



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ**  
**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**“ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ  
ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ”**



**ΠΟΛΥΧΡΟΝΗΣ ΡΗΓΑΣ**

**- ΒΟΛΟΣ 2018 -**

## **Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής**

### **ΧΡΗΣΤΟΣ ΛΥΚΑΣ (Επιβλέπων)**

Λέκτορας Ανθοκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

### **ΑΝΕΣΤΗΣ ΚΑΡΚΑΝΗΣ**

Επίκουρος Καθηγητής Ζιζανιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

### **ΑΡΗΣ ΚΥΠΑΡΙΣΣΗΣ**

Αναπληρωτής Καθηγητής Οικοφυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους εκείνους που συνέλαβαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή κ. Λύκα Χρήστο για την πολύτιμη καθοδήγησή και υποστήριξή του, τόσο κατά την διάρκεια του πειραματικού μέρους όσο και κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας. Καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, αποτελούμενη από τον κ. Καρκάνη Ανέστη και κ. Κυπαρίσση Άρη για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την γενικότερη συνεισφορά τους στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στην εταιρία e-green και στον εκπρόσωπό της κ. Κοτοπούλη που μας χορήγησαν τα περισσότερα από τα υλικά κατασκευής των πειραματικών δοκιμίων.

Τέλος να ευχαριστήσω θερμά όλους τους συμφοιτητές και φίλους μου που συνείσφεραν με τον δικό τους τρόπο αλλά και την οικογένειά μου που με στήριξε όλο αυτό το διάστημα.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	6
<b>Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή .....</b>	<b>7</b>
1.1. Η σημασία και τα οφέλη των πράσινων δωματίων .....	7
1.2. Συνθήκες που επικρατούν σε ένα φυτεμένο δώμα και τα χαρακτηριστικά φυτών που τους επιτρέπουν να ανταπεξέλθουν των δυσκολιών.....	9
1.3. Η σημασία χρήσης φυτών της τοπικής χλωρίδας σε ένα πράσινο δώμα.....	10
1.3.1. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά .....	11
1.3.2. Φυτά του γένους <i>Pelargonium</i> .....	11
1.3.3. Φυτά του γένους <i>Stipa</i> .....	12
1.4. Σκοπός της μελέτης .....	12
<b>Κεφάλαιο 2 – Γενικό μέρος .....</b>	<b>13</b>
2.1. Τύποι πράσινου δώματος .....	13
2.2. Υλικά υποδομής ενός πράσινου δώματος στην Ελλάδα.....	14
2.3. Κριτήρια καταλληλότητας των φυτών για χρήση σε πράσινο δώμα.....	15
2.4. Η σημασία των φυτοκοινοτήτων και της βιοποικιλότητας στα πράσινα δώματα .....	17
2.5. Ανταγωνισμός αλλά και διευκόλυνση μεταξύ των φυτών σε φυτοκοινότητες ..	21
2.5.1. Ανταγωνισμός και ανάπτυξη του ριζικού συστήματος .....	21
2.5.2. Nurse plant syndrome .....	22
2.5.3. Σχέσεις διευκόλυνσης και ανταγωνισμού για την διαθέσιμη υγρασία και το ηλιακό φως .....	22
<b>Κεφάλαιο 3 - Υλικά και μέθοδοι .....</b>	<b>24</b>
3.1. Συγκέντρωση και μεταχειρίσεις του φυτικού υλικού .....	24
3.1.1. Φυτικό υλικό .....	24
3.1.2. Πολλαπλασιασμός των φυτών .....	24
3.2. Κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων .....	25
3.3. Μετρήσεις .....	29
3.4. Στατιστική ανάλυση .....	30
<b>Κεφάλαιο 4 – Αποτελέσματα και συζήτηση .....</b>	<b>31</b>
4.1. <i>Mentha pulegium</i> .....	31
4.2. <i>Origanum majorana</i> .....	39
4.3. <i>Stipa gigantea</i> .....	44
4.4. <i>Pelargonium zonale</i> .....	50

<b>Κεφάλαιο 5– Συμπεράσματα</b> .....	<b>58</b>
<b>Κεφάλαιο 6 – Βιβλιογραφία</b> .....	<b>53</b>
6.1. Ελληνική βιβλιογραφία .....	60
6.2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία .....	60

## Περίληψη

Τα φυτεμένα δώματα είναι μία υποσχόμενη τεχνολογία για την επανεισαγωγή της χλωρίδας αλλά και της πανίδας στον αστικό ιστό καθώς και λύση πληθώρας προβλημάτων των σύγχρονων μεγαλουπόλεων. Η παρούσα πτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση φυτικών ειδών της Ελληνικής χλωρίδας για αξιοποίησή τους σε φυτεμένα δώματα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φυτά, τα οποία ήταν τα *Origanum majorana* (μαντζουράνα), *Pelargonium zonale* (γεράνι), *Mentha pulegium* (αγριομέντα) και *Stipa gigantea* (στίπα). Τοποθετήθηκαν σε πειραματικά δοκίμια τα οποία αποτελούσαν είτε από μονοκαλλιέργεια ενός μόνο είδους είτε από φυτοκοινότητες αποτελούμενες από δύο διαφορετικά είδη όλων των πιθανών συνδυασμών των παραπάνω τεσσάρων φυτών. Στις μετρήσεις συμπεριλαμβανόταν η επιτόπια μέτρηση της μεταβολής του ύψους και της περιμέτρου αλλά και η καταμέτρηση του συνολικού αριθμού των φυτών ανά μήνα. Επίσης στο τέλος του πειράματος μετρήθηκε το παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τουλάχιστον τα 3 (γεράνι, αγριομέντα και μαντζουράνα) από τα 4 φυτικά είδη είναι κατάλληλα για αξιοποίηση σε συνθήκες πράσινου δώματος αν δεν ανταγωνίζονται κάποιο άλλο είδος. Στην περίπτωση τοποθέτησης των φυτών σε φυτοκοινότητα μόνο ο συνδυασμός γεράνι – μαντζουράνα έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα, ενώ οι υπόλοιποι συνδυασμοί δεν συνιστανται λόγω υψηλής ανταγωνιστικότητας του γερανιού και της μαντζουράνας. Ακόμη, φάνηκε πώς η στίπα δεν είχε καλή αρχική εγκατάσταση αλλά και είχε χαμηλή ανταγωνιστικότητα έναντι των διπλανών της ειδών. Τέλος, οι διαφορετικές μεταχειρίσεις της μαντζουράνας ήταν οι μοναδικές περιπτώσεις, από τα είδη που χρησιμοποιήθηκαν, που έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα χλωρού και ξηρού βάρους σε συσχέτιση με τους μάρτυρες. Εν κατακλείδι, η παρούσα έρευνα έδειξε πώς υπάρχουν φυτά της ελληνικής χλωρίδας που μπορούν να ανταπεξέλθουν σε συνθήκες ενός πράσινου δώματος στην Ελλάδα αν δεν έχουν να ανταγωνιστούν κάποιο άλλο είδος, ενώ στην περίπτωση των φυτοκοινοτήτων για πιο ασφαλή συμπεράσματα χρειάζεται να γίνουν περαιτέρω πειραματισμοί με περισσότερους συνδυασμούς και παραμέτρους.

# Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

## 1.1. Η σημασία και τα οφέλη των πράσινων δωματίων

Με την πάροδο των ετών όλο και περισσότεροι άνθρωποι συσσωρεύονται σε μεγάλα αστικά κέντρα κάτι το οποίο γιγαντώνει περαιτέρω τα προβλήματα που προκαλούνται λόγω της αστικοποίησης. Μέχρι στιγμής, οι διαθέσιμες λύσεις του παραπάνω προβλήματος είναι περιορισμένες και ειδικά σε λιγότερο αναπτυγμένες χώρες σχεδόν ανύπαρκτες. Παρ' όλα αυτά και όσο εξελίσσεται η τεχνολογία αλλά και η έρευνα γύρω από τα πράσινα δώματα, στο κοντινό μέλλον πιθανότατα να είναι μία από τις πιο αποτελεσματικές και ταυτόχρονα οικονομικά εφικτές λύσεις για ένα μεγάλο αριθμό προβλημάτων που δημιουργούνται στις μεγαλουπόλεις, λόγω του περιορισμένου αστικού πράσινου. Ειδικότερα, τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει ένα πράσινο δώμα είναι:

1. Η καλύτερη διαχείριση απορροής των όμβριων υδάτων. Η γενικότερη κατασκευή ενός πράσινου δώματος δρα ως μία λεκάνη συγκράτησης και βαθμιαίας αποβολής υδάτων που κατακρημνίζονται κατά την διάρκεια μίας βροχόπτωσης. Έτσι επιτυγχάνεται η μερική αποσυμφόρηση των φρεατίων και των υπονόμων και ως αποτέλεσμα η αποφυγή πλημμυρών εντός του αστικού ιστού. Παρ' ότι προϋπήρχαν κατασκευές για την αντιμετώπιση του παραπάνω προβλήματος, όπως δεξαμενές αλλά και άμμο-παγίδες, η κατασκευή και χρήση τους σε πυκνό-κατοικημένες μεγαλουπόλεις είναι πολύ δύσκολη (Mentens et al. 2005). Τέλος, ένα ακόμη όφελος της διήθησης των νερών απορροής μέσω πράσινου δώματος είναι το φιλτράρισμά τους. Σύμφωνα με τον Moran (2005), τα απορρέοντα νερά μίας βροχόπτωσης εντός του αστικού ιστού περιέχουν συγκεντρώσεις ρυπογόνων ουσιών προερχόμενες από φυτό-φάρμακα αλλά και υποπροϊόντα πετρελαίου.

2. Η προστασία της μεμβράνης αδιαβροχοποίησης που επιτυγχάνεται μέσω της παρεμβολής του πράσινου δώματος μεταξύ της μεμβράνης και της προσπίπτουσας υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας. Εκτός από τη ζημιά που

προκαλείται στην μεμβράνη από την υπεριώδη ακτινοβολία, επιπλέον ζημιές μπορούν να προκληθούν από την διαστολή και συστολή λόγω των έντονων θερμοκρασιακών διαφορών του δώματος. Το παραπάνω φαινόμενο επίσης μετριάζεται με την χρήση ενός πράσινου δώματος. Έχει βρεθεί ότι με την σταθεροποίηση των έντονων μεταβολών της θερμοκρασίας ενός δώματος επιτυγχάνεται η επέκταση της ζωής της μεμβράνης αδιαβροχοποίησης κατά 20 χρόνια (USEPA 2000).

3. Η μείωση των ενεργειακών αναγκών ενός κτηρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Με την χρήση ενός πράσινου δώματος έχουμε την μείωση της εισερχόμενης θερμοκρασίας μέσω του δώματος στο κτήριο κατά την περίοδο του καλοκαιριού, με αποτέλεσμα την μειωμένη χρήση των συστημάτων ψύξης και κατ' επέκταση των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου (Del Barrio 1998, Theodosiou 2003).

4. Η μείωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας. Λόγω της μείωσης των χώρων πρασίνου, των ανοικτών χώρων γενικότερα, της έντονης οικοδόμησης ενός αστικού περιβάλλοντος αλλά και της εκτεταμένης χρήση υλικών όπως το τσιμέντο, έχουμε ως αποτέλεσμα της εμφάνισης του φαινομένου της θερμικής νησίδας (Oke 1987). Το φαινόμενο αυτό προκαλεί υψηλές θερμοκρασίες, αρκετά υψηλότερες από αυτές στα προάστια ενός αστικού ιστού, κυρίως τις βραδινές ώρες. Μέσω της χρήσης ενός πράσινου δώματος στην ουσία αναστέλλουμε κάποιους από τους παράγοντες που δημιουργούν το παραπάνω φαινόμενο.

5. Η παραγωγή οξυγόνου μέσω της φωτοσύνθεσης των φυτών ενός πράσινου δώματος. Πιο συγκεκριμένα και όπως αναφέρει η Ευμορφοπούλου (1992) περίπου 8 m<sup>2</sup> φυτεμένου δώματος παράγουν τόσο οξυγόνο όσο οι ετήσιες ανάγκες ενός ατόμου που καταναλώνει 30g O<sub>2</sub> ημερησίως.

6. Η αύξηση της βιοποικιλότητας. Σε ένα πράσινο δώμα μπορούμε να συναντήσουμε σκαθάρια, μέλισσες, αράχνες, μυρμήγκια αλλά και ακρίδες (Coffman and Davis 2005). Ακόμη έχει παρατηρηθεί η χρήση των πράσινων δωματίων από διάφορα είδη πτηνών (Baumann 2006). Τέλος διάφορα είδη φυτών, κάποια εξ αυτών σπάνια, αλλά και λειχήνων έχουν βρεθεί να ευδοκούν



σε πράσινα δώματα και κυρίως στα παλαιότερα από αυτά. (Brenneisen 2006, Köhler 2006).

7. Η καλύτερη ηχομόνωση του κτηρίου. Πόρισμα μελέτης που πραγματοποιήθηκε σε κτήριο που βρισκόταν δίπλα σε αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης (Peck 2003), έδειξε ότι με την χρήση ενός πράσινου δώματος πάχους 12cm έχουμε μείωση ενός θορύβου που προέρχεται από ψηλότερο σημείο κατά 40db.

8. Η βελτίωση της αισθητικής του χώρου αλλά και της ψυχολογίας των επισκεπτών. Αν και συνήθως εστιάζουμε περισσότερο στα προηγούμενα οφέλη ενός πράσινου δώματος και ενδεχόμενος να θεωρείται μη προσβάσιμος ή δύσκολα προσβάσιμος χώρος, ένα ημι-εντατικού αλλά και εντατικού είδους πράσινο δώμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χώρος χαλάρωσης αλλά και ψυχικής ανάτασης (Hartig et al. 1991). Φυσικά έχουμε και την βελτίωση της αισθητικής ενός χώρου που πέρα ότι συμβάλει στην αύξηση της αξίας ενός οικοδομήματος, σε συνδυασμό με το ευρύτερο αστικό πράσινο μιας περιοχής είναι μία λύση για τα προβλήματα αισθητικής που αντιμετωπίζουν αρκετές μεγαλουπόλεις.

## **1.2. Συνθήκες που επικρατούν σε ένα φυτεμένο δώμα και χαρακτηριστικά φυτών που τους επιτρέπουν να ανταπεξέλθουν των δυσκολιών**

Οι συνθήκες που επικρατούν σε ένα φυτεμένο δώμα, όπου και αν αυτό βρίσκεται, είναι αποδεδειγμένα πιο δύσκολες από αυτές που έχουν να αντιμετωπίσουν τα φυτά στο επίπεδο του εδάφους. Καταστάσεις υδατικού στρες, υψηλές έως και ακραία υψηλές θερμοκρασίες, υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας αλλά και οι δυνατοί άνεμοι αυξάνουν τις πιθανότητες αποξήρανσης και διαφόρων άλλων ζημιών της βλάστησης (Dunnnett and Kingsbury 2004). Έτσι λοιπόν θέλουμε φυτά, τα οποία μέσω μορφολογίας και μηχανισμών που διαθέτουν, θα μπορέσουν να επιβιώσουν των παραπάνω συνθηκών. Τέτοια φυτά διαθέτουν χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να είναι ανθεκτικά στο υδατικό στρες (Grime 2001), όπως χαμηλή συμπαγής

ανάπτυξη και αειθαλές φύλλωμα. Ή εναλλακτικά να διαθέτουν στρατηγικές αποφυγής εκροών υγρασίας από το εσωτερικό τους, όπως χυμώδη φύλλα, θέσεις αποθήκευσης νερού ή κάποια μορφή όξινου μεταβολισμού (Crassulacean Acid Metabolism) (Lee and Kim 1994). Ωστόσο οι συχνές διαταραχές της βλάστησης, ενός φυτεμένου δώματος, που σχετίζονται με την ανομβρία ευνοούν κάποια φυτικά είδη που έχουν την ικανότητα να καλύπτουν με γοργό ρυθμό τα κενά που εμφανίζονται λόγω των διαταραχών αυτών (Grime 2001). Τέλος, σε αρκετές περιπτώσεις ένα φυτεμένο δώμα (κυρίως αυτά του εκτατικού τύπου) μπορεί να είναι ελάχιστα ή και καθόλου προσβάσιμος χώρος (με εξαίρεση περιόδους συντήρησης της κατασκευής). Αυτό σημαίνει ότι τα φυτά θα πρέπει να έχουν χαρακτηριστικά τα οποία θα τους επιτρέψουν να επιβιώσουν για μεγάλο διάστημα χωρίς φροντίδα, όπως ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες, χαμηλές απαιτήσεις σε λίπανση και φυσικά, όπως προαναφέρθηκε, αντοχή στην υδατική καταπόνηση.

### **1.3. Η σημασία χρήσης φυτών της τοπικής χλωρίδας σε ένα πράσινο δώμα**

Το αστικό τοπίο, σε πολλές περιπτώσεις, έχει χαρακτηριστεί ως ένα πολύ ευάλωτο οικοσύστημα, με χαμηλή οικολογική σταθερότητα και βιοποικιλότητα (GRIMM et al. 2008). Μία από τις επιλογές που υπάρχουν ώστε να αλλάξουμε το παραπάνω προς το καλύτερο είναι να χρησιμοποιήσουμε στο αστικό πράσινο φυτά από την χλωρίδα του ευρύτερου οικοσυστήματος της περιοχής. Έτσι κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική η χρήση ενδημικών φυτών και φυτών της τοπικής χλωρίδας σε ένα φυτό-δώμα όχι μόνο για να επαναφέρουμε μία οικολογική σταθερότητα αλλά και γιατί είναι φυτά που έχουν ήδη προσαρμοστεί στις κλιματικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής και έτσι η επιτυχής τους εγκατάσταση, ακόμη και σε συνθήκες ενός πράσινου δώματος, θεωρητικά είναι πιο πιθανή από κάποιο ξενικό είδος φυτού. Τέλος, με την χρήση φυτών της τοπικής χλωρίδας έχουμε περιορισμό της χρήσης νερού άρδευσης αλλά και σκευασμάτων όπως λιπάσματα και λοιπά φυτό-προστασίας, το οποίο από την

μία έχει θετικό αντίκτυπο στα οικονομικά μας και από την άλλη στην μη επιβάρυνση του υδροφόρου ορίζοντα (Κοκκίνου, 2015).

### **1.3.1 Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά**

Στην Ελλάδα υπάρχουν πάνω από 6000 είδη φαρμακευτικών φυτών (Παναγιώτου et al. 2001), εκ των οποίων τα 1300 είναι ενδημικά της Ελλάδος. Αυτό τα καθιστά αδιαμφησβήτητα μια από τις σημαντικότερες ομάδες για χρήση σε συνθήκες πράσινου δώματος. Γενικότερα είναι φυτά με περιορισμένες απαιτήσεις για φροντίδα, κάτι το οποίο επιθυμούμε σε ένα φυτεμένο δώμα.

Όσον αφορά την ικανότητά των αρωματικών φυτών να επιβιώνουν σε ξηρό-θερμικές συνθήκες και γενικά να ευδοκιμούν χωρίς ιδιαίτερες φροντίδες, αυτό έχει να κάνει με τους διάφορους μηχανισμούς που έχουν τα φυτά αυτά αναπτύξει (Farahani, 2009). Μέρος των μηχανισμών τους είναι και η παραγωγή των αιθέριων ελαίων. Επιπλέον, τα αιθέρια έλαια μπορούν να δράσουν ως αντιμυκητιστακά, αντιβακτηριακά, εντομοκτόνα, ως απωθητικά φυτοφάγων ζώων αλλά και ως τρόπος προσέλκυσης των επικονιαστών (Aragmpatzi, 2015). Επίσης τα αρωματικά φυτά μπορούν και αξιοποιούν αποτελεσματικότερα, σε σχέση με άλλα φυτά, ακόμη και ελάχιστη υγρασία που υπάρχει στο υπόστρωμα που αναπτύσσονται. Τέλος, έχουν συνήθως δερματώδη φύλλα, με λίγα στόματα στην κάτω μόνο πλευρά τους, τα οποία σε συνθήκες ξηρασίας κλείνουν ώστε να περιορίσουν στο ελάχιστο τις απώλειες υγρασίας (Κοκκίνου 2015).

### **1.3.2 Φυτά του γένους *Pelargonium***

Τα φυτά του γένους *Pelargonium* πέρα από το πόσο δημοφιλή είναι, λόγω της καλλωπιστικής τους αξίας, είναι γνωστά και για την ευκολία καλλιέργειά τους λόγω της γενικότερης ανθεκτικότητάς τους (σε εχθρούς και ασθένειες) σε συνδυασμό με την ικανότητά τους να επιβιώνουν χωρίς σημαντική φροντίδα.

Ο λόγος για τον οποίο το γεράνι είναι τόσο ανθεκτικό σε ασθένειες είναι το αιθέριο έλαιό του και συγκεκριμένα του *Pelargonium graveolens* το οποίο και έχει μελετηθεί, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε κιτρνελλόλη και γερανιόλη (Verma et al. 2010, Ghannadi et al. 2012). Οι υψηλές συγκεντρώσεις των

παραπάνω πτητικών ουσιών προσδίδουν αντί-μυκητιακή και αντί-βακτηριακή δράση στο φυτό.

Τέλος έχει μελετηθεί η ικανότητα του *Pelargonium roseum* να απολυμαίνει τα εδάφη από βαρέα μέταλλα όπως το νικέλιο, ο μόλυβδος και το κάδμιο (Mahdieh et al. 2013) γεγονός που το καθιστά ιδανικό για να χρησιμοποιηθεί εντός του αστικού ιστού.

### **1.3.3 Φυτά του γένους *Stipa***

Τα φυτά του γένους *Stipa* ανήκουν στην οικογένεια Poaceae. Είναι το γνωστό γρασίδι ή χλόη που χρησιμοποιείται ευρέως στην αρχιτεκτονική τοπίου και όχι μόνο. Επίσης χαρακτηριστικό είναι ότι εννέα από τα δεκαπέντε φυτά που ουσιαστικά τρέφουν την ανθρωπότητα, ανήκουν στην παραπάνω οικογένεια.

Σύμφωνα με τον Streich (2003) τα οφέλη της χρήσης φυτών αυτής της πολυπληθούς οικογένειας είναι η μείωση της διάβρωσης του εδάφους αλλά και η καλύτερη διαχείριση των νερών απορροής. Αυτό οφείλεται στο εκτεταμένο ριζικό τους σύστημα αλλά και στην πυκνή υπέργεια βλάστησή τους. Ακόμη, παρέχουν μειωμένη αντανάκλαση του φωτός (σε σχέση με επιφάνειες όπως το τσιμέντο) αλλά και αυξομείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (μέσω της εξατμισοδιαπνοής τους). Επίσης, λόγω της πυκνής συνήθως υπέργειας βλάστησής τους έχουμε και κάποιο βαθμό ηχομόνωσης. Τέλος, είναι κατηγορία φυτών που χρειάζονται σχετικά περιορισμένη φροντίδα και οι χώροι που φυτεύονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ψυχαγωγία.

Αξίζει να αναφερθεί η ιδιότητα των γρασιδιών να φιλτράρουν το περιβάλλον τους από ρύπους, ενώ η καλή κατάστασή τους αποτελεί μία ένδειξη της καλής κατάστασης του αέρα της ευρύτερης περιοχής όπου υπάρχουν (Toma 2015).

## **1.4. Σκοπός της μελέτης**

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διαπιστωθεί η αντοχή και κατ' επέκταση η καταλληλότητα χρήσης τεσσάρων φυτικών ειδών της ελληνικής χλωρίδας, υπό μορφή φυτοκοινότητας αλλά και μονοκαλλιέργειας, σε συνθήκες πράσινου δώματος.

## Κεφάλαιο 2 – Γενικό μέρος

### 2.1. Τύποι πράσινου δώματος

Τα πράσινα δώματα χωρίζονται σε τρεις βασικούς τύπους. Τα εκτατικού τύπου, τα ημι-εντατικού ή ημι-εκτατικού τύπου και τέλος τα εντατικού τύπου φυτό-δώματα (Κοκκίνου 2015). Οι διαφορές τους αφορούν κυρίως το βάθος του φυτικού υποστρώματος, το οποίο κατά επέκταση επηρεάζει το είδος και την ποσότητα του φυτικού υλικού, τα οποία και αυτά με την σειρά τους επηρεάζουν την τελική κατασκευή, τον τρόπο χρήσης αλλά και την συντήρησή του δώματος. Βασικό χαρακτηριστικό για την επιλογή του τύπου ενός φυτό-δώματος είναι η στατικότητα (η αντοχή) του κτηρίου όπου και θα κατασκευαστεί.

#### **Φυτοδώματα εκτατικού τύπου**

Σε αυτόν τον τύπο, το βάθος του φυτικού υποστρώματος κυμαίνεται έως τα 15 εκ. Θεωρείται κατασκευή μικρού φορτίου για το κτήριο, με μικρή έως καθόλου συντήρηση. Στο φυτικό υλικό συμπεριλαμβάνονται κυρίως φυτά που μπορούν να ανταπεξέλθουν των δύσκολων συνθηκών που συνήθως επικρατούν σε αυτού του τύπου πράσινα δώματα. Συνήθως είναι αυτοφυή φυτά χαμηλής ανάπτυξης (φυτά εδαφοκάλυψης, βρύα και χαμηλές πόες) αλλά και παχύφυτα (είδη του γένους *Sedum*).

#### **Φυτοδώματα εντατικού τύπου**

Πλέον περνάμε σε μία πιο ογκώδη κατασκευή, που με εξαίρεση τα περισσότερα (αν όχι όλα) νεόδμητα κτήρια, θα πρέπει να γίνεται μελέτη στατικότητας του κτηρίου πριν οποιαδήποτε άλλη εργασία. Το φυτικό υπόστρωμα ξεκινάει από τα 15 εκ. και ανάλογα τις ανάγκες (και την στατικότητα του κτηρίου) μπορεί να φθάσει σε μεγαλύτερο βάθος. Οι επιλογές που υπάρχουν σε αυτού του είδος φυτοδώματος ξεπερνάνε τα πλαίσια μόνο του φυτικού υλικού και περιλαμβάνουν και άλλες μικρό κατασκευές (μονοπάτια, θέσεις ανάπαυσης κλπ.). Φυσικά η συντήρηση αλλά και το κόστος ανεβαίνουν ανάλογα. Όσο αναφορά το φυτικό υλικό στην ουσία δεν υπάρχουν πολλοί

περιορισμοί, διότι ανάλογα με την κατασκευή μπορούν να φιλοξενηθούν σχεδόν τα πάντα από το φυτικό βασίλειο (ίσως με εξαίρεση τα πολύ ψηλά και ογκώδη δέντρα).

### **Φυτοδώματα ημι-εκτατικού και ημι-εντατικού τύπου**

Στην ουσία πρόκειται για μία μείξη των χαρακτηριστικών των δύο βασικών τύπων φυτοδώματος. Όσον αφορά το φυτικό υλικό που μπορεί να επιλεγεί, αν και δεν έχει το εύρος επιλογής του εντατικού τύπου, περιλαμβάνει εκτός των φυτών του εκτατικού τύπου επιπλέον θάμνους και γενικά ελαφρώς πιο ογκώδη (ύψος, περίμετρος) φυτά από αυτά του εκτατικού. Σαφώς η επιβάρυνση στο φορτίο του κτηρίου είναι μεν μεγαλύτερη από του εκτατικού, παρ' όλα αυτά σε καμία περίπτωση δεν φθάνει στα επίπεδα του εντατικού τύπου. Μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του ενδιάμεσου τύπου είναι ότι μπορεί να εκμεταλλευτεί ως ένα βαθμό το αισθητικό και περιβαλλοντικό αποτέλεσμα του εντατικού τύπου χωρίς όμως να είναι τόσο κοστοβόρο και με μεγάλη ανάγκη συντήρησης.

## **2.2. Υλικά υποδομής ενός πράσινου δώματος στην Ελλάδα**

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. (Μάμαλης 2011) ένα φυτεμένο δώμα στην Ελλάδα θα πρέπει να αποτελείται από τα παρακάτω υλικά υποδομής. Πρώτα, (από πάνω προς τα κάτω) θα πρέπει να υπάρχει το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών του οποίου το βάθος είναι ανάλογο του τύπου φυτοδώματος και οι ιδιότητές του ανάλογες του φυτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί. Έπειτα θα πρέπει να υπάρχει το διηθητικό φύλλο το οποίο εμποδίζει το φυτικό υπόστρωμα να περνά στα κατώτερα μέρη του συστήματος ενώ παράλληλα παρέχει ανεμπόδιστη ροή του νερού. Ακολουθεί το αποστραγγιστικό σύστημα το οποίο μπορεί να λειτουργεί και ως θερμομονωτικό. Ίσως είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της κατασκευής μιας και είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση νερού, την αποστράγγιση, τον αερισμό και την προστασία των εφαπτόμενων υπολοίπων στοιχείων και μεμβρανών του φυτοδώματος. Εφαπτόμενο στο παραπάνω σύστημα θα πρέπει να βρίσκεται το φύλλο αδιαβροχοποίησης, το οποίο θεωρείται αρκετά

σημαντικό μιας και προσφέρει μία επιπλέον δεξαμενή υγρασίας η οποία μπορεί να αποδοθεί στα φυτά, μέσω της εξάτμισης, αλλά και επίσης παρέχει μία επιπλέον προστασία στην αντιριζική μεμβράνη που ακολουθεί. Προτελευταίο υλικό υποδομής θα πρέπει να είναι η αντιριζική μεμβράνη, όπου ο ρόλος της είναι μείζονος σημασίας και έχει να κάνει με την ολική προστασία της επιφάνειας του δώματος ή της στέγης όπου θα τοποθετηθεί η όλη κατασκευή. Ως τελικά υλικά θεωρούνται τα ειδικά φύλλα διαχωρισμού και προστασίας που τυχόν να χρειάζονται σε περίπτωση μη χημικής συμβατότητας της αντιριζικής μεμβράνης και των υλικών στεγανοποίησης της στέγης (το οποίο και είναι προϋπόθεση πριν την κατασκευή ενός φυτοδώματος).

### **2.3. Κριτήρια καταλληλότητας των φυτών για χρήση σε πράσινο δώμα**

Ένα φυτό για να επιβιώσει σε ένα φυτεμένο δώμα και να χαρακτηριστεί ως κατάλληλο για την συγκεκριμένη χρήση θα πρέπει να πληροί όσο το δυνατόν περισσότερα από τα κριτήρια που ακολουθούν. Φυσικά η σημαντικότητα του κάθε κριτηρίου για την επιλογή ενός φυτού ως κατάλληλο για την χρήση του σε φυτεμένο δώμα εξαρτάται από την περιοχή που θα κατασκευαστεί το φυτοδώμα αλλά και τον τρόπο χρήσης του. Πιο συγκεκριμένα, τα κριτήρια καταλληλότητας είναι :

- **Η αντοχή στην υδατική καταπόνηση.** Ένα από τα πιο βασικά κριτήρια, και ειδικότερα σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα όπως η Ελλάδα, είναι η αντοχή του φυτού στην λειψυδρία (το ποσοστό αντοχής εξαρτάται από το αν θα υπάρχει σύστημα συμπληρωματικής άρδευσης ή όχι). Δηλαδή φυτά τα οποία έχουν χαρακτηριστικά και μηχανισμούς αντοχής στο στρες υδατικής καταπόνησης (Grime 2001). Τέτοια φυτά συνήθως έχουν χαμηλή ή και συμπαγή ανάπτυξη, αειθαλές φύλλωμα ή και πολλούς βλαστούς. Στους μηχανισμούς αντοχής των φυτών στην υδατική καταπόνηση συμπεριλαμβάνονται τα χυμώδη φύλλα, άλλοι χώροι αποθήκευσης νερού αλλά και μηχανισμοί όξινου μεταβολισμού CAM. Τέλος, όπως αναφέρει ο

Grime (2001) φυτά που έχουν την ιδιότητα να καλύπτουν γρήγορα και αποτελεσματικά τα εδαφικά κενά έχουν περισσότερες πιθανότητες να επιβιώσουν σε περίπτωση υδατικού στρες (χαρακτηριστικό αρκετών αυτοφυών φυτών).

• **Η αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία, στις υψηλές θερμοκρασίες και στους δυνατούς ανέμους.** Ακόμη τρία βασικά κριτήρια για να επιλέγει ένα φυτό για χρήση σε ένα πράσινο δώμα είναι η αντοχή στην ακτινοβολία του ήλιου, στις υψηλές θερμοκρασίες αλλά και στους δυνατούς ανέμους. Λόγω της θέσης ενός φυτοδώματος έχουμε έντονη έκθεση των φυτών στα πιο ακραία στοιχεία του κλίματος που χαρακτηρίζει την κάθε περιοχή, με πολύ υψηλό ρίσκο τα φυτά να υποστούν ζημιές αλλά και να αποξηραθούν εντελώς (Dunnnett and Kingsbury 2008).

• **Η ενδημικότητα – Φυτά της τοπικής χλωρίδας.** Αν και στις περισσότερες περιπτώσεις μέχρι και σήμερα στις έρευνες αλλά και στην εμπορική αξιοποίηση των φυτοδωμάτων το κριτήριο της ενδημικότητας δεν θεωρείται σημαντικό (έως και μη υπολογίσιμο) στην συγκεκριμένη έρευνα λήφθηκε ως ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια. Γνώμονας για το παραπάνω ήταν η υπόθεση ότι τα φυτά της τοπικής χλωρίδας της κάθε περιοχής με τα χρόνια έχουν προσαρμοστεί πολύ καλύτερα στις συνθήκες του περιβάλλοντος απ' ό,τι ένα ξενικό φυτό που θα εισαχθεί εκ νέου στην περιοχή. Επιπλέον είναι πολύ πιο εύκολα διαθέσιμα, συμβάλουν στην διατήρηση της βιοποικιλότητας της περιοχής αλλά και 'δένουν' πιο αρμονικά με το υπόλοιπο περιβαλλοντικό υπόβαθρο. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των αρωματικών φυτών, τα οποία αποτελούν σημαντικό μέρος της Ελληνικής χλωρίδας έχει αποδειχθεί η αντοχή τους στην υδατική καταπόνηση αλλά και σε συνθήκες έντονης ακτινοβολίας - υψηλών θερμοκρασιών. Βέβαια, έρευνες (εκτός Ελλάδος) έχουν δείξει ότι σε συνθήκες φύτευσης πράσινου δώματος τα περισσότερα ενδημικά φυτά τις κάθε περιοχής που έγινε η έρευνα αξιολογήθηκαν ως μη κατάλληλα λόγω των πιο ακραίων συνθηκών που επικρατούν σε ένα



φυτοδώμα (σε σχέση με το επίπεδο του εδάφους) αλλά και λόγω του πολύ μικρού βάθους υποστρώματος στις περιπτώσεις του εκτατικού τύπου πράσινου δώματος. Για παράδειγμα σε έρευνα που έγινε στο πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν επιβίωσαν, μέχρι και το τέλος της έρευνας 3 χρόνια μετά, μόνο 4 από τα 18 ενδημικά φυτά της περιοχής που είχαν επιλεχθεί σε βάθος φυτικού υποστρώματος 10 cm. (Monterusso et al. 2005).

• **Λοιπά κριτήρια.** Λιγότερο σημαντικά (ίσως και όχι πάντα απαραίτητα) κριτήρια που όμως θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι τα παρακάτω. Η ικανότητα κάποιων φυτών, μέσω της μορφολογίας τους (φύλλωμα ή και βλαστοί) να καλύπτου μεγάλο μέρος της επιφάνειας όπου φυτεύτηκαν ώστε να ισχύουν σε μεγαλύτερο ποσοστό κάποια από τα οφέλη των πράσινων δωματίων που προαναφέρθηκαν (π.χ. η προστασία του δώματος από την ηλιακή ακτινοβολία). Να είναι φυτά που γενικά χρειάζονται ελάχιστη ή και καθόλου φροντίδα (κλαδέματα - διαμόρφωση, χρήση φυτό-προστατευτικών σκευασμάτων κλπ.) μιας και μεγάλος αριθμός πράσινων δωματίων κατασκευάζεται (λόγω ιδιοτήτων του κτηρίου ή και προτίμησης των ιδιοκτητών) με σκοπό την ελάχιστη χρήση και πρόσβαση προς αυτά. Τέλος, να είναι φυτά που έχουν έστω κάποια καλλωπιστική αξία είτε μέσω της εμφάνισής τους (άνθη, φύλλωμα) είτε μέσω του αρώματός τους, μιας και ένας από τους λόγους της κατασκευής ενός πράσινου δώματος είναι και η αισθητική αξία που προσδίδει στο κτήριο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή.

## **2.4. Η σημασία των φυτό-κοινοτήτων και της βιοποικιλότητας στα πράσινα δώματα**

Μέχρι και τα τελευταία χρόνια ο βασικός προσανατολισμός των ερευνών ήταν η ανεύρεση των καταλληλότερων φυτών για ένα πράσινο δώμα και περιορίζονταν στην αξιολόγησή τους όσον αφορά την δυνατότητα ανάπτυξης στις συνθήκες ενός φυτοδώματος. Παρότι η παραπάνω προσέγγιση δεν ήταν

λάθος, τελικώς οι περισσότερες εξ' αυτών των ερευνών κατέληγαν στην χρήση συγκεκριμένου γένους φυτών όπως π.χ. το *Sedum* (Dunnnett and Kingsbury 2008, Snodgrass and Snodgrass 2006) και πλέον δεν αντιμετωπιζόταν το πράσινο δώμα ως ένα οικοσύστημα, περιορίζοντας έτσι τα δυνητικά του οφέλη. Δίνοντας περισσότερη σημασία στην βιοποικιλότητα ενός πράσινου δωματός μπορούμε να επεκτείνουμε το εύρος δυνατοτήτων του οι οποίες συνοψίζονται παρακάτω.

### **Μεγαλύτερη παραγωγικότητα των φυτών, καλύτερες δυνατότητες αερισμού και ψύξης**

Υπάρχουν ενδείξεις πώς φυτοκοινότητες με διαφορετικά είδη που αναπτύσσονταν σε ένα φυτοδώμα, παρήγαγαν περισσότερη βιομάζα απ' ότι φυτοκοινότητες αποτελούμενες από ένα φυτικό είδος (Lundholm et al. 2010). Οι Kolb και Schwarz (1986) αναφέρουν πως οι θερμοκρασίες κάτω από ένα πράσινο δώμα στο οποίο έχουν φυτευτεί διάφορα είδη φυτών, ήταν χαμηλότερες από αυτές ενός δωματός όπου επικρατούσε ένα μόνο είδος. Τέλος, οι ίδιοι ερευνητές παρατήρησαν ότι στις φυτοκοινότητες ενός φυτοδωματός, λόγω της ποικιλομορφίας (διαφορετικά ύψη και μεγέθη), είχαν δημιουργηθεί θύλακες αέρα ανάμεσα στα φυτά, κάτι το οποίο βοήθησε στον καλύτερο αερισμό της καλλιέργειας.

### **Μεγαλύτερες δυνατότητες απολύμανσης του περιβάλλοντος αλλά και μειωμένες ανάγκες χρήσης λιπασμάτων**

Μοντέλο έρευνας για την απολύμανση του αέρα μέσω των πράσινων δωματών στο Σικάγο, έδειξε πώς οι ψηλοί θάμνοι απορρόφησαν μεγαλύτερες ποσότητες  $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$  και μικρά σωματίδια απ' ότι το χαμηλό γρασίδι (Yang et al. 2008). Γενικότερα στις φυτοκοινότητες έχουμε καλύτερη διαχείριση των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων και με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η ανάγκη συχνής χρήσης λιπασμάτων και με συνέπεια τη μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος (Czemiel Berndtsson 2010, Oberndorfer et al. 2007).

## **Αύξηση της πιθανότητας επιβίωσης των φυτών που απαρτίζουν την φυτοκοινότητα**

Λόγω των αντίξων συνθηκών που υπάρχουν σε ένα φυτοδώμα τα φυτά μπορούν να υποστούν αβιοτικό στρες, το οποίο πιθανώς να περιορίσει την ανάπτυξη αλλά και την επιβίωσή τους (Snodgrass and Snodgrass 2006). Υπό αυτές τις συνθήκες, ένα φυτό μπορεί να επωφεληθεί από τα γειτονικά του σε μία φυτοκοινότητα, αν υπάρχει ο κατάλληλος συνδυασμός φυτικών ειδών (μέσω της σκίασης, της καλύτερης και διαφορετικής αξιοποίησης των θρεπτικών κ.α.). Υπάρχουν πολλές έρευνες που έχουν δείξει ότι φυτά που κρίθηκαν ακατάλληλα για φυτοδώματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αν εγκαθίσταντο σε συνδυασμό με άλλα φυτικά είδη (Durhman et al. 2004, MacIvor and Lundholm 2011, Wolf and Lundholm 2008).

## **Διατήρηση αλλά και αύξηση της βιοποικιλότητας όχι μόνο της χλωρίδας αλλά και της πανίδας**

Είναι χαρακτηριστική η μείωση της βιοποικιλότητας της πανίδας ως επακόλουθο της έντονης μείωσης της χλωρίδας στους αστικούς ιστούς. Αφού αρκετά μέλη του ζωικού βασιλείου φτιάχνουν νέες αποικίες στα υπάρχοντα πράσινα δώματα όπου δίνεται αυτή η δυνατότητα (Dvorak and Volder 2010, Francis and Lorimer 2011), θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα φυτεμένα δώματα είναι μία λύση για την διατήρηση και αύξηση της βιοποικιλότητας της πανίδας εντός των πόλεων. Οι βασικοί λόγοι που καταστούν μία φυτοκοινότητα καλύτερη μακροπρόθεσμη λύση στο να διατηρηθεί αλλά και ενδεχομένως να πολλαπλασιαστεί ο αριθμός των ειδών της πανίδας στο συγκεκριμένο οικοσύστημα σε σύγκριση με μία μονοκαλλιέργεια είναι:

- Η συσσώρευση διαφορετικών και ενδεχομένως περισσότερων πόρων για την διαβίωση των διαφόρων ζωικών ειδών (και ειδικά εκείνων που θέλουν ποικιλία θρεπτικών).
- Η διαφορετικότητα των πόρων, τους οποίους μπορούν να αξιοποιήσουν τα διαφορετικά είδη που εξειδικεύονται στο να διαβιούν με συγκεκριμένα θρεπτικά.

- Η διεύρυνση του χρόνου κατά τον οποίο οι πόροι αυτοί είναι διαθέσιμοι (λόγω της ποικιλίας των φυτών) (Cook-Patton & Bauerle 2012).

### **Μακροβιότητα και ορθή λειτουργία του συνολικού συστήματος του πράσινου δώματος**

Λόγω των διακυμάνσεων των κλιματικών συνθηκών, τα πιο ευαίσθητα φυτικά είδη είναι πιθανόν σε βάθος χρόνου να μην μπορέσουν να επιβιώσουν. Η ποικιλία των γενοτύπων, μέσω των διαφορετικών ειδών που απαρτίζουν την φυτοκοινότητα, σε ένα φυτεμένο δώμα, βοηθά στην επέκταση των ανθεκτικότερων ειδών και την κάλυψη των κενών που τυχόν να δημιουργηθούν (Yachi and Loreau 1999).

Επίσης, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε τις εποχιακές διακυμάνσεις που λαμβάνουν μέρος λόγω της φυσιολογίας των φυτών. Οπότε αν η συνεχόμενη κάλυψη του πράσινου δώματος κρίνεται αναγκαία (καλύτερη ψύξη του κτηρίου, καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα κλπ.), τότε είναι πιο πιθανό να μπορέσουμε αυτό να το πετύχουμε χρησιμοποιώντας ποικιλία ειδών ώστε να καλύπτονται τα κενά των προσωρινά αδρανών ειδών (Getter and Rowe 2006).

### **Μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε εχθρούς**

Η υπόθεση της συγκέντρωσης των πόρων (Root 1973) προβλέπει ότι η εξάπλωση εξειδικευμένων φυτοφάγων εντόμων θα είναι πιο συχνή στις μονοκαλλιέργειες, λόγω των συγκεντρώσεων συγκεκριμένων πόρων οι οποίοι μπορούν να δώσουν τις κατάλληλες συνθήκες ώστε τα παραπάνω έντομα να φτάσουν σε τεράστιους πληθυσμούς (επιδημικούς).

Επίσης μία φυτοκοινότητα είναι πιο ανταγωνιστική στα ζιζάνια απ' ό τι μία μονοκαλλιέργεια, κάτι που είναι αρκετά σημαντικό αφού μία πιθανή αποίκιση ζιζανίων πέρα από το κακό αισθητικό αποτέλεσμα παρεμποδίζει και την ορθή λειτουργία ολόκληρου του συστήματος. Ήδη αναφέρθηκε η ικανότητα των φυτοκοινοτήτων να καλύπτουν τα τυχόν κενά που παρουσιάζονται ανά περιόδους στην κατασκευή καλύτερα από μία μονοκαλλιέργεια. Αυτό μπορεί να

συμβάλει στην αποτροπή της εισβολής των ζιζανίων λόγω μη ύπαρξης κενών (Levine et al. 2004, Mack et al. 2000).

## **. 2.5. Ανταγωνισμός αλλά και διευκόλυνση μεταξύ των φυτών σε φυτοκοινότητες**

Φυτά που γειτνιάζουν με άλλα, είτε σε ένα φυσικό οικοσύστημα είτε σε ανθρωπογενές, ανταγωνίζονται για τους διαθέσιμους πόρους. Είτε αυτό σημαίνει τους πόρους του εδάφους, είτε και πόρους που προέρχονται εκτός αυτού, π.χ. ηλιακή ενέργεια. Την ίδια στιγμή όμως έχει παρατηρηθεί και συνέργεια μεταξύ των φυτών μίας φυτοκοινότητας.

Σημαντικό ρόλο στις παραπάνω αλληλεπιδράσεις παίζει το στάδιο που βρίσκονται τα φυτά (σπόρος, σπορόφυτο κλπ. ). Το μέγεθος των φυτών και η πυκνότητά τους είναι παράμετροι που συνδέονται μεταξύ τους. Όσο αυτά αυξάνονται τόσο αυξάνεται και ο ανταγωνισμός μεταξύ τους (Goldsmith 1978, Keddy and Shipley 1989).

### **2.5.1 Ανταγωνισμός και ανάπτυξη του ριζικού συστήματος**

Ένας αρκετά συνηθισμένος τρόπος ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών είναι αυτός που προκαλείται από την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και ειδικά μεταξύ φυτών διαφορετικού είδους (de Kroon 2007, de Kroon et al. 2012, Maina et al. 2002). Ενώ τα φυτά μπορεί να παρουσιάσουν διάφορες στρατηγικές ανάπτυξης του ριζικού τους συστήματος όταν βρεθούν σε κατάσταση ανταγωνισμού, υπάρχουν και περιπτώσεις φυτών που θα αντιδράσουν, στον ανταγωνισμό των γειτονικών τους ειδών ελάχιστα ή και καθόλου (Maina et al. 2002, Semchenko et al. 2007). Οι στρατηγικές αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν την παραγωγή και εναπόθεση στο έδαφος αλληλοπαθητικών ουσιών επιδρώντας (αρνητικά ή και θετικά) στην ανάπτυξη των γειτονικών φυτών (Cheng and Cheng 2015). Επίσης κάποια φυτά επιλέγουν να μην αναπτύξουν το ριζικό τους σύστημα στο ίδιο βάθος στο οποίο αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα κάποιου άλλου πιο επιθετικού είδους και έτσι δεν σπαταλούν πολύτιμα θρεπτικά συστατικά, ενώ άλλα προτιμούν μια πιο επιθετική τακτική

καταλαμβάνοντας περισσότερο χώρο με σκοπό την εκμετάλλευση περισσότερου εδάφους. Συνήθως η πιο επιθετική στρατηγική επιλέγεται όταν τα φυτά ανταγωνίζονται άτομα διαφορετικού είδους (de Kroon 2007, Miyazawa et al. 2010). Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι το φυτικό υπόστρωμα επηρεάζει την ανάπτυξη αλλά και την ανταγωνιστικότητα του ριζικού συστήματος ενός φυτικού είδους. Έτσι, φυτά που έχουν προσαρμοστεί να αναπτύσσονται σε ξηρά και μικρού βάθους εδάφη, δεν αναπτύσσουν συνήθως ικανοποιητικό ριζικό σύστημα σε ένα έδαφος με διαφορετικές ιδιότητες (Root and Lambers 2008, Renton et al. 2012).

### **2.5.2 Nurse plant syndrome**

Είναι αρκετά διαδεδομένη στην φύση η θετική επίδραση ενός ενήλικου φυτού το οποίο κατά μία έννοια προστατεύει τα νεαρά σπορόφυτα ενός άλλου είδους που γειτνιάζουν μαζί του. Το παραπάνω φαινόμενο εμφανίζεται στην βιβλιογραφία ως nurse plant syndrome (Niering et al. 1963, Turner et al. 1966, Steenberg and Lowe 1969 1977). Όμως δεν συμβαίνει το ίδιο μεταξύ ενήλικων φυτών, το οποίο συνιστά και επαληθεύει ότι σχέσεις ανταγωνισμού και διευκόλυνσης επηρεάζονται ανάλογα με το στάδιο που βρίσκονται τα φυτά. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι συνήθως υπάρχει διευκόλυνση μεταξύ ενός ενήλικου και ενός νεαρού φυτού, η οποία όμως στην συνέχεια μπορεί να μετατραπεί σε σχέση ανταγωνισμού όταν και τα δύο φυτά βρίσκονται σε πιο προχωρημένο στάδιο.

### **2.5.3 Σχέσεις διευκόλυνσης και ανταγωνισμού για την διαθέσιμη υγρασία και το ηλιακό φως**

Η εναλλαγή μεταξύ διευκόλυνσης και ανταγωνισμού των φυτών για την διαθέσιμη υγρασία αλλά και το διαθέσιμο ηλιακό φως πιθανώς να συνδέεται με την υπόθεση ότι τα φυτά δεν μπορούν να προσαρμοστούν ταυτόχρονα σε συνθήκες σκίασης αλλά και ξηρασίας (Smith and Huston 1989, Huston 1994). Παρόλα αυτά ερευνητές έχουν βρει ότι τα φυτά αναπτύσσονται καλύτερα όταν μεγαλώνουν υπό την σκιά άλλων ενώ επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες παρά σε υγρά κλίματα. Υποστηρίζουν πως σε ένα ξηρό περιβάλλον η μειωμένη

υγρασία θεωρείται πιο σημαντικός παράγοντας όσον αφορά την ανάπτυξη του φυτού παρά το περιορισμένο ηλιακό φως (Holmgren et al.1997).

## **Κεφάλαιο 3 – Υλικά και Μέθοδοι**

### **3.1. Συγκέντρωση και μεταχειρίσεις του φυτικού υλικού**

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 4 διαφορετικά είδη φυτών τις ελληνικής χλωρίδας και η επιλογή έγινε σύμφωνα με τα κριτήρια καταλληλότητας για χρήση σε πράσινα δώματα. Τα φυτά αυτά ήταν το γεράνι (*Pelargonium zonale*), η αγριομέντα (*Mentha pulegium*), η μαντζουράνα (*Origanum majorana*) και η στίπα (*Stipa gigantea*). Κάποια από τα φυτά που επιλέχθηκαν πληρούσαν περισσότερα κριτήρια (καταλληλότητας για χρήση σε πράσινο δώμα) από τα άλλα, όμως όλα είχαν σαν απαραίτητη προϋπόθεση το κριτήριο να είναι φυτά της ελληνικής χλωρίδας.

#### **3.1.1 Φυτικό υλικό**

Η συγκέντρωση του φυτικού υλικού ξεκίνησε στις 10 Οκτωβρίου του 2015, με τη συλλογή 10 φυτών στίπας και 6 φυτών άγριο-μέντας από τον υπαίθριο χώρο του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στον Βόλο. Και τα δύο παραπάνω είδη φυτών βρισκόταν σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης κατά την συλλογή τους. Στην συνέχεια μεταφυτεύθηκαν σε γλάστρες ανάλογου μεγέθους και τοποθετήθηκαν σε θερμοκήπιο που βρίσκεται στην ίδια τοποθεσία. Τα 8 φυτά μαντζουράνας που πολλαπλασιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα προήλθαν από εμπορικό φυτώριο. Όλα τα φυτά που συλλέχθηκαν ή αγοράστηκαν ήταν σε νεαρό στάδιο ανάπτυξης. Στις 11 Νοεμβρίου έγινε η πρώτη εφαρμογή κρυσταλλικού λιπάσματος 15-15-15 μέσω υδρολίπανσης (25γρ. λιπάσματος σε 10λ. νερό) με σκοπό την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών. Στις 26 Νοεμβρίου και στις 11 Δεκεμβρίου ακολούθησαν εφαρμογές του ίδιου λιπάσματος στις ίδιες δοσολογίες.

#### **3.1.2 Πολλαπλασιασμός των φυτών**

Λόγω της ευαισθησία της αγριομέντας στην μεταφύτευση επιλέχθηκε ο αγενής πολλαπλασιασμός μέσω μοσχευμάτων, ενώ οι πιο ανθεκτικές στίπες



και μαντζουράνες πολλαπλασιάστηκαν με απλή διαίρεση του φυτού με το χέρι. Στις 20 Φεβρουαρίου 2016 έγινε ο αγενής πολλαπλασιασμός των φυτών της αγριομέντας στο αγρόκτημα του πανεπιστημίου που βρίσκεται στην περιοχή του Βελεσίνου. Κόπηκαν 40 υγιείς και εύρωστες κορυφές από βλαστούς αγριομέντας από τις οποίες τελικώς ριζοβολήσαν οι 38. Στις 10 Απριλίου έγινε η διαίρεση των φυτών της στίπας και παρήχθησαν τελικά 26 φυτά. Την ίδια ημερομηνία έγινε και η διαίρεση της μαντζουράνας και παρήχθησαν τελικά 28 φυτά. Στις 20 Απριλίου όλα τα φυτά στίπας και μαντζουράνας μεταφέρθηκαν εκτός θερμοκηπίου. Η διαδικασία της ριζοβολίας και πρώτης ανάπτυξης των μοσχευμάτων της αγριομέντας ολοκληρώθηκε σε διάστημα δύο μηνών και στις 21 Απριλίου τα φυτά, αφού μεταφυτεύτηκαν σε μικρά γλαστράκια, μεταφέρθηκαν από το Βελεσίνο σε υπαίθριο χώρο του πανεπιστημίου.

Τέλος όσον αφορά το γεράνι, τα 20 φυτά που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα προήλθαν από εμπορικό φυτώριο και αγοράστηκαν στις 10 Μαρτίου 2017.

### **3.2. Κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων**

Στις 22 Μαΐου 2016 ξεκίνησε η κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες για τα υλικά υποδομής ενός πράσινου δώματος στην Ελλάδα. Κατασκευάστηκαν 3 δοκίμια με σκοπό την χρήση του ενός ως βοηθητικό δοκίμιο για την τοποθέτηση επιπλέον αριθμού φυτών για την αντικατάσταση όσων ενδεχομένως αποτύγχαναν πριν την έναρξη του πειράματος. Τα άλλα δύο δοκίμια χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος. Επειδή η κατασκευή δεν έγινε σε δώμα κάποιου κτηρίου αλλά στο επίπεδο του εδάφους, αποφασίστηκε να μην συμπεριληφθούν στα υλικά υποδομής το φύλλο αδιαβροχοποίησης και η αντιριζική μεμβράνη. Οι διαστάσεις των δοκιμίων και η διάταξη με την οποία τοποθετήθηκαν τα φυτά φαίνονται στις εικόνες 1 και 2.

Οι τρεις χώροι (λεκάνες) διαστάσεων 3μ. x 3μ. δημιουργήθηκαν με την τοποθέτηση τσιμεντόλιθων. Αφού σταθεροποιήθηκαν και στεγανοποιήθηκαν ελαφρώς, με κόλλα πλακιδίων, στον πάτο και των τριών λεκανών

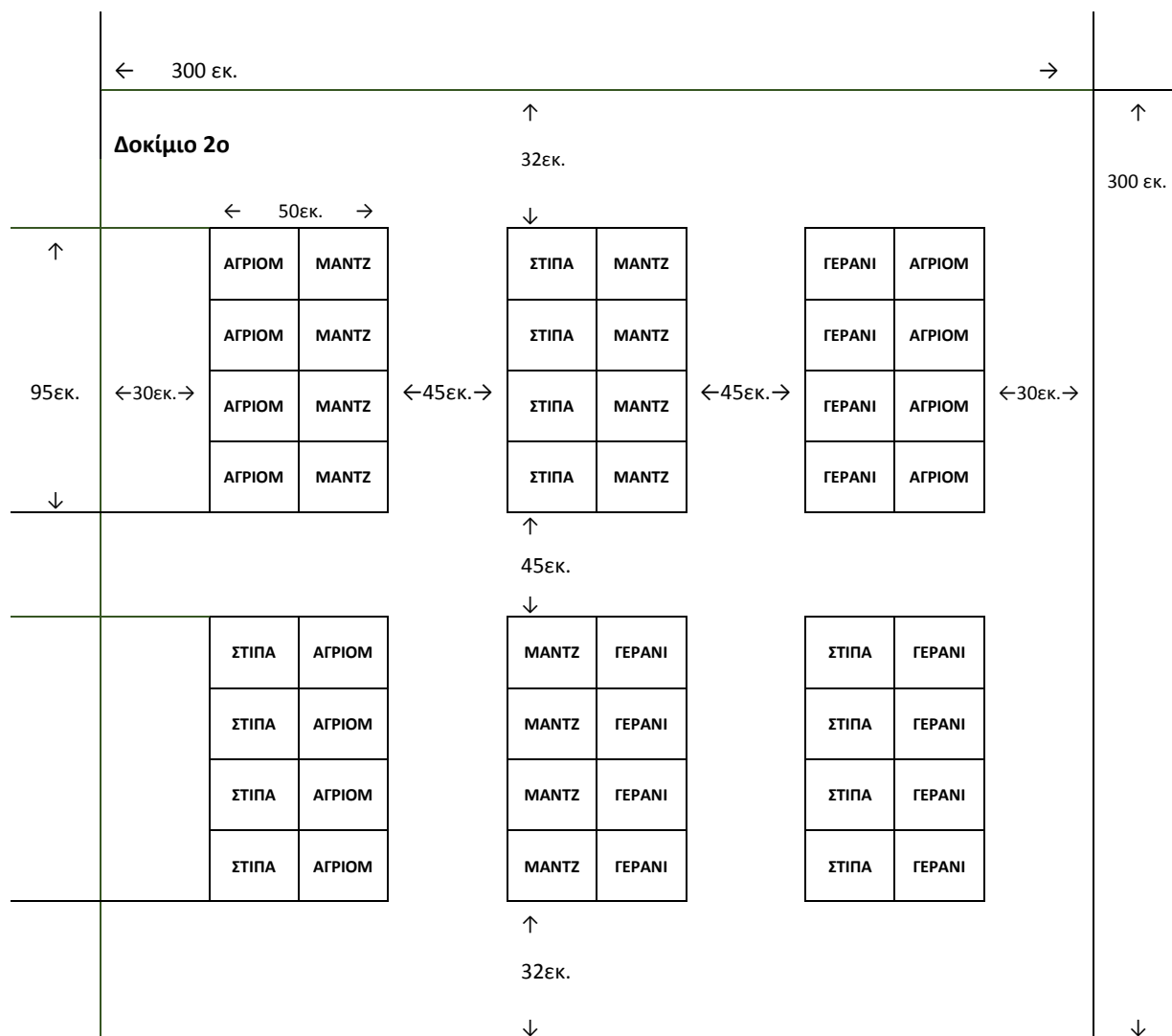
τοποθετήθηκαν φύλλα διογκωμένης πολυστερίνης, πάχους 2,5 εκ., με σκοπό την σχετική θερμομόνωση μεταξύ υποστρώματος των δοκιμών και του οδοστρώματος. Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν τα φύλλα του αποστραγγιστικού συστήματος (πάνω στα οποία ήταν ενσωματωμένα και τα διηθητικά φύλλα). Τελικώς έγινε η τοποθέτηση του μηχανικού υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών, το οποίο χορηγήθηκε από την εταιρία e-green. Και στα τρία δοκίμια το βάθος του φυτικού υποστρώματος ήταν 12 εκατοστά. Ακολούθησε η εγκατάσταση του αρδευτικού δικτύου. Το πρόγραμμα άρδευσης παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

**Πίνακας 1:** Πρόγραμμα άρδευσης.

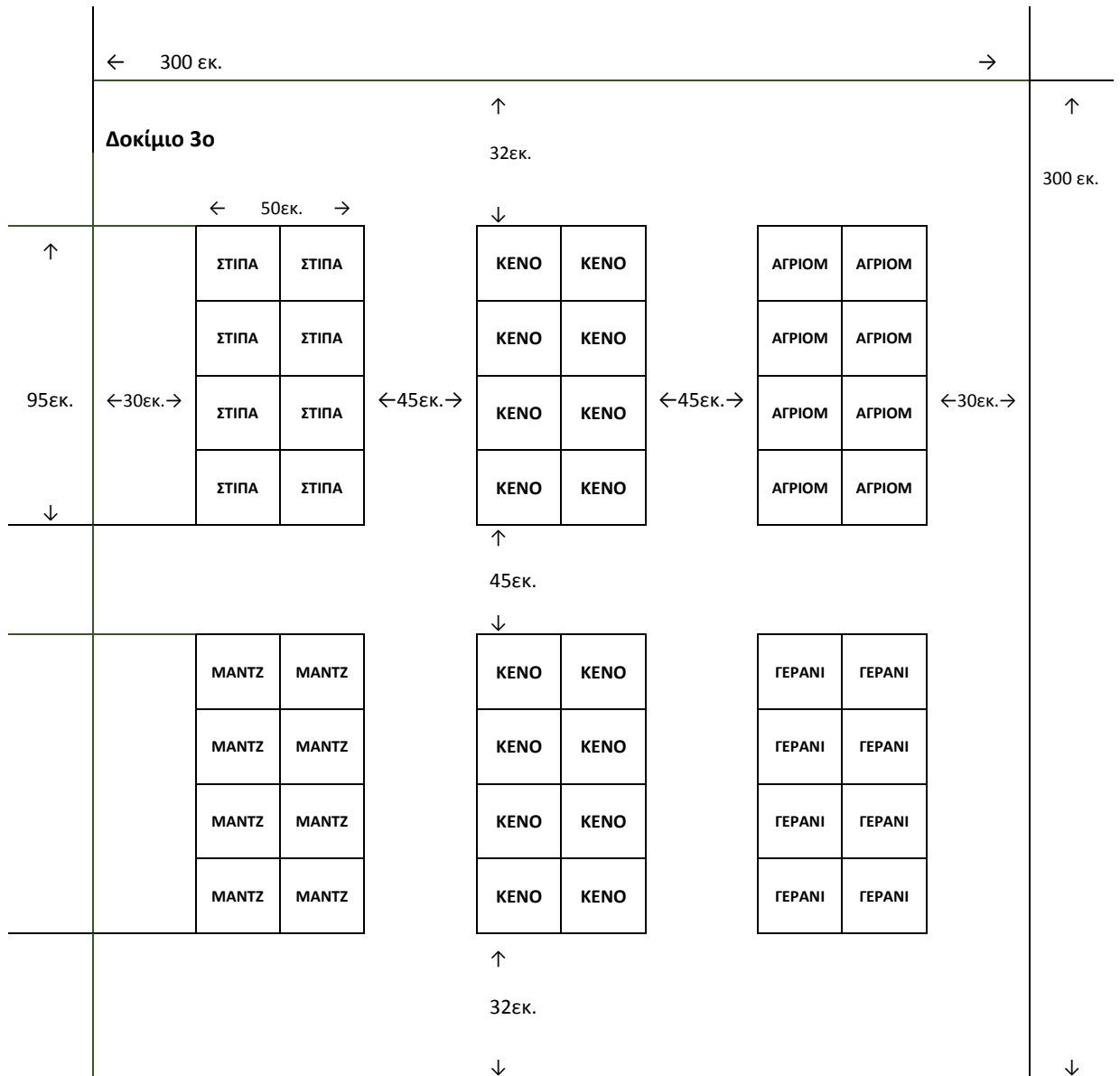
	Αριθμός αρδεύσεων	Παροχή νερού(L)/φυτό/άρδευση
Μήνας	ανά εβδομάδα:	
Μάρτιος	3	0,85
Απρίλιος	3	0,85
Μάϊος	7	0,85
Ιούνιος	7	0,85
Ιούλιος	14	0,56
Αύγουστος	14	0,56
Σεπτέμβριος	7	0,85

Τελική εργασία κατά την κατασκευή των πειραματικών δοκιμών ήταν η εγκατάσταση του φυτικού υλικού η οποία πραγματοποιήθηκε στις 10 Μαρτίου 2017. Στο 2<sup>ο</sup> δοκίμιο (εικόνα 1) τα φυτά τοποθετήθηκαν σε 6 φυτοκοινότητες των 8 φυτών. Η κάθε φυτοκοινότητα αποτελούταν από 2 σειρές (2 διαφορετικά φυτικά είδη) οι οποίες είχαν μεταξύ τους απόσταση 25εκ. . Μεταξύ των φυτοκοινοτήτων υπήρχε απόσταση 45εκ. ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αλληλεπίδραση των φυτών. Στο 3<sup>ο</sup> δοκίμιο (εικόνα 2) δημιουργήθηκαν 4 ομάδες των 8 πάλι φυτών, στις ίδιες αποστάσεις όπως και στο 2<sup>ο</sup> δοκίμιο , με την διαφοροποίηση ότι και τα 8 φυτά της κάθε ομάδας ανήκαν στο ίδιο είδος

(διαφορετικό είδος για κάθε ομάδα) ώστε να λειτουργήσουν ως οι μάρτυρες του πειράματος.



**Εικόνα 1.** Διαστάσεις και διάταξη φύτευσης των διαφορετικών φυτικών ειδών (πειραματικά τεμάχια) στο 2<sup>ο</sup> δοκίμιο.



**Εικόνα 2.** Διαστάσεις και διάταξη φύτευσης των διαφορετικών φυτικών ειδών (πειραματικά τεμάχια) στο 3<sup>ο</sup> δοκίμιο

### 3.3. Μετρήσεις

#### Μετρήσεις πεδίου

Μετρήθηκε το ύψος και η περίμετρος (εικόνα 3) των φυτών, όπως επίσης και ο αριθμός των ενεργών (ζωντανών) φυτών. Για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν όλα τα φυτά που εγκαταστάθηκαν αρχικώς, δηλαδή 80 φυτά. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 25 Μαρτίου 2017, αφού πρώτα διαπιστώθηκε ότι όλα τα φυτά είχαν επιτυχή αρχική εγκατάσταση, και ολοκληρώθηκαν στις 21 Σεπτεμβρίου 2017. Οι μετρήσεις γίνονταν κάθε 30 ημέρες. Από τις παραπάνω μετρήσεις υπολογίστηκε ο ρυθμός αύξησης του ύψους των φυτών, το ποσοστό εδαφοκάλυψης και το ποσοστό επιβίωσης για το κάθε φυτικό είδος.

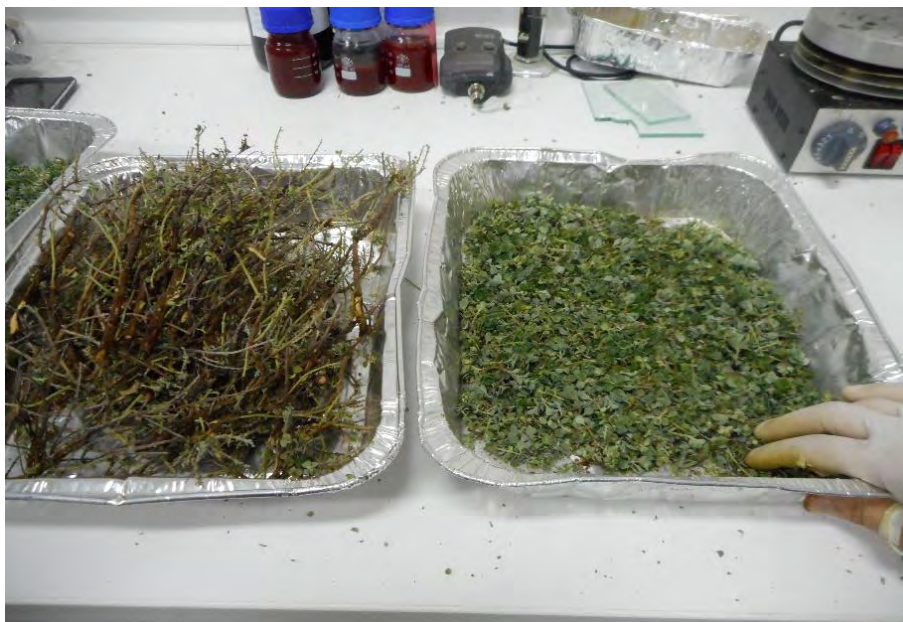


Εικόνα 3. Μέτρηση περιμέτρου του φυτού.

#### Εργαστηριακές μετρήσεις

Μετρήθηκε το χλωρό και το ξηρό βάρος των φυτών. Έγιναν δύο δειγματοληψίες των 33 φυτών (8 φυτά περίπου από κάθε φυτικό είδος) κατά την διάρκεια του 2<sup>ου</sup> δεκαπενθήμερου του Νοεμβρίου και του 1<sup>ου</sup> δεκαπενθήμερου του Δεκεμβρίου. Οι μετρήσεις αυτές ήταν καταστροφικές. Χρησιμοποιήθηκαν όλα τα φυτά που επιβίωσαν μέχρι και το τέλος του πειράματος, δηλαδή 66 φυτά.

Η διαδικασία της αποξήρανσης που ακολουθήθηκε ήταν η εξής: Τα φυτά σταδιακά εκριζώνονταν και αφού απομακρύνονταν η ρίζα στο ύψος του λαιμού περνούσανε στην φάση διαχωρισμού των φύλλων από τους βλαστούς (εικόνα 4). Στην συνέχεια, αφού τα φύλλα και οι βλαστοί τοποθετούνταν σε ξεχωριστά αλουμινένια σκεύη, ζυγίζονταν με σκοπό να καταγραφεί το χλωρό βάρος. Τέλος τοποθετούνταν σε ειδικό ξηραντήριο (κλίβανο) στους 72 °C για 4 ημέρες. Με το πέρας των ημερών αυτών γινόταν εκ νέου ζύγιση για την καταγραφή του ξηρού βάρους των φυτών (βλαστοί και φύλλα).



Εικόνα 4. Διαχωρισμός φύλλων από τους βλαστούς.

### 3.4. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Statgraphics. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με την εφαρμογή του t-test ( $p < 0,05$ ).

## Κεφάλαιο 4 – Αποτελέσματα και συζήτηση

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που αφορούν τον αριθμό των ενεργών φυτών κατά την διάρκεια του πειράματος. Επίσης, τα αποτελέσματα των μετρήσεων της μεταβολής του ύψους και της περιμέτρου των φυτών. Και τέλος το χλωρο και ξηρό βάρος των φυτών μετά το πέρας του πειράματος. Παράλληλα θα γίνει και η συζήτηση των αποτελεσμάτων.

Να σημειωθεί ότι στα σχεδιαγράμματα παρουσιάζεται η μεταβολή (διαφορά από την μία μέτρηση στην άλλη) του ύψους και της περιμέτρου και όχι το απόλυτο ύψος και η περίμετρος των φυτών. Επίσης υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις αρνητικών τιμών, λόγω παραγόντων που οδήγησαν στην σμίκρυνση των φυτών και εν τέλη στην ολοκληρωτική τους ξήρανση. Τέλος οι τιμές στα σχεδιαγράμματα με κίτρινο φόντο υποδηλώνουν τα σημεία που παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές.

### 4.1. *Mentha pulegium*

Από τα 20 φυτά αγριομέντας που μεταφυτευτήκαν στα πειραματικά δοκίμια, επιβίωσαν τα 16 έως και το τέλος του πειράματος (πίνακας 4.1.1.).

**Πίνακας 4.1.1.** Ο αριθμός των ενεργών φυτών, κατά την διάρκεια του πειράματος, των διαφορετικών μεταχειρίσεων της αγριομέντας.

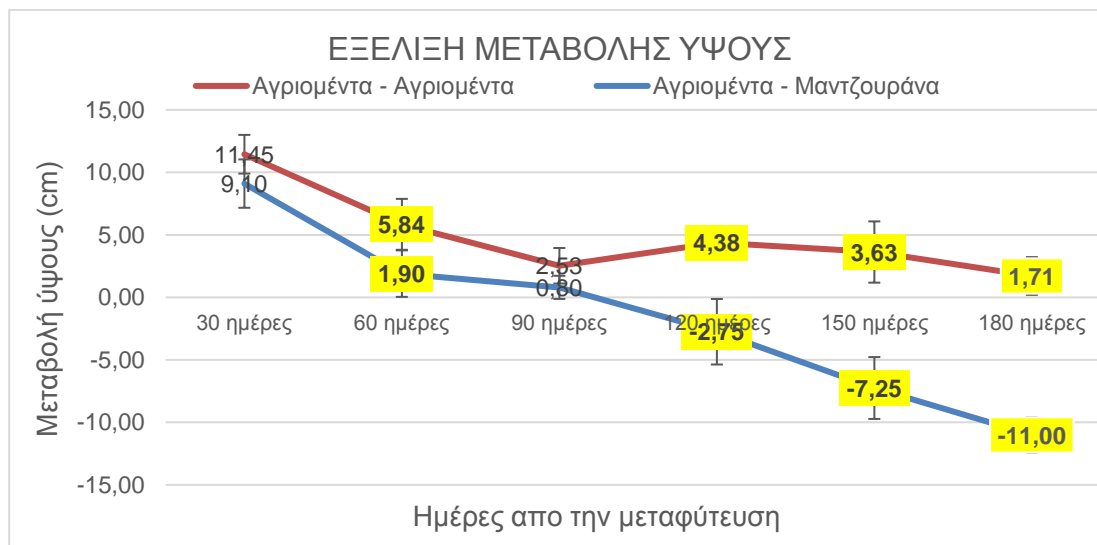
	Ημέρες από την μεταφύτευση					
	30	60	90	120	150	180
Μεταχειρίσεις	Αριθμός Ενεργών Φυτών					
Αγριομέντα - Αγριομέντα	8	8	8	8	8	8
Αγριομέντα - Μαντζουράνα	4	4	4	4	2	0
Αγριομέντα - Στίπα	4	4	4	4	4	4
Αγριομέντα - Γεράνι	4	4	4	4	4	4
<b>Σύνολο φυτών</b>	20	20	20	20	18	16

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα μόνο στην μεταχείριση αγριομέντα – μαντζουράνα είχαμε ξήρανση φυτών αγριομέντας. Οι πρώτες δύο απώλειες διαπιστώθηκαν 150 ημέρες μετά την μεταφύτευση και οι άλλες δύο τις επόμενες 30 ημέρες. Ημερολογιακά συμπίπτει με το τέλος του καλοκαιριού το οποίο συνεπάγεται εκτεταμένη έκθεση των φυτών σε υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή ηλιακή ακτινοβολία τους προηγούμενους μήνες. Ενδεχομένως οι αγριομέντες της συγκεκριμένης μεταχείρισης λόγω πολύ μικρότερου όγκου (υπέργειο τμήμα + ριζικό σύστημα), από αυτόν της μαντζουράνας, δεν κατάφεραν να είναι ανταγωνιστικές όσο αναφορά την δέσμευση θρεπτικών και υγρασίας.

### **Ρυθμός μεταβολής ύψους**

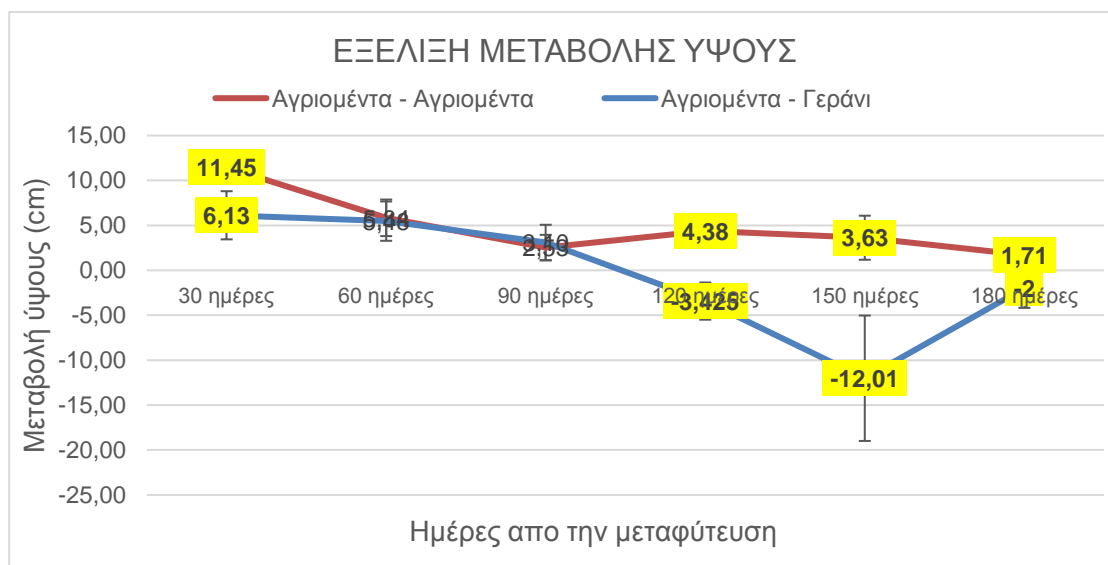
Στην μεταχείριση αγριομέντα – μαντζουράνα υπήρξε η πρώτη στατιστικά σημαντική διαφορά, σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – αγριομέντα, 60 ημέρες μετά την μεταφύτευση (γράφημα 4.1.1.). Εν συνεχεία, ξανά διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά 120 ημέρες μετά την μεταφύτευση και συνεχίστηκε έως και το τέλος του πειράματος όπου και τα φυτά της αγριομέντας είχαν πλέον ξηραθεί. Όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.1.1. υπήρχε συνεχής πτωτική τάση στην μεταβολή του ύψους των φυτών αγριομέντας, στην μεταχείριση αγριομέντα – μαντζουράνα, η οποία παρότι ήταν σχεδόν παρόμοια με την τάση που είχε η μεταβολή του ύψους στην μεταχείριση αγριομέντα – αγριομέντα, πάντοτε βρισκόταν κάποια εκατοστά παρακάτω. Οι συνολικά 4 περιπτώσεις που παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, και ιδιαίτερα οι τρεις τελευταίες οι οποίες ξεκίνησαν περί τα μέσα καλοκαιριού, ενδεχομένως να υποδηλώνουν την κυριαρχία της μαντζουράνας έναντι της αγριομέντας λόγω αποδοτικότερων μηχανισμών επιβίωσης σε ξηροθερμικές συνθήκες, καλύτερης αρχικής εγκατάστασης και πιο εκτεταμένου ριζικού συστήματος.





**Γράφημα 4.1.1:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα σε συσχέτιση με την μεταχείριση αγριομέντα – μαντζουράνα.

Επίσης και στην μεταχείριση αγριομέντα – γεράνι, πάντα σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – αγριομέντα, παρατηρήθηκαν σε τέσσερις περιπτώσεις στατιστικά σημαντικές διαφορές (γράφημα 4.1.2.). Η πρώτη εξ αυτών εμφανίστηκε στο διάστημα των 30 πρώτων ημερών από την μεταφύτευση, το οποίο πιθανός να οφείλεται στην πιο γρήγορη εγκατάσταση των φυτών της μεταχείρισης αγριομέντα - αγριομέντα. Στην πορεία και μέχρι και 90 ημέρες από την μεταφύτευση διαπιστώθηκε μία πανομοιότυπη πορεία της μεταβολής του ύψους στις συγκεκριμένες μεταχειρίσεις. Παρ' όλα αυτά, 120 ημέρες από την μεταφύτευση ξανά εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, οι οποίες διήρκησαν μέχρι και το τέλος του πειράματος. Οι λόγοι που οδήγησαν στην σμίκρυνση των φυτών της αγριομέντας στην μεταχείριση αγριομέντα – γεράνι πολύ πιθανόν να ήταν παρόμοιοι με αυτούς της μεταχείρισης αγριομέντα – μαντζουράνας και έτσι να επιβεβαιώνεται η αδυναμία της αγριομέντας να ανταγωνιστεί μεγαλύτερου όγκου φυτά τα οποία έχουν αναπτύξει καλύτερους μηχανισμούς αντοχής σε ξηροθερμικές συνθήκες.



**Γράφημα 4.1.2:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – γεράνι.

Τέλος, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν και στην μεταχείριση αγριομέντα – στίπα, σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – αγριομέντα, οι οποίες όμως δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιολογήσιμες διότι τα φυτά της στίπας είχαν ξηραθεί μετά και τις 30 πρώτες ημέρες των μετρήσεων (πίνακας 4.1.2.). Το οποίο θεωρείται ότι οφείλεται στην μη επιτυχή αρχική εγκατάσταση των φυτών της στίπας.

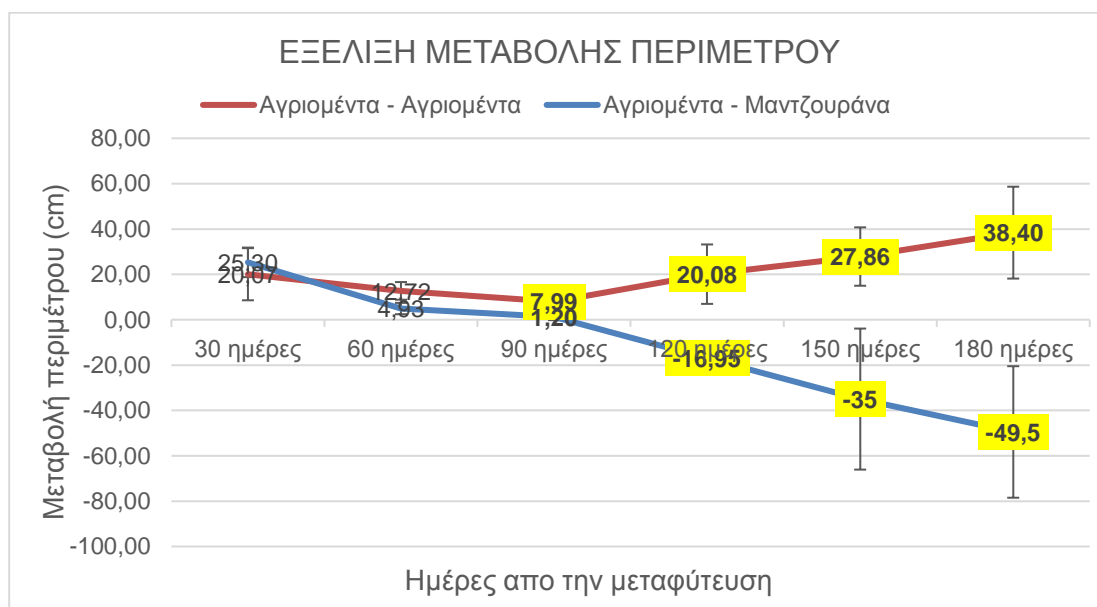
**Πίνακας 4.1.2:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – στίπα.

Μεταβολής ύψους (cm)		
Ημέρες από μεταφύτευση	Αγριομέντα - Αγριομέντα	Αγριομέντα - Στίπα
30	11,45 ± 1,55	5,9 ± 2,01*
60	5,84 ± 2,04	8,9 ± 2,72*
90	2,53 ± 1,42	0,3 ± 0,05*
120	4,38 ± 1,29	3,7 ± 1,89
150	3,63 ± 2,45	-11,16 ± 4,38*
180	1,71 ± 1,51	1,57 ± 1,32

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα (για  $p < 0,05$ ).

### Ρυθμός μεταβολής περιμέτρου

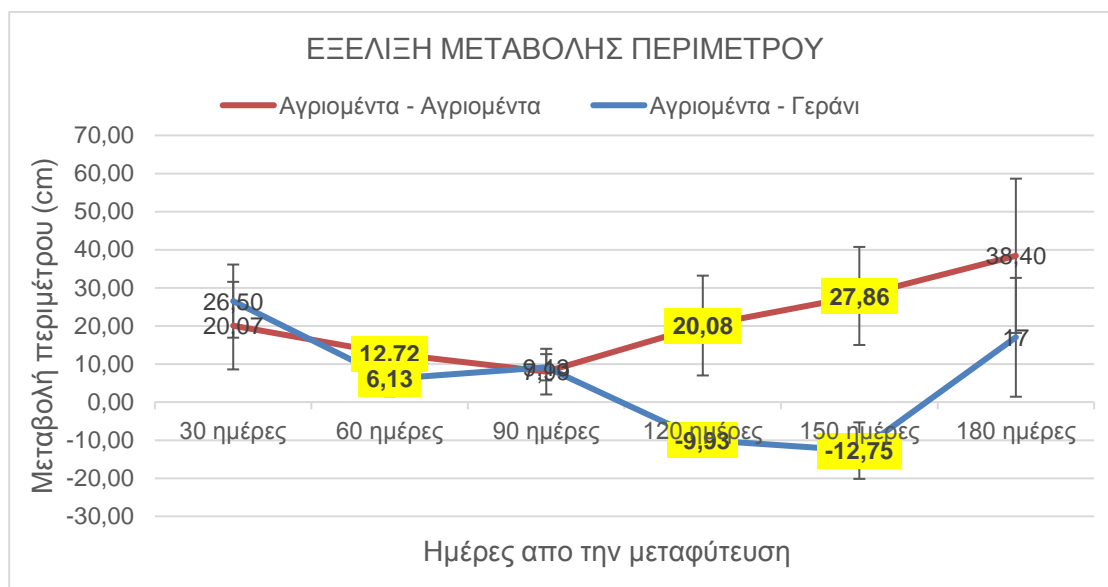
Όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.1.3. μέχρι και τις 90 ημέρες από την μεταφύτευση, όπου εμφανίστηκε η πρώτη στατιστικά σημαντική διαφορά, η εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των μεταχειρίσεων αγριομέντα – αγριομέντα και αγριομέντα – μαντζουράνα είναι σχεδόν παρόμοια. Μετά τις 90 ημέρες και μέχρι το τέλος των μετρήσεων, 180 ημέρες μετά την μεταφύτευση, παρουσιάστηκαν συνεχόμενες στατιστικά σημαντικές διαφορές. Κάτι παρόμοιο είχε συμβεί και στην μεταβολή του ύψους των συγκεκριμένων μεταχειρίσεων το οποίο μας οδηγεί να υποθέσουμε ότι οι λόγοι για αυτήν την αρνητική επιρροή της μαντζουράνας έναντι της αγριομέντας είναι ακριβώς οι ίδιοι.



**Γράφημα 4.1.3:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – μαντζουράνα.

Επίσης και στην μεταχείριση αγριομέντα – γεράνι παρατηρήθηκαν πολλαπλές στατιστικά σημαντικές διαφορές. Παρότι οι αγριομέντες της μεταχείρισης αγριομέντα – γεράνι είχαν καλύτερη αρχική εγκατάσταση, 60 ημέρες μετά την μεταφύτευση, εμφανίστηκε η πρώτη στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα. Σε αυτό το σημείο η εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου της αγριομέντας στην μεταχείριση

αγριομέντα – γεράνι από καλύτερη έγινε χειρότερη και παρέμεινε έτσι μέχρι και το τέλος των μετρήσεων (γράφημα 4.1.4.). Άλλες δύο στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν 120 και 150 ημέρες μετά την μεταφύτευση (γράφημα 4.1.4.). Παρότι παρατηρήθηκαν τρεις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αυτών των δύο μεταχειρίσεων υπέρ της μεταχείρισης αγριομέντα - αγριομέντα, κατά την τελευταία μέτρηση είχαμε σημαντική ανάκαμψη των φυτών της αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – γεράνι. Το οποίο μας δίνει την πληροφορία ότι οι αγριομέντες της συγκεκριμένης μεταχείρισης, μετά και τις δύσκολες συνθήκες της περιόδου του καλοκαιριού, μπόρεσαν και ανέκαμψαν αποφεύγοντας να έχουν την ίδια κατάληξη με τις αγριομέντες της μεταχείρισης αγριομέντα – μαντζουράνα. Το παραπάνω δείχνει την ανταγωνιστικότητα του γερανιού έναντι της αγριομέντας, αλλά όχι σε τέτοιο βαθμό όπως οι μαντζουράνες στην μεταχείριση αγριομέντα – μαντζουράνα. Ενδεχομένως το ριζικό σύστημα του γερανιού να μην επεκτάθηκε τόσο προς τον διαθέσιμο χώρο που υπήρχε για την ανάπτυξη των φυτών της αγριομέντας. Επίσης, έχοντας πλέον και τα δύο είδη εγκατασταθεί επαρκώς αλλά και έχοντας αποκτήσει κάποιο συγκεκριμένο ύψος, ειδικότερα όσο αναφορά το γεράνι, να υπήρξε κάποιο είδος διευκόλυνσης μεταξύ τους κατά τον τελευταίο μήνα των μετρήσεων. Ερευνητές έχουν υποστηρίξει πως σε ένα ξηρό περιβάλλον η μειωμένη υγρασία θεωρείται πιο σημαντικός παράγοντας όσο αναφορά την ανάπτυξη του φυτού παρά το περιορισμένο ηλιακό φως (Holmgren et al., 1997). Έτσι η σκίαση των φυτών της αγριομέντας από τα φυτά του γερανιού, όταν πλέον αυτά είχαν το κατάλληλο ύψος, να βοήθησαν στην ανάκαμψη των φυτών της αγριομέντας, μετριάζοντας κάπως τις επιπτώσεις των ξηροθερμικών συνθηκών του καλοκαιριού.



**Γράφημα 4.1.4:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – γεράνι.

Τέλος όπως και στην μεταβολή του ύψους, έτσι και στην μεταβολή της περιμέτρου της μεταχείρισης αγριομέντα – στίπα (πίνακας 4.1.3.) δεν ήταν δυνατόν να θεωρηθεί αξιολογήσιμη αυτή η μεταχείριση διότι τα φυτά της στίπας ξηράθηκαν κατά τις πρώτες 30 ημέρες από την μεταφύτευση.

**Πίνακας 4.1.3:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα σε σχέση με την μεταχείριση αγριομέντα – στίπα.

Μεταβολή περιμέτρου (cm)		
Ημέρες από την μεταφύτευση	Αγριομέντα - Αγριομέντα	Αγριομέντα - Στίπα
30	20,07 ± 11,50	43,65 ± 11,16*
60	12,72 ± 3,89	12,1 ± 3,68
90	7,99 ± 6,00	3,67 ± 5,50
120	20,08 ± 13,11	7 ± 0,70
150	27,86 ± 12,87	14,75 ± 18,70
180	38,40 ± 20,26	21,33 ± 8,08

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα (για  $p < 0,05$ ).

### Χλωρό & ξηρό βάρος

Όσο αναφορά το χλωρό και ξηρό βάρος (φύλλων + βλαστών) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στις αγριομέντες της μεταχείρισης αγριομέντα – γεράνι (Πίνακας 4.1.4.). Στην συγκεκριμένη μεταχείριση τα γραμμάρια του παραγόμενου χλωρού και ξηρού βάρους των φυτών της αγριομέντας ήταν κατά πολύ λιγότερα από τα αντίστοιχα βάρη της αγριομέντας στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επίσης δεν υπήρξε μέτρηση για τις αγριομέντες της μεταχείρισης αγριομέντα – μαντζουράνα, διότι όλα τα φυτά της αγριομέντας ξηράθηκαν πριν την ημερομηνία της δειγματοληψίας των φυτών για τις συγκεκριμένες μετρήσεις. Το μικρό παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος ενισχύει την υπόθεση της αδυναμίας της αγριομέντα να ανταγωνιστεί γειτονικά φυτά μεγαλύτερου όγκου, όπως αυτά της μαντζουράνας και του γερανιού, στην δέσμευση και αποθήκευση υγρασίας και θρεπτικών.

**Πίνακας 4.1.4:** Σύγκριση του χλωρού και ξηρού βάρους των φυτών αγριομέντας της μεταχείρισης αγριομέντα – αγριομέντα με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις της αγριομέντας.

	<b>Χλωρό βάρος (g)</b>	<b>Ξηρό βάρος (g)</b>
<b>Αγριομέντα - Αγριομέντα</b>		
Βλαστός	15,55 ± 9,26	5,18 ± 3,30
Φύλλα	12,49 ± 8,40	3,3 ± 2,18
<b>Σύνολο</b>	<b>28,04 ± 16,61</b>	<b>8,48 ± 4,88</b>
<b>Αγριομέντα - Μαντζουράνα</b>		
Βλαστός	0,00	0,00
Φύλλα	0,00	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Αγριομέντα - Στίπα</b>		
Βλαστός	17,65 ± 7,90	6,43 ± 3,91
Φύλλα	13,38 ± 5,76	3,93 ± 2,26
<b>Σύνολο</b>	<b>31,03 ± 16,33</b>	<b>10,36 ± 7,42</b>
<b>Αγριομέντα - Γεράνι</b>		
Βλαστός	2,5 ± 2,36*	1,1 ± 0,66*
Φύλλα	2,63 ± 2,98*	1,13 ± 0,99
<b>Σύνολο</b>	<b>5,13 ± 6*</b>	<b>2,23 ± 1,82*</b>

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ( $p < 0,05$ ).

## 4.2. *Origanum majorana*

Και τα 20 φυτά μαντζουράνας, που μεταφύτευτήκαν στα πειραματικά δοκίμια, επιβίωσαν έως και το τέλος του πειράματος (πίνακας 4.2.1.).

**Πίνακας 4.2.1.** Ο αριθμός των ενεργών φυτών, κατά την διάρκεια του πειράματος, των διαφορετικών μεταχειρίσεων της μαντζουράνας.

	<b>Ημέρες από την μεταφύτευση</b>					
	30	60	90	120	150	180
<b>Μεταχειρίσεις</b>	<b>Αριθμός Ενεργών Φυτών</b>					
Μαντζουράνα - Μαντζουράνα	8	8	8	8	8	8
Μαντζουράνα - Αγριομέντα	4	4	4	4	4	4
Μαντζουράνα - Στίπα	4	4	4	4	4	4
Μαντζουράνα - Γεράνι	4	4	4	4	4	4
<b>Σύνολο φυτών</b>	20	20	20	20	20	20

### **Ρυθμός μεταβολής ύψους**

Σχεδόν σε καμία περίπτωση δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων της μαντζουράνας. Εξαίρεση ήταν η μέτρηση στις 60 ημέρες μετά την μεταφύτευση της μεταχείρισης μαντζουράνα – στίπα όπου και παρατηρήθηκε η μοναδική στατιστικά σημαντική διαφορά (πίνακας 4.2.2.). Το οποίο όμως από μόνο του δεν μπορεί να αξιολογηθεί για να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα.

**Πίνακας 4.2.2:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών μαντζουράνας της μεταχείρισης μαντζουράνα – μαντζουράνα σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις της μαντζουράνας.

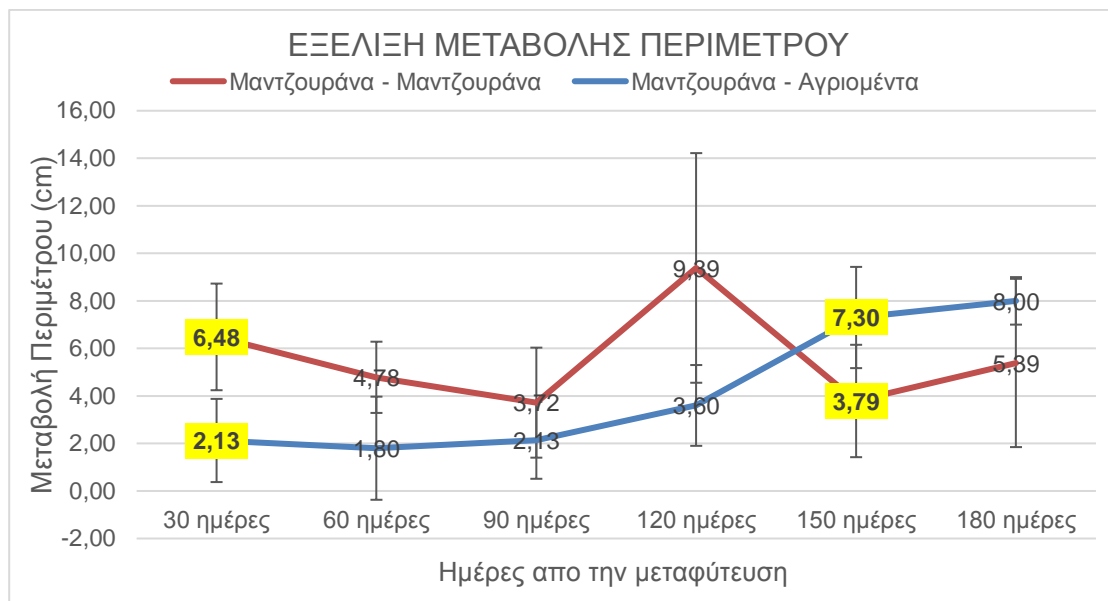
<b>Μεταβολή ύψους (cm)</b>				
<b>Ημέρες από μεταφύτευση</b>	<b>Μαντζουράνα - Μαντζουράνα</b>	<b>Μαντζουράνα - Αγριομέντα</b>	<b>Μαντζουράνα - Στίπα</b>	<b>Μαντζουράνα - Γεράνι</b>
<b>30</b>	9,34 ± 6,59	5,07 ± 2,62	9,95 ± 5,73	9,95 ± 4,47
<b>60</b>	1,70 ± 1,20	0,53 ± 0,50	11,32 ± 9,90*	1,6 ± 2,68
<b>90</b>	1,84 ± 1,65	0,4 ± 0,24	4 ± 2,66	0,92 ± 0,85
<b>120</b>	3,54 ± 3,49	1,7 ± 0,94	1,62 ± 0,48	2,87 ± 1,68
<b>150</b>	3,86 ± 2,85	1,8 ± 1,54	1,13 ± 0,60	3,46 ± 2,91
<b>180</b>	3,61 ± 2,46	1,3 ± 0,78	1,27 ± 1,39	1,2 ± 0,88

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα (για  $p < 0,05$ ).

#### **Ρυθμός μεταβολής περιμέτρου**

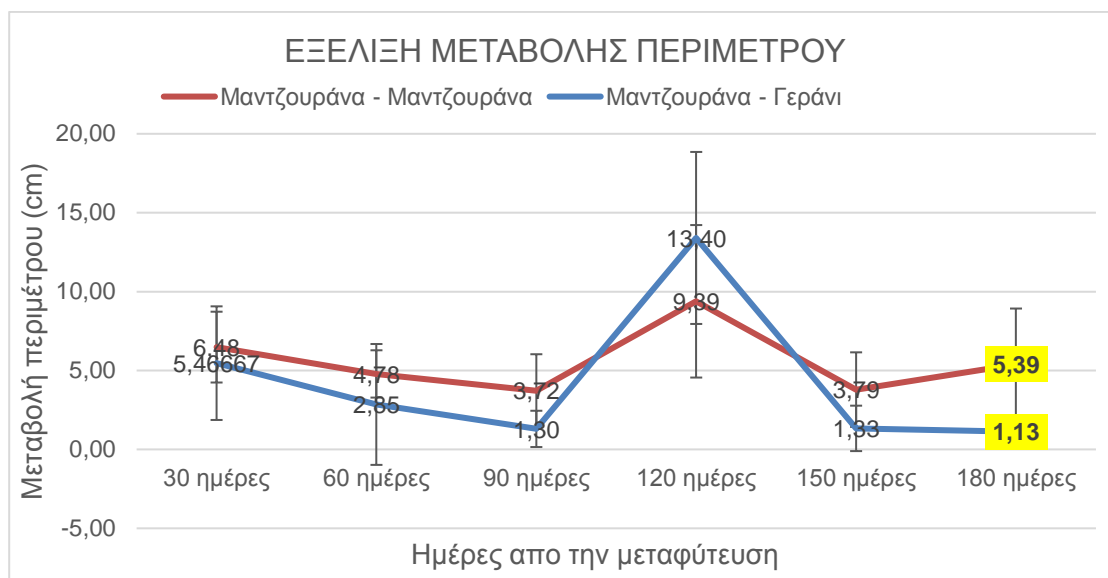
Μόλις 30 ημέρες μετά την μεταφύτευση διαπιστώθηκε η πρώτη στατιστικά σημαντική διαφορά στην μεταχείριση μαντζουράνα – αγριομέντα, το οποίο πιθανώς να οφείλεται στην διαφορετική ταχύτητα με την οποία εγκαταστάθηκαν αρχικώς τα φυτά (γράφημα 4.2.1.). Επιπλέον της παραπάνω διαφοράς, παρατηρήθηκε ακόμη μία στατιστικά σημαντική διαφορά 150 ημέρες από την μεταφύτευση, το οποίο συμπίπτει χρονικά με την περίοδο που άρχισαν να ξηραίνονται οι αγριομέντες της συγκεκριμένης μεταχείρισης. Ενδεχομένως λοιπόν τα φυτά της μαντζουράνας έχοντας πλέον λιγότερο ανταγωνισμό και περισσότερο χώρο, σε σχέση με αυτά της μεταχείρισης μαντζουράνα – μαντζουράνα, αναπτύχθηκαν με υψηλότερο ρυθμό.





**Γράφημα 4.2.1:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών μαντζουράνας της μεταχείρισης μαντζουράνα – μαντζουράνα σε σχέση με την μεταχείριση μαντζουράνα – αγριομέντα.

Όσο αναφορά την μεταχείριση μαντζουράνα – γεράνι παρατηρήθηκε μία σχεδόν πανομοιότυπη τάση της μεταβολής περιμέτρου με την μεταχείριση μαντζουράνα – μαντζουράνα (γράφημα 4.2.2.). Επίσης 180 ημέρες από την μεταφύτευση, κατά την τελευταία μέτρηση διαπιστώθηκε η μοναδική στατιστικά σημαντική διαφορά. Ενδεχομένως να υπήρχαν και περισσότερες αν το πείραμα συνεχίζονταν για περισσότερους μήνες, μιας και τα δύο φυτά είναι είδη που καλλιεργούνται για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η παρόμοια εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου στις δύο μεταχειρίσεις δείχνει την ικανότητα και των δύο φυτών να ανταπεξέρχονται αλλά και να είναι εξίσου ανταγωνιστικά σε ξηροθερμικές συνθήκες. Αυτό οφείλεται από την μία στο πιο εκτεταμένο ριζικό σύστημα, τους πολλαπλούς βλαστούς και τα μικρής επιφάνειας φύλλα της μαντζουράνας και από την άλλη στους ογκώδεις και ξυλώδεις βλαστούς αλλά και με τριχίδια φύλλα του γερανιού. Τέλος, όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.2.2. παρατηρήθηκαν έντονες διακυμάνσεις στις περιμέτρους των φυτών της μαντζουράνας λόγω της έλλειψης χώρου επέκτασης των φυτών εσωτερικά των σειρών σε αντίθεση με την παραπάνω ελευθερία επέκτασης των ακριανών φυτών.



**Γράφημα 4.2.2:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών μαντζουράνας της μεταχείρισης μαντζουράνα – μαντζουράνα σε σχέση με την μεταχείριση μαντζουράνα – γεράνι.

Τέλος στην μεταχείριση μαντζουράνα – στίπα και όπως φαίνεται και στον πίνακα 4.2.3. παρατηρήθηκε μόνο μία στατιστικά σημαντική διαφορά, η οποία δεν ήταν αρκετή ώστε να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα.

**Πίνακας 4.2.3:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών μαντζουράνας της μεταχείρισης μαντζουράνα – μαντζουράνα σε σχέση με την μεταχείριση μαντζουράνα – στίπα.

Μεταβολή περιμέτρου (cm)		
Ημέρες από την μεταφύτευση	Μαντζουράνα - Μαντζουράνα	Μαντζουράνα - Στίπα
30	6,48 ± 2,24	9,3 ± 2,60
60	4,78 ± 1,50	8,8 ± 4,80
90	3,72 ± 2,31	5,68 ± 5,53
120	9,39 ± 4,83	21,77 ± 9,20*
150	3,79 ± 2,36	2,73 ± 2,59
180	5,39 ± 3,54	9 ± 1,00

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα (για  $p < 0,05$ ).

### **Χλωρό & ξηρό βάρος**

Όσον αφορά το χλωρό και ξηρό βάρος της μαντζουράνας δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά επί του συνόλου (φύλλων + βλαστών) σε καμία διαφορετική μεταχείριση της μαντζουράνας (πίνακας 4.2.4.). Παρ' όλα αυτά στον πίνακα 4.2.4. μπορεί να παρατηρηθεί μία σχετική διαφορά μεταξύ συνολικού αλλά και επιμέρους (φύλλα και βλαστοί) χλωρού και ξηρού βάρους της μαντζουράνας – μαντζουράνας με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Όπου και φαίνεται το παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών της μαντζουράνας στην μεταχείριση μαντζουράνα – μαντζουράνα να είναι σχεδόν το μισό από τα αντίστοιχα των φυτών μαντζουράνας στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ακόμη παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο χλωρό και ξηρό βάρος των βλαστών της μεταχείρισης μαντζουράνα – γεράνι αλλά και στο χλωρό βάρος των βλαστών της μεταχείρισης μαντζουράνα – στίπα (πίνακας 4.2.4.). Η διαφορά στο χλωρό και ξηρό βάρος της μαντζουράνας στις μεταχειρίσεις μαντζουράνα – αγριομέντα και μαντζουράνα – στίπα μπορεί εύκολα να δικαιολογηθεί μιας και στις συγκεκριμένες μεταχειρίσεις δεν υπήρχε ιδιαίτερη ανταγωνιστικότητα από πλευράς αγριομέντας και στίπας. Πέρα από την ξήρανση αριθμού φυτών και από τα δύο παραπάνω είδη των συγκεκριμένων μεταχειρίσεων, ο όγκος των φυτών που απέμειναν ήταν αρκετά μικρότερος από αυτόν των φυτών μαντζουράνας καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων. Όμως όσον αφορά την μεταχείριση μαντζουράνα – γεράνι, σε καμία περίπτωση δεν είχαμε ούτε ξήρανση γερανιών αλλά ούτε και πολύ μεγάλες διαφορές στους όγκους αυτών των δύο ειδών. Έτσι πιθανώς η στατιστικά σημαντική διαφορά στους βλαστούς της μαντζουράνας αλλά και η γενικότερη εικόνα των περισσότερων παραγόμενων γραμμαρίων χλωρού και ξηρού βάρους της συγκεκριμένης μεταχείρισης, ενδεχόμενος να οφείλεται στο διαφορετικό βάθος που τα δύο είδη εκμεταλλεύονται για την δέσμευση υγρασίας και θρεπτικών. Επίσης, όντας τα φυτά μαντζουράνας ψηλότερα από αυτά του γερανιού, υπήρχε και καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Το φαινόμενο να παράγεται περισσότερη βιομάζα στα φυτά που ανήκαν σε φυτοκοινότητα έναντι αυτών, του ίδιου είδους, σε μονοκαλλιέργεια μελέτησαν οι Lundholm et al (2010). Όπου και παρατήρησαν σχέσεις διευκόλυνσης μεταξύ

διαφορετικών ειδών το οποίο είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση του παραπάνω φαινομένου.

**Πίνακας 4.2.4:** Σύγκριση του χλωρού και ξηρού βάρους των φυτών μαντζουράνας της μεταχείρισης μαντζουράνα – μαντζουράνα με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις της μαντζουράνας.

	Χλωρό βάρος (g)	Ξηρό βάρος (g)
<b>Μαντζουράνα - Μαντζουράνα</b>		
<b>Βλαστός</b>	125,46 ± 43,74	58,06 ± 22,51
<b>Φύλλα</b>	164,56 ± 58,66	45,59 ± 14,34
<b>Σύνολο</b>	289,03 ± 99,31	103,65 ± 34,25
<b>Μαντζουράνα - Αγριομέντα</b>		
<b>Βλαστός</b>	212,43 ± 46,78	99,43 ± 21,34
<b>Φύλλα</b>	237,43 ± 64,87	68,37 ± 18,12
<b>Σύνολο</b>	449,85 ± 112,35	167,8 ± 43,028
<b>Μαντζουράνα - Στίπα</b>		
<b>Βλαστός</b>	232,95 ± 136,70*	100,13 ± 60,97
<b>Φύλλα</b>	253,375 ± 155,37	68 ± 43,71
<b>Σύνολο</b>	486,33 ± 177,08	168,13 ± 50,23
<b>Μαντζουράνα - Γεράνι</b>		
<b>Βλαστός</b>	239,75 ± 83,57*	111,75 ± 42,54*
<b>Φύλλα</b>	224,75 ± 80,22	62,875 ± 23,29
<b>Σύνολο</b>	464,5 ± 193,61	174,63 ± 76,63

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ( $p < 0,05$ ).

### 4.3. *Stipa gigantea*

Από τα 20 φυτά στίπας που μεταφυτευτήκαν στα πειραματικά δοκίμια, επιβίωσαν μόνο τα 11 έως το τέλος του πειράματος (πίνακας 4.3.1.).

**Πίνακας 4.3.1.** Ο αριθμός των ενεργών φυτών, κατά την διάρκεια του πειράματος, των διαφορετικών μεταχειρίσεων της στίπας.

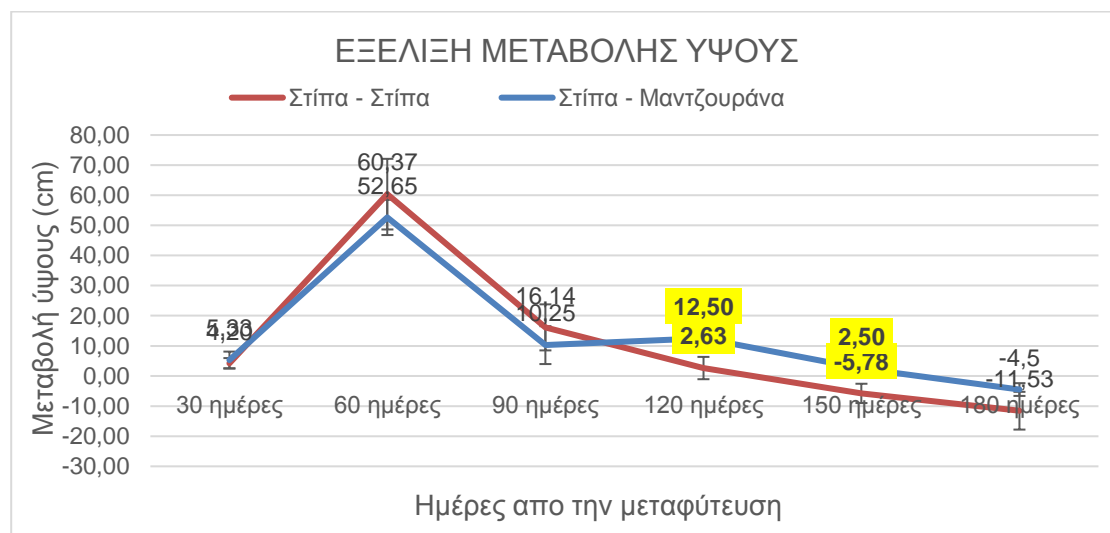
	<b>Ημέρες από την μεταφύτευση</b>					
	30	60	90	120	150	180
<b>Μεταχειρίσεις</b>	<b>Αριθμός Ενεργών Φυτών</b>					
Στίπα - Στίπα	8	7	7	6	6	6
Στίπα - Αγριομέντα	4	0	0	0	0	0
Στίπα - Μαντζουράνα	4	3	3	3	2	2
Στίπα - Γεράνι	4	3	3	3	3	3
<b>Σύνολο φυτών</b>	20	13	13	12	11	11

Στο παραπάνω πίνακα παρατηρούμε απώλειες στα φυτά της στίπας σε όλες τις μεταχειρίσεις. Σε όλες τις περιπτώσεις οι απώλειες ξεκινούν μόλις από τις 60 πρώτες ημέρες από την μεταφύτευση. Επιπλέον παρατηρούμε ότι υπήρξαν απώλειες φυτών της στίπας και λίγο αργότερα, όπως στις μεταχειρίσεις στίπα – στίπα και στίπα – μαντζουράνα, το οποίο συνέπεσε λίγο μετά την περίοδο της άνθησής της στίπας. Με βάση τις δύο παραπάνω παρατηρήσεις, μπορούμε να υποθέσουμε ότι μέρος από τα φυτά της στίπας δεν εγκαταστάθηκαν επαρκώς. Το οποίο ενδεχομένως να έγινε λόγω μη ιδανικών, για το συγκεκριμένο φυτικό είδος, ιδιοτήτων του φυτικού υποστρώματος ή μη ιδανικών κλιματικών συνθηκών την εποχή της μεταφύτευσης.

#### **Ρυθμός μεταβολής ύψους**

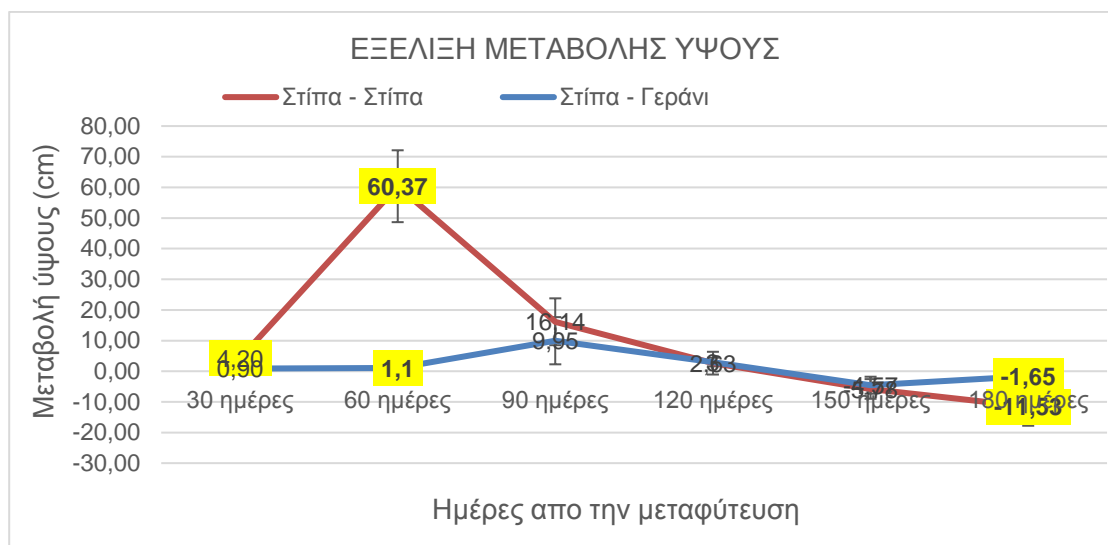
Στο γράφημα 4.3.1. φαίνεται μία σχεδόν παρόμοια εξέλιξη όσο αναφορά την μεταβολή του ύψους στις μεταχειρίσεις στίπα – στίπα και στίπα – μαντζουράνα. Επίσης στο ίδιο γράφημα φαίνονται και οι δύο στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 120 και 150 ημέρες αντίστοιχα μετά την μεταφύτευση. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.3.1., είναι υπέρ της μεταχείρισης στίπας – μαντζουράνας. Αυτό πιθανόν να συνέβη, λόγω της περιόδου άνθησης της στίπας που ενδεχομένως να καθυστέρησε στην μεταχείριση στίπα – μαντζουράνα λόγω της ανταγωνιστικότητας της μαντζουράνας. Έτσι, παρατηρήθηκε μία έντονη αύξηση του ύψους του κεντρικού βλαστού των φυτών της στίπας, 60 ημέρες μετά την μεταφύτευση, και

μετά από αυτό το διάστημα φαίνεται να ακολουθήθηκε διαφορετική πορεία μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.



**Γράφημα 4.3.1:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών στίπας της μεταχείρισης στίπα – στίπα σε σχέση με την μεταχείριση στίπα – μαντζουράνα.

Όσον αφορά την μεταχείριση στίπα – γεράνι σε σχέση με την μεταχείριση στίπα – στίπα και εδώ φαίνεται πώς οι περισσότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν κατά την έναρξη της περιόδου άνθησης της στίπας. Εξαίρεση ίσως αποτελεί η πρώτη στατιστικά σημαντική διαφορά (γράφημα 4.3.2.) που ενδεχομένως να οφείλεται στην αρχική εγκατάσταση των φυτών όπου και εγκαταστάθηκαν με διαφορετική ταχύτητα. Εν συνεχεία, 60 ημέρες μετά την μεταφύτευση διαπιστώθηκε και δεύτερη στατιστικά σημαντική διαφορά όπου ο κεντρικός βλαστός που φέρει τον στάχυ αναπτύχθηκε με υψηλό ρυθμό στην μεταχείριση στίπα – στίπα ενώ στην μεταχείριση στίπα – γεράνι σχεδόν καθόλου (γράφημα 4.3.2.). Βέβαια εν τέλει είχαμε μεταβολή του ύψους των φυτών με πολύ μικρότερο ρυθμό και στην μεταχείριση στίπα - γεράνι λίγο αργότερα. Το παραπάνω ενδεχομένως να είναι σημάδι ότι η ανταγωνιστικότητα του γερανιού όχι μόνο εμπόδισε τον ρυθμό ανάπτυξης των φυτών της στίπας αλλά και καθυστέρησε την περίοδο της άνθησης τους.



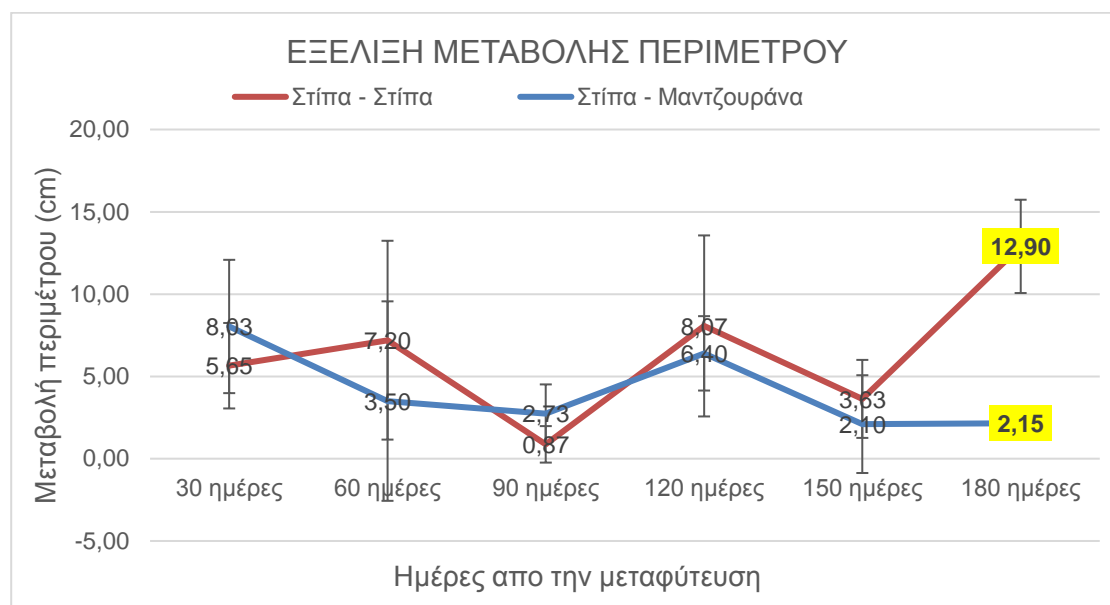
**Γράφημα 4.3.2:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών στίπας της μεταχείρισης στίπα – στίπα σε σχέση με την μεταχείριση στίπα – γεράνι.

Τέλος στην μεταχείριση στίπα – αγριομέντα δεν ήταν δυνατόν να κάνουμε κάποια ιδιαίτερη αξιολόγηση επειδή όλα τα φυτά της στίπας στην συγκεκριμένη μεταχείριση ξηράθηκαν 30 ημέρες μετά την μεταφύτευση. Το οποίο πιο πιθανόν να οφείλεται σε μη επιτυχημένη αρχική εγκατάσταση της στίπα παρά σε επιρροή της αγριομέντας που και η ίδια σε αυτήν την χρονική στιγμή βρισκόταν σε περίοδο αρχικής εγκατάστασης.

#### Ρυθμός μεταβολής περιμέτρου

Με εξαίρεση δύο μετρήσεων όλο το υπόλοιπο διάστημα, όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.3.3., οι στίπες της μεταχείρισης στίπα – στίπα είχαν υψηλότερο ρυθμό μεταβολής περιμέτρου που κατέληξε σε μεγάλη στατιστικά σημαντική διαφορά στο τέλος του πειράματος. Αυτό για ακόμη μία φορά επιβεβαιώνει την έντονη ανταγωνιστικότητα της μαντζουράνας όπου δεν επέτρεψε τα φυτά της στίπα στην μεταχείριση στίπα – μαντζουράνα να αναπτυχθούν παρόμοια με αυτά της μεταχείρισης στίπα – στίπα. Επίσης, παρατηρήθηκαν έντονες διακυμάνσεις στις περιμέτρους μεταξύ των φυτών της στίπας αλλά και στο ρυθμό μεταβολής της περιμέτρου μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων (γράφημα 4.3.3.). Αυτό οφείλονταν στην συνεχή ξήρανση μέρους της βλάστησης των φυτών της στίπας και η σχετικά γρήγορη αντικατάσταση με νέα.

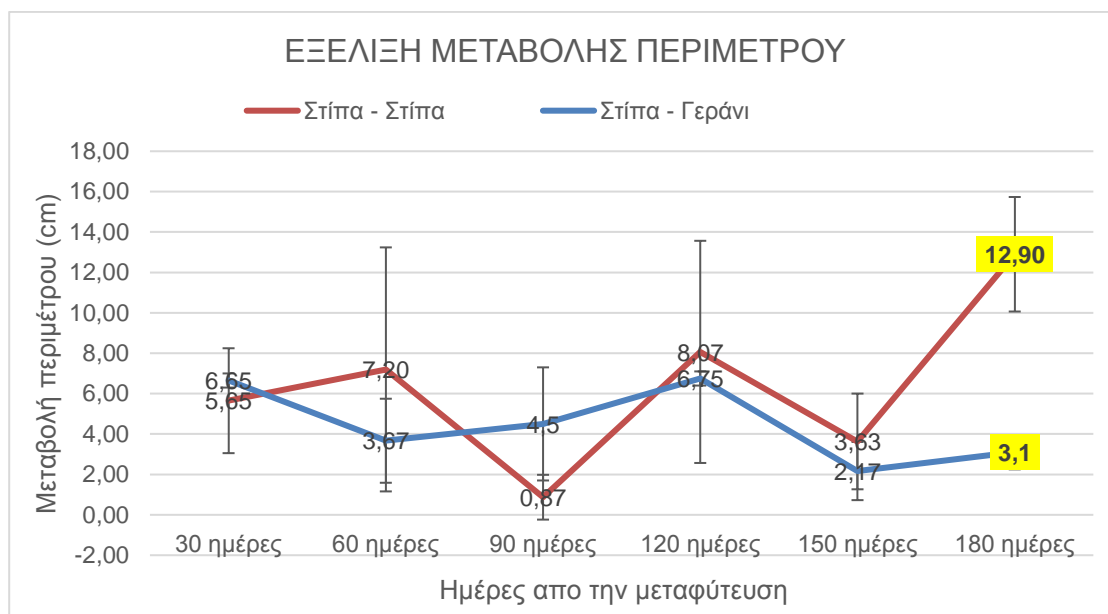
Το οποίο σε συνδυασμό με τα φυτά της στίπα που ξηράθηκαν εντελώς, ενδεχομένως να ενισχύει την υπόθεση ότι η σύσταση του φυτικού υποστρώματος δεν ήταν κατάλληλη για το συγκεκριμένο είδος.



**Γράφημα 4.3.3:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών στίπας της μεταχείρισης στίπα – στίπα σε σχέση με την μεταχείριση στίπα – μαντζουράνα.

Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν μεταξύ της μεταχείρισης στίπα – γεράνι και στίπα – στίπα (γράφημα 4.3.4.). Και σε αυτήν την μέτρηση παρουσιάστηκε μία μόνο στατιστικά σημαντική διαφορά 180 ημέρες μετά την μεταφύτευση. Επίσης, παρόμοιες ήταν και οι διακυμάνσεις της περιμέτρου των φυτών αλλά και οι έντονες αλλαγές στην τάση της μεταβολής της περιμέτρου (γράφημα 4.3.4.). Οπότε για ακόμη μία φορά διαπιστώνεται η ανταγωνιστικότητα του γερανιού έναντι της στίπας αλλά και η πιθανότητα του φυτικού υποστρώματος να μην ήταν κατάλληλο για τα φυτά της στίπας.





**Γράφημα 4.3.4:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών στίπας της μεταχείρισης στίπα – στίπα σε σχέση με την μεταχείριση στίπα – γεράνι.

Τέλος, όπως και στην μεταβολή του ύψους, έτσι και εδώ δεν ήταν δυνατόν να αξιολογηθεί η μεταχείριση στίπα – αγριομέντα, λόγω ξήρανσης των φυτών της στίπα σε αυτήν την μεταχείριση από τις 30 πρώτες ημέρες από την μεταφύτευση.

#### **Χλωρό & ξηρό βάρος**

Όσον αφορά το χλωρό και ξηρό βάρος (φύλλων + βλαστών) της στίπας παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ στίπα – στίπα και όλων των υπόλοιπων ειδών. Με εξαίρεση την μεταχείριση στίπα – αγριομέντα, όπου κατά την δειγματοληψία των φυτών για τις συγκεκριμένες μετρήσεις δεν υπήρχε φυτικό υλικό να συλλεχθεί λόγω της ξήρανσής του που είχε προηγηθεί. Επίσης, οι στατιστικά σημαντικές διαφορές αφορούσαν το σύνολο (φύλλα και βλαστοί) των φυτών αλλά και τις μετρήσεις των φύλλων μεμονωμένα. Οι βλαστοί δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά λόγω ότι στην πλειοψηφία των φυτών υπήρχε μόνο ένας κεντρικός βλαστός και του οποίου ο όγκος, άσχετα με τον συνολικό όγκο των φυτών, δεν διέφερε σημαντικά. Το παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών της στίπας στην μεταχείριση στίπα – στίπα ήταν κατά πολύ περισσότερο από αυτό των άλλων μεταχειρίσεων. Κάτι το οποίο

ήταν αναμενόμενο λόγω της έντονης ανταγωνιστικότητας που αντιμετώπισαν τα φυτά της στίπας από την μαντζουράνα και το γεράνι. Σύμφωνα με τον πίνακα 4.3.2. φαίνεται πως η ανταγωνιστικότητα ήταν κυρίως στην δέσμευση υγρασίας, μιας και οι στίπες της μεταχείρισης στίπα – στίπα παρήγαγαν χλωρό βάρος τριπλάσιου του αντίστοιχου ξηρού τους. Ενώ οι στίπες και στις δύο άλλες μεταχειρίσεις παρήγαγαν χλωρό βάρος διπλάσιο του αντίστοιχου ξηρού τους. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο πιο εκτεταμένο και καλά εγκατεστημένο ριζικό σύστημα των φυτών της μαντζουράνας και του γερανιού.

**Πίνακας 4.3.2:** Σύγκριση του χλωρού και ξηρού βάρους των φυτών στίπας της μεταχείρισης στίπα – στίπα με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις της στίπας.

	<b>Χλωρό βάρος (g)</b>	<b>Ξηρό βάρος (g)</b>
<b>Στίπα - Στίπα</b>		
Βλαστός	12,93 ± 5,51	8,15 ± 3
Φύλλα	182 ± 61,24	67,5 ± 26,19
<b>Σύνολο</b>	<b>194,93 ± 65,86</b>	<b>75,65 ± 27,12</b>
<b>Στίπα - Αγριομέντα</b>		
Βλαστός	0,00	0,00
Φύλλα	0,00	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Στίπα - Μαντζουράνα</b>		
Βλαστός	7,40 ± 6,50	4,1 ± 3,67
Φύλλα	22,80 ± 6,90*	10,85 ± 6,15*
<b>Σύνολο</b>	<b>30,20 ± 15,41*</b>	<b>14,95 ± 9,83*</b>
<b>Στίπα - Γεράνι</b>		
Βλαστός	5,60	4,20
Φύλλα	17,07 ± 11,28*	8,07 ± 5,59*
<b>Σύνολο</b>	<b>22,67 ± 8,78*</b>	<b>12,27 ± 3,53*</b>

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ( $p < 0,05$ ).

#### **4.4. *Pelargonium zonale***

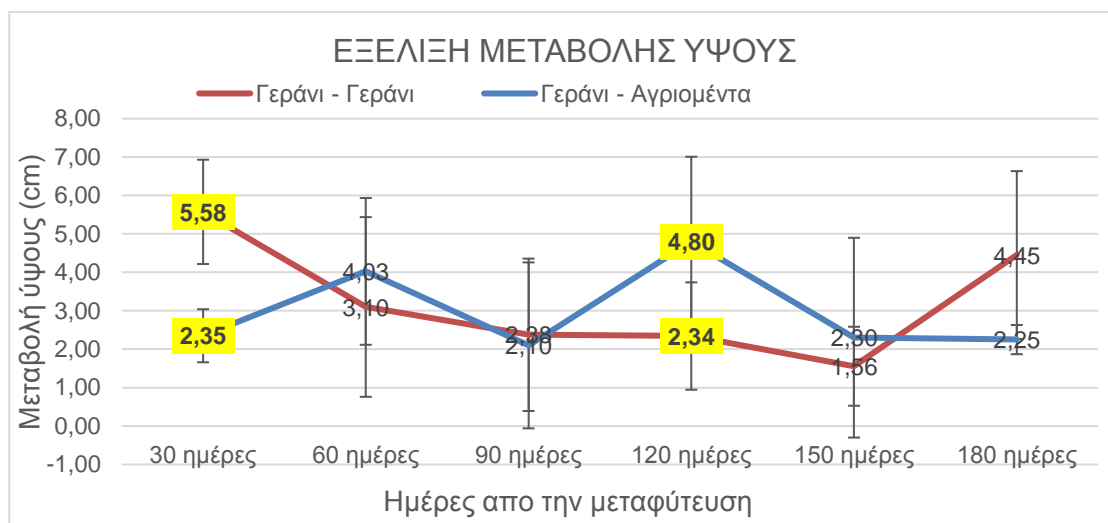
Από τα 20 φυτά γερανιού που μεταφυτευτήκαν στα πειραματικά δοκίμια, επιβίωσαν τα 19 έως και το τέλος του πειράματος (πίνακας 4.4.1.).

**Πίνακας 4.4.1.** Ο αριθμός ενεργών φυτών, κατά την διάρκεια του πειράματος, των διαφορετικών μεταχειρίσεων του γερανιού.

	<b>Ημέρες από την μεταφύτευση</b>					
	30	60	90	120	150	180
<b>Μεταχειρίσεις</b>	<b>Αριθμός Ενεργών Φυτών</b>					
Γεράνι - Γεράνι	8	8	8	7	7	7
Γεράνι - Αγριομέντα	4	4	4	4	4	4
Γεράνι - Μαντζουράνα	4	4	4	4	4	4
Γεράνι - Στίπα	4	4	4	4	4	4
<b>Σύνολο φυτών</b>	20	20	20	19	19	19

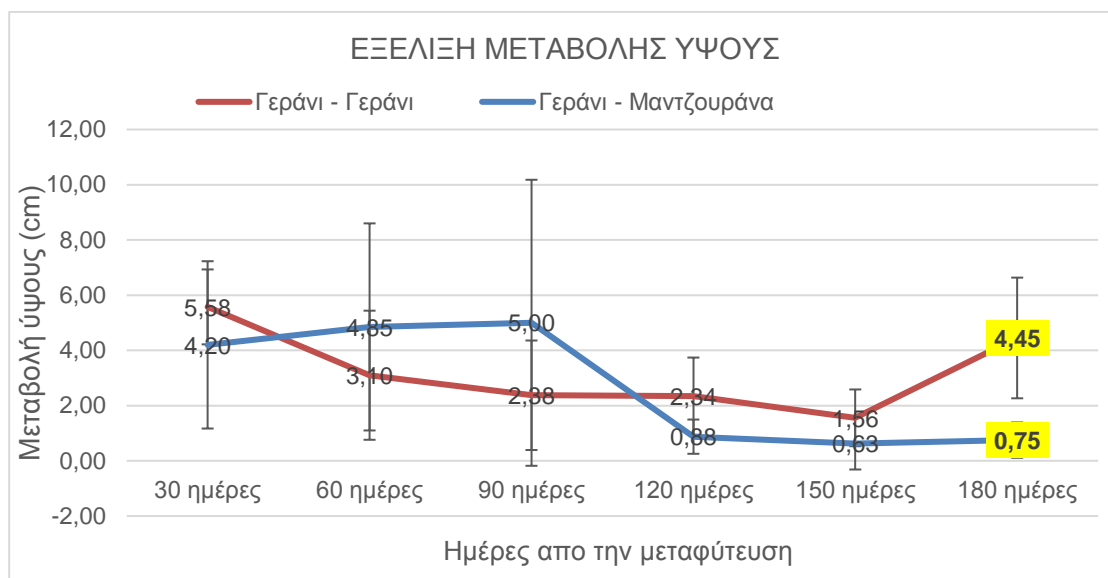
### **Ρυθμός μεταβολής ύψους**

Όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.4.1. παρατηρήθηκαν δύο στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η πρώτη στις 30 ημέρες μετά την μεταφύτευση, που πολύ πιθανώς να οφείλεται στην διαφορετική ταχύτητα εγκατάστασης των φυτών των δύο μεταχειρίσεων. Και η δεύτερη 120 ημέρες μετά την μεταφύτευση, όπου και συμπίπτει με τα μέσα καλοκαιριού και ενδεχομένως να υποδηλώνει μία μεγαλύτερη άνεση των γερανιών της μεταχείρισης γεράνι – αγριομέντα στην δέσμευση υγρασίας και θρεπτικών έναντι αυτών της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι τα οποία είχαν να ανταγωνιστούν μεγαλύτερου όγκου και πιο καλά προσαρμοσμένα στις ξηροθερμικές συνθήκες φυτά. Η εξέλιξη της μεταβολής του ύψους, όπως φαίνεται στο γράφημα 4.4.1., είχε πολλές αυξομειώσεις στην μεταχείριση γεράνι - αγριομέντα. Αυτό οφείλονταν κυρίως στην παρατεταμένη και έντονη περίοδο άνθησης, όπου τα ανθικά στελέχη είχαν μεγαλύτερη μεταβολή ύψους έως ότου ανθίσουν και αφού η μεταβολή αυτή μειώνονταν για κάποιο χρονικό διάστημα ξανά επανέρχονταν στα ίδια υψηλά επίπεδα με την ανάπτυξη των επόμενων ανθικών στελεχών. Το παραπάνω φαινόμενο δεν διαπιστώθηκε τόσο έντονα στην μεταχείριση γεράνι – γεράνι, όπου ενδεχομένως η ανταγωνιστικότητα μεταξύ των φυτών να παρεμπόδιζε μία πιο παρατεταμένη και έντονη περίοδο άνθησης.



**Γράφημα 4.4.1:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών γερανιού της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – αγριομέντα.

Στην μεταχείριση γεράνι – μαντζουράνα, σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – γεράνι παρατηρήθηκε μόνο μία στατιστικά σημαντική διαφορά κατά την τελευταία μέτρηση, 180 ημέρες μετά την μεταφύτευση (γράφημα 4.4.2.). Επίσης παρατηρήθηκε μία έντονη αλλαγή της τάσης της μεταβολής του ύψους των φυτών γερανιού. Όπου ενώ αρχικώς και μέχρι και τις 90 ημέρες από την μεταφύτευση παρατηρούνταν μία σχεδόν σταθερή αύξηση του ύψους των φυτών, κατά την μέση του καλοκαιριού η μεταβολή του ύψους σχεδόν μηδενίστηκε (γράφημα 4.4.2.). Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται συνδυαστικά στις υψηλές ανάγκες σε θρεπτικά και υγρασία της παρατεταμένης άνθισης των φυτών, στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού και στην έντονη ανταγωνιστικότητα από μέρους των φυτών της μαντζουράνας οι οποίες είχαν πλέον αναπτύξει πιο εκτεταμένο ριζικό σύστημα.



**Γράφημα 4.4.2:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών γερανιού της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – μαντζουράνα.

Στην μεταχείριση γεράνι – στίπα διαπιστώθηκε μόνο μία στατιστικά σημαντική διαφορά 60 ημέρες μετά την μεταφύτευση η οποία πιθανώς να οφείλεται στην διαφορετική ταχύτητα εγκατάστασης μεταξύ των φυτών των συγκεκριμένων μεταχειρίσεων. Και εφόσον δεν παρουσιάστηκαν περαιτέρω στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν ήταν δυνατόν να αξιολογηθεί επαρκώς η συγκεκριμένη μεταχείριση.

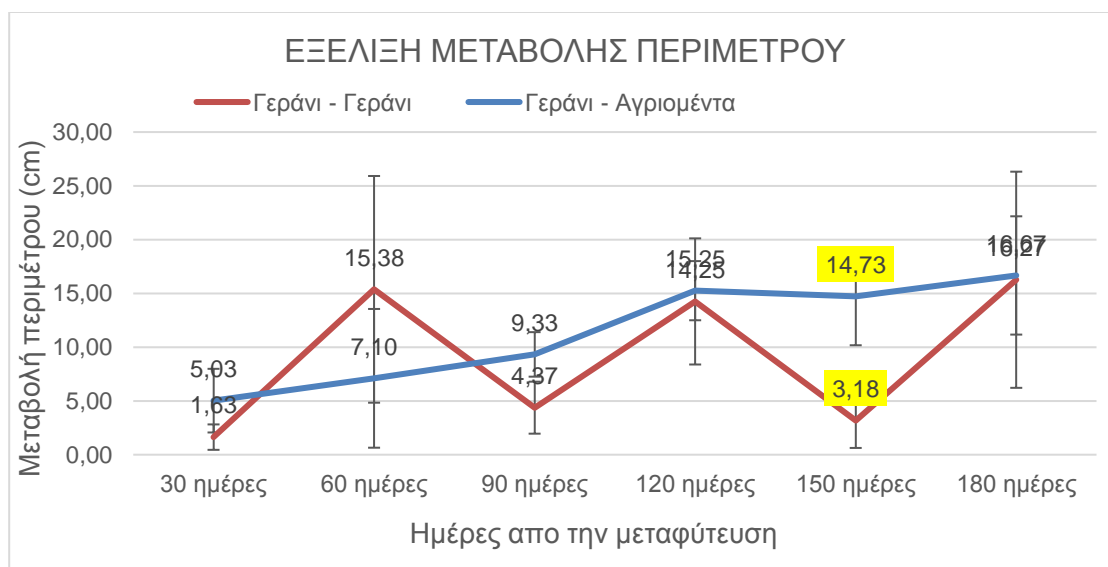
**Πίνακας 4.4.2:** Εξέλιξη της μεταβολής του ύψους των φυτών γερανιού της μεταχείρισης γεράνι - γεράνι σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – στίπα.

Μεταβολή ύψους (cm)		
Ημέρες από μεταφύτευση	Γεράνι - Γεράνι	Γεράνι - Στίπα
30	5,58 ± 1,36	2,83 ± 3,32
60	3,1 ± 2,34	9,85 ± 2,45*
90	2,38 ± 1,98	4,33 ± 1,17
120	2,34 ± 1,40	2,4 ± 1,74
150	1,56 ± 1,03	3,63 ± 2,60
180	4,45 ± 2,19	3,45 ± 2,27

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα (για  $p < 0,05$ ).

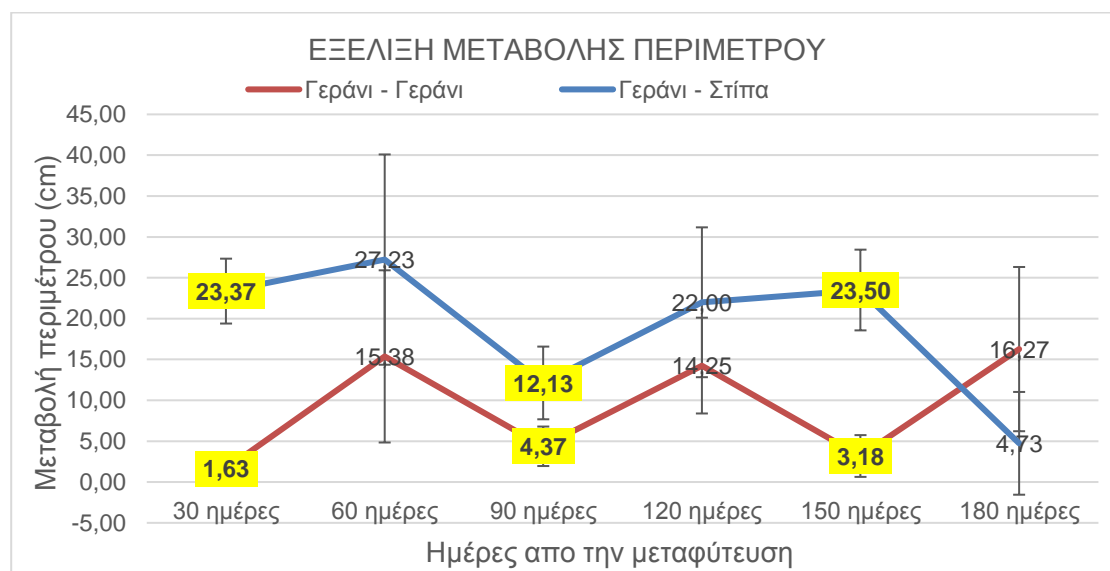
### Ρυθμός μεταβολής περιμέτρου

Όσον αφορά την μεταχείριση γεράνι – αγριομέντα, σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – γεράνι, παρατηρήθηκε μόνο μία στατιστικά σημαντική διαφορά, 150 ημέρες από την μεταφύτευση (γράφημα 4.4.3.). Σε συνδυασμό με την γενικότερη εικόνα της εξέλιξης της μεταβολής της περιμέτρου σε αυτές τις μεταχειρίσεις, φαίνεται πως τα γεράνια της μεταχείρισης γεράνι - αγριομέντα είχαν μία σταθερή ανοδική πορεία, σχεδόν πάντα πιο ψηλά από την αντίστοιχη πορεία της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στην μικρή ανταγωνιστικότητα που παρατηρήθηκε από πλευράς αγριομέντας. Το οποίο σε μεγάλο βαθμό στηρίζεται στο μικρό και επιφανειακό ριζικό σύστημα που ανέπτυξε το φυτό στο παρών πείραμα. Επίσης παρατηρήθηκαν μεγάλες αυξομειώσεις στην μεταβολή της περιμέτρου στην μεταχείριση γεράνι – γεράνι. Αυτό οφείλονταν στην συνεχή πτώση μέρους των φύλλων και η ανανέωσή τους με διαφορετικό ρυθμό ανά περίοδο που ενδεχομένως να προκαλούνταν από την πιο έντονη ανταγωνιστικότητα που υπήρχε μεταξύ των φυτών στην συγκεκριμένη μεταχείριση.



**Γράφημα 4.4.3:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών γερανιού της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – αγριομέντα.

Παρόμοια και στην μεταχείριση γεράνι – στίπα, σε συσχέτιση με την μεταχείριση γεράνι – γεράνι, παρατηρήθηκαν μεγάλες αυξομειώσεις στην μεταβολή της περιμέτρου αλλά και τρεις στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ της μεταχείρισης γεράνι – στίπα (γράφημα 4.4.4.). Όπου για ακόμη μία φορά παρατηρήθηκε ότι τα γεράνια αντιμετώπισαν μεγαλύτερο ανταγωνισμό από το ίδιο τους το είδος παρά από τα μικρότερου όγκου και λιγότερο προσαρμόσιμα στις συνθήκες του πράσινου δώματος φυτά. Επίσης διαπιστώθηκε μία ανάκαμψη της μεταβολής της περιμέτρου στην μεταχείριση γεράνι – γεράνι 190 ημέρες από την μεταφύτευση, που ενδεχομένως να οφείλεται στις λιγότερο ξηροθερμικές συνθήκες που πλέον επικρατούσαν αυτήν την περίοδο, όντας αρχές φθινοπώρου (γράφημα 4.4.4.).



**Γράφημα 4.4.4:** Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών γερανιού της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – στίπα.

Τέλος όσο αναφορά την μεταχείριση γεράνι – μαντζουράνα υπήρξε μόνο μία στατιστικά σημαντική διαφορά στην αρχή του πειράματος η οποία ενδεχομένως να οφείλεται στην διαφορετική ταχύτητα εγκατάστασης των φυτών (4.4.3.). Παρ' όλα αυτά το ότι δεν διαπιστώθηκαν περαιτέρω στατιστικά σημαντικές διαφορές ενισχύει την υπόθεση του συνεργατισμού μεταξύ των δύο ειδών λόγω εκμετάλλευσης διαφορετικού βάθους του φυτικού υποστρώματος.

**Πίνακας 4.4.3:** : Εξέλιξη της μεταβολής της περιμέτρου των φυτών γερανιού της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι σε σχέση με την μεταχείριση γεράνι – μαντζουράνα.

<b>Μεταβολή περιμέτρου (cm)</b>		
<b>Ημέρες από την μεταφύτευση</b>	<b>Γεράνι - Γεράνι</b>	<b>Γεράνι - Μαντζουράνα</b>
<b>30</b>	1,63 ± 1,18	13,7 ± 7,90*
<b>60</b>	15,38 ± 10,54	8,28 ± 4,6
<b>90</b>	4,37 ± 2,42	7,13 ± 5,7
<b>120</b>	14,25 ± 5,86	14,25 ± 10,2
<b>150</b>	3,18 ± 2,56	1,75 ± 1,8
<b>180</b>	16,27 ± 10,05	4,67 ± 1,52

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα (για  $p < 0,05$ ).

#### **Χλωρό & ξηρό βάρος**

Όσον αφορά το χλωρό και ξηρό βάρος (φύλλων + βλαστών) του γερανιού δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων με εξαίρεση το χλωρό και ξηρό βάρος των βλαστών της μεταχείρισης γεράνι – στίπα (πίνακας 4.4.4.). Επίσης στην συγκεκριμένη μεταχείριση, παρότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά, φαίνεται μία έντονη διαφορά και στο συνολικό παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις του γερανιού. Αυτό ενδεχομένως να προέκυψε λόγω ότι στην συγκεκριμένη μεταχείριση τα γεράνια είχαν μικρή ανταγωνιστικότητα και περισσότερο χώρο να αναπτυχθούν έχοντας να αντιμετωπίσουν ένα από τα λιγότερα ανταγωνιστικά είδη του πειράματος.



**Πίνακας 4.4.4:** Σύγκριση του χλωρού και ξηρού βάρους των φυτών γερανιού της μεταχείρισης γεράνι – γεράνι με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

	<b>Χλωρό βάρος (g)</b>	<b>Ξηρό βάρος (g)</b>
<b>Γεράνι - Γεράνι</b>		
Βλαστός	96,2857 ± 84,36	21,7143 ± 17,37
Φύλλα	216,214 ± 180,97	41 ± 34,22
<b>Σύνολο</b>	312,5 ± 265,19	62,71 ± 51,40
<b>Γεράνι - Αγριομέντα</b>		
Βλαστός	62,75 ± 34,53	16,85 ± 9,06
Φύλλα	121,2 ± 65,20	27,15 ± 12,18
<b>Σύνολο</b>	183,95 ± 66,02	44 ± 17,50
<b>Γεράνι - Μαντζουράνα</b>		
Βλαστός	83,575 ± 82,43	22,22 ± 23,10
Φύλλα	120,15 ± 132,57	26,175 ± 30,4
<b>Σύνολο</b>	203,73 ± 129,50	48,4 ± 25,92
<b>Γεράνι - Στίπα</b>		
Βλαστός	195,77 ± 63,94*	52,475 ± 14,93*
Φύλλα	281,22 ± 105,53	59,6 ± 23,63
<b>Σύνολο</b>	477 ± 199,65	112,08 ± 44,55

\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ( $p < 0,05$ ).

## Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Είναι εφικτή η αξιοποίηση της *Mentha pulegium*, της *Origanum majorana* και του *Pelargonium zonale* ως φυτικό υλικό μονοκαλλιέργειας ενός πράσινου δώματος (με βάθος υποστρώματος 12 εκ.) στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου και για χρονικό διάστημα έως 6 μήνες. Και τα τρία αυτά είδη είχαν φυσιολογική πορεία ανάπτυξης και δεν υπήρξαν απώλειες φυτών στις μεταχειρίσεις των μαρτύρων τους.
- Η *Stipa gigantea* δεν μπορεί να αξιοποιηθεί ως φυτικό υλικό είτε μονοκαλλιέργειας είτε φυτοκοινότητας ενός πράσινου δώματος υπο συνθήκες παρόμοιες με του πειράματος. Αφενός γιατί διαπιστώθηκε η αδυναμία της να εγκατασταθεί ικανοποιητικά στο φυτικό υπόστρωμα ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκε και αφετέρου διότι δεν μπόρεσε να ανταγωνιστεί τα γειτονικά φυτικά είδη. Ενδεχόμενος να παρουσιάσει διαφορετική εικόνα αν μελετηθεί σε διαφορετικής σύστασης υπόστρωμα ανάπτυξης ή σε φυτοκοινότητες με διαφορετικά φυτικά είδη από αυτά που μελετήθηκαν.
- Το γεράνι και η μαντζουράνα αν και αρκετά ανταγωνιστικά είδη και τα δύο, μπορούν να δώσουν ικανοποιητικό αποτέλεσμα αν συνδυαστούν μεταξύ τους σε φυτοκοινότητα ενός πράσινου δώματος. Όπου φαίνεται να αναπτύσσουν ένα είδος συνεργατισμού στην εκμετάλλευση των πόρων του φυτικού υποστρώματος χωρίς να επηρεάζει, κάποιο από τα δύο είδη, σημαντικά την ανάπτυξη του διπλανού του.
- Οι λοιποί συνδυασμοί, γεράνι – αγριομέντα και αγριομέντα – μαντζουράνα, δεν κρίθηκαν ικανοποιητικοί και θα πρέπει να αποφεύγονται μέχρι να γίνουν περισσότεροι πειραματισμοί. Το

γεράνι και η μαντζουράνα έδειξαν να είναι αρκετά ανταγωνίστηκα έναντι των διπλανών τους ειδών με αποτέλεσμα να επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξή τους. Μόνο στην περίπτωση που αποσκοπείτε η επίτευξη υψηλότερου χλωρού και ξηρού βάρους, οι διαφορετικοί συνδυασμοί ειδών με την μαντζουράνα έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα απ' ότι οι μάρτυρες της.

## Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Από την αξιοποίηση των παραπάνω συμπερασμάτων προτείνεται :

- Η πειραματική έρευνα για αξιολόγηση φυτών της χλωρίδας της Ελλάδος για αξιοποίησή τους σε πράσινα δώματα να συνεχιστεί ώστε τελικώς να προκύψει μία λίστα φυτών που είναι κατάλληλα για να αναπτυχθούν υπό αυτές τις συνθήκες. Όπως επίσης και η δημιουργία καταλόγου με φυτά της ελληνικής χλωρίδας που μπορούν συνδυαστούν σε φυτοκοινότητες αλλά και με αυτά που πού πρέπει να αποφεύγονται να συνδυάζονται.
- Οι μελλοντικές έρευνες να διευρύνουν το χρονικό όριο του πειράματος σε πάνω από 6 μήνες. Ιδανικότερα, ακόμη και πάνω από χρόνο.
- Η αξιολόγηση των φυτών σε διαφορετικά βάθη αλλά και διαφορετικής σύστασης του υποστρώματος ανάπτυξης.
- Μελέτη και αξιολόγηση της συμπεριφοράς και ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των υπό μελέτη φυτικών ειδών.
- Ο πειραματισμός με περισσότερα και διαφορετικά είδη της ελληνικής χλωρίδας, χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο αριθμό φυτών ανά είδος.

## **Κεφάλαιο 5 – Βιβλιογραφία**

### **5.1. Ελληνική Βιβλιογραφία**

Ευμορφοπούλου, Α., 1992. Οι κήποι στα δώματα των κτηρίων. Η συμβολή τους στο οικοσύστημα των αστικών κέντρων. Κατασκευαστικές λύσεις και δυνατότητες εφαρμογής στον ελληνικό χώρο. Διδακτορική διατριβή, 1992 Θεσσαλονίκη.

Κοκκίνου, Η., 2015. Επίδραση της υδατικής καταπόνησης σε αυτοφυή και ξενικά είδη τα οποία αναπτύσσονται σε συνθήκες εκτατικών φυτοδωμάτων. Μεταπτυχιακή μελέτη, 2015, Αθήνα.

Μάμαλης, Σ., 2011. Κατευθυντήριες οδηγίες φυτοτεχνικής μελέτης κατασκευής και συντήρησης φυτεμένων δωμάτων/στεγών. Κατευθυντήριες Οδηγίες, 2011, Θεσσαλονίκη.

Παναγιώτου, Ε., Κ. Παπανικολάου και Σ. Ζαμανίδης, 2001. Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Γεωργία – Κτηνοτροφία 1: 36-42.

### **5.2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία**

Arampatzi, A., 2015. Essential oils of wild plants of “mint” in Greece: The genus *Mentha* in the Prefecture of Florina. Master thesis, 2015, Thessaloniki.

Baumann, N., 2006. Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: Preliminary observations. *Urban Habitats* 4: 37-50.

- Brenneisen, S., 2006. Space for urban wildlife: Designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habitats* 4: 27-36.
- Cheng, F., Cheng, Z., 2015. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Front. Plant Sci.* 6.
- Coffman, R.R., Davis G. 2005. Insect and avian fauna presence on the Ford assembly plant ecoroof. Paper presented at the Third Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show. 4–6 May 2005, Washington, DC.
- Cook – Patton, S. C., Bauerle, T.L., 2012. Potential benefits of plant diversity of vegetated roofs: A literature review. *Journal of Environmental Management*, 106, 85-92.
- Czemiel Berndtsson, J., 2010. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: a review. *Ecol.* 36, 351-360.
- de Kroon, H., Hendriks, M., van Ruijven, J., Ravenek, J., Padilla, F.M., Jongejans, E., Visser, E.J.W., Mommer, L., 2012. Root responses to nutrients and soil biota: drivers of species coexistence and ecosystem productivity. *J. Ecol.* 100, 6–15.
- de Kroon, H., 2007. Ecology – how do roots interact? *Science* 318, 1562–1563.
- Del Barrio, E.P., 1998. Analysis of the green roofs cooling potential in buildings. *Energy and Buildings* 27: 179–193.
- Dunnett, N., Kingsbury, N., 2008. *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland (OR): Timber Press.

- Durhman, A.K., VanWoert, N.D., Rowe, D.B., Rugh, C.L., Ebert-May, D., 2004. Evaluation of Crassulaceae Species on Extensive Green Roofs. Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Portland (OR).
- Dvorak, B., Volder, A., 2010. Green roof vegetation for North American ecoregions: a literature review. *Landscape Urban Plan*, 96: 197-213.
- Farahani, H. ,2009. Medicinal and aromatic plants farming under drought conditions. *Journal of horticulture and Forestry*, 1(6): 86-92.
- Getter, K.L., Rowe, D.B., 2006. The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience*, 41: 1276-1285.
- Ghannadi, A., Bagherinejad, M., Abedi, D., Jalali, M., Absalan, B., Sadeghi, N., 2012. Antibacterial activity and composition of oils from *Pelargonium graveolens* L'Her and *Vitex agnus-castus* L. *Iranian Journal of Microbiology*, 4: 171–176.
- Goldsmith, F. B., 1978. Interaction (competition) studies as a step toward the synthesis of sea cliff vegetation. *Journal of Ecology*, 61: 819–829.
- Grime, J.P., 2001. *Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties*. Chichester (United Kingdom): Wiley.
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C. .L., Wu, J., Xuemei, B., Briggs J.M., 2008. Global change and the ecology of cities. *Science* 319: 756-760.
- Hartig, T., Mang, M., Evans, G.W., 1991. Restorative effects of natural environment experience. *Environment and Behavior*, 23: 3–26.

- Holmgren, M., Scheffer, M., & Huston, M. A., 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology*, 78:1966–1975.
- Huston, M. A., 1994. Biological diversity, the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge (UK), Cambridge University Press.
- Keddy, P. A., & Shipley, B., 1989. Competitive hierarchies in herbaceous plant communities. *Oikos*, 54: 234–241.
- Lee, K., Kim, J., 1994. Changes in crassulacean acid metabolism (CAM) of *Sedum* plants with special reference to soil moisture conditions. *Journal of Plant Biology*, 37: 9–15.
- Levine, J.M., Adler, P.B., Yelenik, S.G., 2004. A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecol. Lett.*, 7: 975-989.
- Lundholm, J.T., MacIvor, J.S., MacDougall, Z., Ranalli, M., 2010. Plant species and functional group combinations affect green roof ecosystem functions *PLoS ONE*, 5(3): e9677.
- Lundholm, J.T., Richardson, P.J., 2010. Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. *J. Appl. Ecol.*, 47: 966-975.
- Keesing, F., Holt, R.D., Ostfeld, R.S., 2006. Effects of species diversity on disease risk. *Ecol. Lett.*, 9: 485-498.
- Kolb, W., Schwarz, T., 1986. Zum Klimatisierungseffekt von Pflanzbeständen auf Dächern, Teil I. *Zeitschrift für Vegetationstechnik* 9. Republished in *Veit- shoechheimer Berichte*, Heft 39, Dachbegrünung. (cf. Dunnett and Kingsbury 2004).

- Mahdieh, M., Yazdani, M., & Mahdieh, S., 2013. The high potential of *Pelargonium roseum* plant for phytoremediation of heavy metals. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(9): 7877–7881.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F.A., 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.*, 10: 689-710.
- Maclvor, J.S., Lundholm, J.T., 2011. Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecol. Eng.* 37: 407-417.
- Maina, G.G., Brown, J.S., Gersani, M., 2002. Intra-plant versus inter-plant root competition in beans: avoidance, resource matching or tragedy of the commons. *Plant Ecol.*, 160: 235–247.
- Mentens, J., Raes, D., Hermy, M., 2005. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*, 77: 21–226.
- Miyazawa, K., Murakami, T., Takeda, M., Murayama, T., 2010. Intercropping green manure crops-effects on rooting patterns. *Plant Soil*, 331: 231–239.
- Monterusso MA, Rowe DB, Rugh CL., 2005. Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. *HortScience* 40: 391–396.
- Moran, A., Hunt, B., Smith, J., 2005. Hydrologic and water quality performance from green roofs in Goldsboro and Raleigh. North Carolina. Paper presented at the Third Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show, 4–6 May 2005, Washington (DC).



- Niering, W. A., Whittaker, R. H., Lowe, C. H., 1963. The saguaro: a population in relation to environment. *Science*, 142:15–23.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K.K.Y., Rowe, B., 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *Bioscience*, 57: 823-833.
- Oke, TR., 1987. *Boundary Layer Climates*. 2nd ed. New York: Methuen.
- Peck, S., Private benefits – Public benefits, <http://www.greenroofs.org/>
- Poot, P., Lambers, H., 2008. Shallow-soil endemics: adaptive advantages and constraints of a specialized root-system morphology. *New Phytol.*, 178: 371–381.
- Renton, M., Poot, P., Evers, J.B., 2012. Simulation of optimal rooting strategies: what's the best way to find a wet crack? *Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (PMA)*. 2012 IEEE Fourth International Symposium, 316–323.
- Root, R.B., 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats e fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecol. Monogr.*, 43: 95-120.
- Semchenko, M., Hutchings, M.J., John, E.A., 2007. Challenging the tragedy of the commons in root competition: confounding effects of neighbor presence and substrate volume. *J. Ecol.*, 95: 252–260.
- Smith, T. M., Huston, M. A., 1989. A theory of the spatial and temporal dynamics of plant communities. *Vegetation*, 83: 49–69.

- Snodgrass, E.C., Snodgrass, L.L., 2006. Green Roof Plants: A Resource and Planting Guide. Portland (OR), Timber Press.
- Streich, A., S. Rodie and R. Gaussion, "Turf in the Landscape," University of Nebraska–Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. 2003.
- Steenberg, W. F., and C. H. Lowe. 1969. Critical factors during the first year of life of the saguaro (*Cereus giganteus*) at Saguaro National Monument. *Ecology*, 50: 825–834.
- Steenberg, W. F., and C. H. Lowe. 1977. Ecology of the saguaro II. Reproduction, germination, establishment, growth, and survival of the young plant. National Park Service Scientific Monograph Series Number 8. National Park Service, Washington, D.C., USA.
- Theodosiou, T.G., 2003. Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique. *Energy and Buildings*, 35: 909–917.
- Toma, J., Toma, J., Kizekova, M., 2015. Ornamental grasses as part of public green, their ecosystem services and use in vegetative arrangements in urban environment. *Thaiszia Journal of Botany*, 25(1):1-13.
- Turner, R.M., Alcorn, S.M., Olin, G., Booth, J.A., 1966. The influence of shade, soil and water on saguaro seedlings establishment. *Botanical Gazette*, 127: 95-102.
- [USEPA] US Environmental Protection Agency. 2000. Vegetated Roof Cover: Philadelphia, Pennsylvania. Washington (DC): USEPA. Report no. EPA 841-B-00-005D.

Verma, R.S., Verma, R.K., Yadav, A.K., Chauhan, A., 2010. Changes in the essential oil composition of rose – scented geranium (*Pelargonium graveolens* L'Herit. ex Ait) due to date of transplanting under hill conditions of Uttarakhand. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1: 367-370.

Wolf, D., Lundholm, J.T., 2008. Water uptake in green roof microcosms: effects of plant species and water availability. *Ecol. Eng.*, 33: 179-186.

Yachi, S., Loreau, M., 1999. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: the insurance hypothesis. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 96: 1463-1468.

Yang, J., Yu, Q., Gong, P., 2008. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmos. Environ.*, 42: 7266-7273.