

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος



University of Thessaly

Department of Agriculture
Crop Production and Rural
Environment

Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Μετασυλλεκτική μεταχείριση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς (*Rosa sp.*) με χρήση διαλυμάτων αιθέριων ελαίων δεντρολίβανου (*Rosmarinus officinalis*) και χαμομηλιού (*Matricaria chamomilla*)»

Καρδάμη Τριανταφυλλιά



Επιβλέπων καθηγητής: Λύκας Χρήστος

2021

«Μετασυλλεκτική μεταχείριση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς (*Rosa sp.*) με χρήση διαλυμάτων αιθέριων ελαίων δεντρολίβανου (*Rosmarinus officinalis*) και χαμομηλιού (*Matricaria chamomilla*)»

"*Postharvest treatment of cut roses (Rosa sp.) using solutions of rosemary (Rosmarinus officinalis) and chamomile (Matricaria chamomilla) essential oils.*"

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

- Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Μέλος, Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Λύκας Χρήστος, Αναπληρωτής Καθηγητής Επιβλέπων, Ανθοκομία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Πετρόπουλος Σπυρίδων, Αναπληρωτής Καθηγητής Μέλος, Λαχανοκομία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

*Στην οικογένειά μου και
στην οικογένεια που δημιουργήθηκε
κατά τα φοιτητικά μου χρόνια*

Υπεύθυνη Δήλωση

<<Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ>>

Καρδάμη Τριανταφυλλιά

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Λύκα Χρήστο του τμήματος Ανθοκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας, για τις υποδείξεις και την καθοδήγηση που μου παρείχε. Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα κ. Καζή Μάρθα για την αμέριστη βοήθειά της και για τις χρήσιμες συμβουλές της. Ομοίως, ευχαριστώ την εργαστηριακή συνεργάτιδα κ. Καρατοσίδου Χαρούλα και τον μεταπτυχιακό φοιτητή κ. Παπαδήμο Αθανάσιο, οι οποίοι προσφέρθηκαν να βοηθήσουν στις στιγμές που παρουσιάστηκαν κωλύματα κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Θα ήταν παράλειψή μου, να μην αναφερθώ στις συμφοιτήτριές μου Μαούνη Αικατερίνη και Παπακώστα Φρειδερίκη, οι οποίες εκπόνησαν παράλληλα με εμένα την δική τους πτυχιακή εργασία. Ευχαριστώ για την άψογη συνεργασία, για την αλληλοκατανόηση και για την δημιουργία ενός πολύ ευχάριστου κλίματος. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ηθική και οικονομική στήριξη που μου προσέφεραν αυτά τα φοιτητικά χρόνια, και όχι μόνο, αλλά και τους φίλους μου, που έκαναν αυτά τα χρόνια μοναδικά και ανεπανάληπτα.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	xi
Abstract.....	xii
1. Εισαγωγή	13
1.1 Γενικά στοιχεία για τον κλάδο της Ανθοκομίας	13
1.2 Σκοπός.....	14
1.3 Τριανταφυλλιά	15
1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	15
1.5 Εδαφολογικές απαιτήσεις.....	16
1.6 Κλιματολογικές απαιτήσεις.....	16
1.6.1 Θερμοκρασία	16
1.6.2 Φως.....	16
1.6.3 Υγρασία	17
1.6.4 Διοξείδιο του άνθρακα	17
1.7 Πολλαπλασιασμός.....	17
1.8 Φυσιολογικές ανωμαλίες.....	18
1.9 Εμπορική αξία δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς	18
1.10 Συγκομιδή και διατήρηση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς	19
1.11 Μεταφορά δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς.....	20
1.12 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των δρεπτών ανθέων.....	20
1.13 Συντήρηση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς.....	22
1.14 Διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων με χρήση συντηρητικών διαλυμάτων.....	22
1.15 Βασικά συστατικά των συντηρητικών διαλυμάτων.....	24
1.15.1 Σακχαρόζη	24
1.15.2 Σαλικυλικό οξύ.....	24
1.15.3 Κιτρικό οξύ.....	25
1.15.4 8-υδροξυκινολίνη (8-HQS)	25
1.15.5 Νιτρικός άργυρος (AgNO ₃).....	25
1.15.6 Θειοθειικός άργυρος (STS)	26
1.15.7 1-μεθυλο-κυκλο-προπάνιο (1-MCP)	26
1.15.8 Νανοσωματίδια αργύρου.....	27
1.16 Διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων με χρήση αιθέριων ελαίων	27
1.17 Δεντρολίβανο (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	28

1.17.1 Γενικά χαρακτηριστικά	28
1.17.2 Αιθέριο έλαιο	29
1.18 Χαμομήλι (<i>Matricaria recutita</i>)	30
1.18.1 Γενικά χαρακτηριστικά	30
1.18.2 Αιθέριο έλαιο	30
2. Υλικά και Μέθοδοι	32
2.1 Φυτικό υλικό	32
2.2 Παρασκευή διαλυμάτων συντήρησης και θρεπτικών υποστρωμάτων	32
2.2.1 Παρασκευή διαλυμάτων συντήρησης των δρεπτών ανθέων	32
2.2.2 Παρασκευή θρεπτικών υποστρωμάτων TSA και DG18	34
2.2.3 Προετοιμασία τρυβλίων ανάπτυξης μικροβιακών αποικιών	34
2.2.4 Παρασκευή υδατικού διαλύματος πεπτόνης	35
2.3 Διαδικασία καλλιέργειας μικροβιακών αποικιών	35
2.4 Πειραματική διαδικασία	36
2.4.1 Προκαταρκτικό πείραμα	36
2.4.2 Κύριο πείραμα	36
2.5 Μετρήσεις	37
2.5.1 Μέτρηση διαμέτρου βλαστού και pH	37
2.5.2 Μέτρηση χλωροφύλλης	37
2.5.3 Μέτρηση χρώματος πετάλων	37
2.5.4 Μέτρηση και ανάλυση μικροβιακού φορτίου	38
2.5.5 Μετρήσεις που πάρθηκαν καθημερινά κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας	39
2.6 Στατιστική ανάλυση	39
3. Αποτελέσματα-Συζήτηση	40
3.1 Προκαταρκτικό Πείραμα	40
3.1.1 Μέτρηση του νωπού βάρους των ανθέων	41
3.1.2 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο φυτικό ιστό	41
3.1.3 Χλωροφύλλη	42
3.2 Κύριο Πείραμα	43
3.2.1 Συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο συντήρησης δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς	43
3.2.2 Μέτρηση του νωπού βάρους των ανθέων	45
3.2.3 Μέτρηση του όγκου διαλύματος των μπουκαλιών	46
3.2.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο φυτικό ιστό	49

3.2.5 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο υδατικό διάλυμα των ανθοδοχείων.....	51
3.2.6 Χλωροφύλλη	52
3.2.7 Χρώμα πετάλων δρεπτών ανθέων	54
4. Συμπεράσματα	56
5. Βιβλιογραφία	58

Πίνακας διαγραμμάτων

- Διάγραμμα 1: Σύγκριση μέσου όρου διαφοράς του βάρους ανθέων (g) τριανταφυλλιάς μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 100ppm (D100), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm (D200) και αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 300ppm (D300) ανά ημέρα απο προκαταρκτικό πείραμα.....41
- Διάγραμμα 2: Σύγκριση της λογαριθμικής έκφρασης του αριθμού των αποικιών ανά g ($\log CFU/g$) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 100ppm (D100), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm (D200) και αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 300ppm (D300) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος του προκαταρκτικού πειράματος.....42
- Διάγραμμα 3: Σύγκριση μέσου όρου χλωροφύλλης στα τρία ανώτερα φύλλα κάθε δρεπτού άνθους, μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 100ppm (D100), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm (D200) και αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 300ppm (D300) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος του προκαταρκτικού πειράματος.....43
- Διάγραμμα 4: Διακύμανση θερμοκρασίας ($^{\circ}C$) και σχετικής υγρασίας(% rh) στον περιβάλλοντα χώρο διατήρησης των δρεπτόν ανθέων τριανταφυλλιάς κατά το κύριο πείραμα.....44
- Διάγραμμα 5: Σύγκριση μέσου όρου διαφοράς νωπού βάρους ανθέων τριανταφυλλιάς (g) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) ανά ημέρα κατά το κύριο πείραμα46
- Διάγραμμα 6: Σύγκριση μέσου όρου μεταβολής όγκου διαλύματος μπουκαλιών (mL) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) ανά ημέρα κατά το κύριο πείραμα47
- Διάγραμμα 7: Σύγκριση της λογαριθμικής έκφρασης του αριθμού των αποικιών ανά g ($\log CFU/g$) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος του κύριου πειράματος.....50

Διάγραμμα 8: Σύγκριση της λογαριθμικής έκφρασης του αριθμού των αποικιών ανά mL ($\log CFU/mL$) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) που αναπτύχθηκαν στο υδατικό διάλυμα του ανθοδοχείου στο τέλος του κύριου πειράματος51

Διάγραμμα 9: Σύγκριση μέσου όρου χλωροφύλλης στα τρία ανώτερα φύλλα κάθε δρεπτού άνθους, μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) κατά την αρχή και το τέλος του κύριου πειράματος53

Διάγραμμα 10: Σύγκριση μέσου όρου δεικτών χρωματομέτρησης (L^* , a^* , b^* , C^* και h) στα 3 εξωτερικά πέταλα κάθε δρεπτού άνθους, μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος του κύριου πειράματος54

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, το θετικό αντίκτυπο των ανθοκομικών προϊόντων στην παγκόσμια οικονομία έχει δημιουργήσει την ανάγκη για αποδοτικότερη διασφάλιση της μετασυλλεκτικής ζωής καθώς η αξία των ανθοκομικών προϊόντων και ιδιαίτερα των δρεπτών ανθέων καθορίζεται από την ποιότητά τους αλλά και από την διάρκεια ζωής τους στο ανθοδοχείο του καταναλωτή. Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να μελετηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και η διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς εφαρμόζοντας αιθέρια έλαια αξιολογώντας τα, ως εναλλακτική λύση στη δημιουργία φιλικών, ως προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον, σκευασμάτων συντήρησης ανθοκομικών ειδών.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε συντηρήθηκαν δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς εφαρμόζοντας αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου και χαμομηλιού στο υδατικό διάλυμα του ανθοδοχείου, σε συγκέντρωση 100, 200 και 300ppm. Παράλληλα έγινε η σύγκριση με το βασικό διάλυμα συντήρησης (μάρτυρα) και με μια μεταχείριση όπου εφαρμόστηκε εμπορικό σκεύασμα FlowerFresh. Τα ανθοδοχεία των μεταχειρίσεων μεταφέρθηκαν και διατηρήθηκαν σε σκοτεινό δωμάτιο με ελεγχόμενη φωτοπερίοδο διάρκειας 12 ώρες, με χρήση λαμπτήρων φθορισμού, σε θερμοκρασία $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία 45-48%.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα δρεπτά άνθη στην μεταχείριση με χρήση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου διατηρήθηκαν τις περισσότερες μέρες με μέσο όρο 8 ημέρες. Δεν σημειώθηκε στατιστική διαφορά ως προς το μικροβιακό φορτίο μεταξύ των. Οι μονάδες χλωροφύλλης αυξήθηκαν για κάθε μεταχείριση ενώ δεν παρουσιάστηκε αποχρωματισμός των πετάλων σε καμία περίπτωση. Τέλος, οι υψηλές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου φαίνεται πως προκάλεσαν πρόβλημα στους αγγειακούς ιστούς καθώς παρατηρήθηκε μεταχρωματισμός στο κατώτερο τμήμα του βλαστού και άμεση μάρανση των φύλλων.

Abstract

In recent years, the positive impact of floricultural products on the global economy has created the need to more effectively ensure of their post-harvest life as the value of floricultural products and especially of cut flowers is determined by their quality and longevity in the consumer's vase. The purpose of this thesis is to study the quality characteristics and post-harvest life of cut roses by applying essential oils, evaluating them as an alternative solution to the creation of environmentally friendly, preservatives for floricultural products.

In the experiment, cut flowers of rose were preserved by applying rosemary and chamomile essential oil to the water solution of the vase, at a concentration of 100, 200 and 300ppm. At the same time, the comparison was made with the basic preservative solution (control) and with a treatment where was applied the commercial preservative FlowerFresh. The flower vases were transferred and stored in a dark room with a controlled photoperiod lasting 12 hours, using fluorescent lamps, at a temperature of 28 ± 1 ° C and a relative humidity of 45-48%.

The results showed that the cut roses, which were treated with rosemary essential oil were maintained most days with an average of 8 days. There was no statistical difference in microbial load between them. The chlorophyll units increased for each treatment and the petals did not show any discoloration. Finally, the high concentrations of rosemary essential oil seem to have caused a problem in the vascular tissues as brown coloration was observed in the lower part of the stem and fast wilting of the leaves.

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά στοιχεία για τον κλάδο της Ανθοκομίας

Η Ανθοκομία αποτελεί κλάδο της επιστήμης της Γεωπονίας και έχει ως κύριο πυλώνα την μελέτη και καλλιέργεια ανθοκομικών ειδών. Μπορούν να διακριθούν τέσσερις βασικοί τομείς της Ανθοκομίας, η καλλιέργεια για παραγωγή δρεπτών ανθέων, γλαστρικών φυτών, φυτών κηποτεχνίας και πολλαπλασιαστικού υλικού. Σύμφωνα με τον Baourakis et al 2001 το 35% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων προέρχεται από την Ευρώπη ενώ ακολουθούν οι χώρες της Ασίας με ποσοστό 30%. Ο Τζαβάρας (2007) αναφέρει ότι για το έτος 2005 καλλιεργήθηκαν παγκοσμίως 4 εκατομμύρια στρέμματα για παραγωγή δρεπτών ανθέων και γλαστρικών φυτών, ενώ η συνολική αξία της παραγωγής εκτιμήθηκε στα 18 δις ευρώ. Τα τελευταία χρόνια κυρίαρχο ρόλο στην παραγωγή και διακίνηση δρεπτών και γλαστρικών ανθέων κατέχει η Ολλανδία καλύπτοντας το 52% της παγκόσμιας παραγωγής ανθοκομικών φυτών. Ιδιάζουσα περίπτωση αποτελεί η Κένυα η οποία έχει εισχωρήσει δυναμικά στην παραγωγή και εξαγωγή λουλουδιών ενώ σύμφωνα με την KNBS (Kenya National Bureau of Statistics) το 2013 τα έσοδα της χώρας από τις ανθοκομικές καλλιέργειες ανέρχονται στα 435 εκατομμύρια ευρώ. Βάσει προγνωστικών μελετών η παγκόσμια αγορά λουλουδιών και καλλωπιστικών φυτών αναμένεται να αυξηθεί περίπου 6,3% τα επόμενα 5 χρόνια, φτάνοντας τα 49 δισεκατομμύρια ευρώ για το έτος 2024 από τα 36,4 δισεκατομμύρια ευρώ που ήταν το 2019.

Τα ανθοκομικά προϊόντα αποτελούν τμήμα μιας αγοράς που συνεχώς μεταβάλλεται ανάλογα το βιοτικό επίπεδο της εκάστοτε χώρας, τις κοινωνικές και πολιτιστικές εκδηλώσεις κάθε εποχής, την τιμή του προϊόντος και τα χαρακτηριστικά του. Την ημέρα του Αγίου Βαλεντίνου, τα Χριστούγεννα καθώς και στη γιορτή της μητέρας σημειώνεται κάθε χρόνο αυξημένη ζήτηση ανθοκομικών ειδών. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησε το BBC η κλίμακα της παγκόσμιας αγοράς για κομμένα άνθη αυξάνεται με σταθερό ρυθμό ενώ μόνο στην Μεγάλη Βρετανία για το έτος 2019 η αγορά δρεπτών ανθέων και καλλωπιστικών φυτών ανήλθε σε 1,3 δισεκατομμύρια λίρες βάσει των κυβερνητικών στατιστικών.

Παρόλο που ο κλάδος της Ανθοκομίας αποκτά όλο και μεγαλύτερη δυναμική στο εμπορικό ισοζύγιο πολλών χωρών, στην Ελλάδα η εξάπλωσή της βρίσκεται ακόμα σε χαμηλό, μη ανταγωνιστικό επίπεδο, μολονότι σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥπΑΑΤ) οι ανθοκαλλιέργειες θερμοκηπίων αυξήθηκαν από το 1988 έως το 2005

ανερχόμενες από 2.685 στα 3.574 στρέμματα. Από το σύνολο των εκτάσεων με θερμοκήπια μόνο το 8% περίπου αντιστοιχεί σε ανθοκομικές καλλιέργειες (ΥπΑΑΤ, 2014) ενώ στο κλάδο της ανθοκομίας την μερίδα του λέοντος καταλαμβάνει η παραγωγή δρεπτών ανθέων με τα γλαστρικά και καλλωπιστικά φυτά να ακολουθούν.

Τα δρεπτά άνθη με σταθερά αυξημένη ζήτηση τόσο στον ελλαδικό χώρο όσο και παγκοσμίως είναι το τριαντάφυλλο, το γαρύφαλλο, η ζέρμπερα και το λίλιουμ ενώ σύμφωνα με τον Εθνικό Εμπορικό Οργανισμό της Αμερικής (Society of American Florists) το πιο δημοφιλές λουλούδι μεταξύ αυτών είναι το τριαντάφυλλο σύμφωνα με την προτίμηση των καταναλωτών.

Το αντίκτυπο των ανθοκομικών προϊόντων στην οικονομία πολλών κρατών αλλά και παγκοσμίως δημιουργεί την ανάγκη για αποδοτικότερη διασφάλιση της μετασυλλεκτικής τους ζωής καθώς η αξία των ανθοκομικών ειδών και ιδιαίτερα των δρεπτών ανθέων καθορίζεται από την ποιότητά τους αλλά και από την διάρκεια ζωής τους στο ανθοδοχείο του καταναλωτή. Για αυτό τον λόγο κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή κατάλληλων προσυλλεκτικών και μετασυλλεκτικών χειρισμών για την διατήρηση και βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ανθοκομικών προϊόντων σε επίπεδο παραγωγού, εμπόρου και καταναλωτή.

1.2 Σκοπός

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να μελετηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και η διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς εφαρμόζοντας αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου και χαμομηλιού στο υδατικό διάλυμα του ανθοδοχείου. Στόχος είναι η αξιολόγηση των αιθέριων ελαίων ως εναλλακτική λύση στη δημιουργία φιλικών, ως προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον, σκευασμάτων συντήρησης ανθοκομικών ειδών.

1.3 Τριανταφυλλιά

Η τριανταφυλλιά είναι ένα φυτό που κοσμεί τόσο βοτανικούς όσο και οικιακούς κήπους ακόμη και πάρκα ή αυλές καθώς φέρει εντυπωσιακά, ευωδιαστά άνθη τα οποία προσδίδουν αισθητικό κάλλος στον χώρο. Το τριαντάφυλλο αποτελεί το πιο διαχρονικό σύμβολο αγάπης και ρομαντισμού για αυτό πρωταγωνιστεί στις πωλήσεις την ημέρα του Αγίου Βαλεντίνου αλλά και σε άλλες κοινωνικές εκδηλώσεις όπως ο γάμος. Παρόλα αυτά οι χρήσεις αυτού του φυτού δεν περιορίζονται μόνο στον καλλωπισμό και στον στολισμό ενός χώρου αλλά και στην ζήτηση που έχουν τα υποπροϊόντα του, όπως είναι το υψηλής ποιότητας και εμπορικής αξίας αιθέριο έλαιο τριανταφυλλιάς, το ροδόνερο το οποίο έχει χαλαρωτικές και ηρεμιστικές ιδιότητες, τα αποξηραμένα πέταλα ως διακοσμητικά και ως είδος διατροφής καθώς και τα κυνόροδα τα οποία είναι πλούσια σε βιταμίνη C. Επιπρόσθετα, το τριαντάφυλλο αξιοποιείται στην αρωματοποιία-αρωματοθεραπεία όπως επίσης και στην βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών.

1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η τριανταφυλλιά αποτελεί φυλλοβόλο φυτό που ανήκει στην οικογένεια των Ροδοειδών (Rosaceae) και οι σημερινές ποικιλίες τριανταφυλλιάς προέρχονται όλες από τα υβρίδια τσαγιού *Rosa gallica* και *Rosa chinensis* με χώρα προέλευσης την Κίνα.

Η ονομασία του γένους *Rosa* προέρχεται από την ελληνική λέξη ρόδο που στα αρχαία χρόνια σήμαινε το κόκκινο χρώμα και σύμφωνα με την μυθολογία το χρώμα δόθηκε από το αίμα της θεάς Αφροδίτης. Το όνομα του λουλουδιού οφείλεται στον αριθμό των πετάλων των ανθέων του και αποτελεί σύνθετη λέξη (τριάντα + φύλλο). Υπολογίζεται ότι καλλιεργείται εδώ και πάρα πολλούς αιώνες και λόγω των ανθέων της, του δυνατού αρώματός τους και των προϊόντων που προκύπτουν από αυτά είχε μεγάλη εκτίμηση από πολλούς αρχαίους λαούς.

Η ρίζα είναι ξυλοποιημένη και διακλαδίζεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο βλαστός στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού είναι τρυφερός και πράσινος ενώ αργότερα σκληραίνει και ξυλοποιείται έχοντας ως ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τα αγκάθια που φέρει. Τα φύλλα της είναι περίκοπτα με 3,5,7 φυλλάρια, σύνθετα, οδοντωτά, διαφόρων σχημάτων και στις άκρες τους φέρουν και αυτά αγκάθια. Τα άνθη της είναι μονήρη ή σε ταξιανθίες και φύονται στις άκρες των τρυφερών βλαστών. Το άνθος φέρει πολλούς στήμονες και η μονόχωρη συνήθως ωοθήκη αποτελείται από πολυάριθμες σπερμοβλάστες. Επίσης, κάθε

άνθος φέρει 4-5 σέπαλα και 5-35 πέταλα διαφόρων χρωμάτων ανάλογα με την ποικιλία της κάθε τριανταφυλλιάς όμως τα συνηθέστερα χρώματα είναι το κόκκινο, το λευκό, το ροζ και το κίτρινο. Τέλος, ο καρπός της είναι αχάινιο.

1.5 Εδαφολογικές απαιτήσεις

Η τριανταφυλλιά προτιμάει γόνιμα, με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, αργιλώδη ή αμμώδη εδάφη. Οι τιμές pH εδάφους από 6 έως 7 είναι ιδανικές όμως μπορεί να αναπτυχθεί επαρκώς και σε pH που αγγίζει το 8. Σημαντική είναι η καλή αποστράγγιση του εδάφους και η χαμηλή συγκέντρωση ασβεστίου.

1.6 Κλιματολογικές απαιτήσεις

1.6.1 Θερμοκρασία

Τα τελευταία χρόνια η υπαίθρια καλλιέργεια τριανταφυλλιάς έχει περιοριστεί σημαντικά και γίνεται κυρίως για βελτίωση ποικιλιών. Την θέση του αγρού έρχονται να καλύψουν οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις οι οποίες αυξάνονται συνεχώς και ραγδαία. Γι' αυτό αναφορικά με τις ανάγκες του φυτού στην δεύτερη περίπτωση, το ριζικό σύστημα της τριανταφυλλιάς αναπτύσσεται καλύτερα σε θερμοκρασία εδάφους 13-16°C ενώ η νυχτερινή θερμοκρασία αέρα επιδρά εντονότερα στην παραγωγή και στην ποιότητα από ότι η ημερήσια για αυτό 16°C θεωρείται μια ιδανική θερμοκρασία για την νύχτα ενώ για την ημέρα 20-24°C. Γενικά οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν πρόωρο άνοιγμα των μπουμπουκιών, αυξάνουν τον αριθμό των πετάλων και δημιουργούν τρυφερά ανθικά στελέχη όμως παράλληλα μειώνεται η μετασυλλεκτική τους ζωή.

1.6.2 Φως

Όσον αφορά την σχέση της τριανταφυλλιάς με το φως, είναι αρκετά απαιτητική σε αυτό, παρόλο που ανθίζει ανεξάρτητα από την φωτοπερίοδο και την εποχή του έτους. Η υψηλή ένταση του φωτός επηρεάζει τόσο την ανάπτυξη όσο και την παραγωγή της (Mattson & Widmer, 1971). Μεγαλύτερη παραγωγή παρατηρείται το καλοκαίρι όπου επικρατεί υψηλή ένταση φωτός πολλές ώρες την ημέρα, παρόλα αυτά κατά τους θερινούς μήνες συνιστάται σκίαση του θερμοκηπίου ώστε η ένταση φωτισμού να μειωθεί σε 60000 έως 80000 Lux από 100000 έως 120000 Lux που επικρατούν κατά την διάρκεια της ημέρας.

1.6.3 Υγρασία

Η τριανταφυλλιά είναι φυτό με υψηλή απαίτηση σε σχετική υγρασία, ιδιαίτερα μετά τη φύτευση, όπου πρέπει να κυμαίνεται στο 80-90% και να μειώνεται σταδιακά μέχρι το 70-75% μέχρι την περίοδο της άνθησης, όπου πρέπει να σταθεροποιηθεί στο 60-70%. Υψηλότερα επίπεδα υγρασίας αν και είναι ευνοϊκά για την φωτοσύνθεση, τη διατήρηση της σπαργής και της ελαστικότητας των κυττάρων, ταυτόχρονα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών (Οικονόμου, 1995). Παράλληλα, χαμηλά επίπεδα υγρασίας (<60%) δημιουργούν ένα φιλικό περιβάλλον για την διάδοση εχθρών όπως ο τετράνυχος.

1.6.4 Διοξείδιο του άνθρακα

Όπως αναφέρουν οι Enoch & Zieslin (1988) η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στον αέρα αυξάνει το ρυθμό ανάπτυξης των ανθοφόρων βλαστών αλλά κυρίως μειώνει τα προβλήματα ανθόρροιας, αυξάνει τον αριθμό και το πάχος των βλαστών και βελτιώνει σημαντικά τον χρωματισμό, την ποιότητα και τη "ζωή στο βάζο" των τριαντάφυλλων.

1.7 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της τριανταφυλλιάς μπορεί να πραγματοποιηθεί με εμβολιασμό, με μοσχεύματα μαλακού ξύλου, με σπόρους, με καταβολάδες και με μικροπολλαπλασιασμό (ιστοκαλλιέργεια) . Σε εμπορική κλίμακα οι κυριότεροι τρόποι εμβολιασμού της είναι με εκκεντρισμό και ενοφθαλμισμό. Τα πιο συνήθη υποκείμενα εμβολιασμού είναι η *Rosa indica* και η *Rosa manetti*. Στην Ευρώπη προτιμάται κυρίως το πρώτο είδος παρόλο που το δεύτερο υποκείμενο παρουσιάζει μεγαλύτερη ευρωστία και αντοχή στο Verticillium. Ο πολλαπλασιασμός με σπόρους πλέον χρησιμοποιείται ελάχιστα και κυρίως για την δημιουργία και βελτίωση ποικιλιών.

1.8 Φυσιολογικές ανωμαλίες

- **Κάμψη λαιμού:** Η κάμψη του λαιμού αφορά το κύρτωμα της περιοχής ακριβώς κάτω από το άνθος η οποία μαραίνεται και δεν μπορεί να στηρίξει το βάρος του υπερκείμενου μπουμπουκιού. Παρατηρείται ιδιαίτερα σε δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς τα οποία λόγω της έντονης γωνίας που σχηματίζουν (μέχρι και 90°) χάνουν την εμπορευματική τους αξία. Η ανωμαλία αυτή οφείλεται στην αδυναμία τροφοδότησης του λαιμού με νερό καθώς τα αγγεία έχουν φράξει λόγω παρουσίας βακτηρίων και τοξινών. Παράλληλα οι υψηλές θερμοκρασίες δρουν αρνητικά αποτρέποντας την δέσμευση του ασβεστίου στον φυτικό ιστό.
- **Φυλλόπτωση:** Πολλοί είναι οι λόγοι που μπορούν να οδηγήσουν στην πτώση των φύλλων της τριανταφυλλιάς και κυρίως στα παλαιότερα ωστόσο συνήθως προκαλείται από παρατεταμένη ξηρασία, από χρήση φυτοφαρμάκων και από παρουσία ανεπιθύμητων αερίων στον χώρο του θερμοκηπίου. Επιπλέον, προσβολή από ακάρεα ή οίδιο μπορεί να επιφέρει αυτό το αποτέλεσμα.
- **Σχηματισμός σφαιρικών και δύσμορφων ανθέων:** Σε αυτή την περίπτωση τα πέταλα των ανθέων δεν αναπτύσσονται φυσιολογικά με αποτέλεσμα να μην πραγματοποιείται το άνοιγμά τους. Παραμένουν στο βλαστό για αρκετό χρονικό διάστημα και συνήθως προσβάλλονται από βοτρυτή.
- **Εμφάνιση ανθοφόρων οφθαλμών πάνω σε ήδη ανεπτυγμένο άνθος:** Σε ορισμένες ποικιλίες παρατηρείται δημιουργία νέων ανθοφόρων οφθαλμών στο κέντρο ενός πλήρως αναπτυγμένου λουλουδιού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα κύτταρα της κορυφής του βλαστού πολλαπλασιάζονται ταχέως χωρίς να σταματάει η διαίρεσή τους ακόμη και όταν το μπουμπούκι έχει πλήρως ανοίξει.

1.9 Εμπορική αξία δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς

Το τριαντάφυλλο αποτελεί το νούμερο ένα κομμένο άνθος στην ευρωπαϊκή αγορά. Οι εισαγωγές δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) από τρίτες χώρες αυξήθηκαν από 588 εκατομμύρια σε 718 εκατομμύρια ευρώ σε διάστημα μιας τετραετίας (2011-2015). Σύμφωνα με το CBI Trade Statistics (2017) και σε συνεργασία με το οικονομικό τμήμα του πανεπιστημίου Wageningen, η αγορά της γηραιάς ηπείρου για κομμένα άνθη εκτιμήθηκε για το έτος 2014 περίπου 20 δισεκατομμύρια ευρώ. Η Γερμανία, η Γαλλία, το

Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιταλία είναι οι χώρες με την μεγαλύτερη καταναλωτική αγορά σε κομμένα τριαντάφυλλα. Οι καταναλωτές της Δυτικής και Νότιας Ευρώπης ξοδεύουν από 20 έως 50 ευρώ κατά κεφαλήν ετησίως για την αγορά κομμένων ανθέων ενώ στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη η κατανάλωση είναι μερικώς χαμηλότερη. Η υψηλότερη κατά κεφαλήν κατανάλωση παρατηρείται στην Νορβηγία και στην Ελβετία όπου οι αγορά δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς ετησίως ξεπερνούν τα 80 ευρώ. (Royal FloraHolland Consumentenpanel-Rabobank, 2014, World Floriculture Map, 2015).

1.10 Συγκομιδή και διατήρηση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς

Γενικότερα ο τομέας των δρεπτών ανθέων απαιτεί ακριβείς εργασίες με μεγάλη προσοχή και ταχύτητα καθώς τα εν λόγω προϊόντα είναι από την φύση τους ευπαθή σε φθορές και χαρακτηρίζονται από μικρό χρόνο ζωής. Πρωταρχικό ρόλο στην εμπορική τους αξία έχει η ποιότητα η οποία προϋποθέτει την έγκαιρη κοπή των λουλουδιών, την άμεση μεταφορά τους στα συσκευαστήρια, τον διαχωρισμό τους με βάση το είδος και τα περαιτέρω ποιοτικά χαρακτηριστικά, την προσωρινή αποθήκευση σε συνθήκες ελεγχόμενης θερμοκρασίας, την μεταφορά τους μέσω ψυγείων στις αγορές και τέλος την προσεγμένη επανασυσκευασία και διανομή στους καταναλωτές (Γαβανάς, 2009). Το στάδιο της συγκομιδής συμβάλλει καθοριστικά στην πορεία του τριαντάφυλλου καθώς η πρόωμη κοπή του από το μητρικό φυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την διακοπή του ανοίγματος του μπουμπουκιού και την κύρτωση του λαιμού του άνθους. Αντιστοίχως, η καθυστερημένη κοπή του άνθους θα έχει ως επακόλουθο την γρήγορη ωρίμανσή του κάτι που δεν προτιμάται από τους εμπόρους διότι μειώνεται η διατηρησιμότητά του στο ανθοδοχείο. Σύμφωνα με τον Federico Rossi (1983) το κατάλληλο στάδιο για την συλλογή του τριαντάφυλλου είναι όταν το μπουμπούκι έχει ανοίξει ελαφρώς, πράγμα που το καθιστά ευκολότερο ως προς την μεταχείριση και λιγότερο ευπαθές στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Τα τριαντάφυλλα συνιστάται να κόβονται συνήθως τις πρωινές ή τις απογευματινές ώρες, ενώ η διάρκεια της μετασυλλεκτικής τους ζωής καθορίζεται από τις καλλιεργητικές και περιβαλλοντικές συνθήκες πριν την συγκομιδή, όμως πρωτίστως από την μετέπειτα μεταχείρισή τους. Εάν τα κομμένα άνθη διατεθούν άμεσα σε τοπική αγορά τοποθετούνται σε χλιαρό νερό για 12 ώρες ενώ εάν η διάθεσή τους στο εμπόριο καθυστερήσει τότε τα ανθικά στελέχη διατηρούνται όρθια μέσα σε δοχεία επενδυμένα με φύλλα πολυαιθυλενίου και σε θερμοκρασία 0°C με σκοπό την μείωση της έντασης της διαπνοής. Από την αποθήκευσή τους

και έπειτα, μέχρι να φτάσουν στον καταναλωτή συνιστάται η κοπή του άκρους των στελεχών και η εμβάπτισή τους σε υδατικό διάλυμα με περιεχόμενες συντηρητικές ουσίες (Τυροβολά, 1986).

1.11 Μεταφορά δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς

Για την μεταφορά των τριαντάφυλλων χρησιμοποιούνται τα αεροπλάνα, τα πλοία και τα φορτηγά-ψυγεία. Σε περίπτωση που η μεταφορά πραγματοποιηθεί σε μη κλιματιζόμενο χώρο, θα πρέπει να είναι σύντομης διάρκειας (24-48 h).

Η μεταφορά των δρεπτών ανθέων σε μεγάλες αποστάσεις πραγματοποιείται σε ξηρή κατάσταση μέσα σε χαρτοκιβώτια τα οποία συνήθως είναι επικαλυπτόμενα με κηρώδη ουσία ή είναι πλαστικοποιημένα με σκοπό να παρεμποδιστεί η απώλεια υδρατμών από τα κομμένα λουλούδια. Επιπρόσθετα, μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε κλειστά κουτιά ώστε να αυξηθεί η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και να μειωθεί αντίστοιχα η συγκέντρωση του οξυγόνου (O₂). Ως αποτέλεσμα της αναπνευστικής δραστηριότητας, η ένταση της αναπνοής σταδιακά ελαττώνεται επιβραδύνοντας την μάρανση των ανθέων (Σάββας, 2003).

1.12 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των δρεπτών ανθέων

Η συντήρηση των δρεπτών ανθέων αποτελεί καθοριστικό κομμάτι στον κλάδο της ανθοκομίας και επιδιώκει την παράταση της ζωής τους. Σύμφωνα με τους Meeteren & Aliniaeuferd (2016) η μετασυλλεκτική διατηρησιμότητα αναφέρεται στο χρονικό διάστημα από την στιγμή που θα τοποθετηθεί ένα δρεπτό λουλούδι στο βάζο μέχρι να χάσει την αισθητική του αξία, ενώ όπως αναφέρεται σε έντυπο κείμενο του Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου (2012) η συντηρησιμότητα των δρεπτών ανθέων δεν εξαρτάται μόνο από τις μετασυλλεκτικές συνθήκες αλλά και από τις μεταχειρίσεις πριν την συγκομιδή, με κυριότερους παράγοντες το φως, την θερμοκρασία, την θρέψη, την υδατική κατάσταση και την φυτοπροστασία του ανθοκομικού είδους. Στο πέρασμα των χρόνων έχουν γίνει αρκετές έρευνες για την μετασυλλεκτική ζωή των κομμένων λουλουδιών απ' όπου έχει υπολογιστεί πως η συντηρησιμότητά τους επηρεάζεται κατά το 1/3 από τις προ συλλεκτικές διαδικασίες και κατά τα 2/3 από τις μεταχειρίσεις κατά και μετά την συγκομιδή.

Αφού αποκοπεί ένα λουλούδι από το μητρικό φυτό αυτομάτως παύει να τροφοδοτείται με νερό και θρεπτικές ουσίες από το ριζικό σύστημα ενώ παράλληλα οι ανάγκες του σε νερό και ενέργεια συνεχίζονται, καθώς τα κύτταρα εξακολουθούν να λειτουργούν και να αναπνέουν με σκοπό να διατηρηθούν στην ζωή. Ως επακόλουθο των ανωτέρω, το κομμένο λουλούδι αρχίζει να μαραίνεται μέχρι να οδηγηθεί στον αναπόφευκτο γηρασμό του. Ο ρυθμός διαπνοής είναι ένας από τους βασικότερους συντελεστές που επηρεάζουν την μακροζωία ενός κομμένου άνθους. Πιο συγκεκριμένα, κατά την παραμονή ενός φυτού στο ανθοδοχείο ο ρυθμός διαπνοής αρχικά μειώνεται όμως σταδιακά ξεπερνά τον ρυθμό απορρόφησης νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός αρνητικού υδατικού ισοζυγίου στα ανθικά στελέχη. Κατά συνέπεια μειώνεται η σπαργή και τα στόματα κλείνουν (Stigter, 1981). Αυτή η υδατική ανισορροπία πιθανότατα οφείλεται στην μείωση της απορρόφησης νερού καθώς προκαλείται έμφραξη των αγγείων του ξυλώματος, είτε λόγω παρουσίας μικροβίων, είτε λόγω δημιουργίας φυσαλίδων αέρα στον βλαστό (Zieslin, 1989, Van Doorn, 1997). Η πιο εμφανής επίπτωση από το υδατικό έλλειμμα στο λουλούδι είναι η μάρανση των πετάλων και των φύλλων (Halevy, 1976).

Η θερμοκρασία αποτελεί, επίσης, κύριο παράγοντα για την μακροζωία των δρεπτών ανθέων καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν ταχύτερη μάρανσή τους ενώ οι χαμηλές συμβάλλουν στην επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους. Επιπρόσθετα, η θερμοκρασία σε συνδυασμό με τις κατάλληλες συνθήκες φωτισμού και υγρασίας, μπορούν να υποβοηθήσουν τον σχηματισμό αιθυλενίου, ή να περιορίσουν την υπάρχουσα συγκέντρωση του στο περιβάλλον όπου συντηρούνται τα δρεπτά άνθη. Το αιθυλένιο είναι κύρια ορμόνη γήρανσης των φυτών, την οποία παράγουν οι ίδιοι οι οργανισμοί, με αποτέλεσμα η παρουσία του στην ατμόσφαιρα να δρα αρνητικά στην διατηρησιμότητά τους. Ενδεικτικά προκαλεί την πρόωρη πτώση και τον αποχρωματισμό των ανθέων, το κιτρίνισμα των φύλλων και το κλείσιμο των σεπάλων.

Όπως αναφέρουν οι Goszczynska και Rudnicki (1988), προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα των κομμένων ανθέων είναι αναγκαίο να τηρηθούν οι κατάλληλες συνθήκες, οι οποίες περιλαμβάνουν το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής των λουλουδιών, την πρόψυξή τους, τις ιδανικές μεθόδους αποθήκευσης για το εκάστοτε φυτικό είδος καθώς και μεταχειρίσεις με τα κατάλληλα συντηρητικά σκευάσματα.

1.13 Συντήρηση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς

Όσον αφορά την μετασυλλεκτική ζωή των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς, συνήθως τερματίζεται είτε από έλλειψη νερού, είτε από προσβολές του μύκητα *Botrytis cinerea* (Φανουράκης, 2014) ενώ παράλληλα η περίοδος του έτους κατά την οποία θα συντηρηθούν επηρεάζει την ζωή τους στο βάζο. Συγκεκριμένα, από τον Αύγουστο έως τον Δεκέμβριο έχει παρατηρηθεί πως τα κομμένα λουλούδια τριανταφυλλιάς εμφανίζουν μειωμένη συντηρησιμότητα συγκριτικά με τους υπόλοιπους μήνες (Urban et al, 1995). Γενικά η διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς στο βάζο συνήθως είναι μικρή, καθώς τα πέταλα μαραίνονται γρήγορα και παρατηρείται κάμψη του λαιμού ακριβώς κάτω από την ανθική κεφαλή. Όπως αναφέρθηκε συνοπτικά παραπάνω, αυτό συμβαίνει λόγω της έλλειψης νερού η οποία προκαλείται εξαιτίας της έμφραξης των αγγείων του ξύλου ως αντίδραση σε πιθανή μικροβιακή ανάπτυξη μυκήτων και βακτηρίων. Γι' αυτό τον λόγο, στον χώρο συντήρησης των κομμένων λουλουδιών συνιστάται η διατήρηση της θερμοκρασίας σε χαμηλά επίπεδα καθώς έχει αποδειχθεί πως οι περισσότεροι βακτηριακοί οργανισμοί αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες παράλληλα οδηγούν σε αύξηση του ρυθμού αναπνοής και κατανάλωσης των αποθηκευμένων θρεπτικών στοιχείων (Jiao et al., 1991). Ωστόσο οι περισσότερες έρευνες γύρω από την συντηρησιμότητα των κομμένων ανθέων τριανταφυλλιάς λαμβάνουν χώρα σε συνθήκες με θερμοκρασία 20°C. Αντιστοίχως, οι συνθήκες φωτισμού και σχετικής υγρασίας που επικρατούν στον χώρο, ειδικά προσυλλεκτικά, έχει αποδειχθεί ότι καθορίζουν την ποιότητα και την μακροζωία των δρεπτών ανθέων. Η υψηλή σχετική υγρασία και η συνεχόμενη έκθεση των φυτών στο φως κατά την καλλιεργητική περίοδο σχετίζονται με δυσλειτουργίες στον μηχανισμό των στομάτων και συμβάλλουν στην αυξανόμενη απώλεια νερού (Mortensen & Fjeld, 1995, Mortensen & Gislerod, 1997). Ιδιαίτερα η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας προσυλλεκτικά επηρεάζει την διατήρηση της ποιότητας των κομμένων τριαντάφυλλων, καθώς δημιουργεί ένα φιλικό περιβάλλον για την ανάπτυξη αποικιών μυκητολογικών παθογόνων. Παρόλα αυτά κατά την διάρκεια συντήρησης των δρεπτών ανθέων η σχετική υγρασία πρέπει να παραμένει σε υψηλά επίπεδα (90-95%) (Halevy και Mayak, 1981) ώστε να μειώνονται οι απώλειες νερού λόγω της διαπνοής.

1.14 Διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων με χρήση συντηρητικών διαλυμάτων

Για να διατηρηθούν τα δρεπτά άνθη όσο γίνεται περισσότερο χρονικό διάστημα είναι αναγκαία η εφαρμογή συντηρητικών διαλυμάτων, τα οποία συμβάλλουν τόσο στην διατήρηση

της ποιότητάς τους μετά την συγκομιδή, όσο και στην αντοχή των δρεπτών ανθέων έναντι των περιβαλλοντικών μεταβολών. Ο κύριος ρόλος των συντηρητικών διαλυμάτων είναι να επιβραδύνουν την γήρανση των κομμένων λουλουδιών, να τροφοδοτούν το φυτό με θρεπτικά στοιχεία και ενέργεια, να χαμηλώνουν το pH του διαλύματος και να δρουν ως αντιμικροβιακοί παράγοντες (Σάββας, 2003). Τα βασικά συστατικά ώστε να επιτευχθούν αυτές οι λειτουργίες είναι τα σάκχαρα τα οποία δρουν ως πηγές ενέργειας και θρέψης για τον φυτικό ιστό, υποκαθιστώντας τα στοιχεία που προέρχονται από την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Επιπλέον, στα συντηρητικά διαλύματα περιέχονται βακτηριοκτόνα, ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία μικροβιακών πληθυσμών στο νερό συντήρησης και στα αγγεία του λουλουδιού, ρυθμιστές αύξησης και αναστολείς της δράσης του αιθυλενίου, διαβρεκτικοί παράγοντες και μεταλλικά άλατα (Κώστα, 2012). Επιπρόσθετα, σημαντική είναι η προσθήκη παραγόντων οξίνισης του υδατικού διαλύματος καθώς δημιουργούν ένα ανεπιθύμητο περιβάλλον ανάπτυξης των μικροβίων. Σύμφωνα με τον Halevy (1976) το ιδανικό pH του διαλύματος πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 3,0 έως 4,5.

Σύμφωνα με την Κώστα (2012) τα συντηρητικά διαλύματα χωρίζονται σε 4 κατηγορίες ως εξής:

1) **Διαλύματα ενυδάτωσης ή σκληραγώγησης:** Αυτά εφαρμόζονται αμέσως μετά την συγκομιδή των ανθέων και συμβάλλουν στην ανάκτηση της σπαργής τους, αφού έχουν υποστεί στρες λόγω της υδατικής καταπόνησης που δημιουργείται από την κοπή τους. Σε αυτή την περίπτωση τα άνθη τοποθετούνται σε αυτά τα διαλύματα για 6-24 ώρες, στο ψυγείο και σε θερμοκρασία 1-4°C.

2) **Διαλύματα ενίσχυσης:** Αυτά χρησιμοποιούνται κατά την φόρτωση και μεταφορά των λουλουδιών και έχουν στόχο την παράταση της ζωής τους, την επιτάχυνση του ανοίγματος των πετάλων και την βελτίωση του χρώματός τους. Σε αυτή την περίπτωση τα άνθη παραμένουν σε αυτά τα διαλύματα για 3-4 ώρες, σε θερμοκρασία 20-25°C και φωτισμό 1000 lux.

3) **Διαλύματα για τεχνητό άνοιγμα μπουμπουκιών:** Αυτά προστίθενται στο νερό συντήρησης των δρεπτών ανθέων σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα όταν η συλλογή των λουλουδιών πραγματοποιηθεί σε πρώιμο στάδιο. Σε αυτή την περίπτωση τα άνθη εμβαπτίζονται στα διαλύματα αυτά για 2 με 4 ημέρες.

4) **Διαλύματα για την συντήρηση στο ανθοδοχείο:** Αυτά τα διαλύματα αξιοποιούνται κυρίως από τους ανθοπώλες αλλά και από τους καταναλωτές. Βοηθούν

το δρεπτό άνθος παρατείνοντας την διάρκεια της ζωής του στο βάζο και η χρήση τους γίνεται μόνο μια φορά χωρίς να απαιτείται αλλαγή του νερού.

1.15 Βασικά συστατικά των συντηρητικών διαλυμάτων

1.15.1 Σακχαρόζη

Η σακχαρόζη αποτελεί το κυριότερο στοιχείο που περιλαμβάνεται σχεδόν σε όλους τους τύπους διαλυμάτων συντήρησης και τροφοδοτεί τον φυτικό ιστό με θρεπτικά στοιχεία και ενέργεια, ρυθμίζοντας παράλληλα το ωσμωτικό ισοζύγιο μειώνοντας την απώλεια νερού και διατηρώντας την σπαργή των ανθέων. Αποτελεί την πιο κοινή πηγή υδατανθράκων και η συνήθης περιεκτικότητά της στο υδατικό διάλυμα του ανθοδοχείου είναι 1-2%. Επειδή όμως η ζάχαρη δεν θρέφει μόνο το κομμένο άνθος αλλά και τους μικροοργανισμούς πάντα πρέπει να χρησιμοποιείται συνδυαστικά με αντιμικροβιακούς παράγοντες. Παρόλο που κάθε ανθικό είδος απαιτεί διαφορετική συγκέντρωση σακχαρόζης, γενικότερα ισχύει ότι όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα έκθεσης του δρεπτού άνθους στο χημικό διάλυμα τόσο μικρότερη θα πρέπει να είναι η ποσότητα ζάχαρης που χρειάζεται (Halevy & Mayak, 1981).

1.15.2 Σαλικυλικό οξύ

Το σαλικυλικό οξύ αποτελεί ισχυρή φυτική ορμόνη λόγω των ποικίλων ρυθμιστικών της ρόλων στον μεταβολισμό των φυτών (Porona et al., 1997). Διαδραματίζει βασικό ρόλο στην ρύθμιση της ανάπτυξης των φυτών και στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών πιέσεων (Hayat et al., 2009). Επιπρόσθετα, το σαλικυλικό οξύ συμβάλλει στην πρόσληψη και στην μεταφορά ιόντων (Harper & Balke, 1981) καθώς και στην ρύθμιση της στοματικής δραστηριότητας και της διαπνοής (Khan et al., 2003). Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν προέκυψε το συμπέρασμα πώς ο συνδυασμός σακχαρόζης με το σαλικυλικό οξύ ανακούφισε κομμένα άνθη τριανταφυλλιάς από το υδατικό στρες, ενώ παράλληλα βελτίωσε και την ποιότητά τους.

1.15.3 Κιτρικό οξύ

Το κιτρικό οξύ είναι ένα διαδεδομένο οργανικό οξύ το οποίο χρησιμοποιείται για την ρύθμιση του pH του νερού και για τον έλεγχο της ανάπτυξης μικροοργανισμών. Τα περισσότερα συντηρητικά σκευάσματα περιέχουν κιτρικό οξύ ή άλλο μέσο οξίνισης καθώς έχει αποδειχθεί ότι το μειωμένο pH (3-4) δημιουργεί ένα αφιλόξενο περιβάλλον για την δημιουργία πληθυσμών παθογόνων μικροοργανισμών. Επιπλέον, μειώνει τον κίνδυνο αγγειακής απόφραξης στα κομμένα άνθη και βοηθάει στην ομαλή απορρόφηση και διακίνηση του συντηρητικού διαλύματος στο εσωτερικό των ανθοφόρων στελεχών (Bhattacharjee et al., 1993).

1.15.4 8-υδροξυκινολίνη (8-HQS)

Το 8-HQS είναι ένα πολύ σημαντικό μικροβιοκτόνο για την βιομηχανία της ανθοκομίας και εμπεριέχεται σε πολλά εμπορικά σκευάσματα συντηρητικών διαλυμάτων, καθώς δρα ως αντιμικροβιακός παράγοντας (Ketsa et al., 1995). Συγκεκριμένα έχει αποδειχθεί ότι παρεμποδίζει τον σχηματισμό και την εξάπλωση βακτηρίων, ζυμών και μυκήτων, μικροοργανισμοί οι οποίοι αποτελούν βασική αιτία για το φράξιμο των ανθοφόρων στελεχών. Επιπρόσθετα η 8-υδροξυκιβολίνη οδηγεί σε αύξηση της πρόσληψης και μείωση της απώλειας νερού από τους φυτικούς ιστούς (Reddy et al., 1996), μέσω του μηχανισμού ελέγχου των στομάτων (Stoddard & Miller, 1962). Επιπλέον η εφαρμογή της παρατείνει την διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων και αυξάνει το νωπό τους βάρος ενώ σύμφωνα με τον Σάββα (2003) προκαλεί οξίνιση του μέσου στο οποίο προστίθεται.

1.15.5 Νιτρικός άργυρος (AgNO₃)

Ο νιτρικός άργυρος είναι ένα αρκετά αποτελεσματικό βακτηριοκτόνο γι' αυτό περιλαμβάνεται πολύ συχνά στα συντηρητικά διαλύματα των δρεπτών ανθέων. Πέραν της παρεμπόδισης της ανάπτυξης βακτηρίων και μυκήτων, βελτιώνει τις υδατικές σχέσεις στους ιστούς των κομμένων λουλουδιών. Το βασικότερο μειονέκτημα του είναι το γεγονός ότι παρουσία φωτός οξειδώνεται ενώ παράλληλα αντιδρά με το χλώριο του νερού προς αδιάλυτο AgCl. Έτσι, συνιστάται η διάλυσή του μόνο σε αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό σε δοχεία από τα οποία το φως να είναι μη διαπερατό. Επιπλέον, ο νιτρικός άργυρος παρουσιάζει μικρή κινητικότητα εντός του ανθικού στελέχους με αποτέλεσμα να κρίνεται ακατάλληλη η κοπή της

βάσης του βλαστού σε επανειλημμένες μεταχειρίσεις (Halevy & Mayak, 1981). Τα τελευταία χρόνια έρευνες έχουν αποδείξει ότι ο νιτρικός άργυρος είναι επικίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία και για το περιβάλλον γι' αυτό πλέον γίνεται προσπάθεια να καταργηθεί από τα εμπορικά σκευάσματα (Damunipola & Joyce, 2006). Συν τοις άλλοις, πειράματα έδειξαν ότι προκαλεί μεταχρωματισμό (καφέτιασμα) στον βλαστό των λουλουδιών.

1.15.6 Θειοθειϊκός άργυρος (STS)

Ο θειοθειϊκός άργυρος αποτελεί ευρέως διαδεδομένη χημική ένωση που χρησιμοποιείται στην διατηρησιμότητα των δρεπτών ανθέων καθώς δρα ως αναστολέας του αιθυλενίου αυξάνοντας την μακροζωία τους. Επιπλέον το STS παρέχει μερική αντιμικροβιακή δράση εντός των φυτικών ιστών (Nowak & Rudnicki, 1990) ενώ παράλληλα απορροφάται ταχέως από τα ανθικά στελέχη. Γενικότερα, έρευνες έχουν αποδείξει ότι αν και η χρήση θειοθειϊκού αργύρου συμβάλλει στην αύξηση της μετασυλλεκτικής ζωής πολλών ανθοκομικών φυτών όπως η ζέρμπερα, το γαρύφαλλο, η ορχιδέα και το λίλιουμ, ωστόσο δεν φαίνεται να έχει καμία θετική επίδραση στην συντηρησιμότητα των κομμένων ανθέων τριανταφυλλιάς (Mayak et al., 1977, Halevy & Mayak, 1981, Ichimura et al., 1999). Επιπλέον το STS περιέχει βαρέα μέταλλα τα οποία επιβαρύνουν το περιβάλλον γι' αυτό τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες απαγορεύεται η χρήση του και οι επιστήμονες προσπαθούν να αντικαταστήσουν αυτή την χημική ένωση με άλλες μη τοξικές.

1.15.7 1-μεθυλο-κυκλο-προπάνιο (1-MCP)

Το 1-MCP είναι μια ουσία η οποία τα τελευταία χρόνια αντικατέστησε την χρήση του θειοθειϊκού αργύρου καθώς αποτελεί έναν ακόρεστο υδρογονάνθρακα που χρησιμοποιείται με την αέρια μορφή του, η οποία υπό φυσιολογικές συνθήκες είναι μη τοξική και άοσμη. Η λειτουργία του αιθυλενίου απαιτεί την δραστηριότητα μιας οικογένειας υποδοχέων μεμβράνης όπου το 1-MCP μπορεί να συνδεθεί αποτελεσματικά (Hall et al., 2000). Συγκεκριμένα, έχει την ικανότητα να προσδένεται στους κυτταρικούς υποδοχείς του αιθυλενίου ανταγωνιζόμενο την δράση του. Το 1-μεθυλο-κυκλο-προπάνιο κυκλοφορεί στην αγορά σε μορφή υδατοδιαλυτής σκόνης και όταν διαλύεται στο νερό απελευθερώνει την δραστική του ουσία σε αέρια μορφή. Σύμφωνα με μελέτες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην αναστολή της δράσης του αιθυλενίου για διάφορα δρεπτά άνθη καθώς και για γλαστρικά φυτά (Serek et al.,

1994, Halevy, 1998). Ωστόσο, η αέρια μορφή του δημιουργεί δυσκολίες καθώς τα φυτά θα πρέπει να διατηρούνται σε κλειστό χώρο ώστε να αποφευχθεί η διαρροή του αερίου, πράγμα που είναι εμπορικά δύσκολο. Επιπλέον, η δράση του φαίνεται να μειώνεται αρκετά σε χαμηλές θερμοκρασίες (0-5°C), καθώς και όταν υπάρχει παρουσία εξωγενούς αιθυλενίου (Celikel & Reid, 2002), Reid & Celikel, 2008).

1.15.8 Νανοσωματίδια αργύρου

Η εφαρμογή νανοσωματιδίων αργύρου (SNP) εξαπλώνονται όλο και περισσότερο σε πολλούς κλάδους της βιομηχανικής παραγωγής και μεταξύ άλλων στην μετασυλλεκτική μεταχείριση των δρεπτών ανθέων. Το διάλυμα νανοσωματιδίων αργύρου για κομμένα λουλούδια αποτελεί σχετικά νέα εφαρμογή, που όμως από τις πρώτες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί φαίνεται να συμβάλλει σημαντικά ως αντιβακτηριακός παράγοντας (Alt et al., 2004, Morones et al., 2005). Ο μηχανισμός της αντιβακτηριακής του δραστηριότητας δεν είναι πλήρως γνωστός, όμως είναι σαφές πως λόγω του μικρού μεγέθους των σωματιδίων του καταφέρνει και αλληλεπιδρά με τις βακτηριακές μεμβράνες καταστρέφοντάς τες (Sondi & Salopek-Sondi, 2004, Damunupola & Joyce, 2008). Το διάλυμα νανοσωματιδίων αργύρου απελευθερώνει ιόντα Ag τα οποία έχουν θετική επίδραση στην υδραυλική αγωγιμότητα των ανθικών στελεχών (van Ieperen, 2007). Το εν λόγω στοιχείο έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως καθώς δεν παρουσιάζει τοξικότητα, δεν αποτελεί περιβαλλοντική απειλή, ενώ παράλληλα η παραγωγή και η προετοιμασία του έχουν μικρό βαθμό δυσκολίας (Rai et al., 2009).

1.16 Διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων με χρήση αιθέριων ελαίων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η εμπορία δρεπτών ανθέων περιλαμβάνει υψηλό κόστος παραγωγής η οποία παράλληλα με την υπερβολική ευαισθησία τους στις συνθήκες αποθήκευσης επιβάλλουν τις όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες μετά την συγκομιδή και συνάμα να αυξάνεται η διάρκεια ζωής τους στο ανθοδοχείο. Τα τελευταία χρόνια όμως η βιομηχανία της ανθοκομίας έρχεται αντιμέτωπη με μια καινούρια πρόκληση που αφορά την τάση της αγοράς για εφαρμογή συντηρητικών σκευασμάτων φιλικών προς το περιβάλλον και προς την ανθρώπινη υγεία. Αυτό οφείλεται σε μια γενικότερη στροφή της αγοράς, των παραγωγών και των καταναλωτών σε προϊόντα με οικολογικό υπόβαθρο, που πηγάζει από την

προσπάθεια εξισορρόπησης των αρνητικών επιπτώσεων που έχουν επέλθει από την ανεξέλεγκτη χρήση και διαχείριση των φυσικών πόρων της Γης.

Ως επακόλουθο, οι επιστήμονες γενικότερα αλλά και ειδικότερα στον κλάδο της Γεωπονίας έχουν στρέψει τις μελέτες τους στην αναζήτηση ενώσεων φιλικών προς το περιβάλλον που να μπορούν να αποτελέσουν την βάση για την δημιουργία ασφαλών σκευασμάτων. Μια κατηγορία τέτοιων ενώσεων αποτελούν τα αιθέρια έλαια που έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας ως εναλλακτική λύση στον σχηματισμό φιλικών συντηρητικών σκευασμάτων στον τομέα της Ανθοκομίας.

Τα αιθέρια έλαια είναι οργανικές ενώσεις με ισχυρές αντιμικροβιακές ιδιότητες λόγω των υψηλών επιπέδων φαινολικών ενώσεων που περιέχουν. Τέτοιες ουσίες είναι η καρβακρόλη, η θυμόλη και η ευγενόλη (Bounatirou et al., 2007, Sharififar et al., 2007). Πρόσφατα βρέθηκε ότι η καρβακρόλη μπορεί να δράσει αποτελεσματικά έναντι βακτηρίων και μυκήτων (Botelho et al., 2007, Martinez-Romero et al., 2007, Yahyazadeh et al., 2008). Τα αιθέρια έλαια αποτελούν σύνθετα και εξαιρετικά μεταβλητά μείγματα συστατικών που ανήκουν σε 2 ομάδες, τα τερπενοειδή και τις αρωματικές ενώσεις, που συσσωρεύονται σε όλα τα μέρη ενός φυτικού οργανισμού (στο άνθος, στα φύλλα, στο φλοιό, στις ρίζες και στους σπόρους) (Aflatuni, 2005). Ο λόγος που τα φυτά εκκρίνουν αυτές τις ενώσεις είναι μεταξύ άλλων για να καταπολεμήσουν μολυσματικούς ή παρασιτικούς παράγοντες συνθέτοντας δευτερογενείς μεταβολίτες οι οποίοι μπορεί να προϋπάρχουν ή να δημιουργούνται ως απόκριση στο στρες. Αυτοί οι μεταβολίτες περιλαμβάνουν φαινολικές ενώσεις, φλαβονόλες, φλαβονοειδή, γλυκοσίτες, αλκαλοειδή και πολυακετυλένια. Ωστόσο η αντιβακτηριακή ιδιότητα των αιθέριων ελαίων φαίνεται να οφείλεται κυρίως στα φαινολικά τους συστατικά. Τέλος, τα περισσότερα στοιχεία των αιθέριων ελαίων είναι τερπενοειδή, συμπεριλαμβανομένων των μονοτερπενίων, των σεσκιτερπενίων και των οξυγονωμένων παραγώγων τους (Solgi & Ghorbanpour, 2014).

1.17 Δεντρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*)

1.17.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Το δεντρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*) ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae και συναντάται στην φύση ως αειθαλής θάμνος με αρωματική οσμή και ύψος 0,5-2μ. Το βοτανικό όνομα *Rosmarinus* προέρχεται από τα αρχαία λατινικά και σημαίνει "δροσιά της θάλασσας", λόγω χρώματος που έχουν τα άνθη του και του γεγονότος ότι φύεται συχνά κοντά στη θάλασσα

Έχει στενά, γραμμικά και αντίθετα φύλλα ενώ τα λουλούδια του έχουν χρώμα ανοιχτό ιώδες ή κυανόλευκο. Το δεντρολίβανο είναι χαρακτηριστικό φυτό της μεσογειακής χλωρίδας και καλλιεργείται εδώ και χιλιάδες χρόνια ως καλλωπιστικό, αρωματικό αλλά και φαρμακευτικό φυτό.

1.17.2 Αιθέριο έλαιο

Το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου είναι από τα πρώτα που παρήγαγε ο άνθρωπος ενώ το 1300 μ.Χ. γίνεται η πρώτη καταγραφή του σε αλκοολικό διάλυμα. Αποτελεί βασικό συστατικό στην αρωματοποιία, αξιοποιείται για τη παραγωγή καλλυντικών και προϊόντων προσωπικής υγιεινής. Προκύπτει από απόσταξη των νωπών βλαστών και φύλλων με ατμούς και τα κύρια συστατικά του είναι η 1,8-κινεόλη, η καμφορά, το καμφένιο, το πινένιο, ο οξεικός βορνυλεστέρας, η βορνεόλη και η λιναλοόλη. Επίσης περιέχει φαινολικές ενώσεις με κυριότερα τα φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα. Συγκεκριμένα, περιέχει ροσμαρινικό οξύ, τρικυκλικά διτερπένια, καρνοσόλη και καρνοσικό οξύ.

Όταν αποστάζονται οι φρέσκοι ανθισμένοι βλαστοί του δεντρολίβανου παράγουν γύρω στο 0,6% αιθέριο έλαιο. Τα φύλλα και τα άνθη αποδίδουν το καλύτερο ποιοτικά αιθέριο έλαιο εξισορροπώντας την αναλογία μεταξύ καμφορούχων και πρόσθετων συστατικών όπως το πινένιο και η λιναλοόλη. Αντίθετα, οι ξυλώδεις βλαστοί παράγουν κατώτερης ποιότητας αιθέριο έλαιο με κυρίαρχη την παρουσία των καμφορούχων (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2019). Γενικά θεωρείται πως έχει αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές ιδιότητες.

Όσον αφορά την χρήση αιθέριου ελαίου ως συντηρητικό στην διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων έχουν γίνει λίγες αλλά ελπιδοφόρες μελέτες. Ως προς την επίδρασή του στην συντήρηση τριαντάφυλλων δεν βρέθηκε κάποια αναφορά ωστόσο έχουν γίνει πειράματα σε άλλα ανθοκομικά είδη με θετικά αποτελέσματα. Αναφορικά, από πρόσφατη έρευνα η χρήση εκχυλίσματος δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 25% και σε συνδυασμό με 6% σουκρόζη αύξησε την διάρκεια ζωής των δρεπτόν ανθέων γαρυφαλιάς σε 24 μέρες (Basiri et al., 2011) ενώ σε κομμένα λουλούδια Αλστρομέριας, βελτίωσε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως η διάμετρος του ανθοφόρου στελέχους (Babarabie et al., 2015). Επιπλέον, οι Babarabie et al. (2016) ανέφεραν ότι το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου έχει υψηλή αντιμικροβιακή δράση καθώς μειώνει την ποσότητα των μικροοργανισμών στο διάλυμα και αυξάνει την φρεσκάδα και την ποιότητα στο χρώμα των πετάλων Αλστρομέριας αποτρέποντας τον αποχρωματισμό στα

λουλούδια της. Τέλος, οι ίδιοι επιστήμονες σε έρευνά τους το 2018 συμπέραναν ότι το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παράταση της μετασυλλεκτικής ζωής δρεπτών ανθέων ζέρμπερας καθώς αποτελεί ασφαλή και φυσική αντιμικροβιακή ένωση που περιλαμβάνει συστατικά χρήσιμα και αποτελεσματικά στην λειτουργία των αγγείων του φυτικού ιστού (Babarabie et al., 2018).

1.18 Χαμομήλι (*Matricaria recutita*)

1.18.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Το χαμομήλι (*Matricaria recutita*) ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και είναι ένα από τα πιο γνωστά φυτά που αυτοφύεται σε πολλά μέρη του κόσμου (Σκρουμπής, 1998). Η ονομασία του προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις “χαμαί” και “μήλο” και ερμηνεύεται ως το μήλο του εδάφους (Κουτσός, 2006). Είναι ετήσιο, χειμερινό φυτό ύψους 20-40 εκ. με φύλλα πτεροειδή και άνθη σύνθετα που έχουν χαρακτηριστικό ασπρο-κίτρινο χρώμα. Οι ανθικές κεφαλές του μοιάζουν αρκετά με τα άνθη της μαργαρίτας και αποτελεί ένα από τα ελάχιστα είδη που έχουν δεχθεί γενετική βελτίωση. Το μέρος του φυτού που συγκομίζεται είναι οι ανθοκεφαλές που χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στον κλάδο της φαρμακευτικής, καθώς το χαμομήλι αποτελεί φυσικό αντιπυρετικό, σπασμολυτικό, αντιαλλεργικό και καταπραϊντικό των νεύρων (Σκρουμπής, 1998), διεγείρει το ανοσοποιητικό σύστημα και φαίνεται να έχει αντιοξειδωτική δράση και σημαντική επίδραση στην αντίσταση των κυτταρικών μεμβρανών των ερυθρών αιμοσφαιρίων (Garcia-Pinto et al., 2006).

1.18.2 Αιθέριο έλαιο

Το κύριο συστατικό της δρόγης του χαμομηλιού είναι το αιθέριο έλαιο το οποίο χρησιμοποιείται εκτενώς στον κλάδο της αρωματοποιίας και της αρωματοθεραπείας, στα καλλυντικά και στην βιομηχανία τροφίμων. Παραλαμβάνεται με απόσταξη με ατμούς από τις ανθοκεφαλές και η περιεκτικότητά του στα διάφορα συστατικά εξαρτάται από τον χημειότυπο του εκάστοτε είδους. Τα κυριότερα συστατικά του αιθέριου ελαίου του χαμομηλιού είναι το β-φαρνεζένιο, το γερμακρένιο D, το χαμαζουλένιο, οξειδία βισαβολόνης, σπιροαιθέρες, σεσκιτερπένια, φλαβονοειδή, φαινολοξέα και κουμαρίνες. Η α-βισαβολόλη και το χαμαζουλένιο θεωρούνται τα πλέον βιοδραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου καθώς δρουν ως αντιφλεγμονώδη, αντισηπτικά και σπασμολυτικά (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2019).

Λόγω της παρουσίας χαμαζουλενίου το αιθέριο έλαιο χαμομηλιού παίρνει ένα χαρακτηριστικό βαθύ κυανό χρώμα. Γενικότερα από ένα χρονικό διάστημα και έπειτα η σύσταση του αιθέριου ελαίου κατά την αποθήκευση αλλοιώνεται, ενώ όταν παραμένει εκτεθειμένο στο φως και στον αέρα για αρκετή ώρα παρατηρείται μεταχρωματισμός του από βαθύ μπλε, σε πράσινο και στην συνέχεια σε καστανό χρώμα (Falzari & Menary, 2003). Γι' αυτό τον λόγο, το αιθέριο έλαιο χαμομηλιού αλλά και των περισσότερων φυτών, αποθηκεύονται σε γυάλινα μπουκάλια σκούρου, καφέ χρώματος.

Λόγω της πληθώρας των ευεργετικών ιδιοτήτων του αιθέριου ελαίου που λαμβάνεται από το χαμομήλι, οι μελέτες των επιστημόνων ως προς την εφαρμογή του για την ανθρώπινη υγεία συνεχώς αυξάνονται. Ωστόσο στον τομέα της Ανθοκομίας και όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της χρήσης του στη συντηρησιμότητα δρεπτών ανθέων δεν έχουν πραγματοποιηθεί πειραματικές εργασίες.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Φυτικό υλικό

Η πειραματική διαδικασία διεξήχθη στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου στο Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Για τον σκοπό αυτό διατέθηκαν 12 τριαντάφυλλα ποικιλίας Sunrise κίτρινου χρώματος. Σε κάθε τριαντάφυλλο αφαιρέθηκαν τρία εξωτερικά πέταλα με σκοπό την μέτρηση του χρώματος του άνθους και αφέθηκαν τα τρία ανώτερα σύνθετα φύλλα. Επιπλέον, ο βλαστός όλων των λουλουδιών κόπησε, υπό ασηπτικές συνθήκες, ώστε να φτάσει στο επιθυμητό μήκος, που ήταν τα 30cm. Στην συνέχεια, τα κομμένα άνθη τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία με βασικό διάλυμα συντήρησης 250mL, το στόμιο των οποίων καλύφθηκε με parafilm, για την ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω διαπνοής και εξάτμισης. Τέλος, τα ανθοδοχεία των μεταχειρίσεων μεταφέρθηκαν και διατηρήθηκαν σε σκοτεινό δωμάτιο με ελεγχόμενη φωτοπερίοδο διάρκειας 12 ώρες, με χρήση λαμπτήρων φθορισμού, από τις 8 π.μ. μέχρι τις 8 μ.μ., σε θερμοκρασία $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία 45-48%. Η ολοκλήρωση του πειράματος σηματοδοτήθηκε όταν παρουσιάστηκε ένα από τα κατωτέρω συμπτώματα: κάμψη του λαιμού, μείωση σπαργής σε $\geq 50\%$ των πετάλων και μαρasmus τους.

2.2 Παρασκευή διαλυμάτων συντήρησης και θρεπτικών υποστρωμάτων

2.2.1 Παρασκευή διαλυμάτων συντήρησης των δρεπτόν ανθέων

Αρχικά, κάθε μπουκάλι πληρώθηκε με 250mL απιονισμένο νερό, 5g κρυσταλλική ζάχαρη και κιτρικό οξύ σε συγκέντρωση 0,1M. Συγκεκριμένα, για την παρασκευή του κιτρικού οξέος απαιτήθηκαν 4,82g κιτρικό οξύ αραιωμένο σε 250mL απιονισμένου νερού σε ογκομετρική φιάλη. Το κιτρικό οξύ χρησιμοποιήθηκε για την ρύθμιση του pH και προστέθηκε με την βοήθεια πιπέτας ρυθμιζόμενου όγκου στα 1000μL. Το pH του διαλύματος μετρήθηκε με την χρήση φορητού, ψηφιακού πεχάμετρου LCD και σταθεροποιήθηκε στην επιθυμητή τιμή 3. Στην συνέχεια, το στόμιο κάθε δοχείου επιωματίστηκε με υδρόφοβο βαμβάκι και αλουμινόχαρτο και έπειτα ακολούθησε αποστείρωση σε αυτόκαυστο μηχάνημα σε θερμοκρασία 121°C και πίεση 0.1 MPa για 15min. Αφού ολοκληρώθηκε η αποστείρωση, τα μπουκάλια αφέθηκαν έως ότου το διάλυμα φτάσει σε θερμοκρασία δωματίου έτσι ώστε να γίνει η προσθήκη 0.1% Tween 20 και των αιθέριων ελαίων δεντρολίβανου και χαμομηλιού. Το Tween 20 χαρακτηρίζεται από την επιφανειοδραστική του ικανότητα και χρησιμοποιείται

ως γαλακτωματοποιητής. Ο μάρτυρας Control (C), αποτέλεσε το βασικό διάλυμα συντήρησης και περιείχε 250mL απιονισμένο νερό, 5g κρυσταλλική ζάχαρη, κιτρικό οξύ σε συγκέντρωση 0,1M και 0.1% Tween 20, με την χρήση πιπέτας. Στα γυάλινα δοχεία όπου έγινε η μεταχείριση με την χρήση του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), προστέθηκαν 250mL απιονισμένο νερό, κιτρικό οξύ σε συγκέντρωση 0,1M, 0.1% Tween 20 και μισό φακελάκι σκευάσματος FlowerFresh, δηλαδή, 2,36g. Τα διαλύματα όπου διατηρήθηκαν τα δρεπτά άνθη με χρήση αιθέριων ελαίων, προέκυψαν από την ανάμειξη του βασικού διαλύματος συντήρησης με αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου (De) και χαμομηλιού (X) σε συγκέντρωση 100, 200 και 300ppm με την χρήση σύριγγας μικρολίτρων Hamilton σε ασηπτικές συνθήκες.

Το εμπορικό σκεύασμα του αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου είναι το Rosemary ct Verbenone (*Rosmarinus officinalis*) της εταιρείας Pranarom και αποτελείται από 100% αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου χωρίς προσθήκη συνθετικών συστατικών (Πίνακας 1). Το εμπορικό σκεύασμα του αιθέριου ελαίου χαμομηλιού είναι το Chamomile German (*Matricaria recutita*) της εταιρείας Pranarom και αποτελείται από 100% αιθέριο έλαιο χαμομηλιού χωρίς προσθήκη συνθετικών συστατικών (Πίνακας 2). Και τα δύο εμπορικά σκευάσματα είναι πιστοποιημένα από το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (USDA) και από τον γαλλικό οργανισμό πιστοποίησης τροφίμων ECOCERT.. Το χημικό παρασκεύασμα FlowerFresh ανήκει στην εταιρεία OASIS και κυκλοφορεί υπό την μορφή σκόνης. Περιέχει ζάχαρη και αντιμικροβιακούς παράγοντες.

Πίνακας 1: Χημική σύσταση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου Rosemary ct Verbenone

Alpha-Pinene + Alpha-Thuyene	24.36%
Camphene	12.03%
Bornyl Acetate	11.88%
Camphene	7.55%
Verbenone	5.60%
Beta-Phellandrene + 1,8-Cineole	5.59%
Limonene	4.14%
Borneol	3.41%
Beta-Pinene	3.22%

(Πηγή: <http://pranarom.us/products/essential-oils/rosemary-verbenone/>)

Πίνακας 2: Χημική ανάλυση αιθέριου ελαίου χαμομηλιού Chamomile German

(E)-β-Farnesene	54.2%
Germacrene D	5.39%
α-Bisabolol	4.58%
α-Bisabolol oxide B	3.25%
Chamazulene	2.62%
α-Bisabolol oxide A	2.26%
Limonene	0.19%
Linalol	0.10%

(Πηγή: <http://pranarom.us/products/essential-oils/chamomile-german/>)

2.2.2 Παρασκευή θρεπτικών υποστρωμάτων TSA και DG18

Για την ανάπτυξη των πληθυσμών αερόβιων μεσόφιλων μικροβίων (μικροβιακό φορτίο) παρασκευάστηκαν θρεπτικά υποστρώματα από TSA και DG18.

Το Tryptone Soya Agar (TSA) αποτελεί μέσο ανάπτυξης για την καλλιέργεια βακτηρίων και ποικίλων άλλων μικροοργανισμών ενώ το Dichloran 18% Glycerol Agar (DG18) χρησιμοποιείται για την απομόνωση ξηροφιλικών μυκήτων και ζυμών. Για την παρασκευή του πρώτου υποστρώματος ζυγίστηκαν 18,5g TSA σε 500 mL απιονισμένο νερό ενώ στην δεύτερη περίπτωση ζυγίστηκαν 15,8g DG18 και ογκομετρήθηκαν 87.5mL γλυκερόλης σε γυάλινο ογκομετρικό κύλινδρο των 100mL σε 500 mL απιονισμένο νερό. Η δοσολογία είναι σύμφωνη με την συνταγή που προτείνει η κατασκευαστική εταιρεία των θρεπτικών υλικών. Τα παρασκευάσματα τοποθετήθηκαν σε γυάλινες φιάλες Duran των 500mL και ανακινήθηκαν σε μαγνητικό αναδευτήρα με θερμαινόμενη πλάκα για 10min. Έπειτα αποστειρώθηκαν σε αυτόκαυστο μηχάνημα σε θερμοκρασία 121°C και πίεση 0.1 MPa για 15min.

2.2.3 Προετοιμασία τρυβλίων ανάπτυξης μικροβιακών αποικιών

Αφότου αποστειρώθηκαν οι γυάλινες φιάλες Duran με τα θρεπτικά υποστρώματα, τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο σε θερμοκρασία 45°C για τουλάχιστον 40min. Στην συνέχεια ακολούθησε η γέμιση των πλαστικών τρυβλίων καλλιέργειας Petri σε ασηπτικές συνθήκες με

την χρήση ενός λύχνου Bunsen. Κάθε τρυβλίο πληρώθηκε με περίπου 15mL θρεπτικού διαλύματος TSA και DG18 αντίστοιχα. Το υλικό απλώθηκε με κυκλικές κινήσεις σε όλη την επιφάνεια των τρυβλίων τα οποία έπειτα αφέθηκαν ώστε να στερεοποιηθεί το υπόστρωμα.

2.2.4 Παρασκευή υδατικού διαλύματος πεπτόνης

Το νερό πεπτόνης (Peptone Water, PW) αποτελεί μικροβιακό μέσο ανάπτυξης μικροοργανισμών γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του υδατικού διαλύματος εναιώρησης. Για τον σκοπό αυτό ζυγίστηκαν 0.5g PW σε 500 mL απιονισμένο νερό. Το υδατικό διάλυμα τοποθετήθηκε σε γυάλινη φιάλη Duran των 500mL και αναδεύτηκε ομοιογενώς σε μαγνητικό αναδευτήρα με θερμαινόμενη πλάκα για 10min. Κάθε δοκιμαστικός σωλήνας πληρώθηκε με 9mL PW με την χρήση πουάρ τριών βαλβίδων. Στην συνέχεια ακολούθησε η αποστείρωσή τους σε αυτόκαυστο μηχάνημα σε θερμοκρασία 121°C και πίεση 0.1 MPa για 15min καθώς επίσης και η κωδικοποίησή τους.

2.3 Διαδικασία καλλιέργειας μικροβιακών αποικιών

Για την ανίχνευση του μικροβιακού φορτίου τεμαχίστηκε το κατώτερο τμήμα του βλαστού με την βοήθεια νυστεριού και τσιμπιδας τα οποία αρχικά απολυμάνθηκαν με εμβάπτιση σε αιθυλική αλκοόλη και κάψιμο σε λύχνο Bunsen.. Σε ασηπτικές συνθήκες ζυγίστηκε σε ζυγαριά ακριβείας Kern 1g φυτικού ιστού το οποίο τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα υδατικού διαλύματος πεπτόνης (PW) -1 αραιώσης. Στην αρχή της πειραματικής διαδικασίας οι αραιώσεις είχαν εύρος από -1 έως -3. Ακολούθησε η ανακίνηση του δοκιμαστικού σωλήνα της -1 αραιώσης για περίπου 1min και στην συνέχεια δημιουργήθηκαν οι δεκαδικές αραιώσεις με την χρήση πιπέτας ρυθμιζόμενου όγκου όπου μεταφέρθηκε 1mL δείγματος σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα ξεκινώντας από την αραιώση -1 προς την αραιώση -3. Μετά την ολοκλήρωση των δεκαδικών αραιώσεων πραγματοποιήθηκε η μεταφορά 0.1mL διαλύματος στα τρυβλία με θρεπτικό άγαρ ξεκινώντας από την αραιώση -3 προς την αραιώση -1. Εφαρμόστηκε η τεχνική της επιφανειακής επίστρωσης (spread plating) με την χρήση γυάλινων πιπετών Pasteur οι οποίες αρχικά εμβάπτιστηκαν σε αιθυλική αλκοόλη και κάηκαν σε λύχνο Bunsen για την μείωση των επιφανειακών μικροβιακών φορτίων. Τα τρυβλία αναστράφηκαν και τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο με θερμοκρασία 25°C για 72h±2.

Κατά την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας ακολούθησε η διαδικασία που περιγράφηκε ανωτέρω όμως επιπροσθέτως αναλύθηκε και το μικροβιακό φορτίο του διαλύματος του μπουκαλιού. Επιπλέον, οι δεκαδικές αραιώσεις για το υπόστρωμα TSA που ακολούθησαν για την μικροβιακή ανάλυση του φυτικού ιστού και του διαλύματος συντήρησης ήταν από την -1 έως την -6 αραιώση για το TSA υπόστρωμα και από την -1 έως την -3 αραιώση για το DG18 υπόστρωμα.

2.4 Πειραματική διαδικασία

2.4.1 Προκαταρκτικό πείραμα

Με σκοπό τον έλεγχο λειτουργικότητας του απαραίτητου εργαστηριακού εξοπλισμού και την εξοικείωση με τις πειραματικές μεθόδους προηγήθηκε ένα προκαταρκτικό πείραμα, με διάρκεια από τις 10/7/2020 έως τις 15/7/2020, ακολουθώντας τα ανωτέρω βήματα. Στις μεταχειρίσεις δοκιμάστηκε η δράση του αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου, σε συγκέντρωση 100 (D100), 200 (D200) και 300 (D300) ppm εν συγκρίσει με τα κομμένα άνθη που διατηρήθηκαν σε βασικό διάλυμα συντήρησης-μάρτυρα (C) και σε υδατικό διάλυμα με χρήση εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF). Για την διεξαγωγή του προκαταρκτικού πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 15 τριαντάφυλλα ποικιλίας Sunrise κίτρινου χρώματος, δηλαδή 3 φυτά ανά μεταχείριση, τα οποία είχαν τελείως κλειστό μπουμπούκι και ήταν ελαφρώς ταλαιπωρημένα κατά την παραλαβή από ανθοπωλείο του Βόλου. Δεν υπάρχουν πληροφορίες για τις συνθήκες αποθήκευσης σε επίπεδο εμπόρου καθώς και για τις συνθήκες διατήρησης κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις που ακολούθησαν, αφορούν μόνο το φορτίο στο φυτικό ιστό και όχι στο υδατικό διάλυμα. Από αυτή την διαδικασία αντλήθηκαν αποτελέσματα τα οποία συντέλεσαν στην μορφοποίηση και στον καθορισμό της μεθοδολογίας του κυρίως πειράματος.

2.4.2 Κύριο πείραμα

Η μελέτη και η σύγκριση της διατηρησιμότητας των δρεπτών ανθέων τριαντάφυλλου πραγματοποιήθηκε ανάμεσα σε 4 μεταχειρίσεις, δηλαδή, μεταξύ του μάρτυρα (C), του εμπορικού παρασκευάσματος FlowerFresh (FF) και των αιθέριων ελαίων δεντρολίβανου (De) και χαμομηλιού (X) σε συγκέντρωση 100ppm. Το κύριο πείραμα διήρκησε από τις 23/07/2020 έως τις 01/08/2020. Για τον σκοπό αυτό διατέθηκαν 12 τριαντάφυλλα ποικιλίας Sunrise

κίτρινου χρώματος τα οποία συγκομίστηκαν από θερμοκήπιο του Βόλου στις 21/07/2020, διατηρήθηκαν στο ψυγείο του ανθοπωλείου σε θερμοκρασία 2°C για μία ημέρα και παραλήφθηκαν από το προσωπικό του εργαστηρίου στις 23/07/2020 όπου και παρέμειναν σε βάζο με απιονισμένο νερό μέχρι την έναρξη του πειράματος. Το σύνολο των μπουμπουκιών ήταν ελαφρώς ανοιγμένο. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις που ακολούθησαν, αφορούν το φορτίο στο φυτικό ιστό και στο υδατικό διάλυμα κάθε ανθοδοχείου.

2.5 Μετρήσεις

Μετρήσεις που πάρθηκαν κατά την αρχή και το τέλος της πειραματικής διαδικασίας

2.5.1 Μέτρηση διαμέτρου βλαστού και pH

Πριν τοποθετηθούν τα δρεπτά άνθη στα γυάλινα δοχεία κατά την έναρξη και αφού ολοκληρώθηκε το προκαταρκτικό και το κύριο πείραμα, μετρήθηκε η διάμετρος του βλαστού στο κατώτερο σημείο του με την χρήση αναλογικού, ανοξείδωτου παχύμετρου το οποίο πριν από κάθε μέτρηση απολυμαινόταν με αιθυλική αλκοόλη. Ομοίως, μετρήθηκε το pH του διαλύματος με την χρήση φορητού, ψηφιακού πεχάμετρου LCD.

2.5.2 Μέτρηση χλωροφύλλης

Η μέτρηση χλωροφύλλης έγινε στα 3 ανώτερα φύλλα όπου πάρθηκαν μετρήσεις από 3 διαφορετικά σημεία του ίδιου φύλλου με την χρήση των οργάνων χλωροφυλλομέτρησης Opti-Sciences CCM-200 και Minolta SPAD 502. Η μέτρηση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε κατά την έναρξη και κατά την λήξη της πειραματικής διαδικασίας για το προκαταρκτικό και το κύριο πείραμα.

2.5.3 Μέτρηση χρώματος πετάλων

Η μέτρηση του χρώματος των πετάλων έγινε στα 3 εξωτερικά πέταλα του δρεπτού άνθους τα οποία αποκόπηκαν από το υπόλοιπο μπουμπούκι. Για τον σκοπό αυτό αξιοποιήθηκε το χρωματόμετρο Minolta CR-400. Σε κάθε επιφάνεια πραγματοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις από τις οποίες προέκυψε ο μέσος όρος πέντε παραμέτρων (L^* , a^* , b^* , c^* και h) Αυτοί οι πέντε συντελεστές αποτελούν την χρωματική κλίμακα του μοντέλου CIELab το οποίο είναι ένα

σύστημα που παρέχει μια τρισδιάστατη αναπαράσταση για την αντίληψη χρωματικών ερεθισμάτων σε έναν σταθερό παρατηρητή και υπό αυστηρά τυποποιημένες πηγές φωτός (Liew et al. 2008). Ο συντελεστής L^* (lightness) εκφράζει τις συντεταγμένες της φωτεινότητας και η μέγιστη τιμή του είναι 100, η οποία αντιπροσωπεύει το λευκό. Η ελάχιστη τιμή για τον ισούται με 0, το οποίο αντιπροσωπεύει το μαύρο. Οι συντελεστές a^* και b^* δεν έχουν συγκεκριμένα αριθμητικά όρια. Θετικές τιμές του a^* σχετίζονται με το ερυθρό ενώ αρνητικές τιμές του a^* αντιστοιχούν στο πράσινο. Αντίστοιχα, θετικές τιμές του b^* αφορούν το κίτρινο, ενώ αρνητικές τιμές του b^* αντιστοιχούν στο κυανό. Στην περίπτωση που η τιμή και στις δύο περιπτώσεις είναι 0 τότε το χρώμα αντιστοιχεί σε γκρι. Ο συντελεστής C^* (chroma) προσδιορίζει τη σχέση μεταξύ της έντασης και της φωτεινότητας της μελετώμενης απόχρωσης ενώ η παράμετρος h (hue angle) μετράται σε μοίρες και προσδιορίζει την απόχρωση παίρνοντας τιμές 0° για το κόκκινο-πορφυρό, 90° για το κίτρινο, 180° για το γαλαζο-πράσινο και 270° για το μπλε. Η μέτρηση του χρώματος των πετάλων των δρεπτών ανθέων πραγματοποιήθηκε κατά την έναρξη και κατά την λήξη της πειραματικής διαδικασίας μόνο για το κύριο πείραμα.

2.5.4 Μέτρηση και ανάλυση μικροβιακού φορτίου

Κατά την διεξαγωγή του προκαταρκτικού πειράματος μετρήθηκε το μικροβιακό φορτίο που αναπτύχθηκε στο φυτικό ιστό, στην αρχή και στο τέλος της διαδικασίας ενώ στο κύριο πείραμα πάρθηκαν μετρήσεις για τους βακτηριακούς και άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς που σημειώθηκαν στο φυτικό ιστό και στο διάλυμα συντήρησης των μεταχειρίσεων, στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας. Προκειμένου να είναι στατιστικά έγκυρη η καταμέτρηση του πληθυσμού των παθογόνων μικροοργανισμών λαμβάνονται υπόψη τα τρυβλία όπου στο θρεπτικό υπόστρωμα είχαν αναπτυχθεί 30 έως 300 αποικίες. Στη συνέχεια, μέσω υπολογισμών προκύπτει το αποτέλεσμα το οποίο εκφράζεται σε αριθμό αποικιών ανά g (CFU/g). Μια μονάδα σχηματισμού αποικιών (Colony-Forming Unit, CFU) αποτελεί μια μονάδα που χρησιμοποιείται στην μικροβιολογία για τον υπολογισμό του αριθμού των βιώσιμων βακτηρίων ή μυκήτων σε ένα δείγμα και εκφράζεται μέσω λογαρίθμου (\log CFU/g).

2.5.5 Μετρήσεις που πάρθηκαν καθημερινά κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας

Για κάθε επανάληψη του προκαταρκτικού πειράματος πάρθηκαν καθημερινά μετρήσεις που αφορούσαν το νωπό βάρος του δρεπτού άνθους, το βάρος του μπουκαλιού, την κάμψη του λαιμού καθώς και παρατηρήσεις ως προς την γενική εικόνα του λουλουδιού. Ανίστοιχα, οι ίδιες μετρήσεις σημειώθηκαν και στην περίπτωση του κύριου πειράματος, όπου επιπλέον υπήρχε καταγραφείας δεδομένων PeakTech 5185, ο οποίος λάμβανε τιμές για την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία του χώρου κάθε μισή ώρα ενώ κάθε μέρα σημειωνόταν και η στάθμη του διαλύματος.

2.6 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που αντλήθηκαν από την πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος Stargraphics Centurion XVI.I όπου επιλέχθηκε η μέθοδος της λιγότερο σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fischer σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ($p \leq 0.05$).

3. Αποτελέσματα-Συζήτηση

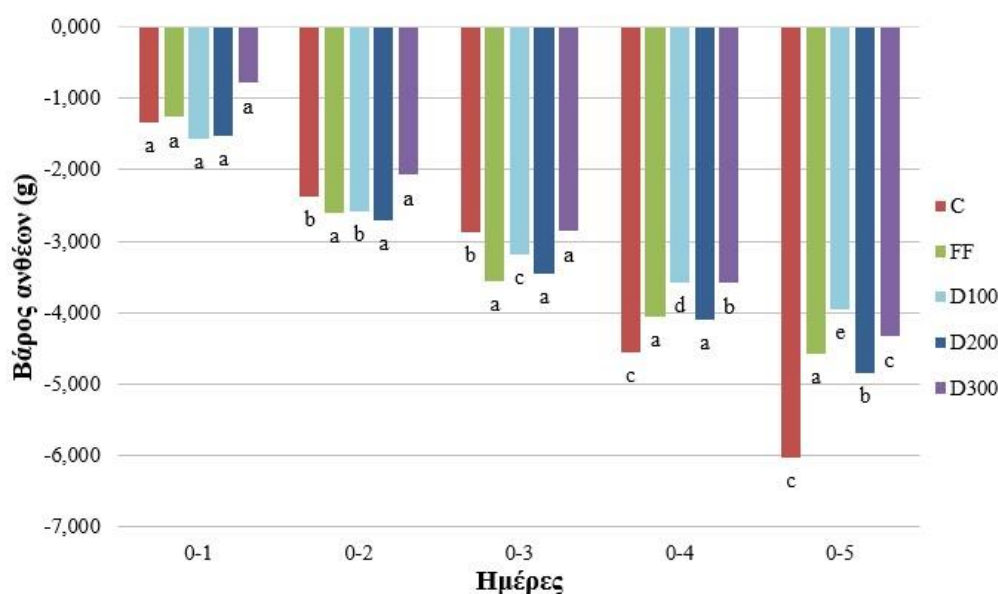
3.1 Προκαταρκτικό Πείραμα

Το προκαταρκτικό πείραμα δομήθηκε βάσει βιβλιογραφικής ανασκόπησης όπου για το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου οι αρχικές συγκεντρώσεις ήταν στα 100,200 και 300 ppm. Παρόλα αυτά κατά την διάρκεια των μετρήσεων παρατηρήθηκε ότι οι συγκεντρώσεις στα 200 και 300 ppm έδρασαν αρνητικά στην διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων στην μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου. Το κύριο πρόβλημα εντοπίστηκε στο κατώτερο σημείο του βλαστού το οποίο ήταν εμβαπτισμένο στο διάλυμα και παρουσίασε έντονο καφέτιασμα ως αποτέλεσμα της αφυδάτωσης του δρεπτού άνθους. Καθώς τα φυτά σε συγκέντρωση 100 ppm δεν εμφάνισαν όμοιο σύμπτωμα πιθανολογείται ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκάλεσαν τοξικότητα στο φυτικό ιστό προκαλώντας φράξιμο των αγγείων του βλαστού. Γι' αυτό τον λόγο η συντηρησιμότητα των δρεπτών ανθέων τριαντάφυλλου μελετήθηκε μόνο ως προς την 100ppm συγκέντρωση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου και χαμομηλιού.

Παράλληλα σχεδόν όλα τα φυτά ανεξαρτήτως μεταχειρίσεως εμφάνισαν έντονη κάμψη του λαιμού στο σημείο της ανθικής κεφαλής, συρρίκνωση ή κάψιμο των σεπάλων, γρήγορη μάρανση των φύλλων ενώ τα μπουμπούκια δεν άνοιξαν ποτέ.

Παρόλο που τα δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς ήταν εξ αρχής ταλαιπωρημένα, φαίνεται να ενισχύεται η θεωρία πως οι υψηλές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου προκάλεσαν πρόβλημα στα αγγεία του βλαστού καθώς η ανωμαλία στον λαιμό, όπως αναφέρεται και στην βιβλιογραφία, οφείλεται σε αδυναμία τροφοδότησής του με νερό λόγω της έμφραξης των αγγείων. Επιπλέον, η πρόωρη συγκομιδή των τριαντάφυλλων, πριν φτάσουν δηλαδή στο επιθυμητό στάδιο ωρίμανσης, δεν βοήθησε στην διατηρησιμότητά τους καθώς ο λαιμός δεν κατάφερε να αντέξει το βάρος των εντελώς κλειστών μπουμπουκιών.

3.1.1 Μέτρηση του νωπού βάρους των ανθέων



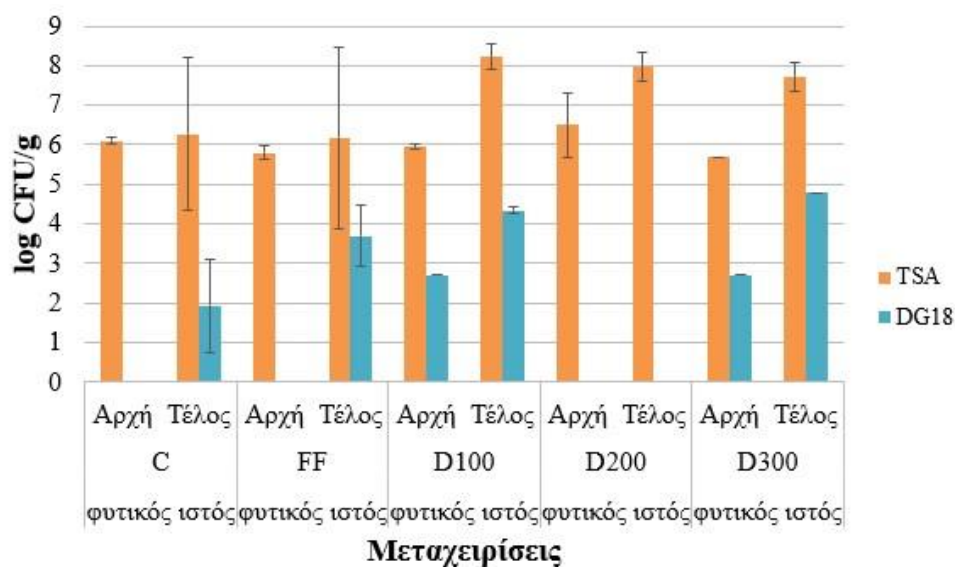
Διάγραμμα 1: Σύγκριση μέσου όρου διαφοράς του βάρους ανθέων (g) τριανταφυλλιάς μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 100ppm (D100), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm (D200) και αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 300ppm (D300) ανά ημέρα στο προκαταρκτικό πείραμα

Στο Διάγραμμα 1 απεικονίζεται ο μέσος όρος της διαφοράς του βάρους ανθέων (g) τριανταφυλλιάς για κάθε μεταχείριση. Η διαφορά υπολογίστηκε με βάση το ημερήσιο νωπό βάρος κάθε φυτού εν συγκρίσει με το νωπό βάρος κατά την πρώτη μέρα της πειραματικής διαδικασίας (Ημέρα 0). Τα φυτά στην περίπτωση του μάρτυρα (C) έχασαν κατά μέσο όρο συνολικά σχεδόν 6g νωπού βάρους, στην περίπτωση του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) 4,58g, στην περίπτωση του αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 100ppm (D100) 3,96g, στην περίπτωση του αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm (D200) 4,84g και στην περίπτωση του αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 300ppm (D300) ο μέσος όρος του νωπού βάρους των τριών επαναλήψεων μεταβλήθηκε κατά 4,32g μέχρι την τελευταία μέρα (Ημέρα 5).

3.1.2 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο φυτικό ιστό

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2, ο φυτικός ιστός των κομμένων ανθέων τριανταφυλλιάς στην μεταχείριση του μάρτυρα (C) και του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) είχαν όμοια επίπεδα ανάπτυξης μικροοργανισμών στο υπόστρωμα TSA τόσο κατά την έναρξη, όσο και κατά την λήξη της πειραματικής διαδικασίας. Παράλληλα, και στις τρεις μεταχειρίσεις με τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σημειώθηκε ίση παρουσία

αποικιών στην έναρξη και στην λήξη του πειράματος, για το υπόστρωμα TSA. Στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα (C) και του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αρχικά δεν παρατηρήθηκαν μύκητες ή ζύμες στο υπόστρωμα DG18, εν αντιθέσει με το τέλος, όπου σημειώθηκε στατιστικώς μεγάλη διαφορά μεταξύ των αποικιών του φυτικού ιστού στις επαναλήψεις τους. Αντίθετα, όσον αφορά την δημιουργία πληθυσμών μυκήτων και ζυμών, στη μεταχείριση με συγκέντρωση 200ppm αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου δεν καταγράφηκε καμία δραστηριότητα ενώ οι μεταχειρίσεις με συγκέντρωση 100 και 300ppm είχαν όμοια πορεία. Συγκεκριμένα, στην αρχή του προκαταρκτικού πειράματος υπολογίστηκαν 2,7 και στο τέλος 4,56 CFU/g.

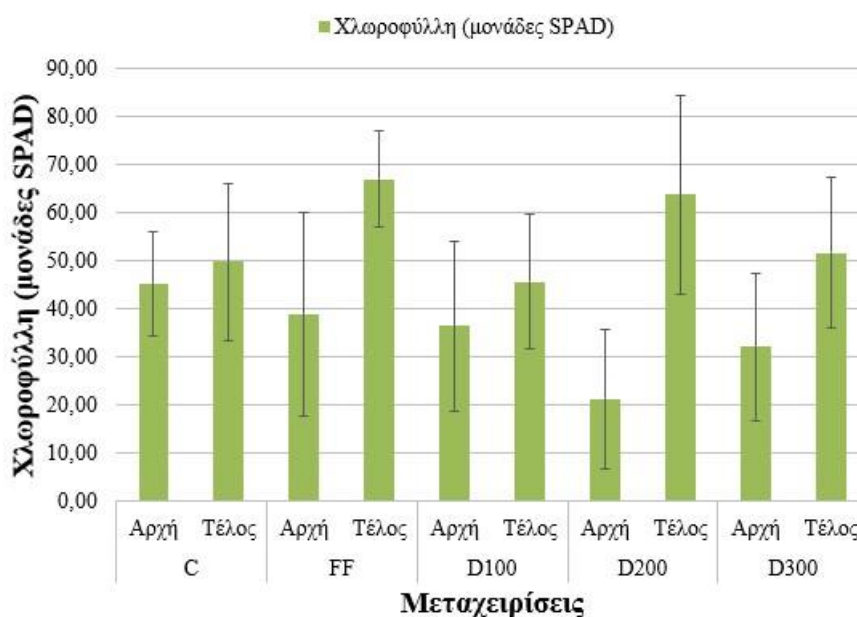


Διάγραμμα 2: Σύγκριση της λογαριθμικής έκφρασης του αριθμού των αποικιών ανά g (logCFU/g) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 100ppm (D100), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm (D200) και αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 300ppm (D300) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος του προκαταρκτικού πειράματος

3.1.3 Χλωροφύλλη

Στο Διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η μεταβολή του μέσου όρου χλωροφύλλης σε μονάδες SPAD κατά την αρχή και την λήξη του προκαταρκτικού πειράματος. Είναι εμφανές πως σε κάθε μεταχείριση, η τιμή των μονάδων SPAD αυξήθηκε. Ιδιαίτερα, στην μεταχείριση με αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm η χλωροφύλλη φαίνεται να αυξήθηκε κατά 200%, το οποίο όμως είναι ανακριβές καθώς στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν υπήρχε επαρκής αριθμός φύλλων για την σωστή δειγματοληψία. Από την Ημέρα 1 άρχισαν να

ξηραίνονται και να πέφτουν φύλλα από διαφορετικές επαναλήψεις, δείγμα της εξ αρχής, καχεκτικής κατάστασης των τριαντάφυλλων.

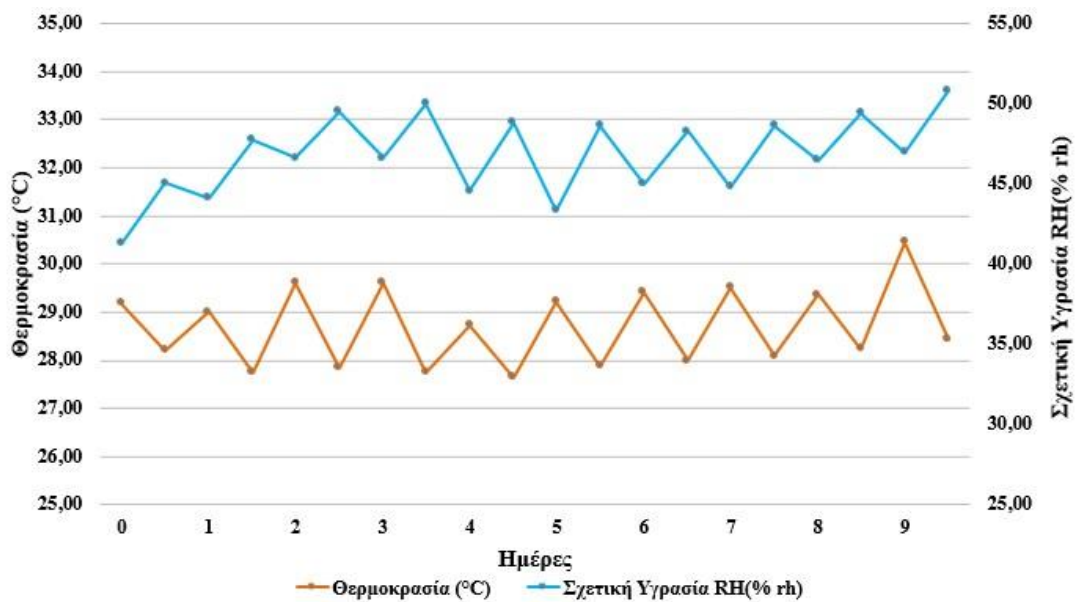


Διάγραμμα 3: Σύγκριση μέσου όρου χλωροφύλλης στα τρία ανώτερα φύλλα κάθε δρεπτού άνθους, μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 100ppm (D100), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 200ppm (D200) και αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 300ppm (D300) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος του προκαταρκτικού πειράματος

3.2 Κύριο Πείραμα

3.2.1 Συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο συντήρησης δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς

Σύμφωνα με τις μετρήσεις, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4 η μέση θερμοκρασία ημέρας ήταν 29,4°C και της νύχτας 28°C . Όσον αφορά την σχετική υγρασία η μέση τιμή ημέρας υπολογίστηκε στο 45% και της νύχτας στο 48,7%. Παράλληλα, η υψηλότερη θερμοκρασία ημέρας παρατηρήθηκε στην τελευταία μέρα του πειράματος (Ημέρα 9) όπου η θερμοκρασία έφτασε τους 30,45 °C ενώ η χαμηλότερη θερμοκρασία σημειώθηκε την Ημέρα 4 με τιμή 27,6 °C. Αντιστοίχως, η υψηλότερη μέση σχετική υγρασία καταγράφηκε το βράδυ της τελευταίας μέρας του πειράματος (Ημέρα 9) με τιμή 50,8% και η χαμηλότερη τιμή σχετικής υγρασίας μετρήθηκε στην πρώτη ημέρα (Ημέρα 0) με ποσοστό 41,25%.



Διάγραμμα 4: Διακύμανση θερμοκρασίας (°C) και σχετικής υγρασίας(% rh) στον περιβάλλοντα χώρο διατήρησης των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς κατά το κύριο πείραμα

Η κύρια διαφορά της παρούσας πειραματικής εργασίας εν συγκρίσει με άλλες έρευνες που αναζητήθηκαν, αφορά την θερμοκρασία αέρα (Tair) καθώς στις περισσότερες μελέτες κυμαινόταν μεταξύ 18-22°C, όπως προτείνουν οι Reid και Kofranek (1980). Αντίθετα παρόλο που η συνήθης τιμή της σχετικής υγρασίας RH βρέθηκε να σταθεροποιείται γύρω στο 60-75%, σε πολλές εργασίες βρέθηκε μεγάλη μεταβλητότητα καθώς η χαμηλότερη σχετική υγρασία στην οποία συντηρήθηκαν τριαντάφυλλα ήταν 20-40% (Mortensen and Gislerød, 1997, Särkkä and Eriksson, 2003, Mortensen and Gislerød, 2011) ενώ η υψηλότερη ήταν $\geq 80\%$ (Bolívar et al., 1999, de Capdeville et al., 2003, de Capdeville et al., 2005, Srilaong and Buanong, 2007, Ahmad et al., 2011).

Το 1999 οι Ichimura et al. προσπάθησαν να συντηρήσουν κομμένα λουλούδια τριανταφυλλιάς (*Rosa hybrida cv Sonia*) σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες: 20 °C, 25 °C και 30°C με προσθήκη σουκρόζης και HQS (8-hydroxyquino-line sulphate) στο υδατικό διάλυμα συντήρησης. Παρατήρησαν πως όσο υψηλότερη ήταν η θερμοκρασία, τόσο λιγότερες μέρες κατάφεραν να διατηρηθούν τα φυτά. Συγκεκριμένα στους 20 °C, η διάρκεια ζωής των δρεπτόν ανθέων έφτασε τις 11,5 μέρες, στους 25 °C τις 8,8 μέρες και στους 30°C ο μέσος όρος αντοχής των φυτών έπεσε στις 7,9 ημέρες. Παράλληλα στις υψηλότερες θερμοκρασίες σημειώθηκε μειωμένη διάμετρος λουλουδιού και γρηγορότερη μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας.

Το 2011 (Basiri et al) συντηρήθηκαν δρεπτά άνθη γαρυφαλιάς σε εκχύλισμα δεντρολίβανου με συγκέντρωση 0, 5, 10, 15, 20 και 25% και 6% σακχαρόζη σε γυάλινα δοχεία με 250ml

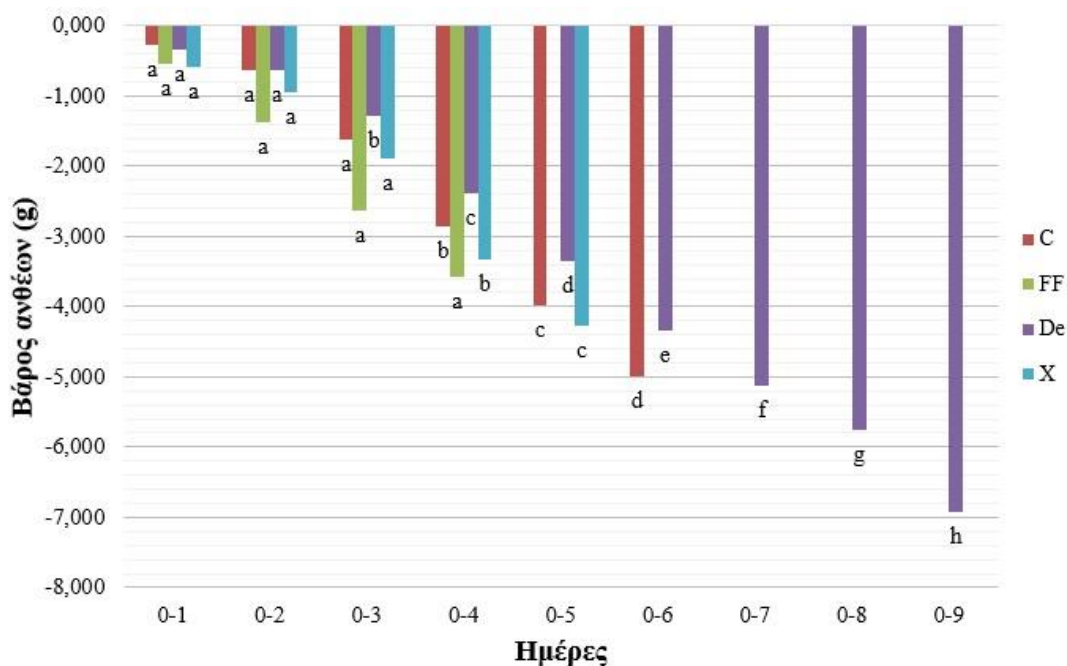
υδατικού διαλύματος. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δωμάτιο με ελεγχόμενες συνθήκες όπου τα λουλούδια διατηρήθηκαν σε σταθερή θερμοκρασία $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, σχετική υγρασία $60\pm 10\%$ και 12ωρη φωτοπερίοδο με ακτινοβολία παρεχόμενη από λαμπτήρες φθορισμού.

Η διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων με χρήση αιθέριου ελαίου χαμομηλιού δεν έχει μελετηθεί από την επιστημονική κοινότητα ωστόσο το 2013 πραγματοποιήθηκε πτυχιακή εργασία στο Έκουαδόρ όπου συντηρήθηκαν κομμένα λουλούδια τριανταφυλλιάς σε δωμάτιο με θερμοκρασία 19°C και σχετική υγρασία 50% όπου στο υδατικό διάλυμα προστέθηκαν 50g/L χαμομηλιού.

3.2.2 Μέτρηση του νωπού βάρους των ανθέων

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5, στη μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου (De) το νωπό βάρος των ανθέων μειώνεται σταθερά και ομαλά ανά ημέρα όπως επίσης και το βάρος των ανθέων του μάρτυρα (C). Συγκεκριμένα, τα άνθη στην περίπτωση του δεντρολίβανου τις πρώτες δύο μέρες (Ημέρα 1, Ημέρα 2) ελαττώθηκαν σε βάρος κατά 0,3g/ημέρα ενώ από την τρίτη μέρα (Ημέρα 3) και έπειτα έχαναν καθημερινά σταθερά σχεδόν 1g νωπού βάρους. Όσον αφορά την μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο χαμομηλιού (X) παρατηρήθηκε ανομοιόμορφη μείωση του βάρους των κομμένων τριαντάφυλλων καθώς αρχικά τα άνθη έχασαν σταδιακά το βάρος τους όμως στην συνέχεια ανάμεσα στην Ημέρα 3 και στην Ημέρα 4 σημειώθηκε διαφορά βάρους κατά 1,43g. Τέλος, τα άνθη που συντηρήθηκαν στο εμπορικό σκεύασμα Flower Fresh (FF), έχασαν γρήγορα το βάρος τους καθώς μέσα σε τέσσερις μέρες ο μέσος όρος του νωπού τους βάρους από τα 9,4g μειώθηκε στα 5,8g.

Συγκρίνοντας την πορεία της μεταβολής του νωπού βάρους των ανθέων, για όλες τις μεταχειρίσεις, μέχρι την 4^η μέρα που ολοκληρώθηκε η πειραματική διαδικασία για την μεταχείριση με το εμπορικό σκεύασμα FlowerFresh (FF), παρατηρήθηκε ότι στην περίπτωση του εμπορικού σκευάσματος σημειώθηκε η μεγαλύτερη απώλεια νωπού βάρους. Συγκεκριμένα, υπήρξε μείωση κατά 3,6g, ενώ η μικρότερη απώλεια καταγράφηκε με την χρήση αιθέριου ελαίου χαμομηλιού, όπου από την 1^η μέχρι την 4^η μέρα, τα δρεπτά άνθη έχασαν κατά μέσο όρο 1,86g νωπού βάρους.



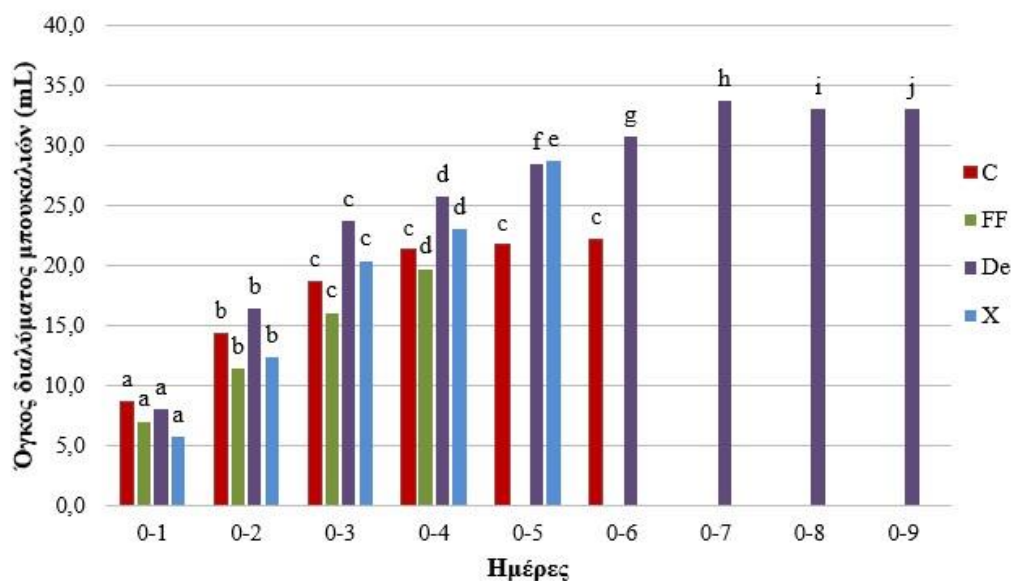
Διάγραμμα 5: Σύγκριση μέσου όρου διαφοράς νεπού βάρους ανθέων τριανταφυλλιάς (g) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) ανά ημέρα κατά το κύριο πείραμα

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε το 2011 στο Ιράν, δρεπτά άνθη αλστρομέριας διατηρήθηκαν σε συντηρητικό διάλυμα που περιείχε αιθέριο έλαιο θυμαριού σε συγκέντρωση 100ppm και σε συντηρητικό διάλυμα που περιείχε αιθέριο έλαιο μέντας στην ίδια συγκέντρωση. Τα φυτά παρέμειναν σε ελεγχόμενο δωμάτιο με θερμοκρασία $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ και 60% σχετική υγρασία. Και στις δυο μεταχειρίσεις, τα κομμένα λουλούδια κατάφεραν να διατηρηθούν σχεδόν 12 ημέρες και η απώλεια νεπού βάρους από την πρώτη έως την τελευταία μέρα κυμάνθηκε στα 4,77g για την πρώτη περίπτωση και στα 3,7g για την δεύτερη (Bazaz & Tehranifar, 2011). Μπορεί το ανωτέρω πείραμα να διαφέρει ως προς το φυτικό είδος και την επιλογή των αιθέριων ελαίων ωστόσο στην ίδια συγκέντρωση (100ppm) παρατηρείται μεγάλη διαφορά στην απώλεια νεπού βάρους των δρεπτών ανθέων της, συγκριτικά με την παρούσα πτυχιακή εργασία.

3.2.3 Μέτρηση του όγκου διαλύματος των μπουκαλιών

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 6, τα δρεπτά άνθη στην μεταχείριση του μάρτυρα (C) ενώ τις πρώτες ημέρες αντλούσαν διάλυμα με ομαλό ρυθμό, δηλαδή περίπου 5mL/ημέρα από την Ημέρα 4 έως την Ημέρα 6 απορρόφησε συνολικά, λιγότερο από 1mL συντηρητικού διαλύματος. Στην περίπτωση του εμπορικού σκευάσματος (FF) παρόλο που φαίνεται πως

καθημερινά τα φυτά λάμβαναν σταθερά κατά μέσο όρο 4,2mL διαλύματος, την Ημέρα 4 κρίθηκαν όλα εμπορικά ακατάλληλα. Συγκεκριμένα, από την Ημέρα 2 παρατηρήθηκε περιφερειακή ξήρανση των πετάλων των δρεπτών ανθέων και αμυδρή κύρτωση των σεπάλων τους. Μέσα στις επόμενες δύο ημέρες η κατάσταση των λουλουδιών επιδεινώθηκε καθώς σημειώθηκε εξασθένηση των φύλλων και μαρασμός των πετάλων. Η σύντομη παραμονή των λουλουδιών στο ανθοδοχείο πιθανότατα οφείλεται στην αποτυχή ομογενοποίηση και διάλυση του εμπορικού σκευάσματος με το απιονισμένο νερό. Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει καθώς από την προσθήκη του εμπορικού σκευάσματος στο ανθοδοχείο και έπειτα, πριν την τοποθέτηση των δρεπτών ανθέων σε αυτό, παρατηρήθηκε θολότητα στο υδατικό διάλυμα. Μέχρι και την τελευταία μέρα της μεταχείρισης με το εμπορικό σκεύασμα FlowerFresh (FF), το διάλυμα παρέμεινε θαμπό. Αντίστοιχα, στο προκαταρκτικό πείραμα, δεν παρουσιάστηκε αντίστοιχο πρόβλημα. Επιπλέον, παρόλο που σε αυτή την περίπτωση, τα κομμένα λουλούδια τριανταφυλλιάς ήταν από την αρχή ταλαιπωρημένα, διατηρήθηκαν μια μέρα περισσότερο απ' ό,τι τα δρεπτά άνθη κατά το κύριο πείραμα, που η κατάστασή τους ήταν υγιής.



Διάγραμμα 6: Σύγκριση μέσου όρου μεταβολής όγκου διαλύματος μπουκαλιών (mL) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) ανά ημέρα κατά το κύριο πείραμα

Τα φυτά στην μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου (De) αρχικά είχαν έντονη δραστηριότητα ως προς την απορρόφηση διαλύματος από το ανθοδοχείο ενώ αργότερα η άντληση ήταν σταθερή, σχεδόν στα 2,5mL ανά ημέρα. Τις τελευταίες ημέρες (Ημέρα 7,8 και 9), η στάθμη του όγκου του διαλύματος δεν μεταβλήθηκε καθόλου, κάτι το οποίο σημαίνει πως τα τριαντάφυλλα σταμάτησαν να αντλούν θρεπτικό υλικό. Η μεταχείριση με την χρήση

αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) παρουσίασε την καλύτερη επίδοση ως προς την διατηρησιμότητα των δρεπτών ανθών τριανταφυλλιάς με 8 ημέρες μέσο όρο διάρκειας συντήρησης. Ωστόσο, και στην συγκεκριμένη εφαρμογή από την Ημέρα 2 άρχισε να καταγράφεται κάψιμο των φύλλων ενώ από την Ημέρα 4 εμφανίστηκε και χλώρωση σε τυχαία και διάσπαρτα σημεία τους. Την επόμενη μέρα (Ημέρα 5) ξεράθηκαν ελαφρώς τα σέπαλα. Την τελευταία ημέρα (Ημέρα 9) τα λουλούδια κρίθηκαν μη εμπορεύσιμα καθώς τα πέταλα και τα σέπαλα μαράθηκαν πλήρως (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Δρεπτό άνθος τριανταφυλλιάς στην μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου (De). Η φωτογραφία λήφθηκε στις 31/07/2020.

Βάσει της στατιστικής ανάλυσης, η μεταβολή του όγκου του διαλύματος στην μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο χαμομηλιού (X) έχει ασταθείς και ανομοιόμορφες διακυμάνσεις. Την Ημέρα 1 η απορρόφηση έφτασε κατά μέσο όρο τα 5,7mL, την Ημέρα 2 τα 6,67mL, την Ημέρα 3 τα 8 mL ενώ την προτελευταία και τελευταία μέρα (Ημέρα 5) τα φυτά άντλησαν 2,7 και 5,7 mL αντίστοιχα. Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 7, η διάρκεια συντηρησιμότητας των μαρτύρων (C) αναδείχθηκε στατιστικά υψηλότερη συγκριτικά με την μεταχείριση όπου εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο χαμομηλιού (X) καθώς τα δρεπτά άνθη στην δεύτερη περίπτωση κρίθηκαν εμπορικά ακατάλληλα μετά από μέσο όρο 4,7 ημερών. Επιπρόσθετα, από την Ημέρα 3 σημειώθηκε ακριανό κάψιμο και χλώρωση των νεύρων στα φύλλα ενώ έγινε αισθητό το καφέτιασμα στην βάση του βλαστού. Την τελευταία μέρα συντήρησης τα πέταλα των μπουμπουκιών είχαν ανοίξει ολοκληρωτικά.

Σε πείραμα που πραγματοποιήσαν οι El-Sayed και El-Ziat (2021) μελετήθηκε η επίδραση αιθέριου ελαίου θυμαριού (300,400 και 500mg/l) και αιθέριου ελαίου γαρύφαλου (150,0250

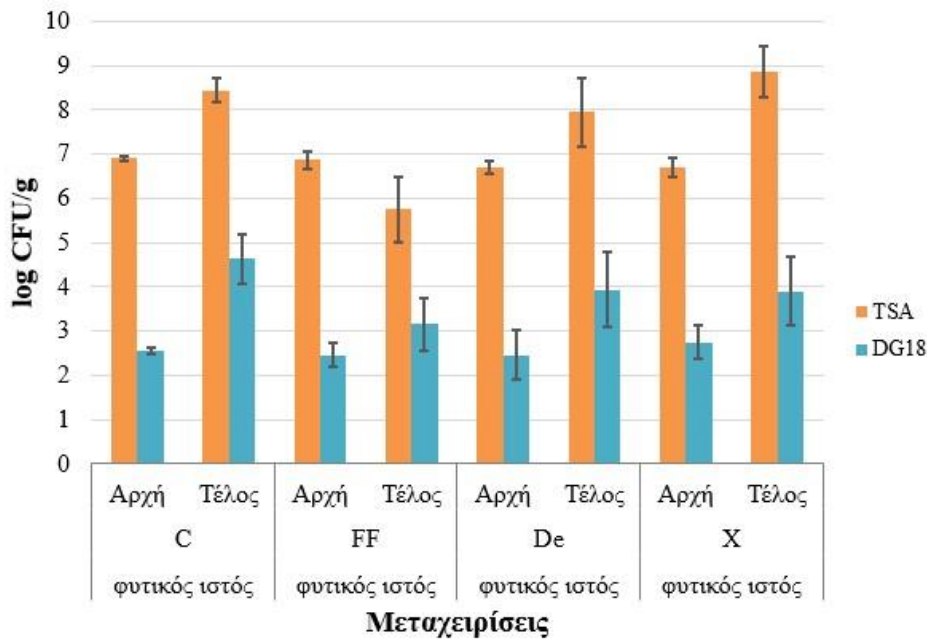
και 500mg/l) ως συντηρητικές λύσεις στην μετασυλλεκτική ζωή δρεπτών ανθέων χρυσάνθεμου ποικιλίας Arctic Queen White (*Chrysanthemum morifolium*) για την βελτίωση της ποιότητας και την παράταση της διάρκειας ζωής τους. Τα κομμένα λουλούδια συντηρήθηκαν σε χώρο με θερμοκρασία $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 5\%$. Από τα δεδομένα έγινε σαφές ότι η συνολική πρόσληψη υδατικού διαλύματος από τα δρεπτά άνθη χρυσάνθεμου αυξήθηκε σημαντικά στις μεταχειρίσεις που αφορούσαν τα αιθέρια έλαια ενώ στο μάρτυρα σημειώθηκε δραματική μείωση στην απορρόφηση νερού από το ανθοδοχείο.

Η πρόσληψη υδατικού διαλύματος από τα κομμένα λουλούδια σχετίζεται άμεσα με την διάρκεια ζωής τους στο βάζο. Η αύξηση της άντλησης του θρεπτικού διαλύματος από τα φυτά, αυξάνει την περιεκτικότητα των ιστών τους σε νερό βοηθώντας στην υδρόλυση των σακχάρων στα κύτταρα των πετάλων (Sagr, 2016). Η συνολική εικόνα όλων των μεταχειρίσεων συμφωνεί με την θεωρία πως η υψηλή διαπνευστική δραστηριότητα, λόγω υψηλών θερμοκρασιών, σε συνδυασμό με την χαμηλή απορρόφηση νερού οδηγούν το φυτό σε μάρανση (Halevy & Mayak, 1981). Ωστόσο, βάσει βιβλιογραφίας, η αδυναμία πρόσληψης υδατικού διαλύματος από τα δρεπτά άνθη μπορεί να οφείλεται και στην παρουσία και ανάπτυξη μικροοργανισμών στους ιστούς του στελέχους (He et al., 2006).

3.2.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο φυτικό ιστό

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 7, στα δρεπτά άνθη, για όλες τις μεταχειρίσεις κατά την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας, είχαν αναπτυχθεί στο θρεπτικό υπόστρωμα TSA κατά μέσο όρο 6,8 μονάδες αποικιών ανά g. Όπως ήταν αναμενόμενο, κατά την λήξη του πειράματος, το μικροβιακό φορτίο στα υποστρώματα ήταν μεγαλύτερο απ' ότι αρχικά εκτός από την περίπτωση της μεταχείρισης με χρήση εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) όπου μειώθηκε ο βακτηριακός πληθυσμός στο φυτικό ιστό. Συγκεκριμένα, ο πληθυσμός βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών ελαττώθηκε κατά 1,12 μονάδες ανά g, το οποίο έρχεται σε αντίθεση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα του προκαταρκτικού πειράματος όπου στην ίδια μεταχείριση παρατηρήθηκε αύξηση των αποικιών κατά $0,4 \log \text{CFU/g}$. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με την αντιμικροβιακή δράση του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh. Η μεγαλύτερη αύξηση βακτηριακών και άλλων μικροοργανισμών στο υπόστρωμα TSA παρατηρήθηκε στην μεταχείριση με χρήση αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) όπου οι αποικίες πλήθυναν κατά 2,17 μονάδες ανά g. Ο πληθυσμός, για το ίδιο υπόστρωμα, αυξήθηκε λιγότερο στην μεταχείριση με χρήση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) σε σχέση με τον αντίστοιχο

πληθυσμό στο χαμομήλι (X) σε αναλογία με την αρχική καταμετρηση και συγκεκριμένα, 1,25 logCFU/g.

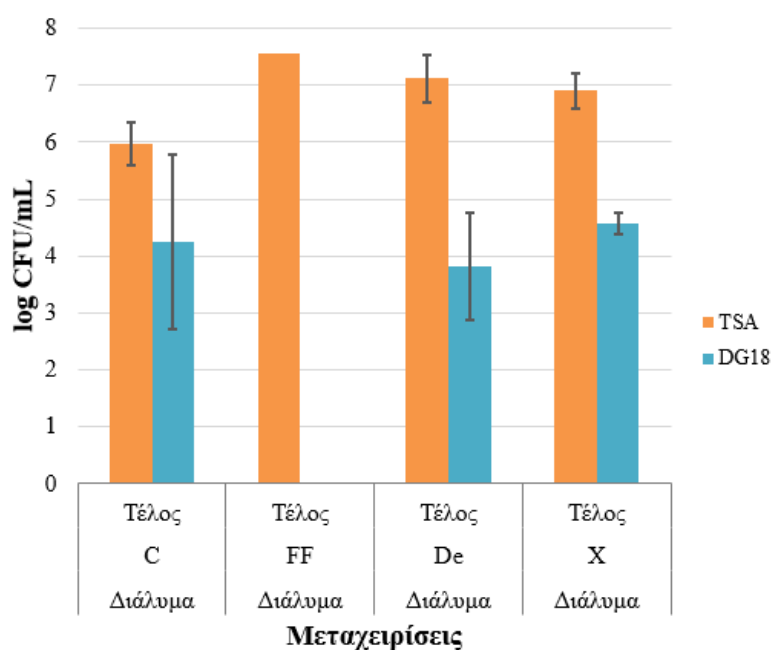


Διάγραμμα 7: Σύγκριση της λογαριθμικής έκφρασης του αριθμού των αποικιών ανά g (logCFU/g) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος του κύριου πειράματος

Στα δρεπτά άνθη, για όλες τις μεταχειρίσεις κατά την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας, στο θρεπτικό υπόστρωμα DG18 υπήρχε ελάχιστη παρουσία μυκήτων και ζυμών με μέσο όρο 2,6 μονάδες αποικιών ανά g. Όπως απεικονίζεται και στο ανωτέρω γράφημα (Διάγραμμα 8), η υψηλότερη ανάπτυξη πληθυσμών μυκήτων και ζυμών σημειώθηκε στο φυτικό ιστό της μεταχείρισης του μάρτυρα (C), όπου ο αριθμός των αποικιών αυξήθηκε κατά 2,1 μονάδες ανά g ενώ η χαμηλότερη ανάπτυξη καταγράφηκε στα δρεπτά άνθη που συντηρήθηκαν στο διάλυμα συντήρησης με χρήση του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) όπου ο αριθμός των αποικιών αυξήθηκε κατά 0,7 μονάδες ανά g. Επιπροσθέτως, όσον αφορά τις μεταχειρίσεις με την εφαρμογή των αιθέριων ελαίων φαίνεται πως στο δεντρολίβανο (De) ο πληθυσμός στο θρεπτικό υπόστρωμα DG18 αυξήθηκε περισσότερο συγκριτικά με τον αντίστοιχο πληθυσμό στην περίπτωση του χαμομηλιού (X) σε αναλογία με τον αρχικό πληθυσμό που παρουσίασαν.

3.2.5 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο υδατικό διάλυμα των ανθοδοχείων

Οι μικροβιολογικές αναλύσεις στο υδατικό διάλυμα των ανθοδοχείων πραγματοποιήθηκαν μόνο κατά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας καθώς στην αρχή όλα τα ανθοδοχεία είχαν αποστειρωθεί με το περιεχόμενο διάλυμα οπότε η παρουσία παθογόνων και λοιπών μικροοργανισμών θεωρήθηκε αμελητέα. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 8, στο θρεπτικό υπόστρωμα TSA του μάρτυρα (C), σημειώθηκε η μικρότερη καλλιέργεια αποικιών με 6 log CFU/mL ενώ για το ίδιο υπόστρωμα η μεγαλύτερη παρουσία μικροοργανισμών παρατηρήθηκε στο εμπορικό σκεύασμα (FF) με 7,6 log CFU/mL. Ανάμεσα στις δύο μεταχειρίσεις με τα αιθέρια έλαια, στο δεντρολίβανο (De) μετρήθηκαν 7,12 log CFU/mL ενώ στο χαμομήλι (X) 6,9 log CFU/mL για το υπόστρωμα του TSA. Όσον αφορά την καλλιέργεια αποικιών στο θρεπτικό υπόστρωμα DG18, το εμπορικό σκεύασμα (FF) δεν ανέπτυξε καθόλου αποικίες μυκήτων και ζυμών. Επιπλέον, στο υδατικό διάλυμα της μεταχείρισης με χρήση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) αναπτύχθηκαν 3,8 μονάδες ανά mL ενώ στην περίπτωση όπου στο υδατικό διάλυμα προστέθηκε αιθέριο έλαιο χαμομηλιού (X) απομονώθηκαν 4,6 log CFU/mL.



Διάγραμμα 8: Σύγκριση της λογαριθμικής έκφρασης του αριθμού των αποικιών ανά mL (logCFU/mL) μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) που αναπτύχθηκαν στο υδατικό διάλυμα του ανθοδοχείου στο τέλος του κύριου πειράματος

Στο πείραμα των El-Sayed και El-Ziat του 2021 που αναφέρθηκε ανωτέρω, καταγράφηκε μείωση στον αριθμό των βακτηρίων στο φυτικό ιστό των κομμένων λουλουδιών χρυσάνθεμου. Συγκεκριμένα, το υδατικό διάλυμα που περιείχε 500mg/l αιθέριο έλαιο θυμαριού και 250mg/l

αιθέριο έλαιο γαρύφαλου, είχε το ελάχιστο μέσο όρο μικροοργανισμών με <1 CFU/mL την στιγμή που στον μάρτυρα σημειώθηκαν $6 \cdot 10^3$ CFU/mL. Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τους Solgi et al. (2009), οι οποίοι ανέφεραν ότι αντιμικροβιακοί παράγοντες όπως η θυμόλη και η καρβακρόλη, που περιέχει το αιθέριο έλαιο θυμαριού, σε συνδυασμό με σακχαρόζη 6% επιδρούν σημαντικά στην διάρκεια ζωής του φυτού ζέρμπερα.

Επιπλέον, οι Basiri et al. (2011), σε έρευνά τους πάνω στην διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων γαρυφαλιάς (*Dianthus caryophyllus* cv. 'white liberty'), διαπίστωσαν πως η χαμηλότερη συγκέντρωση βακτηρίων στο υδατικό διάλυμα παρατηρήθηκε στην μεταχείριση με χρήση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 25%.

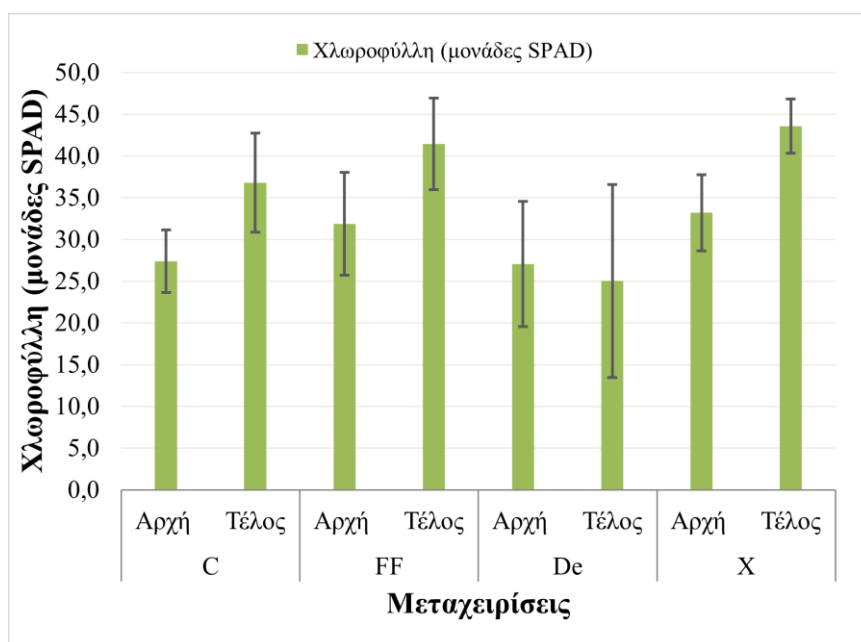
Το 2018 οι Salmi et al. μελέτησαν την συντηρησιμότητα δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς (*Rosa hybrida* L. 'Bacara') με χρήση αιθέριων ελαίων από τα είδη *Bunium persicum* Bioss, *Mentha spicata* L., *Thymus vulgaris* L., και *Satureja hortensis* L σε συγκεντρώσεις 100, 200 και 400ppm. Τα φυτά διατηρήθηκαν σε δωμάτιο με 12 ώρες φωτοπερίοδο, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ και σχετική υγρασία 60-70%. Διαπιστώθηκε ότι τα αιθέρια έλαια *Mentha spicata* και *Thymus vulgaris* σε συγκέντρωση 200 και 400ppm είχαν αρνητική επίδραση στον αριθμό των βακτηρίων.

Τέλος, οι van Doorn et al. (1989) αναφέρουν πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των βακτηρίων και της πρόσληψης νερού από το στέλεχος των λουλουδιών. Το 1990, οι ίδιοι, προσθέτουν ότι οι αγγειακές αποφράξεις σε κομμένα άνθη τριανταφυλλιάς, συνήθως αναπτύσσονται όταν ο αριθμός των βακτηρίων στο υδατικό διάλυμα του ανθοδοχείου φτάνει 7-11 logCFU/mL (van Doorn et al., 1990). Στο προκαταρκτικό πείραμα, οι μεταχειρίσεις με την χρήση αιθέριων ελαίων, ήταν εντός των ορίων που αναφέρει η έρευνά τους, ενώ στο κύριο πείραμα οι ίδιες μεταχειρίσεις, πλησιάζουν οριακά την κατώτερη τιμή.

3.2.6 Χλωροφύλλη

Το κύριο αποτέλεσμα που αντλείται μέσω του Διαγράμματος 9 είναι οι υψηλότερες μονάδες SPAD που μετρήθηκαν από το χλωροφυλλόμετρο στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας συγκριτικά με τον μέσο όρο χλωροφύλλης κατά την έναρξη του πειράματος, το οποίο συμφωνεί με τις μετρήσεις της 1^{ης} πειραματικής διαδικασίας. Μόνη εξαίρεση αποτελεί η μεταχείριση με την χρήση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) όπου οι μετρήσεις έδειξαν χαμηλότερη παρουσία χλωροφυλλών σε σχέση με την αρχή. Επιπλέον, τα φύλλα διατήρησαν την τρυφερότητά τους στο κέντρο όμως απέκτησαν κολλώδη ιδιότητα η οποία μπορεί να οφείλεται στην απέκκριση αιθέριου ελαίου από τα ίδια. Το εν λόγω αποτέλεσμα έρχεται σε αντίθεση με τους Basiri et al. (2011), οι οποίοι μέσα από το πείραμά τους απέδειξαν πως 25%

αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου στο υδατικό διάλυμα, προστάτευσε την χλωροφύλλη στα φύλλα κομμένων ανθέων γαρύφαλου και επηρέασε θετικά την περιεκτικότητά τους σε χλωροφύλλη ab, a και b.



Διάγραμμα 9: Σύγκριση μέσου όρου χλωροφύλλης στα τρία ανώτερα φύλλα κάθε δρεπτού άνθους, μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) κατά την αρχή και το τέλος της 2^{ης} πειραματικής διαδικασίας

Παράλληλα, όμως, σε έρευνα των Babarabie et al. (2015), μελετήθηκε η επίδραση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου στην διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων αλστρομέριας όπου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε συγκέντρωση 6000mg/L εκχυλίσματος, η χλωροφύλλη αυξήθηκε την 1η ημέρα του πειράματος και στην συνέχεια είχε πτωτική τάση.. Σε συνδυασμό με εκχύλισμα μήλου (45ml/L εκχύλισμα μήλου + 2000 mg/L αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου) παρατηρήθηκαν υψηλότερα επίπεδα χλωροφύλλης και μεγαλύτερη διάμετρος (Babarabie et al., 2014).

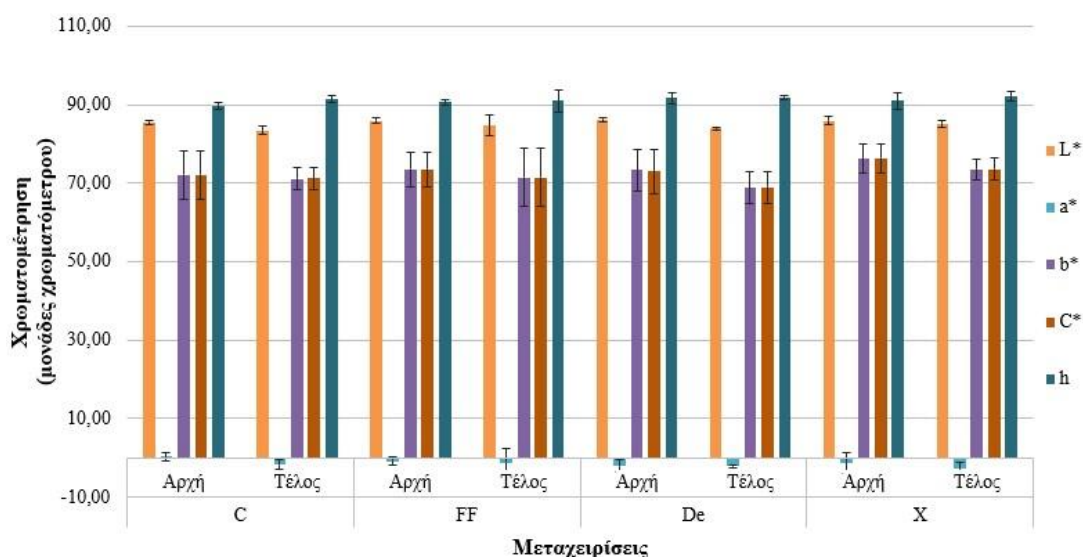
Στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις οι τιμές χλωροφύλλης που έλαβε το όργανο αυξήθηκαν κατά μέσο όρο 9,8 μονάδες SPAD ενώ παράλληλα τις περισσότερες μονάδες συγκέντρωσε το συντηρητικό διάλυμα με το αιθέριο έλαιο χαμομηλιού (X) , αν και εξαρχής στην συγκεκριμένη εφαρμογή, υπολογίστηκε ο υψηλότερος μέσος όρος χλωροφυλλών και από τις τέσσερις μεταχειρίσεις.

Οι Fox et al. (1994) και Peltonen et al. (1995) αναφέρουν πως οι μετρήσεις SPAD σχετίζονται με την συγκέντρωση αζώτου (N) ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Είναι πολύ

πιθανό, τα αιθέρια έλαια να διατηρούν την περιεκτικότητα αζώτου στα φύλλα σε υψηλά επίπεδα, πράγμα που θα δικαιολογούσε την αυξημένη παρουσία χλωροφυλλών παρόλο που στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας, ξηράνθηκαν και παρουσίασαν χλωρώσεις. Ωστόσο, δεν βρέθηκαν άλλες μελέτες που να στηρίζουν αυτή την θεωρία.

3.2.7 Χρώμα πετάλων δρεπτών ανθέων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την μέτρηση του χρώματος των πετάλων των κίτρινων δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς έδειξε πως δεν υπάρχει ουσιαστική μεταβολή των δεικτών L^* , a^* και h τόσο κατά την αρχή, όσο και κατά το τέλος του κύριου πειράματος. Ωστόσο, σε όλες τις μεταχειρίσεις διακρίνεται διαφορά των τυπικών αποκλίσεων που αφορούν τους δείκτες b^* και C^* , οι οποίες για τον μάρτυρα (C) και για τις μεταχειρίσεις με χρήση αιθέριων ελαίων (De και X), είναι αρχικά μεγαλύτερες, ενώ στην περίπτωση του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), το αντίθετο (Διάγραμμα 10).



Διάγραμμα 10: Σύγκριση μέσου όρου δεικτών χρωματομέτρησης (L^* , a^* , b^* , C^* και h) στα 3 εξωτερικά πέταλα κάθε δρεπτού άνθους, μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου (De) και αιθέριου ελαίου χαμομηλιού (X) που αναπτύχθηκαν στον φυτικό ιστό στην αρχή και στο τέλος της 2ης πειραματικής διαδικασίας

Οι Babarabie et al. (2016) αναφέρουν ότι τα αιθέρια έλαια δεντρολίβανου και μέντας, πέραν της υψηλής αντιμικροβιακής τους δράσης, αυξάνουν την φρεσκάδα και την ποιότητα του χρώματος των λουλουδιών ενώ αποτρέπουν και τον αποχρωματισμό των πετάλων φυτών Αλστρομέριας. Η τελευταία πληροφορία έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής μελέτης, καθώς παρόλο που δεν σημειώθηκε βελτίωση στο χρώμα των ανθέων, παράλληλα δεν καταγράφηκε και μείωση στην χρωστική τους. Το αιθέριο έλαιο

δεντρολίβανου βρέθηκε να αυξάνει τις ανθοκυανίνες σε δρεπτά άνθη γλαδιόλας (Mohammadi et al., 2011) και σε συνδυασμό με εκχύλισμα μήλου, τις ανθοκυανίνες σε δρεπτά άνθη αλστρομέριας (Babarabie et al., 2014)

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι σε καμία μεταχείριση δεν μετρήθηκε αύξηση ή μείωση στην διάμετρο του βλαστού, το pH παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητο και η προσθήκη αιθέριου ελαίου στο υδατικό διάλυμα δεν επηρέασε την αρχική μυρωδιά των πετάλων.

4. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας με θέμα: ‘Μετασυλλεκτική μεταχείριση δρεπτόν ανθέων τριανταφυλλιάς (*Rosa sp.*) με χρήση διαλυμάτων αιθέριων ελαίων δεντρολίβανου (*Rosmarinus officinalis*) και χαμομηλιού (*Matricaria chamomilla*)’ είναι τα εξής:

- Βάσει βιβλιογραφικής ανασκόπησης και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την συγκεκριμένη μελέτη, συνιστάται διατήρηση δρεπτόν ανθέων τριανταφυλλιάς σε θερμοκρασία δωματίου που να μην υπερβαίνει τους 22°C.
- Η μικρότερη απώλεια βάρους σημειώθηκε με την χρήση αιθέριου ελαίου χαμομηλιού και η μεγαλύτερη με την χρήση αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου. Ωστόσο, τα δρεπτά άνθη στην 1^η περίπτωση, διατηρήθηκαν κατά μέσο όρο 4,7 ημέρες ενώ στην 2^η, 8 ημέρες.
- Η μεταχείριση με αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου παρουσίασε την μεγαλύτερη προσρόφηση υδατικού διαλύματος όμως μετά την Ημέρα 6, τα φυτά αδυνατούσαν να απορροφήσουν περαιτέρω.
- Δεν σημειώθηκε στατιστική διαφορά ως προς το μικροβιακό φορτίο στο φυτικό ιστό και στο υδατικό διάλυμα κατά την αρχή και την λήξη της πειραματικής διαδικασίας ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Οριακά φαίνεται πως εμφάνισε καλύτερη αντιμικροβιακή δράση η μεταχείριση με το εμπορικό σκεύασμα.
- Οι μονάδες χλωροφύλλης αυξήθηκαν σε κάθε μεταχείριση εκτός από αυτή με το αιθέριο έλαιο δεντρολίβανου, όπου μειώθηκε κατά 8%. Σε επόμενες μελέτες, για τον προσδιορισμό της χλωροφύλλης, συνιστάται η μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας (Leaf Area Index – LAI) για πιο λεπτομερή ανάλυση της χλωροφυλλομέτρησης.
- Σε όλες τις μεταχειρίσεις, η μέτρηση του χρώματος των πετάλων τόσο κατά την έναρξη, όσο και κατά την λήξη της πειραματικής διαδικασίας, παρέμεινε στατιστικά αμετάβλητη και δεν σημειώθηκε αποχρωματισμός των πετάλων σε καμία περίπτωση.
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου φαίνεται πως προκάλεσαν πρόβλημα στην ικανότητα προσρόφησης υδατικού διαλύματος από τον φυτικό ιστό καθώς σημειώθηκε καφέτιασμα του βλαστού και άμεση ξήρανση των φύλλων και μαρασμό των πετάλων. Πιθανότατα αυτό να οφείλεται στην έμφραξη των αγγειακών ιστών ωστόσο πρέπει να σημειωθεί η εξ αρχής καχεκτική κατάσταση των δρεπτόν

ανθέων τριανταφυλλιάς, για αυτό συνιστάται περαιτέρω μελέτη των αιθέριων ελαίων και σε συγκεντρώσεις >100ppm.

5. Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γαβανάς, Γ., 2009. Διακίνηση δρεπτόν ανθέων. Πρακτικές προοπτικής με βάση τα σύγχρονα logistics. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρία, 1998. Οδηγός αντιμετώπισης ασθενειών των φυτών. Εκδόσεις Α. Σταμουλής. Αθήνα, σελ. 380-387.

Κατσιώτης Σ.Θ. και Χαζτοπούλου Π.Σ., 2019. Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια. Εκδόσεις Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη. σελ. 415-417, 599-603

Κώστα Χ., 2012, Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Ανθέων, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωργίας, Κύπρος

Λύκας Χ., 2018, Σημειώσεις Ανθοκομίας-Τριανταφυλλιά, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μαλούπα Ε., Γρηγοριάδου Κ., Λάζαρη Δ., Κρίγκας Ν., 2013. Προτεινόμενα μείγματα ελληνικών βοτάνων για ροφήματα υψηλής ποιότητας: τεκμηρίωση και έρευνα αγοράς δρόγης. Θεσσαλονίκη. σελ. 26-27, 39-40

Παπαδημητρίου Μ., Πομποδάκης Ν., 2007. Υδατικές σχέσεις και συντηρητικά διαλύματα δρεπτόν ανθέων. Βιβλιογραφική ανασκόπηση. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Σειρά Ι, Τόμος 18, Τεύχος 1, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Θεσσαλονίκη, σελ. 69-80

Σάββας Δ., 2003. Γενική Ανθοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, σελ. 294-299

Τζαβάρας Μ., 2007. Η επίδραση των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών των καταναλωτών στην αγοραστική τους συμπεριφορά ως προς τα ανθοκομικά προϊόντα ΤΟΜΟΣ Ι, Διδακτορική διατριβή, Γεωπονική σχολή, Θεσσαλονίκη, σελ.125-148

Τυροβολά Ο., 1986. Η καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο, Περιοδικό ‘Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία’, Τεύχος Μάιος-Ιούνιος, Αθήνα, σελ.13-26

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2007, Προοπτικές ανάπτυξης-Τομέας ανθοκομίας, σελ. 3-6

Φανουράκης Δ, 2014. Πιστοποίηση Διατηρησιμότητας Δρεπτόν Ανθέων, Ινστιτούτο Αμπέλου, Λαχανοκομίας και Ανθοκομίας Ηρακλείου, Ηράκλειο

Χειμώνα Χ., 2015. Βιομηχανική και υδατική κατάσταση φυτικών ιστών, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας-Τομέας Βοτανικής, Αθήνα, σελ. 82-83

Bärtels A. 2011. Φυτά της Μεσογείου. Εκδόσεις Μαλλιάρης-Παιδεία. Θεσσαλονίκη. σελ. 315

Federico Rossi, 1983. Επιχειρηματική καλλιέργεια τριανταφυλλιάς σε θερμοκήπιο. Περιοδικό ‘‘Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία’’, Τεύχος Ιανουάριος-Φεβρουάριος, Copyright Edagricole - Bologna, σελ 18-36

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Abdul Jalil Leghari, Umed Ali Laghari, Abdul Hafeez Laghari, Tofique Ahmed Bhutto , 2016. Cultivation of rose (*Rosa indica* L.). *Journal of Floriculture and Landscaping*, 2: 1-4

Ahmad, I., Joyce, D.C., Faragher, J.D., 2011. Physical stem-end treatment effects on cut rose and acacia vase life and water relations. *Postharvest Biol. Technol.*, 59: 258-264

Aflatuni, A., 2005. The yield and essential oil content of mint (*Mentha* ssp.) in Northern Ostrbothnia, Doctoral Thesis, Univ. Oulu, Oulu, Finland

Alt, V., T. Bechert, P. Steinrucke, M. Wagener, P. Seidel, E. Dingeldein, E. Domann and R. Schnettler, 2004. An in vitro assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nano-particulate silver bone cement. *Biomaterials*, 25: 4383-4391

Babarabie M., Zarei H., Varasteh F., 2014. Effect of carbonated beverages on vase life of cut *Alstroemeria*. 3rd National Congress of Conventional Farming, Iran, August 20-21. pp 293-296

Babarabie M., Zarei H. and Varasteh F. 2015. The Effect of Rosemary Essential Oils and Thymol on Vase Life and Some Physiological Characteristics of *Alstroemeria* Cut Flowers. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 4(3): 122-126

Babarabie M., Zarei H. and Varasteh F. 2016. Potential of Increasing the Vase Life and Improvement of some Physiological Characteristics of *Alstroemeria* Cut Flowers by Using Non-Harmful Compounds environmentally. *Journal of Chemical Health Risks*, 6(1): 1–8

- Babarabie M., Zarei H. and Varasteh F. 2018. An Investigation into the Potential Enhancement of Vase Life and Physiological Characteristics of Gerbera Cut Flowers by Apple Fruit Extract and Rosemary Essential Oils. *J. Anim. Plant Sci.* 28(1): 1-7
- Baourakis, G., Marko, M. and Tsakiridou, E., 2001. 'The Floriculture Market and its Relation to Consumer Behaviour: a Greek perspective', *Agricultural Economics*, 2(1), pp. 47–55
- Basiri Y., Zarei H., Mashayekhy K. and Pahlavany M.H. 2011. Effect of rosemary extract on vase life and some qualitative characteristics of cut carnation flowers (*Dianthus caryophyllus* cv. 'white liberty'). *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2(14): 261 – 265
- Bazaz A.M., and Tehranifar A., 2011. Effect of ethanol, methanol and essential oils as novel agents to improve vase-life of *Alstromeria* flowers. *J. BIOL. ENVIRON. SCI.*, 5(14), 41-46
- Bhattacharjee S. K., Singh V., and Saxena N. K., 1993. Studies on Vegetative Growth, Flowering, Flower Quality and Vase Life of Roses. *Singapore J. of Primary Industries*. 21 (2): 67-71
- Bolívar, P., Fischer, G., Flórez, V.J., Mora, A., 1999. Effect of pre- and postharvest treatments on cut flower longevity of 'Ariana' cut roses. *Acta Hortic.*, 482: 83-90
- Botelho, M.A., Nogueira, N.A.P., Bastos, G.M., Fonseca, S.G.C., Lemos, T.L.G., Matos, F.J.A., Montenegro, D., Heukelbach, J., Rao, V.S., Brito G.A.C., 2007. Antimicrobial activity of the essential oil from *Lippia sidoides*, carvacrol and thymol against oral pathogens, *Braz. J. Med. Biol. Res.*, 40, pp. 349-356
- Bounatirou, S., Simitis S., Miguel, M.G., Faleiro L., Rejeb, M.N., Neffati, M., Costa M.M., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G., 2007. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. et link *Food Chem.*, 105, pp. 146-155
- Çelikel, F.G., Reid, M.S., 2002. An alternative model for the inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene (1-MCP), F. Mencarelli, G. Serra (Eds.), *Tecniche postraccolta dei prodotti ortoflorofrutticoli*, ARSIA, Florence, Italy
- Damunupola J.W., Joyce D.C., 2006. When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial, *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, 77, pp. 1-18

- Damunupola J.W., Joyce D.C., 2008. When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial, *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, 77 (3), pp. 211-22
- de Capdeville, G., Maffia, L.A., Finger, F.L., Batista U.G., 2003. Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. *Fitopatol. Bras.*, 28: 380-385
- de Capdeville, G., Maffia, L.A., Finger, F.L., Batista U.G., 2005. Pre-harvest calcium sulfate applications affect vase life and severity of gray mold in cut roses. *Sci. Hortic.*, 103: 329-338
- Enoch, H.Z and Ziesling N., 1988. Growth and development of plants in response to carbon dioxide concentrations. *Applied Agricultural Research* 3, pp.248-256
- Fox, R.H., Piekielek, W.P., Macneal, K.E., 1994. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. *Communications in Soil. Science and Plant Analysis*: 25: 171–181
- Goszczyńska D.M, Rudnicki R.M, 1988. Storage of cut flowers. *Horticultural Reviews* 10, 35-6
- Halevy, A. H. 1976. Treatments to improve water balance of cut flowers. *Acta Horticultura*. 64: 223-230
- Halevy, A.H. 1998. Recent Advances in Postharvest Physiology of Flowers. *J. Korean Soc. Hort..Sci.*39(5): 652-655
- Halevy, A.H. and Mayak, S., 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, Part 1. *Horticultural Review*: 204-236
- Halevy, A. H. and Mayak, S., 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, Part 2. *Horticultural Review* 3, 59-143
- Hall, A.E., Findell, J.L., Schaller, G.E., Sisler, E.C. and Bleecker, A.B., 2000. Ethylene perception by the ERS1 protein in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 123:1449-1457
- Harper, J.R. and Balke, N.E., 1981. Characterization of the inhibition of K⁺ absorption in oats roots by salicylic acid. *Plant Physiol.*68: 1349–1353
- Hayat, Q., Hayat S., Irfan, M and Ahmad, A. 2009. Effect of Exogenous Salicylic Acid under Changing Environment: A review. *Enviro. and Exp. Botany*

- He, S., Joyce, D.C., Irving, D.E., and Faragher, J.D., 2006. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' inflorescences. *Postharvest Biol. Technol.*, 41, pp. 78-84
- Hurtado Pincha G.P., 2013. Evaluación de la duración de Rosas (*Rosa* sp.) variedad Freedom en florero utilizando preservantes orgánicos. Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agropecuaria, Ecuador, p.1-80
- Ichimura, K., Kojima, K., and Goto, R., 1999. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biology and Technology* 15: 33 –44
- Jiao, J., Tsujita, M.J., Grodzinski, B. 1991. Influence of temperature on net CO₂ exchange in roses. *Can. J. Plant Sci.* 71: 235-243
- Ketsa S., Piyasaengthong Y., Parthuangwong S., 1995. Mode of action of AgNO₃ in maximizing vase-life of *Dendrobium* Pompadour flowers, *Post-harvest Biol. Technol.*, 5, pp. 109-117
- Khan, W., Prithviraj, B. and Smith, D.L., 2003. Photosynthetic Responses of Corn and Soybean to Foliar Application of Salicylates. *J. Plant Physiol.* 160: 485–492
- Li W, Amirfazli A. 2008. Hierarchical structures for natural superhydrophobic surfaces. *Soft Matter* 4(3), pp. 462-466
- Martinez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J.M., Bailén, G., Zapata, P., Serrano, M., Castillo, S., Valero, D., 2007. Influence of carvacrol on survival of *Botrytis cinerea* inoculated in table grapes, *Int. J. Food Microbiol.*, 115, pp. 144-148
- Mattson R.H. and R.E. Widmer, 1971. Effects of solar radiation, carbon dioxide and soil fertilization on *Rosa hybrida*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 96:484-486
- Mayak, S., Garibaldi, E.A., and Kofranek, A.M., 1977. Carnation flower longevity: microbial populations as related to silver nitrate stem impregnation. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 102(5): 637 –639
- Meeteren U. and Aliniaiefard S., 2016. Stomata and postharvest Physiology, Chapter 6, pp.166

- Mohammadi, S.N., Zarei, H., Ghasemnejad, A., 2011. Evaluation the effect of rosemary extract on some of qualitative traits and vase life of *Gladiolus* cut flowers. 7th Iranian Horticultural Sciences Congress, September 5-8, pp 203-205
- Morones, J.R., J.L. Elechiguerra, A. Camacho, K. Holt, J.B. Kouri, T.J. Ramirez and M.J. Yacaman, 2005. The bactericidal effect of silver nano-particles. *Nanotechnology*, 16: 2346-2353
- Mortensen, L.M., Fjeld, T., 1995. High air humidity reduces the keeping quality of roses. *Acta Hort.* 405, 148–152
- Mortensen, L.M., Gislerød, H.R., 1997. Effects of air humidity and air movement on the growth and keeping quality of roses. *Gartenbauwissenschaft* 62, 273–277
- Mortensen, L.M., Gislerød, H.R., 2011. Vase life: the influence of variation in air humidity, temperature and super-elevated CO₂ concentration in roses grown under continuous light. *Eur. J. Hortic. Sci.*, 76: 63-68
- Peltonen, J, Virtanen A, Haggren E., 1995. Using a chlorophyll meter to optimize nitrogen fertilizer application for intensively-managed small-grain cereals. *J Agron Crop Sci.* 174: 309–318
- Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A., 1997. Salicylic Acid: Properties, Biosynthesis and Physiological Role. *Bulg. J. Plant Physiol.* 23: 85–93
- Rai M., Yadav A., Gade A., 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials, *Biotechnol. Adv.*, 27 (1), pp. 76-83
- Reddy B.S., Singh K., Singh A., 1996. Effect of sucrose, citric acid and 8-hydroxyquinoline sulphate on the postharvest physiology of tuberose cv. Single, *Adv. Agric. Res. India*, 3 (10), pp. 161-167
- Reid, M. S., and Kofranek, A.M., 1980. Recommendations for standardized vase life evaluations. *Acta Hortic.*, 113: 171-173
- Reid, M.S., Çelikel, F.G., 2008. Use of 1-methylcyclopropene in ornamentals: carnations as a model system for understanding mode of action, *HortScience*, 43: 95-98

- Sakr, W.R., 2016. Alternatives to commercial floral preservatives for improving vase life and quality of snapdragon cut flowers. *Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 16 (3), pp. 584-593
- Salmi Salehi, M.R., Hoseini Falehi, M., Heidari, M., Daneshvar, M.H., 2018. Extending vase life of cut rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Bacara by essential oils. *Adv. Hort. Sci.*, 32(1): 61-69
- Särkkä, L.E. and Eriksson, C., 2003. Effects of bending and harvesting height combinations on cut rose yield in a dense plantation with high intensity lighting. *Sci. Hortic.*, 98: 433-447
- Serek, M., Sisler, E.C. and Reid, M.S., 1994. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 1230-1233
- Sharififar, F., Moshafi, M.H., Mansouri, S.H., Khodashenas, M., Khoshnoodi M., 2007. In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss, *Food Control*, 18, pp. 800-805
- Solgi, M., Ghorbanpour, M., 2014. Application of essential oils and their biological effects on extending the shelf-life and quality of horticultural crops, *Trakia J. Sci.* (1), pp. 198-210
- Sondi I., Salopek-Sondi B., 2004. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *Escherichia coli* as a model for gram-negative bacteria, *J. Colloid Interface Sci.*, 275, pp. 177-182
- Srilaong, V., Buanong, M., 2007. Effect of chlorophenol and 8-hydroxyquinoline sulphate on vase life of cut rose '*Rosa hybrida* L.' *Acta Hortic.*, 755: pp. 450-455
- Stigter, H.C.M., 1981. Water-balance aspects of cut and intact '*Sonia*' rose plants, and effects of glucose, 8-hydroxyquinoline sulfate and aluminum sulfate. *Acta Horticultura.* 113: 97-107
- Stoddard E.M, Miller P.M., 1962. Chemical Control of Water Loss in Growing Plants. *Science*, 137 (3525): 224-225
- Urban I. et al., 1995, Influence of electrical conductivity, relative humidity and seasonal variations on the behaviour of cut roses produced in soilless culture, *Acta Horticultura*, 408: 101-110
- van Doorn, W.G., Schurer, K., de Witte, Y., 1989. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. *J. Plant Physiol.*, 134: 375-381

van Doorn, W.G., de Witte, Y., Perik, R.J., 1990. Effect of antimicrobial compounds on the number of bacteria in stems of cut rose flowers. *J.Appl.Bact.*, 68: 117-122

van Doorn, W.G. 1997. Water relations of cut flowers. *Horticultural Review* 18: 1-85

van Ieperen, W. 2007. Ion-mediated changes of xylem hydraulic resistance in planta: fact or fiction, *Trends Plant Sci.*, 12: 137-142

Yahyazadeh, M., Omidbaigi, R., Zare, R., Taheri, H., 2008. Effect of some essential oils on mycelial growth of *Penicillium digitatum* Sacc, *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 24, pp. 1445-214

Zieslin, N. 1989. Postharvest control of vase life and senescence of rose flowers. *Acta Horticultura.* 261: 257-261

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

Χαζτήης Ε., Μέτρηση Χρώματος – Χρωματομετρία:

<http://www.cold.org.gr/library/Downloads/docs/%CE%9C%CE%95%CE%A4%CE%A1%CE%97%CE%A3%CE%97%20%CE%A7%CE%A1%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%9F%CE%A3%20-%20%CE%A7%CE%A1%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%9F%CE%9C%CE%95%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%91.pdf>

Kenya National Bureau Of Statistics: https://www.knbs.or.ke/?page_id=1591

BBC. Made on Earth. The 4.000 mile flower delivery by Jez Fredenburgh:

<https://www.bbc.com/future/bespoke/made-on-earth/the-new-roots-of-the-flower-trade/>

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2007. Προοπτικές ανάπτυξης τομέα Ανθοκομίας, Γραφείο Γενικού Γραμματέα κ. Κώστα Σκιαδά:

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/ypourgeio/dimosieyseis-Arthra/meleti_gia_Nea_KAP/filadia_fytikis/ANTHOKOMIKA.pdf

CBI – Ministry of Foreign Affairs. Exporting roses to Europe. <https://www.cbi.eu/market-information/cut-flowers-foilage/roses/europe#> Τελευταία ενημέρωση: 13 Ιουνίου 2017