1999). *Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in Canada* Montpage and Housing Corporation. Ottawa, Canada.

Peck S. and M. Kuhn (2001). *Design guidelines for green roofs*. Canada Montgaga and Housing Corporation, Ottawa, Ontario. <http://www.cmhc-schl.gc.ca>.

Peck S.(2003). Towards and integrated green roof infrastructure evaluation for Toronto. *Green Roofs Infrastruct. Monitoring.* 5(1): 4-5.

Pope C.A., D.V Bates and M.E.Raizenne (1995). Health effects of particulate air pollution: time for reassessment? *Environ. Health Perspect.* 103:472-480.

Reis, M., Inacio, 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.

Rey, C. 1992. Selection of thyme for extreme areas (of Switzerland). *Acta Horticultural*, 306: 66–70.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Rey C., Carron C.-A., Cottagnoud A., Schweizer N., Bruttin B. & Carlen C., 2004. Nouveaux hybrides de thym vulgaire. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 36 (5), 297–301.

Santos, M., F. Dianez, M. Gonzalez del Valle and Tello, J. (2008). Grape marc compost: microbial studies and suppression of soil-born mycosis in vegetable seedlings. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24(8), 1493-1505.

Savi, T., S. Andri, and A. Nardini. 2013. Impact of different green roof layering on plant water status and drought survival. *Ecol. Eng.* 57:188–196.

Scrivens, S. 1990. Urban landscape and roof gardens, p. 131–151. In: B. Clouston (ed.). *Landscape design with plants*. 2nd ed. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, UK.

Shazia Shabnum et Muzafar G. Wagay, 2011. Essential Oil Composition of *Thymus Vulgaris L.* and their Uses, *Journal of Research & Development*, Vol. 11 (2011).

Scholz-Barth, K. (2001). Green roofs: Stormwater management from the top to down. *Environmental Design and Construction*.

Siminis H.I and V.I. Manios, 1990. Mixing peat with MSW compost. *Biocycle Nov.*, 60-61.

Smith, S. R. and Hall, J. E. (1992). Results of Experimental Work on Compost and their Quality in Relation to Plant Growth and Environmental Standards, in *Composting and Compost Quality ASSURANCE CRITERIA* (ED. D.v. Jackson, J.-M. Merillot and P.L. Hermite). Commission of the European Communities.

Solomon N., (2003). Vegetation system atop buildings yield multiple environment benefits. *Architectural Record*, 191 (3): 149-152.

Stahl-Biskup, E., Saez, F., 2002. *Thyme, the Genus Thymus*. Taylor and Francis, London, 331.

Schweitzer, O. and E. Erell. 2014. Evaluation of the energy performance and irrigation requirements of extensive green roofs in a water-scarce Mediterranean climate. *Energy Build.* 68:25–32.

Theodosiou, T.G. 2003. Summer period analysis of the performance of planted roof as a passive cooling technique. *Energy Build.* 35(9):909–917.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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 specie, hybrids and cultivars of Origanum (Lamiaceae) cultivated in the United States, Washington, Oryx Press. Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Environmental Design Research Association, Washington, D.C. EDRA, pp.115-122.

Ulbricht, C., Basch, E., Hammerness, P., Bevins, D., Sollars, D., 2004. Thymus citriodorus. Journal of Herbal Pharmacotherapy, Vol. 4(1) 2004.

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 Pro.

VanWoert N. D., D. B. Row, J. A. Andresen, C. L. Rugh and L. Xiao, (2005). Watering regime and green roof substrate design affect Sedum plant growth. HortScience. <http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx>.

Vanuytrecht, E., C.Van Mechelen, K.Van Meerbeek, P. Willems, M.Hermy, and D. Raes. 2014. Runoff and vegetation stress of green roofs under different climate change scenarios. Landsc.Urban Plan. 122:68–77.

Velasquez L.S. (2005). Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millennium. Environmental Quality Management 14(4), 73-85.

Wang Y.T. and T.M. Blessington, 1990. Growth and interior performance of Poinsettia in media containing composted cotton burrs. HortScience 25: 407-408.

Waksman S. A., T. C. Cordon and N. HULPOI, 1939. Influence of temperature upon the microbiological population and decomposition processing composting of stable manures. Soil Science: 47, 83-113.

Webster, Helen Noyes. "Notes on the Marjorams." The Herbarist. 14 (1948): 19-22. Discusses the history, cultivation and appearance of wild and sweet marjoram and other origanums. Nomenclature is pre-letsvaart.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Weissbart J., Lammert B., Groschupp C. and Wintringham C., (2002). Stickstoffverfügbarkeit von Komposten im Okolanbdbau. ITADA, Abschlussbericht des Projects 1.2.1.

Whittinghill, L.J., D.B. Rowe, J.A. Andresen, and B.M. Cregg. 2015. Comparison of stormwater runoff from Sedum, native prairie, and vegetable producing green roofs. *Urban Ecosyst.* 18:13–29.

Wilkinson Sara J., (2009). Green roof retrofit potential in the central business district. Research paper. Emerald Group Publishing Limited.

Yannick, S.B.(2009). Mitigating the urban heat island effect with an intensive green roof during summer in Reading, UK. University of Reading.

Yok Tan P. and Sia, (2005). A pilot green roof research project in Singapore, p. 399-415. In Proc. Of 3rd North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities, Washington, DC. 4-6 May 2005. The Cardinal Group, Toronto.

Zaidi, M. A., Crow, S. A., 2005. Biologically active traditional medicinal herbs from Balochistan. *J Ethnopharmacol.* 96. 331-334.

Αραβαντίνος Δ., Αικ. Ευμορφοπούλου (2006). Φυτεμένα δώματα. Κτίριο, τεύχος Ιουνίου, σελ 87-113.

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.1-69.

Β. Ηλιόπουλος, Μελέτη της επίδρασης του ερυθρού οίνου και του αιθέριου ελαίου του θυμαριού στην μικροβιακή χλωρίδα του κρέατος σε διαφορετικές συνθήκες συντήρησης, Αθήνα 2010.

Γερόσταθος, Κ., Κωστάκης, Γ. (1993). Αερόβια Χώνευση Οργανικών Στερεών Αποβλήτων. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, σελ. 1-69.

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. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ.

Ευμορφοπούλου Α., (1992). Οι κήποι στα δώματα των κτιρίων , η συμβολή τους στο οικοσύστημα των αστικών κέντρων , οι κατασκευαστικές

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

λύσεις και δυνατότητες εφαρμογής στον Ελληνικό χώρο. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ευσταθιάδης, Θ. (1987). Θερμοκήπια Στοιχεία κατασκευής, λειτουργίας και καλλιέργειας. Ελδ Αγροτεχνική, Αθήνα, σελ.169-178.

Ενναλακτικές Μορφές Απασχόλησης Συνεχιζόμενη Κατάρτιση στις Αγροτικές περιοχές. (2006). Βιολογική Γεωργία. Ιστορική Αναδρομή, Θεσμικό πλαίσιο, Βασικές έννοιες.

Ζαχαροπούλου Α.(2004). Μελέτη των μεθοδολογιών ανάπτυξης φυτοκάλλυψης σε δώματα και εφαρμογές στο σχεδιασμό τους, Μεταπτυχιακή Μελέτη, τμήμα Φυτικής Παραγωγής, εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Γ.Π.Α.

Ιωαννίδου Κ., (2013).Τεχνική περιγραφή φυτεμένου δώματος, Ενεργειακή Αναβάθμιση 5 Δημοτικών Κτιρίων

Κάσσιος Κ. (2005). Ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις κομποστοποίησης φυτικών και ζωικών αποβλήτων- Εξοπλισμός. (ΠΑΕ Περιβάλλον, Ανακύκλωση, Ενέργεια).

Καλογεράκης Σ. (2010). Μεταβολή βάρους και όγκου φυτικών υπολειμμάτων κατά την κομποστοποίησή τους. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.

Καλτσίκης, Π. (1997). Απλά πειραματικά σχέδια. Εδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 63-64.

Κανακόπουλος Δ., (2005). Ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις ανακύκλωσης ελαστικών. HELECO '05, ΤΕΕ..

Κουτσός, Θ. Β. (2006). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά: βοτανική ταξινόμηση, οικολογία, καλλιεργητικές οδηγίες χρήσεις. Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ. 223-226, 258.

Κυρίσης, Σ. και Μαυρογιαννόπουλος, Γ. (1996). Θερμοκήπια. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, σελ. 62-71.

ΛΑΒΑ Μεταλλευτική και Λατομική ΑΕ. Όμιλος Εταιριών ΗΡΑΚΛΗΣ.

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.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Μάνιος, Θ. (2003). Χουμποποίηση οργανικών υπολειμμάτων. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Ηράκλειο.

Μιχαλακάκη, Μ. (2007). Τα φυτεμένα δώματα και η συμβολή τους στον αστικό χώρο, Περιοδικό Monumenta 01.

Ολύμπιος, Χ. (1994). Στοιχεία γενικής λαχανοκομίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, σελ. 225-244.

Παπαναστασάτος Ε. (2011). Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των *Origanum majorana* και *Santolina chamaecyparissus* σε συνθήκες φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή μελέτη, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου, Γ.Π.Α.

Παπαφωτίου Μ., Ν. Περγιαλιώτη, Ι. Μάσσας και Ι. Χατζιπαυλίδης, (2009). Διερεύνηση της συνεργιστικής δράσης λίπανσης και διαφόρων κομπόστων στην υπέργεια και υπόγεια ανάπτυξη του *Ficus benjamina*. Πρακτικά της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, 24^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο (υπό εκτύπωση).

Περγιαλιώτη Ν. (2008). Διερεύνηση της συνεργιστικής δράσης λίπανσης και διαφόρων κομπόστων στην υπέργεια και υπόγεια ανάπτυξη του *Ficus benjamina*. Πτυχιακή μελέτη, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου, Γ.Π.Α.

Πιερρακέας, Α. (1971). Πολύτιμα βιομηχανικά αρωματικά φυτά. Εκδ. Αγροτικός οίκος, Αθήνα, σελ 46-51, 57-85.

Πουλοβασίλης Α., 1986. Σημειώσεις Γεωργικής Υδραυλικής – Άρδεύσεις Ι. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Γ.Π.Α.

Ποδηματάς, Κ. (2004). Πρακτικές άσκησης βιολογικής γεωργίας, Λάρισα.

Σαρλής, Γ (1991). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, σελ. 73-74.

Σιδηράς Ν. Κ., 1997. Οργανική Λίπανση και Αμειψισπορές. ΔΗΩ, Αθήνα.

Σταθακόπουλος, 2015. Η καλλιέργεια του λεμονοθύμαρου. ΤΕΙ Καβάλας, 2015.

Τασούλα, Λ. (2010). Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Artemisia absinthium* και *Origanum dictamnus* σε συνθήκες φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή μελέτη. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Γ.Π.Α.

Τσογγαράκης Γ., (2005). Πρόταση φυτοκάλυψης δώματος και επιλογή διαστρώσεων σε συνάρτηση με τη βέλτιστη ανάπτυξη χλοοτάπητα και τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από τη χρήση αγροχημικών. Μεταπτυχιακή μελέτη, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Γ.Π.Α.

Χαλβαδάκης, Κ. (1998). Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Σημειώσεις μαθήματος Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.

<http://agris.fao.org>

<http://www.shareasale.com>.

<http://www.richters.com>

6.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 40. Μέσες ημερήσιες τιμές ολικής ακτινοβολίας (KW*m⁻²)

Day	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.162	0.049	0.091	0.078	0.164	0.229	0.288	0.313	0.273	0.312	0.285
2	0.161	0.076	0.082	0.089	0.176	0.225	0.238	0.353	0.340	0.318	0.273
3	0.157	0.100	0.053	0.128	0.193	0.237	0.303	0.346	0.342	0.319	0.266
4	0.132	0.075	0.023	0.093	0.156	0.129	0.327	0.297	0.325	0.308	0.269
5	0.117	0.101	0.108	0.123	0.091	0.132	0.314	0.205	0.337	0.308	0.267
6	0.092	0.074	0.118	0.093	0.093	0.203	0.322	0.245	0.350	0.314	0.254
7	0.027	0.057	0.068	0.135	0.104	0.215	0.315	0.213	0.340	0.220	0.222
8	0.126	0.076	0.106	0.134	0.165	0.154	0.319	0.278	0.358	0.292	0.174
9	0.122	0.028	0.089	0.044	0.092	0.146	0.318	0.308	0.341	0.292	0.217
10	0.119	0.034	0.104	0.056	0.110	0.264	0.336	0.270	0.334	0.172	0.232
11	0.072	0.021	0.052	0.087	0.162	0.257	0.247	0.224	0.264	0.306	0.259
12	0.112	0.099	0.088	0.067	0.159	0.251	0.182	0.328	0.342	0.300	0.190
13	0.052	0.101	0.108	0.029	0.025	0.254	0.318	0.356	0.337	0.252	0.253
14	0.043	0.054	0.109	0.078	0.177	0.225	0.333	0.353	0.329	0.227	0.257
15	0.061	0.032	0.111	0.142	0.168	0.164	0.333	0.349	0.330	0.230	0.252
16	0.102	0.017	0.110	0.109	0.176	0.303	0.286	0.343	0.319	0.295	0.258
17	0.093	0.068	0.071	0.115	0.146	0.274	0.333	0.344	0.342	0.304	0.263
18	0.074	0.095	0.081	0.117	0.196	0.230	0.336	0.256	0.353	0.307	0.263
19	0.125	0.096	0.100	0.168	0.198	0.244	0.310	0.212	0.346	0.301	0.257
20	0.127	0.095	0.165	0.164	0.105	0.189	0.271	0.336	0.348	0.296	0.237
21	0.117	0.102	0.089	0.058	0.219	0.214	0.275	0.338	0.341	0.202	0.074
22	0.019	0.096	0.118	0.048	0.133	0.276	0.197	0.170	0.334	0.228	0.093
23	0.046	0.096	NA	0.132	0.069	0.285	0.334	0.329	0.343	0.183	0.203
24	0.112	0.091	0.048	0.170	0.141	0.253	0.334	0.356	0.330	0.284	0.232
25	0.035	0.035	0.085	0.075	0.041	0.256	0.340	0.316	0.327	0.296	0.228
26	0.026	0.065	0.113	0.072	0.029	0.288	0.265	0.282	0.313	0.296	0.096
27	0.032	0.061	0.052	0.098	0.110	0.264	0.219	0.271	0.311	0.301	0.181
28	0.073	0.075	0.118	0.095	0.151	0.297	0.186	0.312	0.312	0.302	0.221
29	0.044	0.018	0.054		0.079	0.322	0.118	0.268	0.313	0.296	0.148
30	0.075	0.061	0.088		0.207	0.286	0.297	0.278	0.317	0.287	0.221
31		0.031	0.082		0.211		0.345		0.306	0.293	
AVG	0.089	0.067	0.086	0.100	0.137	0.236	0.288	0.295	0.329	0.279	0.222

Πίνακας 41. Μέσες ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας (%)

Day	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sept
1	64.0	87.6	59.5	62.6	76.7	71.4	69.1	47.9	66.5	49.3	52.9
2	67.5	79.7	65.5	64.0	75.6	57.7	68.6	47.0	45.8	49.7	69.5
3	69.3	85.6	84.7	68.3	63.3	61.2	66.3	44.7	49.4	51.8	73.4
4	79.4	88.9	64.1	77.2	61.8	43.7	64.9	42.5	45.9	47.9	65.9
5	82.0	85.1	60.3	75.7	74.2	77.3	56.1	59.9	48.6	45.6	59.4
6	82.4	86.3	55.0	73.3	81.5	74.7	59.3	56.9	44.2	46.1	57.0
7	92.9	88.1	68.3	72.7	82.8	56.6	58.8	69.5	44.3	53.0	59.7
8	87.2	83.2	65.9	71.4	68.7	63.2	57.3	60.6	41.6	52.3	58.6
9	84.3	86.5	77.9	69.3	74.1	64.8	45.6	66.4	59.2	45.7	60.4
10	83.3	94.5	83.8	76.5	74.1	36.3	40.7	66.6	61.3	55.9	59.9
11	83.0	92.1	85.1	64.4	74.2	52.0	58.2	63.8	56.7	58.5	70.1
12	87.5	75.2	55.9	56.0	72.9	59.5	44.6	56.7	47.0	58.5	59.5
13	89.8	76.2	60.7	60.3	82.7	54.7	44.6	43.7	39.0	62.4	56.1
14	83.1	81.3	62.6	69.7	65.9	59.9	51.8	45.5	43.5	66.1	50.7
15	86.5	86.9	68.7	66.6	66.7	57.2	61.1	52.0	44.4	63.9	57.2
16	83.8	90.7	72.8	71.5	65.5	59.8	81.8	52.3	45.3	64.4	55.6
17	86.2	89.4	89.0	64.1	51.9	66.7	75.1	49.4	36.6	54.3	49.1
18	91.1	81.3	84.8	53.0	56.6	46.6	64.1	63.5	32.5	58.4	43.9
19	56.7	84.2	85.1	53.8	63.6	68.9	68.3	62.7	31.4	60.3	45.3
20	55.6	73.9	85.4	45.7	60.1	63.7	65.2	64.5	32.6	58.9	59.3
21	60.1	52.1	86.5	58.1	49.7	62.2	68.8	67.8	31.6	62.3	83.6
22	71.6	67.2	69.9	85.6	73.0	52.9	65.1	71.1	37.0	59.7	87.3
23	71.6	77.1	NA	93.9	87.9	58.1	67.8	61.3	38.3	62.1	79.7
24	69.1	84.7	90.2	85.3	78.9	71.7	57.4	63.6	60.9	53.4	80.5
25	75.6	83.3	80.9	74.0	87.5	72.8	55.8	64.5	64.4	43.3	83.4
26	75.0	74.3	86.4	83.7	93.6	75.7	63.7	50.7	69.1	39.5	85.2
27	89.3	71.7	87.9	83.8	90.7	73.6	73.3	48.9	60.2	38.1	80.9
28	87.6	65.5	79.2	80.2	85.2	65.0	70.0	56.2	60.9	36.8	78.9
29	90.5	73.3	89.8		81.8	57.6	67.6	63.3	61.1	37.7	76.5
30	89.7	78.2	82.9		73.3	69.7	66.4	69.4	55.9	35.1	68.9
31		73.7	77.6		65.9		62.4		58.0	38.4	
AVG	79.2	80.6	78.3	70.0	72.9	61.8	61.9	57.8	48.8	51.9	65.6

Πίνακας 42. Μέσες ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας αέρος (°C)

Day	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14.0	17.4	4.4	18.0	12.5	15.3	18.4	22.1	23.1	31.1	27.2
2	13.2	19.0	4.3	12.4	11.9	14.8	18.1	23.4	26.3	30.7	25.4
3	14.3	16.9	8.4	9.2	15.8	13.6	19.1	24.6	26.2	30.3	26.0
4	16.1	15.3	6.1	11.2	12.6	12.4	19.9	25.7	26.1	30.1	27.1
5	17.9	16.4	3.2	14.9	12.8	14.1	21.1	23.4	26.2	30.3	27.6
6	17.9	14.5	3.5	14.3	16.5	16.8	22.4	24.0	28.1	31.4	28.9
7	16.6	14.2	3.9	11.1	11.4	13.8	24.2	22.3	29.0	30.0	29.0
8	16.2	13.0	5.0	11.1	10.3	9.9	24.0	22.7	29.7	29.1	27.6
9	16.6	11.9	8.5	7.7	10.0	9.3	22.8	21.5	26.8	29.5	25.8
10	16.5	12.9	10.7	3.4	9.9	12.0	21.5	22.2	27.3	27.2	26.0
11	16.1	12.5	9.2	3.2	11.6	12.0	18.8	23.1	28.0	27.3	26.8
12	18.1	12.1	8.4	5.2	10.3	14.0	19.6	25.5	27.4	28.1	26.1
13	15.6	10.7	8.3	7.1	8.9	15.3	20.7	27.0	28.7	27.3	25.4
14	15.4	11.0	8.5	8.0	11.6	15.7	20.1	26.2	28.7	27.3	25.4
15	13.8	13.4	8.5	8.6	11.2	16.5	21.5	26.6	29.0	28.8	24.0
16	17.7	14.8	8.5	7.2	11.6	15.6	19.8	27.3	28.7	28.2	25.0
17	16.9	11.0	10.2	6.6	11.3	17.2	20.0	27.7	29.7	28.8	25.7
18	18.5	10.8	14.7	2.7	9.2	19.4	20.7	24.7	30.0	27.8	26.5
19	17.0	10.6	13.8	4.1	8.2	17.6	20.1	23.3	30.9	28.4	26.7
20	13.9	11.6	14.0	7.0	9.0	14.6	21.2	23.5	29.8	27.8	23.9
21	12.4	9.3	13.5	9.6	9.0	14.2	21.8	24.5	30.9	28.1	20.8
22	11.5	8.7	15.8	11.1	9.5	15.3	22.4	22.1	31.4	27.7	20.9
23	11.1	9.8	NA	13.3	12.2	14.0	21.7	22.4	29.6	26.2	22.9
24	10.4	11.7	10.9	12.3	13.6	14.9	21.2	23.6	27.2	26.3	23.8
25	9.2	12.1	13.2	12.3	11.8	16.7	21.1	24.9	27.0	27.3	23.7
26	11.0	9.5	10.5	11.0	14.3	16.6	20.2	24.7	27.8	27.0	23.5
27	12.6	10.3	9.2	13.1	15.7	16.6	18.7	23.5	29.0	27.3	22.7
28	16.3	13.9	9.6	12.4	14.4	18.3	17.7	23.7	29.4	27.7	23.1
29	16.4	5.4	10.8		13.4	19.7	18.0	23.8	29.9	26.8	21.9
30	15.7	4.8	11.9		13.5	18.3	19.2	23.3	30.3	30.0	20.1
31		4.4	15.7		15.9		20.2		30.3	28.9	
AVG	15.0	11.9	10.1	9.6	11.9	15.1	20.5	24.1	28.5	28.5	25.0

Πίνακας 43. Μέσες ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης (mm)

Day	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept
1	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0
2	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0.4	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0	0
6	0.1	0.0	0	0.07	0.02	0	0	0	0	0	0
7	0.7	1.3	0.01	0	0.5	0.1	0	0	0	0	0
8	0	0.6	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0
9	0	0.4	0	0.1	0	0.3	0	0	0	0	0
10	0.01	1.3	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0.9	0.3	0.03	0.1	0	0.03	0	0	0	0
12	0.08	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0.59	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0
15	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0.0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0.0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0
19	0	0	0	0.02	0	0.01	0	0.02	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
22	0	0	0.2	0.5	0.1	0	0	0.06	0	0	0.2
23	0	0	0	0.2	0.0	0	0	0	0	0	0.01
24	0	0	0.1	0.0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0.0	0.0	0.2	0	0	0	0	0	0
26	0.2	0	0.5	0.5	0.9	0	0.01	0.02	0	0	1.1
27	0.03	0.02	0.02	0.6	0.1	0	0.01	0	0	0	0.1
28	0	0.04	0.2	0.03	0.1	0	0	0	0	0	0
29	0.01	0.3	0.3	0	0.1	0	0.01	0.16	0	0	0
30	0	0.1	0	0	0	0.02	0	0.2	0	0	0
31		0.1	0		0.01		0		0		
AVG	0.06	0.22	0.06	0.08	0.11	0.01	0.002	0.02	0.002	0	0.08

7. ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Φυτοδώμα εντατικού τύπου, (πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

Εικόνα 2: Φυτοδώμα ημιεντατικού τύπου (πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

Εικόνα 3: Φυτοδώμα εκτατικού τύπου (πηγή: <http://www.greenroofs.com>)

Εικόνα 4. Πάχη υποστρώματος φυτοδώματος ανάλογα με το είδος της φύτευσης (www.zinco.de)

Εικόνα 5: Το φυτό *Thymus citriodorus* (Πηγή: <http://kallima.sk/index.php>)

Εικόνα 6: Ανθοφορία του φυτού *Thymus citriodorus* (Πηγή: <http://kallima.sk/index.php>)

Εικόνα 7: Χρήση λεμονοθύμαρου στην ποιοποίηση και στην Βιομηχανία τροφίμων

Εικόνα 8: Το φυτό *Origanum aureum* (Πηγή:<http://www.onlineplantguide.com>)

Εικόνα 9: Ανθοφορία του φυτού *Origanum aureum*
(Πηγή:<http://www.floristtaxonomy.com>)

Εικόνα 10. Έρριζα μοσχεύματα *Origanum aureum*.

Εικόνα 11. Έρριζα μοσχεύματα *Thymus citriodorus*.

Εικόνα 12. Διάταξη κιβωτίων στο δώμα του Εστιατορίου του Γ.Π.Α.

Εικόνα 13. Μεταφύτευση μοσχευμάτων *Thymus citriodorus* (Α) και *Origanum aureum* (Β).

Εικόνα 14. Υλικά υποδομής φυτεμένου δώματος εντός πλαστικού κιβωτίου.

Εικόνα 15: Κοσκινισμένο έδαφος

Εικόνα 16: Περλίτης

Εικόνα 17: Ελαφρόπετρα

Εικόνα 18: Κομπόστα από στέμφυλα

Εικόνα 19: Η παροχή νερού (βρύση της ταράτσας) και οι 2 ηλεκτροβάνες για τις διαφορετικές συχνότητες άρδευσης.

Εικόνα 20: Διάταξη γωνιακών σταλακτών στο κιβώτιο ανάπτυξης.

Εικόνα 21. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 22. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 23. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 24. Ανάπτυξη των φυτών *Thymus citriodorus* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 25. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 26. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα με έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 27. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα αραιής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 28. Ανάπτυξη των φυτών *Origanum aureum* σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό συχνότητα κανονικής άρδευσης τους μήνες Μάιο (α) και Σεπτέμβριο (β)

Εικόνα 29: Ανθισμένες ταξιανθίες των φυτών *T. Citriodorus*, το μήνα Μάιο.

Εικόνα 30: Ξηράνσεις των ταξιανθίων των φυτών *T. Citriodorus*, το μήνα Άυγουστο.

Εικόνα 31: Ανθισμένες ταξιανθίες των φυτών *O. aureum*, το μήνα Μάιο.

Εικόνα 32: Ξηράνσεις των ταξιανθίων των φυτών *O. aureum*, τον μήνα Άυγουστο (α) και Σεπτέμβριο (β).

8. ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των τριών τύπων φυτοδωμάτων

Πίνακας 2. Τυπική περιεκτικότητα κομπόστας στέμφυλων οينوποιίας σε ανόργανα στοιχεία (μέση τιμή \pm SE), (Πηγή: Washington Department of Ecology, 1990).

Πίνακας 3. Τυπική χημική σύσταση ελαφρόπετρας (ΛΑΒΑ ΑΕ)

Πίνακας 4. Κορεσμένα Βάρη σε kg m⁻² υποστρωμάτων, όπου Κ: κομπόστα στέμφυλων οينوποιίας, Π: περλίτης, ΕΛ: ελαφρόπετρα, Ε: έδαφος)

Πίνακας 5. Μέση ολική ακτινοβολία, μέση σχετική υγρασία, μέση θερμοκρασία και μέση βροχόπτωση κατά την πειραματική περίοδο (Νοέμ. 2014- Σεπτ. 2015).

Πίνακας 6 : Οι επεμβάσεις και ο συμβολισμός τους

Πίνακας 7 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Πίνακας 8 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/5/2015

Πίνακας 9 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/6/2015

Πίνακας 10 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/7/2015

Πίνακας 11 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/8/2015

Πίνακας 12 : Ύψος των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/9/2015

Πίνακας 13 : Μεταβολή ύψους των φυτών *Thymus citriodorus* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Πίνακας 14 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Πίνακας 15 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/5/2015

Πίνακας 16 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/6/2015

Πίνακας 17 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/7/2015

Πίνακας 18 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 31/8/2015

Πίνακας 19 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* στις 30/9/2015

Πίνακας 20 : Μεταβολή διαμέτρου κόμης των φυτών *Thymus citriodorus* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Πίνακας 21: Νωπό Βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *Thymus citriodorus* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Πίνακας 22: Ξηρό Βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών *Thymus citriodorus* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Πίνακας 23 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Πίνακας 24 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/5/2015

Πίνακας 25 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 30/6/2015

Πίνακας 26 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/7/2015

Πίνακας 27 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/8/2015

Πίνακας 28 : Ύψος των φυτών *Origanum aureum* στις 30/9/2015

Πίνακας 29 : Μεταβολή ύψους των φυτών *Origanum aureum* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Πίνακας 30 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* τους πρώτους έξι μήνες του πειράματος

Πίνακας 31 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* στις 31/5/2015

Πίνακας 32 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* στις 30/6/2015

Πίνακας 33 : Διάμετρος κόμης των φυτών *Origanum aureum* στις 31/7/2015

Πίνακας 34 : Διάμετρος των φυτών *Origanum aureum* στις 31/8/2015

Πίνακας 35 : Διάμετρος των φυτών *Origanum aureum* στις 30/9/2015

Πίνακας 36 : Μεταβολή διαμέτρου κόμης των φυτών *Origanum aureum* από 12/11/2014 έως 30/9/2015

Πίνακας. 37: Νωπό Βάρος υπέργειου τμήματος φυτών *Origanum aureum* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Πίνακας. 38: Ξηρό Βάρος υπέργειου τμήματος φυτών *Origanum aureum* στο τέλος του πειράματος (30/9/2015)

Πίνακας 39: pH και EC($\mu\text{S cm}^{-1}$) υποστρωμάτων σε εκχύλισμα αναλογίας 1:5, όπου EC (μs): ηλεκτρική αγωγιμότητα στην αρχή του πειράματος, EC* (μs): ηλεκτρική αγωγιμότητα στο τέλος του πειράματος, pH: στην αρχή του πειράματος, pH*: στο τέλος του πειράματος

Πίνακας 40. Μέσες ημερήσιες τιμές ολικής ακτινοβολίας ($\text{KW}\cdot\text{m}^{-2}$)

Πίνακας 41. Μέσες ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας (%)

Πίνακας 42. Μέσες ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας αέρος ($^{\circ}\text{C}$)

Πίνακας 43. Μέσες ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης (mm)

9. ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Διαστρωμάτωση των υλικών κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος (www. greenroofs.gr)

Σχήμα 2. Ρυθμός ανάπτυξης ύψους του είδους *Thymus citriodorus* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Λ:Λεμονοθύμαρο, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση

Σχήμα 3. Ρυθμός ανάπτυξης διαμέτρου του είδους *Thymus citriodorus* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Λ:Λεμονοθύμαρο, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση

Σχήμα 4. Ρυθμός ανάπτυξης ύψους του είδους *Origanum aureum* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Κ:Καυτερή ρίγανη, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση

Σχήμα 5. Ρυθμός ανάπτυξης διαμέτρου του είδους *Origanum aureum* καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Όπου Κ:Καυτερή ρίγανη, Ε:Έδαφος, Χ:Χωρίς έδαφος, Α:Αραιή άρδευση, Κ:Κανονική άρδευση