



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Μετασυλλεκτική μεταχείριση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς
(*Rosa* sp.) με χρήση διαλυμάτων αιθέριων ελαίων βασιλικού
(*Ocimum basilicum*) και δάφνης (*Laurus nobilis*)»**



Παπακώστα Φρειδερίκη
Επιβλέπων καθηγητής: Λύκας Χρήστος

ΒΟΛΟΣ, 2022

«Μετασυλλεκτική μεταχείριση δρεπτόν ανθέων τριανταφυλλιάς (Rosa sp.) με χρήση διαλυμάτων αιθέριων ελαίων βασιλικού (Ocimum basilicum) και δάφνης (Laurus noblis)»

«Postharvest treatment of cut roses (Rosa sp.) using solutions of basil (Ocimum basilicum) and laurel (Laurus noblis) essential oils»

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

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

Στην οικογένειά μου.

Υπεύθυνη δήλωση

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

Παπακώστα Φρειδερίκη

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Λύκα Χρήστο του τμήματος Ανθοκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την επιστημονική καθοδήγηση πάνω στο κομμάτι της πτυχιακής εργασίας μου και τις γνώσεις που μου προσέφερε στα μαθήματα που δίδασκε κατά τα φοιτητικά μου χρόνια. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω ένα βαθύ ευχαριστώ στην υποψήφια διδάκτορα κ. Καζή Μάρθα για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε για εξηγήσεις, συμβουλές και βοήθεια στα πλαίσια εκπόνησης αυτής της εργασίας. Ευχαριστίες οφείλω και στην εργαστηριακή συνεργάτιδα κ. Καρατοσίδου Χαρούλα και τον μεταπτυχιακό φοιτητή κ. Παπαδήμο Αθανάσιο που ήταν πάντα πρόθυμοι να βοηθήσουν σε δυσκολίες που παρουσιάστηκαν κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων. Ευχαριστώ ιδιαίτερω τις συμφοιτήτριές μου Καρδάμη Τριανταφυλλιά και Μαούνη Αικατερίνη, οι οποίες εκπόνησαν την δική τους πτυχιακή εργασία παράλληλα με εμένα, για την αξιόλογη συνεργασία μας και την πολύτιμη βοήθειά τους. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που είναι ένα ανεκτίμητο στήριγμα για μένα και με βοήθησαν να πραγματοποιήσω τους στόχους μου.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	viii
Abstract	ix
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς	1
1.1.2 Σκοπός εργασίας.....	3
1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την διατήρηση των δρεπτών τριαντάφυλλων	4
1.2.1 Προσυλλεκτικοί παράγοντες.....	4
1.2.2 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες.....	8
1.3 Διαλύματα συντήρησης.....	9
1.3.1 Συστατικά διαλυμάτων συντήρησης.....	10
1.4 Αιθέρια έλαια και φυτά	13
1.4.1 Φυσικές ιδιότητες αιθέριων ελαίων	13
1.4.2 Αντιμικροβιακές ιδιότητες αιθέριων ελαίων.....	14
1.5 Βασιλικός.....	14
1.5.1 Αιθέριο έλαιο Βασιλικού.....	15
1.6 Δάφνη.....	17
1.6.1 Αιθέριο έλαιο Δάφνης	17
2.Υλικά και μέθοδοι.....	19
2.1 Παραλαβή δρεπτών ανθέων	19
2.2 Συνθήκες διατήρησης δρεπτών τριαντάφυλλων	19
2.3 Μεταχειρίσεις	19
2.4 Μετρήσεις.....	22
2.4.1 Κλιματικές συνθήκες.....	22
2.4.2 Χαρακτηριστικά των διαλυμάτων συντήρησης	22
2.4.3 Μικροβιολογικές αναλύσεις.....	23
2.4.4 Μετρήσεις φυσιολογίας δρεπτών ανθέων	24
2.5 Παρασκευή διαλυμάτων μικροβιολογικών αναλύσεων.....	25
2.5.1 Υδατικό διάλυμα πεπτόνης (PW).....	25

2.5.2 Θρεπτικά υποστρώματα ανάπτυξης μικροοργανισμών	25
2.6 Προκαταρκτικό και Κύριο πείραμα	26
2.7 Επεξεργασία αποτελεσμάτων	27
3. Αποτελέσματα – Συζήτηση	28
3.1 Προκαταρκτικό πείραμα.....	28
3.1.1 Βάρος ανθοφόρου στελέχους	29
3.1.2 Μικροβιολογικές αναλύσεις στον φυτικό ιστό	31
3.1.3 Φθορισμός της χλωροφύλλης.....	32
3.2 Κύριο πείραμα	34
3.2.1 Συνθήκες περιβάλλοντος κατά την συντήρηση των δρεπτών ανθέων	34
3.2.2 Βάρος ανθοφόρου στελέχους	36
3.2.3 Μεταβολή όγκου διαλυμάτων ανθοδοχείων	38
3.2.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις φυτικού ιστού.....	41
3.2.5 Μικροβιολογικές αναλύσεις διαλύματος συντήρησης.....	42
3.2.6 Φθορισμός της χλωροφύλλης.....	45
3.2.7 Χρώμα του άνθους	46
4. Συμπεράσματα	48
5. Βιβλιογραφία	50

Περίληψη

Το τριαντάφυλλο αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά δρεπτά άνθη, με υψηλή κατανάλωση παγκοσμίως. Η ευαισθησία του όμως σε διάφορους παράγοντες επηρεάζει την ποιότητα και τη διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής του, δημιουργώντας την ανάγκη για κατάλληλη μεταχείριση. Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης των αιθέριων ελαίων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά και στην διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς, ως μια φυσική μέθοδος συντήρησης των ανθοκομικών προϊόντων.

Στο πείραμα εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα εφαρμογής τριών συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου βασιλικού (100, 200, 300ppm) και η συγκέντρωση των 100ppm αιθέριου ελαίου δάφνης στο διάλυμα συντήρησης δρεπτών τριαντάφυλλων. Οι μεταχειρίσεις συγκρίθηκαν με το βασικό διάλυμα συντήρησης (μάρτυρας) και με ένα εμπορικό σκεύασμα συντήρησης (FlowerFresh). Η συντήρηση τους έγινε σε σκοτεινό θάλαμο, κάτω από λάμπες φθορισμού με ελεγχόμενη φωτοπερίοδο 12 ωρών και σε μέση θερμοκρασία 28 ± 1 °C και σχετική υγρασία 45-48%.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια βασιλικού και δάφνης συγκέντρωσης 100ppm παρέτειναν τη διάρκεια συντήρησης των δρεπών τριαντάφυλλων στο βάζο, διατηρώντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους για 8 μέρες, ενώ στο εμπορικό σκεύασμα διατηρήθηκαν 4 και στον μάρτυρα 6 μέρες. Τα τριαντάφυλλα με περιεχόμενο αιθέριο έλαιο βασιλικού στα 100ppm είχαν την μικρότερη απώλεια βάρους και την μεγαλύτερη απορρόφηση διαλύματος. Παρατηρήθηκε αύξηση του φθορισμού της χλωροφύλλης σε όλες τις μεταχειρίσεις, ενώ δεν παρουσιάστηκε καμία αλλαγή χρώματος στα πέταλα. Καλύτερα αποτελέσματα διαχείρισης του μικροβιακού πληθυσμού στο φυτικό ιστό παρατηρήθηκαν στην μεταχείριση του εμπορικού σκευάσματος, ενώ η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου βασιλικού των 200 και 300ppm ενδέχεται να είναι τοξική για τα δρεπτά τριαντάφυλλα.

Abstract

Rose is one of the most important cut flowers, with high consumption worldwide. However, its sensitivity to a variety of factors affects the quality and duration of its post-harvest life, creating the need for appropriate treatment. The purpose of this work is to study the effect of essential oils on the characteristics of quality and the duration of post-harvest life of cut rose, as a natural method of preserving floricultural products.

In the experiment, the effectiveness of applying three concentrations of basil essential oil (100, 200, 300ppm) and the concentration of laurel essential oil in the preservation solution of cut roses were investigated. The treatments were compared with the basic preservation solution (control) and with a commercial preservation preparation (FlowerFresh). Their preservation was held in a dark room, under fluorescent lamps with a controlled photoperiod of 12 hours and at an average temperature of 28 ± 1 °C and a relative humidity of 45-48%.

The results of the experiment showed that the essential oils of basil and laurel with a concentration of 100ppm extended the shelf life of cut roses in vase, preserving their quality characteristics for 8 days, while in the preparation of commercial preservation were preserved 4 and in control 6 days. Roses containing basil essential oil at 100ppm had the least weight loss and greater solution absorption. An increase in chlorophyll was observed in all treatments, while no color change occurred in petals. Better management results of the microbial population in plant tissue were observed in the treatment of commercial formulation, while the concentration of basil essential oil of 200 and 300ppm may be toxic for cut roses.

1. Εισαγωγή

1.1 Δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς

Τα δρεπτά άνθη αποτελούν μια πολύ σημαντική πηγή εθνικού εισοδήματος κυρίως για τις χώρες που διαθέτουν τις κατάλληλες εδαφοκλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξή τους. Η παραγωγή κομμένων λουλουδιών, όπως επίσης ονομάζονται, ολοένα και αυξάνεται με το πέρασμα των χρόνων και αποτελεί τον σημαντικότερο τομέα της ανθοκομίας (Boronkay & Jamborne., 2003). Οι ποικιλίες που προορίζονται για την παραγωγή δρεπτών ανθέων δεν είναι ίδιες με αυτές που αξιοποιούνται στην κηποτεχνία, παρ'όλο που ανήκουν στο ίδιο είδος, ενώ είναι πιθανόν να έχουν το ίδιο κοινό όνομα με διαφορετικό βοτανικό είδος. Τα σημαντικότερα κριτήρια των καταναλωτών για ένα δρεπτό άνθος είναι αρχικά η ποιότητα της εξωτερικής εμφάνισής του και η διάρκεια της μετασυλλεκτική ζωής του στο ανθοδοχείο. Ως διάρκεια ζωής ή μακροζωία του δρεπτού άνθους χαρακτηρίζεται η συνολική διάρκεια από τη συγκομιδή έως το μαρασμό των λουλουδιών και επομένως την στιγμή της έλλειψης της διακοσμητικής αξίας τους (Ren et al., 2017). Τα δρεπτά άνθη ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους σε δύο διακριτές φάσεις : τη διόγκωση των μπουμπουκιών μέχρι το πλήρες άνοιγμα και την ωρίμανση μέχρι την γήρανση και τον μαρασμό τους (De, L. & Bhattacharjee, 2000). Η μακροζωία των δρεπτών ανθέων είναι μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις που καλείται να επιτύχει η βιομηχανία της ανθοκομίας (Marandi et al., 2011). Η ζήτηση των ανθοκομικών φυτών και κυριότερα των δρεπτών ανθέων και των γλαστρικών φυτών εξαρτάται σημαντικά από την εποχή του έτους. Πιο συγκεκριμένα, οι ανθοκομικές επιχειρήσεις αυξάνουν απότομα τα έσοδά τους σε εορταστικές περιόδους, όπως είναι τα Χριστούγεννα και η εορτή του Αγίου Βαλεντίνου αλλά και από μεγάλες κοινωνικές εκδηλώσεις όπως είναι οι γάμοι και οι βαπτίσεις.

Σύμφωνα με διεθνή στοιχεία του BBC πάνω στα δρεπτά άνθη, η μεγαλύτερη χώρα παραγωγός και εξαγωγέας στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η Ολλανδία και ακολουθούν η Κολομβία, το Εκουαδόρ, η Κένυα και Αιθιοπία. Αντίθετα, οι περισσότερες εισαγωγές δρεπτών ανθέων γίνονται από τις ΗΠΑ και την Ευρώπη (BBC). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το CBI Trade Statistics (2017) η Γερμανία, η Ολλανδία, η Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιταλία καταναλώνουν κομμένα τριαντάφυλλα σε υψηλά ποσοστά, που συνολικά αντιπροσωπεύουν το 70% των εισαγωγών κομμένων

τριαντάφυλλων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Μελέτες του Διεθνούς Εμπορίου έκαναν γνωστό ότι η αξία της παραγωγής των δρεπτών ανθέων είναι περίπου 27 δισεκατομμύρια δολάρια και εκτείνονται σε παγκόσμιο επίπεδο περίπου στα 200.000 εκτάρια (Belwal και Chala, 2008). Τα τελευταία χρόνια στην Βολιβία, στην Κένυα και στην Αιθιοπία παρατηρείται αύξηση της παραγωγής δρεπτών ανθέων με συγκεκριμένη αναφορά στα τριαντάφυλλα, στα οποία εμφανίζεται έντονη γεωργική δραστηριότητα (John et al., 1992). Η Αιθιοπία εντάχθηκε μεταξύ των κορυφαίων χωρών της αγοράς λουλουδιού, καθώς βελτιώθηκε η ποιότητα των κομμένων τριαντάφυλλων τους και μπορεί να συγκριθεί με τα καλύτερα του κόσμου, τα οποία προέρχονται από το Εκουαδόρ και την Κολομβία (Gebreyesus et al., 2012). Σύμφωνα με τον Reinders (2008), η Αιθιοπία όπως και το Εκουαδόρ θεωρούνται ιδανικές χώρες για την παραγωγή υψηλής ποιότητας T-υβριδικών τριαντάφυλλων. Τα τριαντάφυλλα και τα γαρύφαλλα αποτελούν τους κυριότερους εξαγωγείς δρεπτών ανθέων (CBI, 2017).

Η τριανταφυλλιά ανήκει στο γένος των Αγγειόσπερμων δικότυλων φυτών *Rosa*, της οικογένειας Ροδοειδών (*Rosaceae*) και είναι ένα από τα ακριβότερα καλλωπιστικά φυτά παγκοσμίως με χρήσεις στην ανθοκομία για παραγωγή δρεπτών ανθέων, γλαστρικών φυτών και διακόσμηση κήπων (Raymond et al., 2018). Αξιοποιείται κυρίως ως εορταστικό λουλούδι που συμβολίζει κομψότητα, στοργή, ρομαντισμό και αγάπη. Εκτός από την καλλωπιστική χρήση του, αξιοποιείται από την βιομηχανία φαρμάκων, καλλυντικών και αρωμάτων για το πολύτιμο αιθέριο έλαιο και την βιταμίνη C που παράγει. Η εξέλιξη της βιοτεχνολογίας διευκόλυνε την δημιουργία πολλών διαφορετικών ειδών με ποικιλία χρωμάτων (Scarlot et al., 2014). Το γένος *Rosa* αποτελείται από περισσότερα από 200 είδη και περισσότερες από 18.000 ποικιλίες (Ahmad et al., 2013).

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των δρεπτών ανθέων, συμπεριλαμβανομένου και αυτών της τριανταφυλλιάς, είναι η μικρή διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο. Αυτό οφείλεται στην παρουσία παθογόνων οργανισμών και κυρίως βακτηρίων που προκαλούν τον μαρασμό και την κάμψη του λαιμού των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς (Wahome et al., 2013). Ο μαρασμός των δρεπτών ανθέων επέρχεται από την απόφραξη των αγγείων του ξυλώματος από τους μικροοργανισμούς που συσσωρεύονται στο διάλυμα του ανθοδοχείου ή μέσα στα ίδια τα αγγεία. Εφόσον ο μίσχος έχει μπλοκαριστεί, η συνεχής διαπνοή των φύλλων έχει σαν αποτέλεσμα την

απώλεια νερού απο το άνθος και απο τους ιστούς του στελέχους και τελικά την αφυδάτωσή τους (Knee, 2000). Για τον λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να υπάρχουν συντηρητικά σκευάσματα που θα παρέχουν στα δρεπτά άνθη ενέργεια, θα μειώνουν την συσσώρευση μικροβίων και την αγγειακή απόφραξη, θα αυξάνουν την πρόσληψη νερού απο το στέλεχος και θα διακόπτουν την αρνητική επίδραση του αιθυλενίου (Nigussie, 2005). Απο τη διεθνή βιβλιογραφία, σύμφωνα με τους Lee et al. (2008) τα δρεπτά τριαντάφυλλα έχουν διάρκεια ζωής μετασυλλεκτικά περίπου 14 ημέρες, αλλά εξαιτίας των συμπτωμάτων κάμψης λαιμού και απώλειας πετάλων η πραγματική διακοσμητική περίοδος είναι μόνο 10 ημέρες μετά τη συγκομιδή, σε θερμοκρασία συντήρησης 20 ± 2 °C και σχετική υγρασία 40-70% (Ohkawa et al., 1999).

Απο την στιγμή που τα δρεπτά άνθη έχουν απομακρυνθεί απο το μητρικό φυτό το οποίο τροφοδοτείται συνεχώς με νερό και θρεπτικά συστατικά μέσω του ριζικού συστήματος του, ξεκινάει σταδιακά η περίοδος μάρανσης των λουλουδιών με τελική κατάληξη τον γηρασμό τους. Τα δρεπτά άνθη αποτελούν πολύ ευπαθή και ευάλωτα φυτικά τμήματα και για τον λόγο αυτό διακρίνονται απο σύντομο χρονικό διάστημα ζωής. Για την αξιοποίηση, μεταφορά και την πώληση τους σε άριστη ποιότητα απαιτούνται προσεκτικοί και άμεσοι χειρισμοί τόσο προσυλλεκτικά όσο και μετασυλλεκτικά, ενώ απαραίτητο είναι να πληρούνται και οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες ανάλογα το δρεπτό άνθος κάθε φορά. Σε πολλά πειράματα συντήρησης δρεπτών ανθέων στο ανθοδοχείο χρησιμοποιήθηκαν σκευάσματα για την διατήρηση, ίσως και επιμήκυνση της διάρκειας ζωής τους. Αναφέρονται σκευάσματα με περιεχόμενες χημικές ουσίες αλλά έχουν γίνει έρευνες για αξιοποίηση πιο φυσικών αντιμικροβιακών παραγόντων ως εναλλακτική λύση για την παράταση της διάρκειας ζωής και την καταπολέμηση των παθογόνων. Τα συγκεκριμένα σκευάσματα έχουν διαφορετικό τρόπο δράσης σε κάθε λουλούδι, ο οποίος εξαρτάται απο γενετικούς παράγοντες τόσο σε επίπεδο προσυλλεκτικό όσο και μετασυλλεκτικό (Halevy and Mayak, 1979, Mortensen and Gislerød, 2000, Marissen, 2001).

1.1.2 Σκοπός εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης διαλυμάτων αιθέριων ελαίων βασιλικού και δάφνης στη διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους.

1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την διατήρηση των δρεπτών τριαντάφυλλων

Ένας από τους κυριότερους στόχους της βιομηχανίας της Ανθοκομίας είναι η παράταση της διάρκειας ζωής των δρεπτών ανθέων. Ο στόχος αυτός απαιτεί άριστους χειρισμούς και γνώσεις για τον περιορισμό της φυσικής φθοράς των ανθέων μετασυλλεκτικά. Η μετασυλλεκτική διατήρηση των δρεπτών ανθέων μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες τόσο μετά όσο και πριν την συγκομιδή.

1.2.1 Προσυλλεκτικοί παράγοντες

Οι προσυλλεκτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την μετασυλλεκτική ζωή των δρεπτών ανθέων είναι : η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), η άρδευση, η θρέψη και το στάδιο συγκομιδής.

- Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι ένας προσυλλεκτικός παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τη σύνθεση των χρωστικών και επομένως το χρώμα των πετάλων των τριαντάφυλλων. Η τριανταφυλλιά είναι ένα φυτό που αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες αλλά σε θερμοκρασία κάτω από 16 °C αναστέλλει την παραγωγή των ανθοφόρων βλαστών της. Οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν την κάμψη του λαιμού των ανθέων τριανταφυλλιάς, καθώς σε υψηλές θερμοκρασίες ευνοείται η βακτηριακή ανάπτυξη, προκαλώντας με αυτό τον τρόπο έμφραξη των αγγείων του ξυλώματος και τελικά αδυναμία τροφοδότησης του λαιμού με νερό και θρεπτικά στοιχεία (Jiao et al., 1991). Οι χαμηλές θερμοκρασίες 5-7 ημέρες πριν από την αποκοπή των τριαντάφυλλων αυξάνει τις ανθοκύανες και προκαλεί μαύρισμα των πετάλων (Halevy και Mayak, 1981a,b). Από έρευνες επιβεβαιώθηκε πως η ημερήσια θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 21-24 °C ενώ η νυχτερινή γύρω στους 16 °C για την μέγιστη διάρκεια ζωής των τριαντάφυλλων στο βάζο (Mortensen και Gislerod, 1996, Marissen, 2001). Όταν η νυχτερινή θερμοκρασία αυξηθεί, η βλαστική ανάπτυξη αυξάνεται αλλά τα τριαντάφυλλα δεν έχουν ικανοποιητική ποιότητα.

- Υγρασία

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την διάρκεια ζωής των τριαντάφυλλων μετασυλλεκτικά είναι η σχετική υγρασία του αέρα με επιθυμητή τιμή για την τριανταφυλλιά μεταξύ 70% και 80%. Παρ'όλο που τα υψηλότερα επίπεδα σχετικής υγρασίας ευνοούν την φωτοσύνθεση, τη δημιουργία εύρωστων βλαστών και φύλλων και την ελαστικότητα των κυττάρων, δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη μικροοργανισμών (Οικονόμου, 1995). Σύμφωνα με τους Mortensen και Gislerod (2005) και τους Fanourakis et al. (2012), η ατμοσφαιρική υγρασία σε τιμή μεγαλύτερη ίση του 85% μπορεί να προκαλέσει μειωμένη διάρκεια ζωής στο βάζο καθώς και μειωμένη διάμετρο του άνθους ανάλογα με την ποικιλία. Τριαντάφυλλα που αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον με υψηλή σχετική υγρασία εμφάνισαν υψηλότερα ποσοστά απώλειας νερού σχετικά με τριαντάφυλλα που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες μέτριας σχετικής υγρασίας, ως αποτέλεσμα της αύξησης της διαπνοής των φυτών (Fanourakis et al., 2012).

- Φωτισμός

Η ένταση του φωτισμού είναι ένας από τους βασικότερους παράγοντες αύξησης του ποσοστού περιεκτικότητας των υδατανθράκων και των χρωστικών στα ανθοφόρα στελέχη, γεγονός που ευνοεί την διάρκεια ζωής των ανθέων. Θεωρείται ως ο σπουδαιότερος παράγοντας από τους Zieslin et al. (1990) που επηρεάζει την ανάπτυξη, την άνθηση και την παραγωγή των τριαντάφυλλων. Η φωτοπερίοδος και η ένταση της ακτινοβολίας επηρεάζουν την ανάπτυξη του τριαντάφυλλου, που ενώ είναι ένα φυτό ουδέτερο στη φωτοπερίοδο έχει αρκετές απαιτήσεις σε υψηλής έντασης φωτισμό. Σε συνθήκες μειωμένου φωτισμού τα τριαντάφυλλα θερμοκηπιακής καλλιέργειας είναι δυνατόν να εμφανίσουν συμπτώματα κάμψης λαιμού, λόγω μειωμένης τροφοδότησης του φυτού με θρεπτικά συστατικά. Επιπλέον, σε συνθήκες μειωμένης έντασης και μικρής διάρκειας φωτισμού καθυστερείται η έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών και των βλαστών της βάσης, προκαλείται το φαινόμενο της τύφλωσης των ανθοφόρων βλαστών και επηρεάζεται αρνητικά το βάρος, το μήκος, η διάμετρος και η φυλλική επιφάνεια των ανθοφόρων στελεχών. Περισσότερες ώρες υψηλής έντασης φωτισμού έχουν καταγραφεί την εποχή του καλοκαιριού, ενώ το χειμώνα επικρατούν λίγες ώρες χαμηλής έντασης φωτισμού με αποτέλεσμα την μειωμένη παραγωγή. Η ποσότητα παραγωγής είναι ανάλογη της έντασης και της διάρκειας του φωτισμού. Για το λόγο

αυτό, κατά τη διάρκεια του χειμώνα στην Ολλανδία και σε άλλες Βόρειες χώρες χρησιμοποιούν συμπληρωματικό φωτισμό, πρακτική που δεν εφαρμόζεται στην Ελλάδα λόγω υψηλού κόστους. Σε πείραμα σχετικά με τη μετασυλλεκτική διάρκεια ζωής των δρεπτών τριαντάφυλλων οι Mortensen και Fjeld το 1998, απέδειξαν πως η επέκταση της φωτοπεριόδου από 16 σε 20 ώρες δεν επηρέασε την διάρκεια ζωής στο βάζο, αλλά ο συνεχής φωτισμός 24 ώρες την μείωσε. Το γεγονός αυτό προκλήθηκε από την αδυναμία των στομάτων να ανταποκριθούν σε αυτή την αλλαγή της φωτοπεριόδου.

- Διοξείδιο του άνθρακα

Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στον αέρα αυξάνει την φωτοσύνθεση και τον ρυθμό ανάπτυξης των ανθοφόρων βλαστών. Έχει θετική επίδραση στην ποιότητα και την μετασυλλεκτική διατήρηση των τριαντάφυλλων βελτιώνοντας το χρώμα των ανθέων και μειώνοντας το ποσοστό ανθόρροιας. Σε πείραμά τους οι Jiao et al., το 1991 απέδειξαν την θετική επιρροή στα τριαντάφυλλα της αύξησης της συγκέντρωσης του CO₂, με αποτέλεσμα τη δημιουργία καλύτερης ποιότητας και ανθεκτικότητας φυτά. Σε ένα ακόμη πείραμα, η υψηλή συγκέντρωση του CO₂ και συγκεκριμένα στα 700 μmol mol⁻¹ αύξησε την διάρκεια ζωής των τριαντάφυλλων κατά 21-33% ανάλογα με την ποικιλία (Urban et al., 2002).

- Άρδευση

Η τριανταφυλλιά πρέπει να αρδεύεται προσεκτικά κατά τη διάρκεια της καλλιέργειάς της, με ποσότητα νερού που καθορίζεται από την εποχή και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Για την ομαλή ανάπτυξή της έχει υψηλές απαιτήσεις σε νερό ενώ η υπερβολική εδαφική υγρασία προκαλεί κιτρίνισμα και μεσονεύρια χλώρωση των φύλλων. Η έλλειψη νερού δημιουργεί τριανταφυλλίες με μικρά φύλλα, ξυλοποιημένους βλαστούς και μια γενικά καχεκτική εμφάνιση ενώ σε περίοδο έντονης έλλειψης νερού προκαλείται πτώση των κατώτερων κυρίως φύλλων και σε ορισμένες περιπτώσεις καταστροφή του ριζικού συστήματος.

- Θρέψη

Η θρέψη των φυτών είναι πολύ σημαντική για την ομαλή και σωστή ανάπτυξη των φυτών αλλά δεν εμφανίζει σημαντική επιρροή στη διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων. Έδαφος το οποίο στερείται νερού έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή δρεπτών ανθέων

με ξυλοποιημένους βλαστούς και σύντομη διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο. Μελέτες των Halevy et al (1981) έδειξαν πως η μείωση της ποιότητας και της διάρκειας ζωής των δρεπτών ανθέων είναι αποτέλεσμα διαταραχής της θρέψης από βασικά θρεπτικά στοιχεία. Συγκεκριμένα, η τροφοπενία καλίου, βορίου και ασβεστίου περιορίζει τη διάρκεια ζωής των γαρίφαλλων και τριαντάφυλλων, η τροφοπενία ασβεστίου προκαλεί περιορισμένο άνοιγμα των ανθέων και η υπερβολική χρήση καλίου προκαλεί μαύρισμα στα πέταλα των παραγόμενων τριαντάφυλλων (Halevy και Mayak, 1981a,b). Η τριανταφυλλιά αναπτύσσεται άριστα σε έδαφος με καλή στράγγιση, με ικανότητα συγκράτησης απαραίτητης υγρασίας και θρεπτικών κατά την λίπανση, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και με pH 5,5-7,0. Η αύξηση της συγκέντρωσης ψευδαργύρου στο θρεπτικό διάλυμα αύξησε τη διάρκεια συντήρησης των τριαντάφυλλων στο ανθοδοχείο (Khoshgofarmanesh et al., 2008).

- Στάδιο συγκομιδής

Το στάδιο συγκομιδής των τριαντάφυλλων καθορίζεται από την ποικιλία, την φυσιολογική ωριμότητα του άνθους, την εποχή συγκομιδής, την απόσταση από την αγορά και τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί πρέπει να γίνονται με ποσοχή, γιατί τα δρεπτά τριαντάφυλλα είναι ευπαθή σε χτυπήματα και έχουν σύντομη διάρκεια ζωής μετά την απομάκρυνσή τους από το μητρικό φυτό. Συνήθως αποκόπτονται από το μητρικό φυτό στο στάδιο του σχεδόν κλειστού μπουμπουκιού, γιατί τα άνθη είναι λιγότερο ευπαθή σε αντίξοες συνθήκες και οι μετασυλλεκτικές επεμβάσεις γίνονται ευκολότερα (Barden και Hannan 1972). Η διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων καθορίζεται και από την ώρα της ημέρας που έχουν κοπεί τα άνθη. Παρατηρήθηκε ότι με την απογευματινή κοπή τα δρεπτά άνθη διατηρήθηκαν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα καθώς βρίσκονται σε σπαργή, η διαπνοή είναι μειωμένη και τα φύλλα είναι πλούσια σε υδατάνθρακες ως αποτέλεσμα της φωτοσύνθεσης (Δάρρας Α., 2005).

1.2.2 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες

- Αποθήκευση

Σημαντικό μέλημα κατά την αποθήκευση πρέπει να είναι ο περιορισμός των παραγόντων που επιταχύνουν την γήρανση και την μάρανση των φυτών. Αναλυτικότερα, θα πρέπει να περιοριστεί η αναπνοή, να διατηρηθεί η σπαργή των φυτικών ιστών και να περιοριστεί η δράση του αιθυλενίου και των παθογόνων μικροοργανισμών. Συνιστώμενο περιβάλλον αποθήκευσης είναι η χαμηλή θερμοκρασία σε συνδιασμό με υψηλή σχετική υγρασία. Σύμφωνα με τους Halevy και Mayak (1981) η θερμοκρασία συντήρησης δεν πρέπει να είναι μικρότερη του 1 °C, για αποφυγή ζημιών στον φυτικό ιστό. Η θερμοκρασία αυτή ενδείκνυται για την μακρά αποθήκευση γαρύφαλλων, χρυσάνθεμων, αντίρρινων, τριαντάφυλλων, λίλιου, ζέρμπερας και φρέζια (Δάρρας, 2006). Οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης προκαλούν την εμφάνιση μαύρων κηλίδων στα πέταλα των ανθέων, σύμπτωμα που δεν οφείλεται μόνο στη θερμοκρασία αλλά και στο στάδιο ωρίμανσης όπως επίσης και στη διάρκεια έκθεσης σε αυτή τη θερμοκρασία. Οι υψηλές θερμοκρασίες στο θάλαμο συντήρησης προάγει τον ταχύτερο γηρασμό των ανθέων.

- Μεταφορά και συσκευασία

Για την μεταφορά δρεπτών ανθέων σε μακρινές αποστάσεις συνιστάται η τοποθέτησή τους σε χάρτινα κιβώτια καλυμμένα με κερί ή πλαστικό φύλλο, ώστε να περιοριστούν οι απώλειες υγρασίας και τα συμπτώματα αφυδάτωσής τους. Σκοπός της συντήρησης των δρεπτών ανθέων κατά την μεταφορά τους είναι η επιβράδυνση της γήρανσης των ανθέων. Η μεταφορά μέσα σε κλειστό κουτί μειώνει τον ρυθμό αναπνοής των ανθέων και συνεπώς επιμηκύνεται η διάρκεια ζωής τους. Για την προστασία των δρεπτών ανθέων από ακραίες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια μεταφοράς τους ενδείκνυται το μονωτικό υλικό στο χαρτοκιβώτιο για τις χαμηλές θερμοκρασίες και θρυμματισμένος ή ξηρός πάγος για τις υψηλές. Ως μέσα μεταφοράς μπορούν να αξιοποιηθούν τα αεροπλάνα, τα φορτηγά, τα αυτοκίνητα ή και τα πλοία (Σάββας, 2003).

Αμέσως μετά την συγκομιδή τους τα δρεπτά άνθη αφήνονται για 12-24 ώρες σε νερό ή κάποιο συντηρητικό διάλυμα και μετά πραγματοποιείται η συσκευασία τους σε

δεσμίδες. Σε περίπτωση που το κατώτερο βλαστικό τμήμα εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα τότε ένα μικρό τμήμα του θα πρέπει να αφαιρεθεί για την αποφυγή έμφραξης των αγγείων του ξυλώματος απο παθογόνους μικροοργανισμούς (Σάββας, 2003).

- Αιθυλένιο

Το αιθυλένιο είναι ένας ρυθμιστής της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών που σχετίζεται με τον γηρασμό των ανθέων (Burg και Burg, 1965). Τριαντάφυλλα παρουσίασαν αυξημένη συγκέντρωση αιθυλενίου μετά απο την προσβολή απο βοτρυτή. Σε αυτή την περίπτωση εκτός απο τους προσβεβλημένους ιστούς αυξήθηκε και η ευαισθησία των πετάλων των ανθέων (Elad, 1988). Επίσης το αιθυλένιο προκαλεί υδρόλυση του αμύλου, απώλεια των φωσφολιπιδίων και μείωση στις πρωτεΐνες των κυτταρικών μεμβρανών. Σύμφωνα με τον Farager et al. (1987), η χαμηλή θερμοκρασία κατά την συντήρηση νωπών τριανταφύλλων προκάλεσε αύξηση του παραγόμενου αιθυλενίου.

- Υδατική καταπόνηση

Για την επέκταση της διατήρησιμότητας των δρεπτών ανθέων είναι σημαντικό να διατηρείται το υδατικό δυναμικό των κυττάρων σε ισορροπία (Πομποδάκης και Παπαδημητρίου, 2008). Η μείωση του νωπού βάρους των ανθέων προκαλεί μάρανση των λουλουδιών και είναι αποτέλεσμα αδυναμίας κάλυψης των αναγκών του άνθους σε νερό παρ'όλο που εφαρμόζεται συνεχής παροχή νερού μέσω του διαλύματος (Δάρρας, 2006, Πομποδάκης και Παπαδημητρίου, 2008). Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας, τα ικανοποιητικά επίπεδα υγρασίας και η εφαρμογή διαλύματος συντήρησης στο ανθοδοχείο είναι μερικοί απο τους τρόπους αποφυγής της υδατικής καταπόνησης των φυτών (Ahmad et al., 2013).

1.3 Διαλύματα συντήρησης

Η ύπαρξη των διαλυμάτων συντήρησης έχει ως βασικό στόχο την διατήρηση της ποιότητας και την αύξηση της διάρκειας ζωής των δρεπτών ανθέων στο βάζο. Τα διαλύματα αυτά διευκολύνουν την πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων απο τα φυτά, ρυθμίζουν την ωσμωτική πέση και την σπαργή των πετάλων, ελατώνουν την διαπνοή και την απώλεια νερού, αυξάνοντας την μετασυλλεκτική ζωή τους (Rogers,

1973, Reid και Kofranek, 1980, Halevy και Mayak, 1981a,b, Reid, 1985). Στην αγορά τα σκευάσματα αυτά εντοπίζονται υπο την μορφή ξηρής ή υγρής σκόνης που διαλύονται ή αναμειγνύονται στο νερό. Τα βασικά συστατικά τους σύμφωνα με την Κώστα (2012), είναι τα σάκχαρα, βακτηριοκτόνα, μυκητοκτόνα, ρυθμιστές αύξησης, παράγοντες οξίνισης του νερού, διαβρεκτικοί παράγοντες (επιφανειοδραστικές ουσίες), μεταλλικά άλατα και αναστολείς δράσεις του αιθυλενίου. Ο αντιμικροβιακός παράγοντας στο διάλυμα συντήρησης διατηρεί το διάλυμα όσο το δυνατόν περισσότερο απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς και σε συνδιασμό με το μέσο οξίνισης, που ελατώνει την τιμή του pH του διαλύματος, παρεμποδίζει την ανάπτυξη βακτηριδίων και άλλων παθογόνων μικροοργανισμών (Rogers, 1973, Reid και Kofranek., 1980, Halevy και Mayak., 1981a,b, Reid, 1985, Van Doorn, 1990).

1.3.1 Συστατικά διαλυμάτων συντήρησης

- Νερό

Το νερό είναι το συστατικό που κυριαρχεί στα διαλύματα συντήρησης των ανθέων. Στα πειράματα συντήρησης δρεπτών ανθέων αξιοποιείται το απιονισμένο νερό ώστε να αποφευχθούν ανεπιθύμητες ενώσεις στα υπο παρασκευή διαλύματα και να διατηρηθεί η ποιότητα του νερού σταθερή. Το νερό βρύσης έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί μικρότερη διατηρησιμότητα των ανθέων σε σχέση με το απιονισμένο νερό γεγονός που οφείλεται στο pH, στα διαλυτά στοιχεία και στην ύπαρξη τοξικών ιόντων. Σύμφωνα με τον Karen (2000) από το πανεπιστήμιο του Κάνσας, το ιδανικό pH στο διάλυμα συντήρησης των δρεπτών ανθέων είναι από 3.5-5.0. Τα ανθικά στελέχη απορροφούν με μεγαλύτερη ευκολία το όξινο νερό, καθώς σε χαμηλό pH παρεμποδίζεται η ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών και επομένως αποφεύγεται η απόφραξη των αγγείων του ξυλώματος των φυτών. Τα περισσότερα δημοτικά νερά έχουν τιμή pH συνήθως γύρω στο 8-9 (Karen, 2000). Το καθαρό απεσταγμένο νερό πρέπει να έχει τιμή pH: 7, αλλά όταν έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα απορροφά το διοξείδιο του άνθρακα και στην πραγματικότητα είναι ελαφρώς όξινο με τιμή pH: 5,8 (Deziel, 2018).

- Σακχαρόζη

Η σακχαρόζη είναι μια από τις σημαντικότερες ουσίες συντήρησης των δρεπτών ανθέων στο βάζο, καθώς είναι πηγή ενέργειας για τα φυτά. Τα σάκχαρα αντικαθιστούν

τους υδατάνθρακες που καταναλώνονται απο το φυτό και περιορίζουν τις απώλειες νερού, ρυθμίζοντας το άνοιγμα των στομάτων των φύλλων (Halevy και Mayak., 1981a,b). Η σακχαρόζη συνιστάται να χρησιμοποιείται στα διαλύματα των ανθέων σε συγκέντρωση 20g/L (Nelson, 1998). Η ζάχαρη προκαλεί αύξηση της ανάπτυξης των βακτηρίων (Van Doorn, 1997), γεγονός που παρεμποδίζεται με την προσθήκη αντιμικροβιακού παράγοντα και μείωσης του pH του διαλύματος.

- Σαλικιλικό οξύ

Το σαλικιλικό οξύ προκύπτει απο φυσική διεργασία στους φυτικούς οργανισμούς και είναι παράγωγο των φαινολικών οξέων. Επιτρέπει την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, ευνοώντας έτσι την φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη του φυτού, όπως επίσης ρυθμίζει και τις υδατικές σχέσεις με το άνοιγμα και το κλείσιμο των στομάτων (Khan et al., 2002). Επιπλέον, καθιστά ανενεργές τις ενεργές μορφές οξυγόνου αυξάνοντας έτσι την ανθεκτικότητα του φυτού στην οσμωτική καταπόνηση (Borsani et al., 2001). Σύμφωνα με τον Idrees et al., (2010) είναι αποτελεσματικό ανάλογα του φυτικού είδους.

- Ενώσεις χλωρίου

Το αέριο χλώριο, όταν διαλύεται στο νερό είναι ένας ισχυρός αντιμικροβιακός παράγοντας που δεν έχει αρνητικές επιδράσεις στα φυτά. Παρ'όλα αυτά πρέπει να αναπληρώνεται συνεχώς καθώς διαφεύγει στον αέρα. Για το λόγο αυτό τα συντηρητικά διαλύματα είναι καλύτερο να περιέχουν το χλώριο σε μορφή πρόδρομων ουσιών που το απελευθερώνουν σταδιακά. Το DICA (sodium dichlorisocyanurate) και το DDMH (1-3 dichloro-5,5-dimethylhydantoin) είναι δυο απο τις πρόδρομες ουσίες που σε συγκέντρωση των 300ppm συντηρούν ικανοποιητικά δρεπτά γαφύφαλλα, τριαντάφυλλα, γλαδιόλες και τη γυσοφίλη. Σημαντική σημείωση για αυτές τις ουσίες είναι ο αποχρωματισμός του βλαστικού τμήματος που έρχεται σε επαφή με κάποια απο τις δυο ουσίες (Σάββας, 2003).

- 8-υδροξυκινολίνη (8-HQS)

Η υδροξυκινολίνη είναι ένα βιοκτόνο, αποτελεσματικό ως προς την συντήρηση δρεπτών ανθέων. Εκτός απο βιοκτόνο δράση, προάγει και το κλείσιμο των στομάτων των φυτών (Burge et al., 1996). Την ιδιότητα του αυτή την απέδειξαν και οι Stoddard

και Miller (1962), συμπεραίνοντας πως μειώνει και την απώλεια νερού. Η υδροξυκινολίνη μπορεί να επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων στο ανθοδοχείο ελατώνοντας το pH του διαλύματος και άρα οξινίζοντας το περιεχόμενο διάλυμα (Halvey και Mayak, 1981). Σχετικά με την αντιμικροβιακή δράση του ο Marousky το 1972, υποστήριξε πως πιθανόν να μπορεί να περιορίσει την μικροβιακή απόφραξη, εξαιτίας της ικανότητάς του να αδρανοποιεί τα ενζυμικά συστήματα μέσω της ρύθμισης του pH.

- Θειοθειικός άργυρος (STS)

Ο θειοθειικός άργυρος λειτουργεί ως σημαντικός αναστολέας της έκλυσης αιθυλενίου κατά την μετασυλλεκτική συντήρηση ανθέων. Η δραστηριότητά του οφείλεται στον περιεχόμενο άργυρο (Beyer, 1976), ο οποίος διεγείρει τα φυτά ώστε να τον απορροφήσουν ταχύτατα αλλά η δραστηριότητά του εκδηλώνεται μόνο υπο την μορφή του συμπλόκου άλατος.(Veen και van de Geijn, 1978) Ο STS έχει διαπιστωθεί πως διατηρεί ικανοποιητικά και επιμηκύνει την διάρκεια ζωής των φυτών του γαρύφαλλου, της ζέρμπερας, της ορχιδέας, του λίλιου αλλά στα τριαντάφυλλα δεν έχει καμία επίδραση (Reid et al., 1980, Nelson, 1998).

- Νιτρικός άργυρος (AgNO_3)

Ο νιτρικός άργυρος λειτουργεί ως ισχυρός αντιμικροβιακός παράγοντας και ευνοεί την ομαλή απορρόφηση νερού απο τα φυτά. Παρ'όλα αυτα, δεν δίνει καλά αποτελέσματα ως προς την αναστολή έκλυσης του αιθυλενίου, γιατί τα ιόντα αργύρου δεν μπορούν να απορροφηθούν σε αυτή τη μορφή επαρκώς απο τα φυτά (Σάββας, 2003). Ένα ακόμη μειονέκτημά του είναι πως σε συνθήκες φωτός οξειδώνεται εύκολα και επίσης αντιδράει με το χλώριο του νερού δημιουργώντας το αδιάλυτο AgCl .

- Νανοσωματίδια αργύρου (AgNPs)

Τα νανοσωματίδια αργύρου είναι ισχυροί και με ευρύ φάσμα δράσης αντιμικροβιακοί παράγοντες (Lok et al., 2006). Οι Kim et al., (2005) μελέτησαν σε πείραμά τους την επίδραση των νανοσωματιδίων αργύρου στην διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων *Lilium Oriental hybrid 'Siberia'* και *Lilium Asiatic hybrid 'Dream Land'*. Παρατήρησαν ότι η μεταείριση με 0.1% νανοσωματίδια αργύρου + φυσική χιτοζάνη παρέτεινε την διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων *Lilium 'Siberia'*. Παρ'όλο

που τα νανοσωματίδια αργύρου εμφανίζουν αντιμικροβιακή δράση όταν αλληλεπιδρούν με τις βακτηριακές μεμβράνες μπορεί να προκαλέσουν επιβλαβείς δομικές αλλαγές που να οδηγήσουν τα κύτταρα σε θάνατο (Sondi και Salopek-Sondi, 2004).

1.4 Αιθέρια έλαια και φυτά

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον, όχι μόνο απο την πλευρά των επιστημόνων αλλά και απο τους ίδιους τους καταναλωτές, για την εύρεση πιο φυσικών, λιγότερο επεξεργασμένων αντιμικροβιακών σκευασμάτων σε αντικατάσταση των συμβατικών. Εξαιτίας του αρνητικού αποτυπώματος των χημικών σκευασμάτων στο περιβάλλον και στα θηλαστικά αλλά και του υψηλού κόστους, η χρήση τους ολοένα και περιορίζεται (Faleiro M.L., 2011). Για τον λόγο αυτό, αλλά και λόγω της ανάπτυξης ανθεκτικότητας των βακτηρίων στα αντιβιοτικά, παρουσιάζει υψηλό επιστημονικό ενδιαφέρον η χρήση φυτικής προέλευσης σκευασμάτων με βάση τα αιθέρια έλαια (Burt 2004). Ως φυσική πηγή προέλευσης των αιθέριων ελαίων έχουν μελετηθεί ορισμένα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, των οποίων τα αιθέρια έλαια ή πολλά απο τα συστατικά τους έχουν αποδειχθεί δραστικά εναντίων πολλών παθογόνων (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019).

1.4.1 Φυσικές ιδιότητες αιθέριων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια είναι ευώδη, φυσικά συστατικά που αποτελούν πτητικό μίγμα οργανικών ενώσεων, κυρίως μονοτερπενίων και σεσκιτερπενίων, προερχόμενα απο αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ως δευτερογενείς μεταβολίτες (Bakkali et al., 2008). Τα περισσότερα απο τα αιθέρια έλαια είναι υγρά σε ιδανικές συνθήκες, ενώ σε αυξημένες θερμοκρασίες γίνονται πτητικά. Για τον λόγο λοιπόν, της εξάτμισης των αντιμικροβιακών στοιχείων τους μετά απο θερμική επεξεργασία, πιθανόν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες να μην λειτουργούν ως κατάλληλοι συντηρητές (Elgayyar et al., 2001). Είναι σπάνια χρωματισμένα, διαλυτά στα λιπίδια και σε οργανικούς διαλύτες, ελάχιστα διαλυτά στο νερό σαν έλαια και με χαμηλότερη πυκνότητα απο αυτή του νερού (Bakkali et al., 2008). Μπορούν να εντοπιστούν σε ποικίλα σημεία των φυτών όπως στα φύλλα, στους φλοιούς, σε κλαδιά, στο ριζικό σύστημα, στα λουλούδια, στους σπόρους, και στα φρούτα (Aftab & Hakeem, 2021).

1.4.2 Αντιμικροβιακές ιδιότητες αιθέριων ελαίων

Λέγεται ότι ο de La Croix το 1881 ήταν ο πρώτος που μετρήσε πειραματικά τις αντιμικροβιακές ιδιότητες των ατμών των αιθέριων ελαίων (Boyle, 1955). Τα αιθέρια έλαια εμφανίζουν προστατευτική ιδιότητα εναντίων ασθενειών, οξειδωτικού στρες και διάφορων μικροβιακών μολύνσεων (Botelho et al., 2007, Yahyazadeh, 2008). Κατά κύριο λόγο οφείλουν την αντιμικροβιακή δράση τους σε δυο χαρακτηριστικά τους: την υδρόφοβη φύση τους και τα φαινολικά συστατικά τους, όπως η καρβακρόλη, η θυμόλη και η ευγενόλη (Bajrai et al., 2012, Burt, 2004, Bayat et al., 2013, Vergis et al., 2015). Εκτός από αυτά τα δύο χαρακτηριστικά, σημαντική επίδραση έχει και η περιεκτικότητά τους σε υψηλά ποσοστά αλδευδών, τερπενίων, αλκοολών και φλαβονοειδών ενώσεων όπως methyl cinnamate, ευγενόλη, e-cinnamaldehyde, alpha-pinene, citral-a, citral-b κ.α (Prabuseenivasan et al., 2006). Η ευγενόλη, η θυμόλη και η καρβακρόλη είναι κάποιες από τις φαινολικές ενώσεις των αιθέριων ελαίων, που σε υψηλά ποσοστά έχουν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση έναντι βακτηρίων και μυκήτων (Bounatirou et al., 2007, Sharififar et al., 2007). Σύμφωνα με τους Mahdavia και Saharkhiz (2015), η αποτελεσματική δράση των αιθέριων ελαίων ως αντιοξειδωτικοί παράγοντες εξαρτάται από την συγκέντρωση στην οποία χρησιμοποιούνται. Πολύ υψηλές συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων είναι πιθανό να προκαλέσουν καταστροφή των μεμβρανών και των νουκλεϊκών οξέων όπως επίσης και ολικό θάνατο των κυττάρων (Pirbalouti και Dadfar, 2013). Όμως, η αξιοποίηση των αιθέριων ελαίων σε κατάλληλες συγκεντρώσεις προκαλεί σπαργή στα κύτταρα και ομοιόμορφο άνοιγμα των μπουμπουκιών, καθώς υπάρχει σωστή τροφοδοσία του φυτού με νερό και υδατάνθρακες, αποτρέποντας την απόφραξη των αγγείων. Τα αιθέρια έλαια δρούν αποτελεσματικά στην καθυστέρηση της ανάπτυξης και του πολλαπλασιασμού ενός μεγάλου φάσματος παθογόνων μικροοργανισμών (Marques et al., 2015).

1.5 Βασιλικός

Το *Ocimum basilicum*, κοινώς γνωστό ως Βασιλικός, είναι ένα από τα σημαντικότερα βιομηχανικά και φαρμακευτικά φυτά της οικογένειας Lamiaceae με πλήθος εφαρμογών σε βιομηχανίες τροφίμων, φαρμακευτικές αλλά και καλλυντικές βιομηχανίες. Η ονομασία του προέρχεται από το ελληνικό «βασιλεύς» το οποίο αποδίδεται στο βασιλικό άρωμα του βοτάνου (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2019).

Ανήκει στο γένος *Ocimum*, το οποίο αποτελείται από περισσότερα από 50 είδη και συγκεκριμένα από 150 με 160 είδη, τα οποία απαντώνται σε διάφορες θερμές περιοχές του κόσμου (Evans, 2001 και Kumars, 2009). Μερικά από τα σημαντικότερα είδη είναι το *Ocimum sanctum*, *O.canum*, *O.americanum*, *O.citriodorum* και το *Ocimum basilicum* ως το πιο διαδεδομένο και με το μεγαλύτερο εμπορικό ενδιαφέρον είδος. Συναντάται στην φύση ως μια καλά διακλαδισμένη ετήσια πόα, η οποία ανθίζει από Ιούνιο-Ιούλιο ανάλογα την περιοχή και την ποικιλία και είναι έντονα αρωματική με πικάντικη γεύση. Η χαρακτηριστική μυρωδιά του αναδύεται πολύ εύκολα γιατί οι ελαϊκοί αδένες του φυλλώματός του είναι ιδιαίτερα εύθραυστοι, με αποτέλεσμα την άμεση απελευθέρωση του αιθέριου ελαίου του στην ατμόσφαιρα. Εκτός από την καλλιέργεια για την πώλησή του ως γλαστρικό φυτό για οικιακή χρήση, ο βασιλικός καλλιεργείται για την παραγωγή νωπών και αποξηραμένων φύλλων αλλά κυρίως για το πολύτιμο αιθέριο έλαιό του.

1.5.1 Αιθέριο έλαιο Βασιλικού

Ο Βασιλικός ως το είδος με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για παραγωγή αιθέριου ελαίου, ταξινομείται βάσει της γεωγραφικής προέλευσης και της χημικής σύνθεσης του αιθέριου ελαίου σε τέσσερις τύπους: Ευρωπαϊκός τύπος, Reunion, Τροπικός και τύπος Java (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Η ποσότητα αιθέριου ελαίου βασιλικού που παράγεται σε παγκόσμια κλίμακα είναι 400.000 τόνοι κάθε χρόνο (Πετρόπουλος, 2016). Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού εκκρίνεται από τα εκκριτικά τριχίδια που εντοπίζονται κυρίως στα φύλλα. Η περιεκτικότητα των φύλλων βασιλικού σε αιθέριο έλαιο είναι 1% ενώ των ανθέων 0.5% (Chalchat & Özcan, 2008). Η σύσταση του αιθέριου ελαίου ποικίλλει ανάλογα με τον χημειότυπο, τις κλιματικές συνθήκες, τη σύσταση του εδάφους, τις καλλιεργητικές τεχνικές, την εποχή καλλιέργειας, την ώρα και το στάδιο συγκομιδής (Πετρόπουλος, 2016). Ως κύρια ενεργά συστατικά του ελαίου του γλυκού βασιλικού έχουν αναγνωρισθεί τα τερπενοειδή και τα παράγωγα του φαινυλικού προπανίου (Hassan et al., 2010). Πιο συγκεκριμένα, το αιθέριο έλαιο του *O.basilicum* συνιστάται κυρίως από λιναλοόλη, εστραγκόλη (μεθυλο-καβικόλη), 1,8 κινεόλη, ευγενόλη, λιμονένιο, κιτρονελλόλη και μεθυλ κινναμικό (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Από αυτά, η λιναλοόλη και η εστραγκόλη θεωρούνται τα πιο βιοδραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου. Η λιναλοόλη εμφανίζει σημαντική αντιμικροβιακή δραστηριότητα και η εστραγκόλη εκτός της αντιφλεγμονώδους και

αντιοιδηματογενούς δραστηριότητας, εμφανίζει και εντομοαπωθητική ικανότητα, λειτουργώντας και ως φυσικό εντομοκτόνο (Sajjadi, 2006, Rodrigues et al., 2016, Ling et al., 2009). Τα φυτά του βασιλικού με περιεκτικότητα 22-88% εστραγκόλη μπορούν να αξιοποιηθούν από την επιστήμη της Αρωματοθεραπείας (Clarke, 2008). Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού έχει απαλό κίτρινο χρώμα και την χαρακτηριστική μυρωδιά του βασιλικού. (Jean-Claude Chalchat a, Mehmet Musa O' zcan b, 2008)

Τα φαινορικά συστατικά στα βότανα δρουν σαν αντιοξειδωτικά, εξαιτίας των ιδιοτήτων οξειδοαναγωγής και είναι υπεύθυνα για τις αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων (Javanaerdri, 2003, Cosentino et al., 1999). Εξαιτίας του πλούσιου περιεχομένου του βασιλικού σε φαινορικά και φλαβονοειδή, χρησιμοποιείται στον κλάδο της φαρμακευτικής και των καλλυντικών για την πρόληψη καρδιακών παθήσεων, μείωση της φλεγμονής καθώς και μείωση των περιστατικών καρκίνου και διαβήτη (Mastaneh et al., 2014).

Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο βασιλικού είναι 0.4% κατά μέσον όρο και η καταλληλότερη περίοδος συγκομιδής με στόχο την υψηλότερη απόδοση είναι η περίοδος της ανθοφορίας (Prakash, 1990). Επίσης, η απόδοση σε αιθέριο έλαιο μεγιστοποιείται όταν επικρατεί μεγάλης διάρκειας ημερήσια ηλιοφάνεια (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2019). Όσον αφορά την λίπανση ο Hornok (1983) διαπίστωσε ότι τα μέτρια επίπεδα αζώτου και τα υψηλά επίπεδα φωσφόρου συμβάλλουν επίσης στην αύξηση της περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου.

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Shanan Nermeen το 2012, βρέθηκε ότι το αιθέριο έλαιο του *Ocimum basilicum* σε συγκεντρώσεις των 25, 50 και 100mg/L διατήρησε τα δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς περισσότερες μέρες σε σχέση με τη μεταχείριση του μάρτυρα. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι το νωπό βάρος των ανθέων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος μειωνόταν σταδιακά και με μικρές απώλειες, ενώ η πρόσληψη νερού από τα φυτά ήταν αυξημένη και στις τρεις συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου σε σχέση με τον μάρτυρα.

1.6 Δάφνη

Η δάφνη (*Laurus nobilis*) είναι ένα αρωματικό, αυτοφυές φυτό της οικογένειας Lauraceae, η οποία περιλαμβάνει περίπου 50 γένη και 3500 είδη σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές (Silva et al., 2009) Προέρχεται από την περιοχή της νότιας Μεσογείου και εντοπίζεται κυρίως σε περιοχές με θερμό κλίμα και συχνές βροχοπτώσεις. Η καλλιέργεια της δάφνης επεκτείνεται στην νότια Ευρώπη, δυτική Ασία, νότια Αφρική και Αμερική λόγω των αρωματικών ιδιοτήτων των φύλλων της αλλά και γενικότερα για τη χρήση της ως καλλωπιστικό φυτό εξωτερικού χώρου (Alejo-Armijo et al., 2017). Αξιοποιείται σημαντικά από την βιομηχανία τροφίμων, καλλυντικών και φαρμάκων (Patrakar et al., 2012). Συγκεκριμένα, τα φύλλα της χρησιμοποιούνται αρκετά στην μαγειρική λόγω της χαρακτηριστικής έντονης μυρωδιάς τους αλλά και ως μέσο καθαρισμού εξαιτίας αυτού του χαρακτηριστικού τους (Rhizoroulou 2004).

1.6.1 Αιθέριο έλαιο Δάφνης

Η δάφνη είναι κυρίως γνωστή για το πολύτιμο αιθέριο έλαιο που παράγει, το οποίο προσδίδει στο φυτό θεραπευτικές και ευεργετικές ιδιότητες. Το αιθέριο έλαιο της δάφνης είναι πλούσιο σε φαινολικές ενώσεις όπως είναι τα φλαβονοειδή, η λουτεολίνη και τα φαινολικά οξέα, στα οποία ανήκουν το βανιλικό, ροσμαρινικό και γαλλικό οξύ (Kononov and Alieva, 2019). Οι φαινολικές ουσίες όταν καταναλωθούν από τον άνθρωπο έχουν θετική επιρροή σε αυτόν, καθώς οι ουσίες αυτές έχουν αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές, αντιαλλεργικές και αντιϊκές ιδιότητες, μειώνοντας το οξειδωτικό στρες και προλαμβάνοντας τον καρκίνο, την αρτηριοσκλήρωση και τον φυσικό γηρασμό (Aliakbarian et al., 2015, Galanakis, 2015).

Η σύσταση του αιθέριου ελαίου δάφνης ποικίλει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τον γονότυπο του φυτού και την διάρκεια της απόσταξής του. Από ερευνητικές εργασίες έχουν εντοπιστεί μέχρι 270 συστατικά των αιθέριων ελαίων στα φύλλα δάφνης με τα κυριότερα εξ' αυτών την 1,8-κινεόλη (22-56%), τη λιναλοόλη (0.9-26.9%), α -terpinil acetate (4.5-18.2%), α -pinene(2.2-15.9%), β -pinene (1.9-15.3%), sabinene (4.5-12.7%), α -terpineol (0.9-12.0%) και terpineol (0.9-4.1%) (Abu-Dahab et al., 2014, Bahmanzadegan et al., 2015, Chahal et al., 2017, El et al., 2014, Fidan et al., 2019, Goudjil et al., 2015, Shokoohinna et al., 2014, Vasundhara et al., 2016). Η 1,8-

κινεόλη έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες και χρησιμοποιείται για την θεραπεία παθήσεων του αναπνευστικού και γαστρεντερικού σωλήνα (Balacs, 1997).

Η αντιμικροβιακή δραστηριότητα του αιθέριου ελαίου οφείλεται στο λιποφιλικό χαρακτήρα των χημικών συστατικών του, που αλληλεπιδρούν με την λιπιδική διπλοστοιβάδα της κυτταροπλασματικής μεμβράνης διαταράσσοντας τον μεταβολισμό των μικροοργανισμών (Bakkali et al., 2008). Δύο σημαντικά χαρακτηριστικά του δαφνέλαιου είναι η φυσική προέλευσή του, που υποδεικνύει ασφάλεια στον καταναλωτή και το περιβάλλον καθώς και ο χαμηλός κίνδυνος ανάπτυξης ανθεκτικότητας από παθογόνους μύκητες των φυτών, αφού το μείγμα συστατικών του ελαίου έχει διαφορετικούς μηχανισμούς αντιμικροβιακής δράσης και είναι πολύ δύσκολη η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σ' αυτό (Daferera et al., 2003). Επιπλέον, το δαφνέλαιο δεν εμφανίζει φυτοτοξική δράση ενώ παρουσιάζει μεγάλη διάρκεια ζωής και θερμοσταθερότητα (Careda et al., 2002).

Σε πείραμα εφαρμογής αιθέριου ελαίου δάφνης συγκέντρωσης 1, 2 και 3 mg/mL στην επιφάνεια ροδάκινων και ακτινιδίων, για την αντιμετώπιση των μυκήτων *Monilia laxa* και *Botrytis cinerea*, αποδείχθηκε πως το αιθέριο έλαιο δάφνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βοτανικό μυκητοκτόνο στις θεραπευτικές και προστατευτικές θεραπείες των συγκεκριμένων φρούτων (De Corato et al., 2010).

2.Υλικά και μέθοδοι

2.1 Παραλαβή δρεπτών ανθέων

Στο παρόν πείραμα χρησιμοποιήθηκαν δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς (*Rosa* sp.) κίτρινου χρώματος ποικιλίας Sunrise. Συγκεκριμένα, στις 23/7/2020 παραλήφθηκαν 12 ανθικά στελέχη απο ανθοπωλείο του Βόλου και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την διεξαγωγή του πειράματος. Αμέσως μετά την παραλαβή τους, ακολούθησαν οι μετρήσεις ορισμένων χαρακτηριστικών τους, που αφορούσαν στην αρχική κατάσταση των τριαντάφυλλων. Μετά απο αυτές τις μετρήσεις τα φυτά τοποθετήθηκαν σε δωμάτιο με ελεγχόμενες συνθήκες για να παρασκευαστούν οι μεταχειρίσεις που έχουν προγραμματιστεί.

2.2 Συνθήκες διατήρησης δρεπτών τριαντάφυλλων

Τα ανθοδοχεία καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος διατηρήθηκαν σε δωμάτιο του εργαστηρίου Ανθοκομίας με καλυμμένα παράθυρα και τοποθετήθηκαν κάτω απο λάμπες φθορισμού με ελεγχόμενη φωτοπερίοδο 12 ώρες, σε θερμοκρασία $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία 45-48%.

2.3 Μεταχειρίσεις

Το πείραμα αποτελούνταν απο 4 συνολικά μεταχειρίσεις με 3 επαναλήψεις για την κάθε μεταχείριση. Οι 4 μεταχειρίσεις ήταν οι εξής:

- 1^η μεταχείριση: Αποτελούσε το βασικό διάλυμα συντήρησης-μάρτυρας Control (C). Το κάθε γυάλινο δοχείο συντήρησης των τριαντάφυλλων περιείχε 250mL απιονισμένο νερό, 5g κρυσταλική ζάχαρη και κιτρικό οξύ σε συγκέντρωση 0,1M. Για την παρασκευή του κιτρικού οξέως ζυγίστηκαν 4,82gr κιτρικού οξέως για την αραιώση τους σε ογκομετρική φιάλη που περιέχει 250mL απιονισμένο νερό. Το κιτρικό οξύ προστέθηκε προσεκτικά με τη βοήθεια πιπέτας μεταβλητού όγκου, μέχρι το pH του διαλύματος να φτάσει στην επιθυμητή τιμή 3. Το κάθε δοχείο 250 mL πωματίστηκε με υδρόφοβο βαμβάκι και αλουμινόχαρτο και τοποθετήθηκε στο αυτόκαυστο μηχάνημα του εργαστηρίου Ανθοκομίας στους

121°C για 15 λεπτά, με σκοπό την αποστείρωσή του. Αμέσως μετά την αποστείρωση, εφόσον τα δοχεία είχαν θερμοκρασία δωματίου, έγινε η προσθήκη 0.1% Tween 20 με τη χρήση πιπέτας σε όλα τα δοχεία. Η μεταχείριση του μάρτυρα αποτελούνταν από 3 δοχεία με ένα δρεπτό τριαντάφυλλο στο καθένα.

- 2^η μεταχείριση: Αποτελούνταν από το βασικό διάλυμα συντήρησης χωρίς τα 5g κρυσταλλικής ζάχαρης και προστέθηκαν σε αυτό 2,36g εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), τα οποία προστέθηκαν στο δοχείο συντήρησης μετά την αποστείρωση του βασικού διαλύματος.
- 3^η μεταχείριση: Αποτελούνταν από το βασικό διάλυμα συντήρησης με προσθήκη αιθέριου ελαίου Βασιλικού σε συγκέντρωση 100ppm (B100), το οποίο προστέθηκε με τη χρήση σύριγγας μικρολίτρων Hamilton υπο ασηπτικές συνθήκες.

Το εμπορικό σκεύασμα του αιθέριου ελαίου βασιλικού της εταιρείας Pranarom είναι το Basil ct Linalol (*Ocimum basilicum*), με 100% αιθέριο έλαιο βασιλικού χωρίς προσθήκη συνθετικών συστατικών. Το συγκεκριμένο αιθέριο έλαιο περιλαμβάνει συνολικά 100 συστατικά, από τα οποία τα 98 δεν αναφέρονται καθώς η συγκέντρωσή τους είναι μικρότερη από 0.71% (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Χημική σύσταση αιθέριου ελαίου Βασιλικού Basil ct Linalol (5 ml)

Estragole	72.01%
Linalol	18.36%

(Πηγή: <https://pranarom.us/products/essential-oils/basil-linalol/>)

- 4^η μεταχείριση: Αποτελούνταν από το βασικό διάλυμα συντήρησης με προσθήκη αιθέριου ελαίου Δάφνης σε συγκέντρωση 100ppm (Da100), με την σύριγγα μικρολίτρων Hamilton υπο ασηπτικές συνθήκες.

Το εμπορικό σκεύασμα του αιθέριου ελαίου δάφνης της ίδιας εταιρείας είναι το Laurel, Bay leaf (*Laurus nobilis*), με 100% αιθέριο έλαιο δάφνης χωρίς προσθήκη συνθετικών συστατικών (Πίνακας 2). Το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (USDA) και ο γαλλικός οργανισμός πιστοποίησης τροφίμων ECOCERT έχουν πιστοποιήσει την ασφάλεια και των δύο εμπορικών σκευασμάτων.

Πίνακας 2: Χημική σύσταση αιθέριου ελαίου Δάφνης Laurel, Bay Leaf (5 ml)

1,8-Cineole	42.57%
Alpha-Terpinyl Acetate	9.21%
Sabinene	7.34%
Linalool	6.99%
Alpha-Pinene	5.05%
Beta-Pinene	4.12%
Methyleugenol	4.02%
Terpinene-4-ol	2.61%
Alpha-Terpineol	2.39%
Limonene	1.44%
Eugenol	1.18%
Gamma-Terpinene	1.02%

Myrcene	0.86%
Para-Cymene	0.58%
Methylchavicol	<10 ppm
Safrol	<10 ppm

(Πηγή: <https://pranarom.us/products/essential-oils/bay-laurel/>)

Επειδή τα αιθέρια έλαια είναι μη διαλυτά στο νερό, για την καλή και επιτυχή διάλυση τους στο δοχείο των ανθέων, πριν απο την προσθήκη του αιθέριου ελαίου στο βασικό διάλυμα συντήρησης προστίθεται το Tween 20, το οποίο δρά ως γαλακτωματοποιητής και χρησιμοποιείται συνήθως σε περιεκτικότητες έως 2%.

2.4 Μετρήσεις

2.4.1 Κλιματικές συνθήκες

Στο δωμάτιο διατήρησης των δρεπτών ανθέων είχε τοποθετηθεί το καταγραφικό όργανο PeakTeack P 5185, το οποίο πραγματοποιούσε καθημερινές καταγραφές θερμοκρασίας και υγρασίας. Η μέση θερμοκρασία που καταγράφηκε την ημέρα μέσα στο δωμάτιο συντήρησης ήταν 28,71 °C και η σχετική υγρασία 46,46%. Οι λάμπες φθορισμού, που ήταν τοποθετημένες πάνω απο τις μεταχειρίσεις, είχαν φωτοπερίοδο 12 ώρες.

2.4.2 Χαρακτηριστικά των διαλυμάτων συντήρησης

Οι μετρήσεις που αφορούσαν στο θρεπτικό διάλυμα των δοχείων ήταν η μέτρηση του pH του διαλύματος στην αρχή και στο τέλος του πειράματος, η καθημερινή καταγραφή του όγκου του διαλύματος καθώς και η μέτρηση των μικροβιακών αποικιών στο τέλος του πειράματος για την κάθε μεταχείριση.

Το pH του βασικού διαλύματος συντήρησης μετρήθηκε με την βοήθεια φορητού, ψηφιακού πεχαμέτρου PH-009, το οποίο απολυμαίνονταν με αιθυλική αλκοόλη μετά

απο κάθε μέτρηση και ρυθμίστηκε να έχει τιμή 3. Το στόμιο των δοχείων καλύφθηκε με parafilm, ώστε να περιοριστούν οι απώλειες λόγω της εξάτμισης και καταγραφόταν καθημερινά η στάθμη του διαλύματος στα δοχεία.

2.4.3 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Οι μικροβιολογικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της εργασίας είναι κοινές για τα διαλύματα συντήρησης και για τον ιστό των ανθικών στελεχών. Για την πραγματοποίηση των μικροβιολογικών αναλύσεων του φυτικού ιστού αποκόπηκε απο το κατώτερο μέρος του δρεπτού άνθους κάθε μεταχείρισης και τεμαχίστηκε 1g βλαστού με τη χρήση νυστεριού και λαβίδας μπροστά απο λύχνο Bunsen. Διατηρώντας πάντα ασηπτικές συνθήκες και απολυμαίνοντας με αιθυλική αλκοόλη κάθε φορά το χρησιμοποιούμενο εργαλείο, το τεμαχισμένο κομμάτι βλαστού μεταφέρθηκε στο δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε υδατικό διάλυμα πεπτόνης. Πραγματοποιήθηκε ανακίνηση του δοκιμαστικού σωλήνα για 1 λεπτό και με πιπέτα ρυθμιζόμενου όγκου μεταφέρθηκε 1mL διαλύματος απο τον συγκεκριμένο δοκιμαστικό σωλήνα σε άλλο με περιεχόμενο διάλυμα πεπτόνης. Η συγκεκριμένη διαδικασία επαναλήφθηκε μέχρι να γίνει τρεις φορές αραιώση (δεκαδικές αραιώσεις). Με το τέλος των δεκαδικών αραιώσεων, παραλήφθηκε 0,2mL δείγματος απο την 3η αραιώση. Το 0,1mL τοποθετήθηκε στο τρυβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα TSA που είναι εκλεκτικό για ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων και το υπόλοιπο 0,1mL σε τρυβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα DG-18 που είναι εκλεκτικό υπόστρωμα για ζύμες και μύκητες. Το δείγμα που τοποθετήθηκε στα τρυβλία επιστρώθηκε με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου Pasteur πραγματοποιώντας την τεχνική της επιφανειακής επίστρωσης (spread plating). Τα τρυβλία αναστράφηκαν και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο επώασης σε θερμοκρασία 25°C για 72h±2.

Οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με σκοπό τον προσδιορισμό των βακτηρίων, ζυμών και μυκήτων στην αρχή και στο τέλος του πειράματος. Η καταμέτρηση των αποικιών στα τρυβλία πραγματοποιήθηκε 3 ημέρες μετά την επώασή τους και επιλέχθηκαν τα τρυβλία που διέθεταν από 30 έως 300 αποικίες.

2.4.4 Μετρήσεις φυσιολογίας δρεπτών ανθέων

2.4.4.1 Βάρος ανθοφόρου στελέχους

Λαμβάνονταν καθημερινές καταγραφές νωπού βάρους του άνθους όλων των μεταχειρίσεων και του βάρους του ανθοδοχείου με τη βοήθεια του ζυγού ακριβείας.

2.4.4.2 Διάμετρος ανθοφόρου στελέχους

Η μέτρηση της διαμέτρου του ανθοφόρου στελέχους έγινε στο κατώτερο σημείο του βλαστού στην αρχή και στο τέλος του πειράματος και έγινε με τη χρήση του παχύμετρου. Πιο συγκεκριμένα, απο τη βάση κάθε ανθοφόρου βλαστού αφαιρέθηκε τμήμα του με νυστέρι, μπροστά απο τη φλόγα, έτσι ώστε να μειωθεί η πιθανότητα μόλυνσης, υπο ασηπτικές συνθήκες, ώστε το τελικό μήκος του εναπομείναντα ανθοφόρου βλαστού να είναι 30 cm. Αμέσως μετά, διατηρώντας τις ασηπτικές συνθήκες, μετρήθηκε η διάμετρος της βάσης του βλαστού με τη βοήθεια του παχύμετρου, απολυμαίνοντας το με αιθυλική αλκοόλη μετά απο κάθε μέτρηση.

2.4.4.3 Κάμψη λαιμού

Η κάμψη του λαιμού των ανθέων μετρήθηκε με την χρήση μοιρογνομονίου καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.

2.4.4.4 Φθορισμός χλωροφύλλης

Απο το κάθε ανθοφόρο στέλεχος αφαιρέθηκαν όλα τα φύλλα εκτός απο τα τρία ανώτερα σύνθετα φύλλα και καταγράφηκε ο φθορισμός της χλωροφύλλης απο τα τρία ανώτερα φύλλα, απο τρία διαφορετικά σημεία του κάθε φύλλου, με την βοήθεια του οργάνου χλωροφυλλομέτρησης Opti-Sciences CCM-200.

2.4.4.5 Χρώμα του άνθους

Το χρώμα του άνθους μετρήθηκε απο τα τρία εξωτερικά πέταλα που αφαιρέθηκαν, με τη χρήση του φορητού χρωματόμετρου KONICA MINOLTA CR-410. Με αυτήν την συσκευή λαμβάνονταν 5 μετρήσεις σε διαφορετικά σημεία σε κάθε πέταλο και προέκυπτε ο μέσος όρος των εξής παραμέτρων: L*, a*, b*, C* και h. Οι παράμετροι αυτοί βασίζονται στο χρωματικό μοντέλο CIE Lab που παρουσιάστηκε από την CIE το 1976. Ο L* (lightness) παράγοντας αντιπροσωπεύει την φωτεινότητα, ο a* το κόκκινο-

πράσινο χρώμα, με τις θετικές τιμές του a^* να αντιπροσωπεύουν το κόκκινο χρώμα και τις αρνητικές τιμές του το πράσινο, ο b^* το κίτρινο-μπλέ χρώμα, με τις θετικές τιμές του b^* να αντιπροσωπεύουν το κίτρινο χρώμα ενώ οι αρνητικές το μπλέ, ο C^* (chroma) προσδιορίζει την ένταση του χρώματος και ο h (hue angle) προσδιορίζει την απόχρωση παίρνοντας τιμές από 0 έως 270 μοίρες. Συγκεκριμένα η τιμή 0 μοίρες αντιπροσωπεύει το κόκκινο χρώμα, 90 μοίρες το κίτρινο, 180 μοίρες το πράσινο και 270 μοίρες το μπλέ χρώμα (Pedrosa et al., 2021).

Γινόταν επίσης, καθημερινή καταγραφή παρατηρήσεων που αφορούσαν στην γενικότερη όψη του κάθε δρεπτού άνθους, καταγραφή συμπτωμάτων όπως χλώρωση, μαρασμό, κάψιμο των φύλλων, μαρασμό των πετάλων, κάμψη του λαιμού του άνθους και καφέτιασμα του βλαστού.

2.5 Παρασκευή διαλυμάτων μικροβιολογικών αναλύσεων

2.5.1 Υδατικό διάλυμα πεπτόνης (PW)

Για την παρασκευή του διαλύματος πεπτόνης (Peptone Water) που απαιτείται για την πλήρωση των δοκιμαστικών σωλήνων για τις μικροβιακές αναλύσεις, απαιτήθηκαν 0,5gr πεπτόνης σε 500mL απιονισμένου νερού. Συγκεκριμένα, ζυγίστηκαν 0,5gr πεπτόνης σε ζυγό ακριβείας, τοποθετήθηκαν σε μπουκάλι Duran χωρητικότητας 500mL και τελικά διαλύθηκαν σε 500mL απιονισμένου νερού. Το μπουκάλι με την πεπτόνη τοποθετήθηκε σε μαγνητικό αναδευτήρα με θερμαινόμενη πλάκα για 10 λεπτά, ώστε να ομογενοποιηθεί και να διαλυθεί καλά η πεπτόνη στο απιονισμένο νερό. Αμέσως μετά παραλήφθηκαν με σιφώνι μέτρησης 9mL από το διάλυμα πεπτόνης και μεταφέρθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα. Μετά την πλήρωση όλων των απαιτούμενων δοκιμαστικών σωλήνων ακολούθησε η αποστείρωσή τους στο αυτόκαυστο μηχάνημα σε θερμοκρασία 121°C και πίεση 0.1 MPa για 15 λεπτά.

2.5.2 Θρεπτικά υποστρώματα ανάπτυξης μικροοργανισμών

Για την καταμέτρηση των μικροβιακών πληθυσμών και γενικότερα του μικροβιακού φορτίου των τριανταφύλλων κατά την έναρξη και στο τέλος του πειράματος έγινε χρήση των θρεπτικών υποστρωμάτων TSA (Tryptone Soya Agar) και DG-18 (Dichloran-Glycerol Agar Base). Όλα τα θρεπτικά υποστρώματα παρασκευάστηκαν σύμφωνα με τις οδηγίες της προμηθεύτριας εταιρείας.

Το Tryptone Soya Agar (TSA) είναι ένα μέσο ανάπτυξης για την καλλιέργεια βακτηρίων και μυκήτων ενώ το Dichloran-Glycerol Agar Base (DG-18) χρησιμοποιείται για την απομόνωση μυκήτων και ζυμών.

Αναλυτικότερα, για την παρασκευή του θρεπτικού υποστρώματος TSA ζυγίστηκαν 18,5gr άγαρ σε ζυγό ακριβείας και τοποθετήθηκαν σε μπουκάλι Duran, το οποίο πληρώθηκε με 500mL απιονισμένο νερό. Για την παρασκευή του DG-18 υποστρώματος μετρήθηκε ποσότητα 87,5mL γλυκερόλης σε ογκομετρική φιάλη των 100mL και μεταφέρθηκε σε μπουκάλι Duran χωρητικότητας 500mL. Στη συνέχεια, ζυγίστηκαν 15,8gr άγαρ σε ζυγό ακριβείας, μεταφέρθηκαν στην Duran και τελικά το μπουκάλι πληρώθηκε με 500mL απιονισμένο νερό. Τα μπουκάλια Duran με TSA και DG-18 περιεχόμενο τοποθετήθηκαν σε μαγνητικό αναδευτήρα με θερμαινόμενη πλάκα για 10 λεπτά.

Μετά την ανάδευση, μεταφέρθηκαν στο αυτόκαυστο μηχάνημα του εργαστηρίου για την αποστείρωσή τους στους 121 °C για 15 λεπτά. Με το πέρας των 15 λεπτών, τα αποστειρωμένα μπουκάλια μεταφέρθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 45 °C ώστε η θερμοκρασία τους να πέσει και να είναι εφικτή η διανομή του περιεχομένου τους σε αποστειρωμένα τρυβλία Petri.

Η διαδικασία πλήρωσης των πλαστικών τρυβλίων Petri με θρεπτικό υπόστρωμα TSA και DG-18 πραγματοποιήθηκε μπροστά από λύχνο Bunsen για την διατήρηση των ασηπτικών συνθηκών. Αφού ολοκληρώθηκε αυτή η διαδικασία, τα τρυβλία αφέθηκαν 24 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου για να σταθεροποιηθούν και μετά τοποθετήθηκαν στο ψυγείο, ώστε να συντηρηθούν μέχρι την χρήση τους.

2.6 Προκαταρκτικό και Κύριο πείραμα

Στις 10/7/2020 πραγματοποιήθηκε προκαταρκτικό πείραμα με σκοπό τον έλεγχο αποτελεσματικότητας χρήσης του αιθέριου ελαίου Βασιλικού σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ως διάλυμα συντήρησης των τριαντάφυλλων και συγκεκριμένα στην συγκέντρωση των 100ppm, των 200ppm και των 300ppm. Για αυτό το σκοπό, 15 δρεπτά στελέχη τοποθετήθηκαν σε αντίστοιχο αριθμό γυάλινων δοχείων χωρητικότητας 250mL και διατηρήθηκαν στα ανθοδοχεία 5 ημέρες.

Το κύριο πείραμα ξεκίνησε στις 23/7/2020. Χρησιμοποιήθηκαν 12 δρεπτά άνθη τριαντάφυλλων κίτρινου χρώματος ποικιλίας Sunrise, τα οποία τοποθετήθηκαν σε διαλύματα με τρεις επαναλήψεις που περιείχαν μόνο το βασικό διάλυμα συντήρησης (μάρτυρας), 100ppm αιθέριου ελαίου βασιλικού (*Ocimum basilicum*), 100ppm αιθέριου ελαίου δάφνης (*Laurus nobilis*), καθώς και σε εμπορικό σκεύασμα FlowerFresh, το οποίο είναι σκεύασμα συντήρησης ανθέων.

Η πειραματική διαδικασία ολοκληρώθηκε στις 31/7/2020. Ως τέλος της πειραματικής διαδικασίας ορίστηκε η στιγμή που θα παρατηρηθούν συμπτώματα όπως μαρασμός των 5 εξωτερικών πετάλων, κάμψη του λαιμού των τριανταφύλλων ή μείωση της σπαργής του 50% των πετάλων.

2.7 Επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου Stargraphics Centurion XVI.I και 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 ξεκίνησε στις 10 Ιουλίου 2020 και είχε διάρκεια μόνο 5 ημέρες, καθώς παρατηρήθηκε καφέ μεταχρωματισμός στο κατώτερο τμήμα των φυτικών βλαστών που βρίσκονταν στο ανθοδοχείο με συγκέντρωση αιθέριου ελαίου βασιλικού 200ppm και 300ppm αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό, οδήγησε στην λήξη του πειράματος γιατί σε συνδιασμό με την πολυ άσχημη εξωτερική κατάσταση των τριανταφύλλων σε σύντομο χρονικό διάστημα, διαπιστώθηκε πως ίσως αυτές οι συγκεντώσεις αιθέριου ελαίου βασιλικού να είναι τοξικές.

Τα τριαντάφυλλα με διάλυμα συντήρησης το αιθέριο έλαιο βασιλικού στη συγκέντρωση των 200ppm όπως εξίσου και των 300ppm απέκτησαν απότομα καχεκτική εμφάνιση με εμφανή κάμψη λαιμού του μπουμπουκιού που δεν πρόλαβε να ανοίξει, όπως επίσης και μαρασμό στα φύλλα. Τα συμπτώματα αυτά μπορεί επίσης να οφείλονται στην αδυναμία του δρεπτού άνθους να απορροφήσει νερό, καθώς το κατώτερο τμήμα του βλαστού είχε μεταχρωματιστεί και πιθανόν αποφράξει (Εικόνα 1). Σύμφωνα και με την διεθνή βιβλιογραφία, η απόφραξη των αγγείων του ξυλώματος από μικροοργανισμούς μπορεί να προκαλέσει μαρασμό και κάμψη λαιμού στα δρεπτά άνθη, λόγω της αδυναμίας απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων από το διάλυμα (Damunupola & Joyce, 2008).

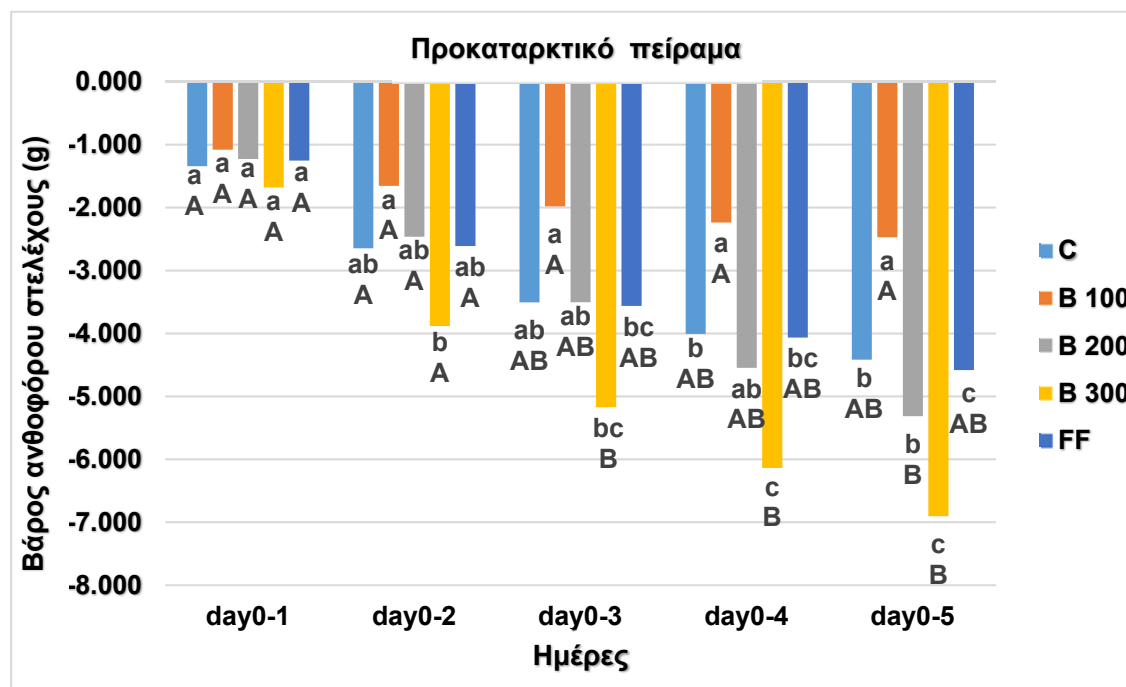


Εικόνα 1. Καφέ μεταχρωματισμός της βάσης δρεπτού άνθους τριανταφυλλιάς με εφαρμογή διαλύματος με περιεχόμενο αιθέριο έλαιο βασιλικού σε συγκέντρωση 100, 200 και 300ppm

Παράλληλα, σύμφωνα με τους Pirbalouti και Dadfar (2013), η καταστροφή των μεμβρανών και των νουκλεϊκών οξέων, όπως επίσης και ο θάνατος των φυτικών κυττάρων είναι πιθανό να προκληθούν από τις πολύ υψηλές συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων. Η παρατήρηση αυτή αποτέλεσε τη βάση για την οργάνωση του κύριου πειράματος στο οποίο χρησιμοποιήθηκε μόνο η συγκέντρωση των 100ppm του αιθέριου ελαίου βασιλικού, η οποία δεν εμφάνισε αρνητικές επιδράσεις στο φυτικό ιστό αλλά και στην γενικότερη εμφάνιση του τριαντάφυλλου.

3.1.1 Βάρος ανθοφόρου στελέχους

Στο διάγραμμα 1 απεικονίζεται η μεταβολή του μέσου όρου του βάρους των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς όλων των μεταχειρίσεων από την ημέρα παραλαβής των τριαντάφυλλων (ημέρα 0, d0). Όπως είναι εμφανές στο διάγραμμα απώλειας βάρους των δρεπτών ανθέων, τα δρεπτά άνθη του μάρτυρα, του εμπορικού σκευάσματος και του αιθέριου ελαίου βασιλικού στην συγκέντρωση των 100ppm παρουσίασαν ηπιότερες μεταβολές βάρους σε σύγκριση με αυτά που τοποθετήθηκαν σε συγκέντρωση 200ppm και 300ppm.



Διάγραμμα 1. Καθημερινή μεταβολή του μέσου όρου μεταβολής του βάρους των ανθικών στελεχών τριανταφυλλιάς ($p < 0.05$) σε σχέση με την πρώτη ημέρα τοποθέτησής τους στο βάζο, μεταξύ του μάρτυρα (C), αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm (B 100), αιθέριου ελαίου βασιλικού 200ppm (B 200), αιθέριου ελαίου βασιλικού 300ppm (B 300) και εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) ($n=3$). Όπου a,b,c: διαφορά της κάθε μεταχείρισης μεταξύ των ημερών και όπου A,B: διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων την ίδια ημέρα

Πιο συγκεκριμένα, τα τριαντάφυλλα του μάρτυρα (C) έχασαν κατά μέσο όρο συνολικά 4,42g, του εμπορικού σκευάσματος (FF) 4,58g, του αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm (B100) 2,48g, του αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 200ppm (B200) 5,32g και του αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 300ppm (B300) 6,91g. Απο τα συγκεκριμένα αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι τα τριαντάφυλλα που βρίσκονταν στο διάλυμα με περιεχόμενο αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm παρουσίασαν μικρές μεταβολές στο βάρος των ανθέων συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και είχαν την μικρότερη απώλεια βάρους.

Τα τριαντάφυλλα στα ανθοδοχεία με περιεχόμενο αιθέριο έλαιο συγκέντρωσης 200ppm και 300ppm εμφάνισαν τις μεγαλύτερες κατά μέσο όρο απώλειες βάρους ανθέων σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις ενώ σε σύγκριση μεταξύ τους η συγκέντρωση των 300ppm προκάλεσε τις μεγαλύτερες και πιο απότομες απώλειες βάρους. Η παρατήρηση αυτή μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα δρεπτά άνθη πραγματοποιούσαν την διαπνοή τους, ενώ παράλληλα είχαν αποφράξει στο κατώτερο μέρος του βλαστού και επομένως την τελευταία μέρα είχαν μικρότερο βάρος σε σχέση με την ημέρα παραλαβής τους.

Αντίθετα, η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου βασιλικού στα 100ppm διατήρησε το βάρος των δρεπτόν ανθέων κοντά στην τιμή της ημέρας παραλαβής τους, χάνοντας βάρος με μικρότερο ρυθμό συγκριτικά με όλες τις μεταχειρίσεις. Παρατηρείται επίσης, πως η μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στην συγκέντρωση των 100 και 200ppm μέχρι και την 3^η μέρα προκάλεσε στα φυτά απώλεια βάρους μικρότερη απο τον μάρτυρα και το εμπορικό σκεύασμα. Επομένως, είναι πιθανό η απόφραξη στα δρεπτά άνθη της μεταχείρισης B 200 να πραγματοποιήθηκε απο την 3^η ημέρα και μετά.

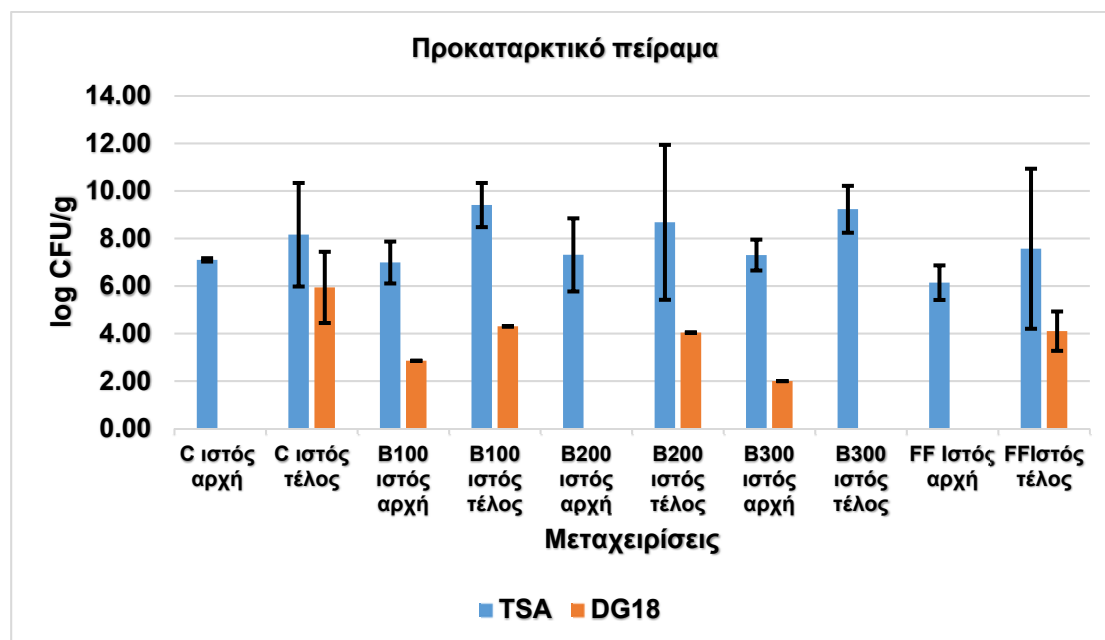
Απο την στατιστική ανάλυση για την σύγκριση των μεταχειρίσεων μεταξύ τους για την ίδια ημέρα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μέχρι και την 3^η ημέρα στην οποία παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ της μεταχείρισης με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στα 100ppm και το αιθέριο έλαιο βασιλικού στα 300ppm όπως επίσης και την πέμπτη μέρα που παρατηρήθηκε σημαντική μείωση βάρους και στη μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στα 200ppm. Μεταξύ των ημερών ανά μεταχείριση, στατιστικώς σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε την 4^η και 5^η ημέρα για όλες τις μεταχειρίσεις εκτός απο την συγκέντρωση των 300ppm του αιθέριου ελαίου

βασιλικού στην οποία παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά από την 2^η ημέρα. Η μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στη συγκέντρωση των 100ppm δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ημερών.

3.1.2 Μικροβιολογικές αναλύσεις στον φυτικό ιστό

Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η σύγκριση του μέσου όρου των μικροβιακών αποικιών της κάθε μεταχείρισης στην αρχή και στο τέλος του πειράματος. Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης ήταν απαραίτητο ο αριθμός των μικροβιακών αποικιών να μετατραπεί σε logCFU/g, όπου CFU: ο αριθμός των σχηματιζόμενων αποικιών και g: το βάρος του φυτικού ιστού σε g.

Όπως γίνεται εύκολα διακριτό από το παρακάτω διάγραμμα, στην αρχή του πειράματος όλες οι μεταχειρίσεις είχαν παρόμοια επίπεδα μικροβιακής ανάπτυξης στο υπόστρωμα TSA ενώ η μεταχείριση του μάρτυρα, του εμπορικού σκευάσματος και του αιθέριου ελαίου βασιλικού στη συγκέντρωση των 200ppm δεν εμφάνισαν καθόλου αποικίες στο υπόστρωμα DG18. Στο τέλος του πειράματος τα επίπεδα ανάπτυξης των μικροοργανισμών αυξήθηκαν σε σχέση με τις αρχικές τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις τόσο στο υπόστρωμα TSA όσο και στο DG18.



Διάγραμμα 2. Σύγκριση του μέσου όρου των μικροβιακών αποικιών στον φυτικό ιστό όλων των μεταχειρίσεων και συγκεκριμένα στα τριαντάφυλλα του μάρτυρα (C), του αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm (B100), αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 200ppm (B200), αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 300ppm (B300) και εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) στην αρχή και στο τέλος του πειράματος

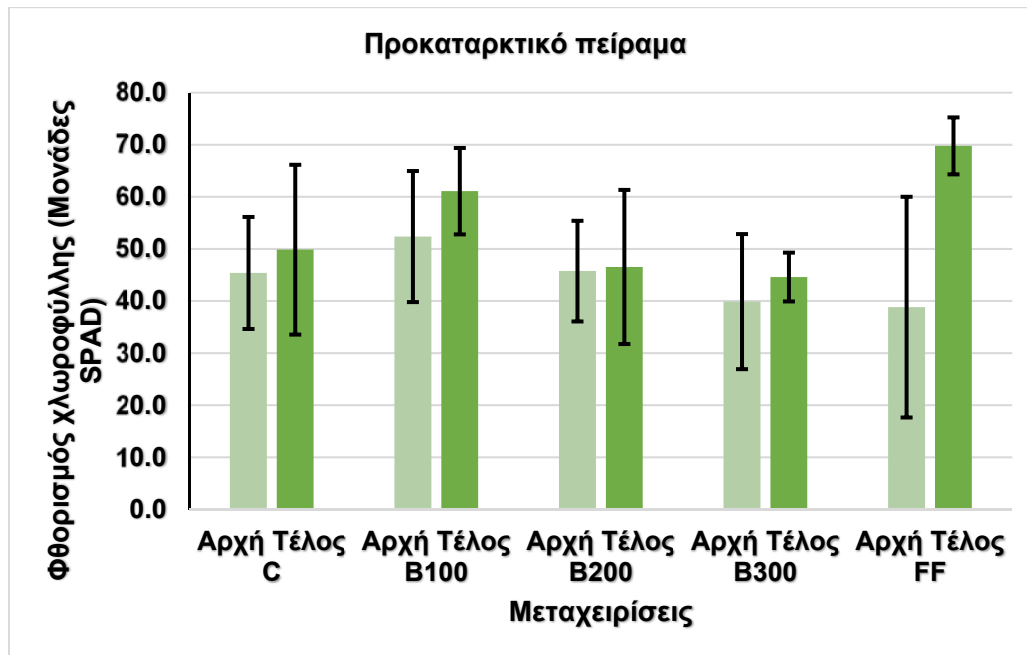
Παρατηρείται επίσης, πως ο τελικός αριθμός των σχηματιζόμενων αποικιών στο TSA υπόστρωμα στην μεταχείριση του μάρτυρα (C), του εμπορικού σκευάσματος (FF) και του αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 200ppm (B200), διατηρήθηκε σχετικά κοντά στην τιμή των αποικιών που μετρήθηκε στην αρχή του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα ο αριθμός των μικροβιακών αποικιών στην μεταχείριση του μάρτυρα αυξήθηκε κατά μέσο όρο κατά 1,06 logCFU/g, στο εμπορικό σκεύασμα κατά 1,43 logCFU/g και στο αιθέριο έλαιο βασιλικού 200ppm κατά 1,37 logCFU/g. Παρ'όλα αυτά διακρίνεται μια μεγάλη τυπική απόκλιση σε αυτές τις μεταχειρίσεις και επομένως υπήρχε μια ανομοιομορφία μεταξύ των φυτών.

Την μεγαλύτερη και πιο απότομη μεταβολή του μικροβιακού φορτίου τους, παρουσίασαν τα τριαντάφυλλα της μεταχείρισης με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στη συγκέντρωση των 100ppm όπου ο μέσος όρος της τιμής του αυξήθηκε κατά 2,42 logCFU/g. Η αμέσως επόμενη μεταχείριση με σχετικά υψηλή αύξηση του μικροβιακού φορτίου του φυτικού ιστού ήταν το αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 300ppm με αύξηση κατά 1,93 logCFU/g. Θα ήταν παράληψη να μην αναφερθεί η αρχική ταλαιπωρημένη κατάσταση των τριαντάφυλλων, καθώς τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι πλήρως αντιπροσωπευτικά των ιδιοτήτων των αιθέριων ελαίων. Μετά απο επεξεργασία των τιμών και των τυπικών αποκλίσεων δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων εκτός απο την μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στην συγκέντρωση των 300ppm.

3.1.3 Φθορισμός της χλωροφύλλης

Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η μεταβολή του μέσου όρου φθορισμού της χλωροφύλλης που μετρήθηκε απο τα τρία ανώτερα φύλλα του κάθε δρεπτού άνθους στην αρχή και στο τέλος του πειράματος. Ο φθορισμός χλωροφύλλης μετρήθηκε σε μονάδες SPAD και μεταξύ των τιμών των μεταχειρίσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά λόγω μεγάλων τυπικών αποκλίσεων.

Όπως γίνεται διακριτό και απο το διάγραμμα η τιμή του μέσου όρου φθορισμού της χλωροφύλλης αυξήθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις κατά το τέλος του πειράματος. Το αποτέλεσμα αυτό δεν ήταν το αναμενόμενο καθώς με το πέρασμα των ημερών τα δρεπτά άνθη μαραίνονταν και συνεπώς οι μονάδες χλωροφύλλης θα έπρεπε να ελλατωθούν.



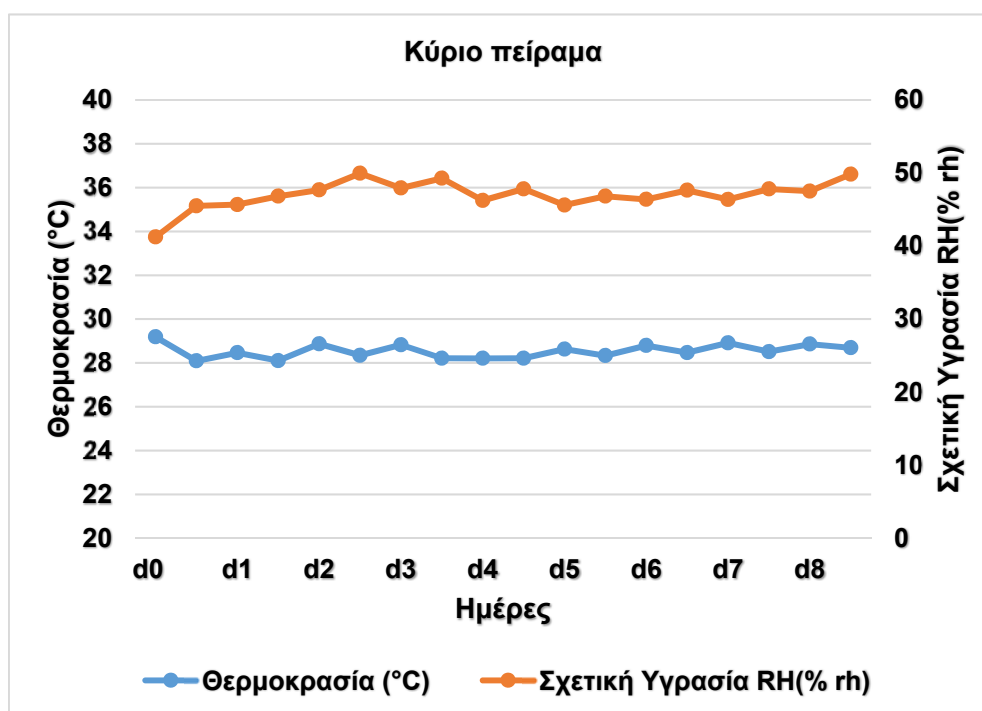
Διάγραμμα 3. Σύγκριση μέσου όρου φθορισμού της χλωροφύλλης (αρχή και τέλος πειράματος) μεταξύ των μεταχειρίσεων. Όπου C: Μάρτυρας, B100: αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm, B200: αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 200ppm, B300: αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 300ppm και FF: εμπορικό σκέυασμα FlowerFresh

Οι υψηλότερες μονάδες SPAD στο τέλος του πειράματος μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι τα φύλλα των τριαντάφυλλων στην τελική κατάστασή τους ήταν ξερά και συρρικνωμένα στο μεγαλύτερο μέρος τους και επομένως το χλωροφυλλόμετρο μέτρησε την ένταση φθορισμού σε μικρότερη επιφάνεια, οπότε και περισσότερες μονάδες SPAD ανά μονάδα επιφάνειας. Συνεπώς, η τιμή του μέσου όρου των μονάδων SPAD δεν είναι πλήρως αντιπροσωπευτικές και συνεπώς τα αποτελέσματα είναι ανακριβή.

3.2 Κύριο πείραμα

3.2.1 Συνθήκες περιβάλλοντος κατά την συντήρηση των δρεπτών ανθέων

Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας, συνθήκες που επικρατούσαν κατά την διεξαγωγή του κύριου πειράματος.



Διάγραμμα 4. Διακύμανση θερμοκρασίας (°C) και σχετικής υγρασίας (% rh) στο χώρο διατήρησης των δρεπτόν ανθέων τριανταφυλλιάς απο 23/7/20 μέχρι 31/7/20

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, δεν υπήρχαν σημαντικές μεταβολές του μέσου όρου θερμοκρασίας και υγρασίας μεταξύ των ημερών. Ο μέσος όρος ημερήσιας και νυκτερινής θερμοκρασίας μεταβάλλονταν ανα ημέρα περίπου κατά 1°C, ενώ δεν παρουσιάστηκε σημαντική απόκλιση της μέσης τιμής της νυκτερινής απο την ημερήσια θερμοκρασία. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία ήταν 28,71 °C με μέση σχετική υγρασία 46,46% και η μέση νυκτερινή θερμοκρασία 28,33 °C με μέση σχετική υγρασία 47,94%.

Η υψηλότερη μέση θερμοκρασία καταγράφηκε την πρώτη ημέρα στους 29,19 °C ενώ η χαμηλότερη άγγιξε τους 28,1 °C την ίδια ημέρα. Η υψηλότερη μέση σχετική υγρασία καταγράφηκε το βράδυ της δεύτερης ημέρας (d2) με τιμή 50% ενώ η

χαμηλότερη καταγράφηκε την ημέρα παραλαβής (d0) στο 41,24%. Απο τις μετρήσεις του καταγραφικού θερμοκρασίας και υγρασίας αλλά όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4, η μέση σχετική υγρασία τη νύχτα είχε υψηλότερη τιμή σε σχέση με τη μέση σχετική υγρασία ημέρας ενώ στη θερμοκρασία ισχύει το αντίστροφο.

Αναφερόμενοι και σε άλλες εργασίες σε διεθνές επίπεδο σχετικά με την μετασυλλεκτική μεταχείριση των δρεπτόν ανθέων γενικά αλλά και συγκεκριμένα των τριαντάφυλλων οι συνθήκες θερμοκρασίας που επικρατούσαν ήταν κοντά στους 20-25 °C και σχετικής υγρασίας στους 60-70%.

Οι Ichimura et al. το 1999, σε πείραμα σχετικά με την μετασυλλεκτική διάρκεια ζωής των δρεπτόν τριαντάφυλλων, σε θάλαμο με θερμοκρασία 20 °C, 25 °C και 30 °C, με 70% σχετική υγρασία και 12 ώρες φωτοπερίοδο, παρατήρησαν ότι όσο υψηλότερη η θερμοκρασία τόσο μειωνόταν και η διάρκεια ζωής των δρεπτόν ανθέων. Το συμπέρασμα αυτό ισχυροποιείται και απο την παρατήρηση των Jiao et al. (1991), πως σε υψηλές θερμοκρασίες ευνοείται η βακτηριακή ανάπτυξη και επομένως η έμφραξη των αγγείων του ξυλώματος, με τελικό αποτέλεσμα την κάμψη λαιμού των ανθέων και τον μαρασμό τους.

Παράλληλα, οι Norikoshi et al. το 2012, σε παρόμοιο πείραμα εφαρμόζοντας τον ίδιο συντηρητικό παράγοντα στο ανθοδοχείο των δρεπτόν τριαντάφυλλων αλλά σε διαφορετικές θερμοκρασίες παρατήρησαν ότι η διάρκεια ζωής των τριαντάφυλλων στην χαμηλότερη θερμοκρασία (23 °C) επιμυκηνόταν ενώ σε υψηλότερη και συγκεκριμένα στους 30°C μειωνόταν.

Σε πείραμα που εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο βασιλικού σε δρεπτά τριαντάφυλλα η θερμοκρασία ήταν 23 ± 1 °C και η σχετική υγρασία 70%, συνθήκες στις οποίες ευνοήθηκε η παραπάνω διατήρηση των τριαντάφυλλων. Συγκεκριμένα η συγκέντρωση αιθέριου ελαίου βασιλικού στη συγκέντρωση των 25mg/L διατήρησε τα δρεπτά τριαντάφυλλα περίπου 6 ημέρες, στα 50mg/L περίπου 5,5 ημέρες και στα 100mg/L περίπου 5 ημέρες, με τα τριαντάφυλλα του μάρτυρα να έχουν διάρκεια ζωής 4 ημέρες (Shanan, 2012).

Στην παρούσα εργασία οι συνθήκες μέσης θερμοκρασίας ήταν λίγο υψηλότερες (28-29 °C) και η μέση σχετική υγρασία πολύ κατώτερη (46-47%) απο τις συνθήκες συντήρησης των ανωτέρω πειραμάτων, χωρίς όμως αυτό να έχει αρνητική επίδραση

στην διάρκεια ζωής των τριανταφύλλων, δεδομένου ότι διατηρήθηκαν περισσότερες ημέρες συγκριτικά με τον μάρτυρα. Αυτές οι συνθήκες συντήρησης ήταν αναμενόμενες, αφού το πείραμα διεξήχθη το καλοκαίρι στην Ελλάδα (Ιούλιος). Σύμφωνα με τους Mortensen et al. (1992), η σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι μικρότερη σε σχέση με τη σχετική υγρασία του χειμώνα. Παράλληλα, η χαμηλή θερμοκρασία του χειμώνα συνοδεύεται από υψηλή σχετική υγρασία, συνθήκες που μειώνουν την μετασυλλεκτική διάρκεια ζωής των ανθέων (Marissen, 2001, Marissen και Benninga, 2001).

Σχετικά με το αιθέριο έλαιο δάφνης, δεν εντοπίστηκαν μελέτες της επιστημονικής κοινότητας πάνω στη μετασυλλεκτική διατήρηση των δρεπτών ανθέων αλλά ούτε και σε τρόφιμα, παρά μόνο έγινε αναφορά σε προστασία ροδάκινων και ακτινιδίων από μύκητες.

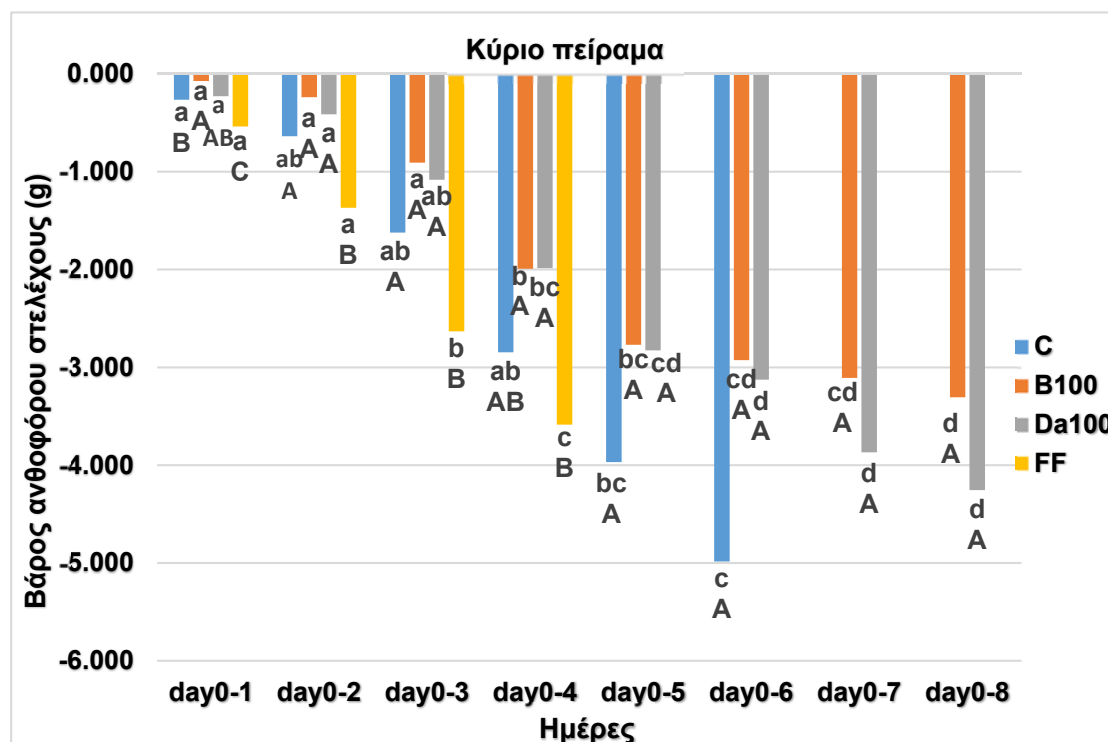
3.2.2 Βάρος ανθοφόρου στελέχους

Στο διάγραμμα 5 παρουσιάζεται για το κύριο πείραμα η μεταβολή του μέσου όρου του βάρους των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς όλων των μεταχειρίσεων σε σύγκριση με την ημέρα έναρξης του πειράματος (23/7/2020), η οποία ορίστηκε ως ημέρα 0 (d0). Μπορεί εύκολα να διακριθεί στο διάγραμμα πως τα δρεπτά τριαντάφυλλα της μεταχείρισης με το εμπορικό σκεύασμα FlowerFresh (FF) ήταν τα πρώτα που μαράθηκαν και ολοκλήρωσαν την πειραματική διαδικασία στις 4 ημέρες, σε σύγκριση με τα τριαντάφυλλα των άλλων μεταχειρίσεων που διατηρήθηκαν μέχρι την 6^η ημέρα για το μάρτυρα (C) και την 8^η ημέρα για το αιθέριο έλαιο βασιλικού (B100) και δάφνης (Da100).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων τα τριαντάφυλλα με το εμπορικό σκεύασμα (FF) παρουσίασαν απότομες και μεγάλες μεταβολές του νωπού βάρους τους κατά μέσο όρο και εμφάνισαν συνολικά απώλεια βάρους 3,59g σε μόλις 4 ημέρες. Την αμέσως επόμενη μεγάλη απώλεια βάρους εμφάνισαν τα τριαντάφυλλα του μάρτυρα (C), τα οποία στην αρχή έχαναν νωπό βάρος σταδιακά και ομοιόμορφα ενώ κατά την 3^η ημέρα παρουσίασαν απότομη απώλεια βάρους.

Η αύξηση της απώλειας βάρους για τα άνθη του μάρτυρα συνεχίστηκε μέχρι την 6^η ημέρα, η οποία τελικά σημειώθηκε ως συνολική απώλεια 4,99g νωπού βάρους. Οι

μεταχειρίσεις με το αιθέριο έλαιο βασιλικού και δάφνης στην συγκέντρωση των 100ppm παρουσίασαν ομαλές μεταβολές του νωπού βάρους των τριανταφύλλων ενώ κατά την 3^η ημέρα άρχισαν να αυξάνουν τις απώλειες τους απότομα. Τα τριαντάφυλλα αυτών των μεταχειρίσεων είχαν διάρκεια ζωής 8 ημέρες με τα δρεπτά τριαντάφυλλα με το αιθέριο έλαιο βασιλικού να φέρουν συνολική απώλεια νωπού βάρους 3,31g και εκείνα με το αιθέριο έλαιο δάφνης 4,26g.



Διάγραμμα 5. Καθημερινή μεταβολή του μέσου όρου διαφοράς του βάρους των ανθέων τριανταφυλλιάς σε σχέση με την πρώτη ημέρα μεταξύ του μάρτυρα (C), αιθέριου ελαίου βασιλικού 100ppm (B 100), αιθέριου ελαίου δάφνης 100ppm (Da 100) και εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF). Όπου a,b,c,d: διαφορά της κάθε μεταχείρισης μεταξύ των ημερών και όπου A,B,C: διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων την ίδια ημέρα

Όπως προκύπτει από τη συνολική απώλεια βάρους ανθοφόρων στελεχών της κάθε μεταχείρισης τα τριαντάφυλλα του μάρτυρα ήταν αυτά που είχαν την μεγαλύτερη απώλεια κατά μέσο όρο και τα τριαντάφυλλα με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στην 100ppm συγκέντρωση είχαν την μικρότερη συνολική κατά μέσο όρο απώλεια βάρους.

Συγκρίνοντας όμως όλες τις μεταχειρίσεις ως προς την 4^η ημέρα στην οποία κατέληξαν τα τριαντάφυλλα του εμπορικού σκευάσματος η σειρά των μεταχειρίσεων με την μεγαλύτερη συνολική απώλεια βάρους κατά μέσο όρο είναι: τα τριαντάφυλλα του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) με απώλεια 3,59g, τα τριαντάφυλλα του μάρτυρα (C) με απώλεια 2,85g, τα τριαντάφυλλα με αιθέριο έλαιο βασιλικού με

απώλεια 1,993g και τέλος τα τριαντάφυλλα με αιθέριο έλαιο δάφνης με απώλεια 1,987g.

Το γεγονός ότι στην μεταχείριση του εμπορικού σκευάσματος τα δρεπτά άνθη παρουσίασαν μεγαλύτερη απώλεια βάρους σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις απο την πρώτη κιόλας μέρα, σηματοδοτεί πως μάλλον τα φυτά δεν απορρόφησαν ικανοποιητικά τα θρεπτικά συστατικά του σκευάσματος και συνεχώς έχαναν νερό και θρεπτικά απο τα φύλλα (Torre and Field, 2001). Αυτό μπορεί να οφείλεται στην αποτυχημένη ομογενοποίηση του σκευάσματος με το βασικό διάλυμα συντήρησης και επομένως να προκλήθηκε έμφραξη των αγγείων του ξυλώματος.

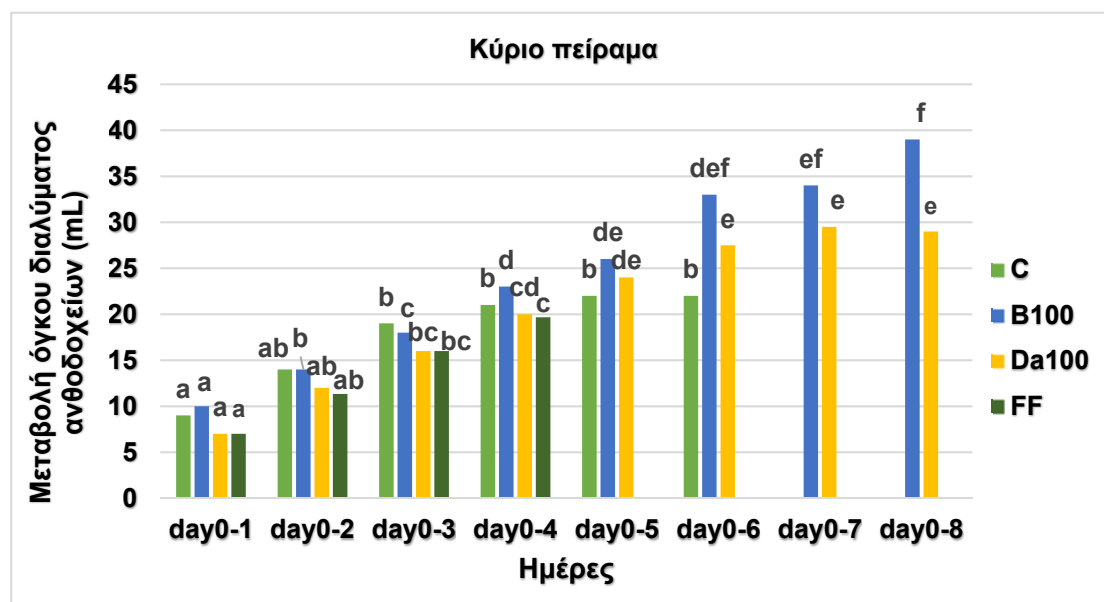
Σε πείραμα που εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο βασιλικού ως αντιμικροβιακός παράγοντας σε δρεπτά τριαντάφυλλα, η συγκέντρωση των 25, 50 και 100 mg/L παρέτεινε τη διάρκεια ζωής των τριανταφύλλων κατά 1 με 2 ημέρες σε σχέση με τον μάρτυρα, μειώνοντας την απώλεια νωπού βάρους. Στην συγκέντρωση των 100 mg/L αιθέριου ελαίου βασιλικού τα τριαντάφυλλα διατήρησαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους 5 ημέρες με απώλεια νωπού βάρους κατά 30,1% απο το αρχικό νωπό βάρος θεωρούμενο ως 100%, ενώ τα φυτά του μάρτυρα διατηρήθηκαν μέχρι την 4^η ημέρα με απώλεια βάρους 38,8%. Την μικρότερη απώλεια βάρους εμφάνισαν τα τριαντάφυλλα της μεταχείρισης με αιθέριο έλαιο βασιλικού στη συγκέντρωση των 25 mg/L όπου διατηρήθηκαν 6 ημέρες και είχαν απώλεια βάρους μόνο 30% σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ζωής (Shanan, 2012).

Στην παρούσα εργασία το αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm διατήρησε περισσότερες ημέρες (8 ημέρες) τα δρεπτά τριαντάφυλλα με μικρότερη απώλεια νωπού βάρους σε σχέση με τον μάρτυρα και με το εμπορικό σκεύασμα που διατηρήθηκαν μέχρι την 6^η και 4^η ημέρα αντίστοιχα.

3.2.3 Μεταβολή όγκου διαλυμάτων ανθοδοχείων

Στο διάγραμμα 6 απεικονίζεται ο μέσος όρος μεταβολής του όγκου των διαλυμάτων όλων των μεταχειρίσεων. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6 η μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm παρουσίασε την μεγαλύτερη συνολική απορρόφηση νερού στα 39mL σε 8 ημέρες ενώ στις ίδιες μέρες στη μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο δάφνης συγκέντρωσης 100ppm τα τριαντάφυλλα απορρόφησαν

συνολικά 29mL. Τα τριαντάφυλλα της μεταχείρισης του μάρτυρα και του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh απορρόφησαν συνολικά 22mL σε 6 ημέρες και 20mL σε 4 ημέρες αντίστοιχα.



Διάγραμμα 6. Σύγκριση του μέσου όρου μεταβολής του όγκου του διαλύματος στα μπουκάλια όλων των μεταχειρίσεων ανα ημέρα. Όπου C: διάλυμα του μάρτυρα, B100: διάλυμα με περιεχόμενο αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm, Da100: διάλυμα με περιεχόμενο αιθέριο έλαιο δάφνης συγκέντρωσης 100ppm και FF: εμπορικό σκευάσμα FlowerFresh. Όπου a,b,c,d,e,f: η διαφορά της κάθε μεταχείρισης μεταξύ των ημερών

Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις μεταξύ τους, ως προς την απορρόφηση διαλύματος την ίδια ημέρα, τα τριαντάφυλλα της μεταχείρισης με το αιθέριο έλαιο βασιλικού (B100) την 4^η ημέρα είχαν απορροφήσει 23mL, τα τριαντάφυλλα του μάρτυρα (C) 21mL και τα τριαντάφυλλα της δάφνης (Da100) και του εμπορικού σκευάσματος (FF) 20mL.

Η καλύτερη πρόσληψη νερού από την μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού και δάφνης μπορεί να οφείλεται στην αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων, εξαιτίας των φαινολικών συστατικών τους, αναστέλλοντας την αγγειακή απόφραξη και αυξάνοντας την όσμωση στο φυτό. Όπως είναι εμφανές, τα αιθέρια έλαια αύξησαν την κατακράτηση νερού στα τριαντάφυλλα της μεταχείρισης του βασιλικού και της δάφνης σε σύγκριση με τον μάρτυρα, γι' αυτό και διατήρησαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους περισσότερες ημέρες. Σύμφωνα με τους Solgi et al. (2009), τα αιθέρια έλαια έχουν την ικανότητα να προκαλούν το κλείσιμο των στομάτων του φυτού, γεγονός που τους επιτρέπει να ρυθμίζουν το ρυθμό της διαπνοής και να μειώνουν την απώλεια νερού από τα φύλλα και τα πέταλα.

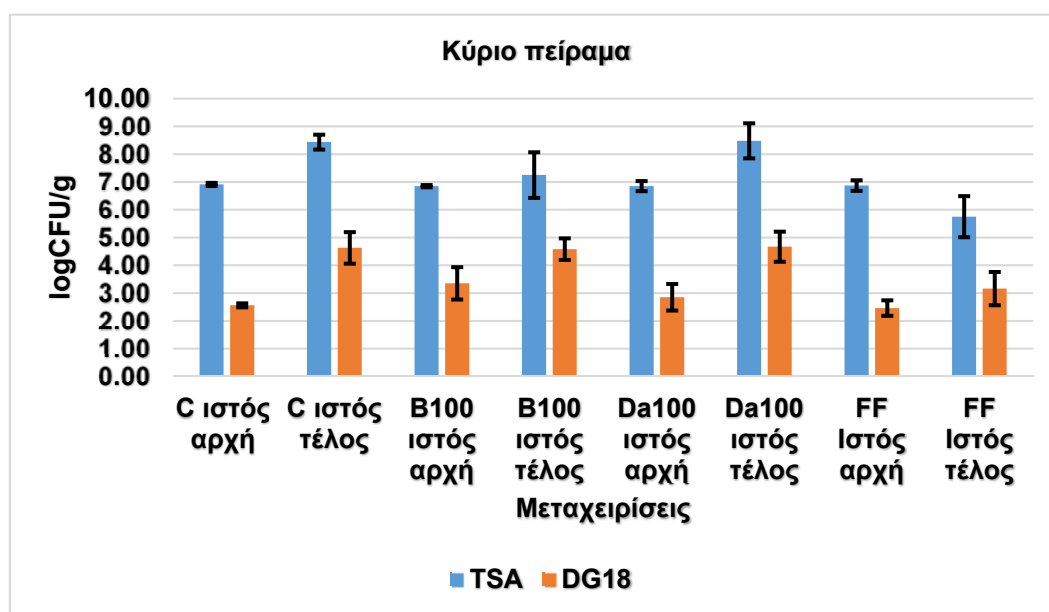
Σχετικά με τον ρυθμό απορρόφησης της κάθε μεταχείρισης, στα τριαντάφυλλα του μάρτυρα παρατηρήθηκε μείωση μετά την 3^η ημέρα, στο αιθέριο έλαιο βασιλικού ο ρυθμός μειώθηκε μεταξύ της 4^{ης} και 5^{ης} ημέρας αλλά την 6^η ημέρα παρουσιάστηκε απότομη αύξηση της απορρόφησης, στο αιθέριο έλαιο δάφνης ο ρυθμός απορρόφησης μειώθηκε μετά την 6^η ημέρα με μείωση μόνο κατά 2mL απο την μέτρηση της προηγούμενης ημέρας και στο εμπορικό σκεύασμα τα τριαντάφυλλα απορροφούσαν με τον μικρότερο ρυθμό, πιθανόν απο αποτυχία ομογενοποίησης του σκευάσματος στο διάλυμα. Απο την στατιστική ανάλυση, μεταξύ των μεταχειρίσεων ανά ημέρα δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Το νερό είναι ένας παράγοντας που σχετίζεται άμεσα με τη διάρκεια ζωής των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς στο ανθοδοχείο. Ο παράγοντας αυτός καθορίζεται απο την ισορροπία μεταξύ πρόσληψης και απώλειας νερού λόγω της διαπνοής (Fanourakis et al., 2016). Η πρόσληψη του νερού απο τα δρεπτά άνθη εξαρτάται απο την ποικιλία, το ιξώδες του διαλύματος, την αγγειακή αγωγιμότητα και την βαθμίδα όσμωσης μεταξύ του διαλύματος και της διαλυμένης ουσίας (Alaey et al., 2011).

Στο πείραμα εφαρμογής αιθέριου ελαίου βασιλικού στην συγκέντρωση των 25, 50 και 100 mg/L για τη διατήρηση των δρεπτών τριαντάφυλλων, με θερμοκρασία συντήρησης 23±1 °C και σχετική υγρασία 70%, τα φυτά απορρόφησαν περισσότερο νερό και στις τρεις συγκεντρώσεις συγκριτικά με τον μάρτυρα, με καλύτερα αποτελέσματα στην συγκέντρωση των 25 και 50 mg/L. Το αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 25mg/L αύξησε την ποσότητα πρόσληψης νερού των δρεπτών τριανταφύλλων κατά 125.9% σε σχέση με τον μάρτυρα. Παράλληλα, ο ρυθμός διαπνοής των φυτών στις μεταχειρίσεις με το αιθέριο έλαιο βασιλικού μειώθηκε με καλύτερα αποτελέσματα στη μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο στην συγκέντρωση των 100 mg/L. Δεδομένου ότι η πρόσληψη νερού στην περίπτωση του αιθέριου ελαίου βασιλικού ήταν περισσότερη και ο ρυθμός διαπνοής μικρότερος, δικαιολογείται η επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των τριαντάφυλλων αυτής της μεταχείρισης συγκριτικά με τον μάρτυρα (Shanan, 2012).

3.2.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις φυτικού ιστού

Στο διάγραμμα 7 συγκρίνεται ο μέσος όρος των μικροβιακών αποικιών στο φυτικό ιστό όλων των μεταχειρίσεων στην αρχή και στο τέλος του πειράματος. Διακρίνεται πως στην αρχή του πειράματος όλες μεταχειρίσεις είχαν τιμή μέσου όρου αποικιών κοντά στην ίδια τιμή που προσέγγιζε κατά μέσο όρο τα 6,8 logCFU/g.



Διάγραμμα 7. Σύγκριση του μέσου όρου των μικροβιακών αποικιών στον φυτικό ιστό όλων των μεταχειρίσεων και συγκεκριμένα στα τριαντάφυλλα του μάρτυρα (C), του αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm (B100), αιθέριου ελαίου δάφνης συγκέντρωσης 100ppm (Da100) και εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) στην αρχή και στο τέλος του πειράματος

Όπως συνέβει και στο προκαταρτικό πείραμα οι τελικές τιμές του μέσου όρου αποικιών στο τέλος του πειράματος ήταν υψηλότερες κατά μέσο όρο από τις αρχικές, με την διαφορά πως στο κύριο πείραμα στη μεταχείριση του εμπορικού σκευάσματος (FF) ο αριθμός των αποικιών στο TSA υπόστρωμα μειώθηκε. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι ίσως έδρασε η αντιμικροβιακή ιδιότητα του σκευάσματος FlowerFresh, όση ποσότητα κατάφερε να απορροφηθεί από τα δρεπτά άνθη και μειώθηκε ο αριθμός των βακτηρίων και μυκήτων στο φυτικό ιστό. Παράλληλα διακρίνεται πως σε όλες τις μεταχειρίσεις αναπτύχθηκαν μικροοργανισμοί στο DG18 υπόστρωμα, ο πληθυσμός των οποίων αυξήθηκε στο τέλος του πειράματος σε όλες τις μεταχειρίσεις.

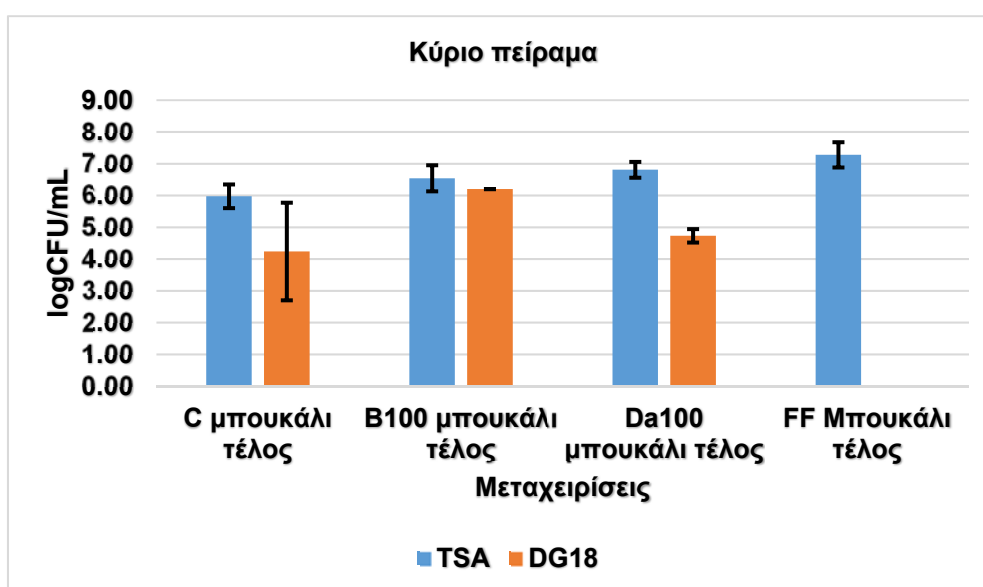
Αναλυτικότερα, την μεγαλύτερη αύξηση μικροβιακών αποικιών στο TSA υπόστρωμα εμφάνισε η μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο δάφνης συγκέντρωσης 100ppm που αυξήθηκε κατά 1,63 logCFU/g ενώ στο DG18 υπόστρωμα η μεταχείριση του

μάρτυρα που αυξήθηκε κατά 2,07 logCFU/g και αμέσως μετά η μεταχείριση της δάφνης με αύξηση κατά 1,82 logCFU/g.

Αποτελεσματικότερη μεταχείριση ως προς τον τελικό κατά μέσο όρο αριθμό των μικροβιακών αποικιών σε TSA και DG18 υπόστρωμα αναδείχθηκε η μεταχείριση του βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm που αυξήθηκε μόνο κατά 0,40 logCFU/g στο TSA και 1,23 logCFU/g στο DG18 και το εμπορικό σκεύασμα δεδομένου ότι ελλατώθηκε ο πληθυσμός βακτηρίων και μυκήτων ενώ ο αριθμός των ζυμών και μυκήτων αυξήθηκαν μόνο κατά 0,70 logCFU/g. Η μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού ήταν πολύ αποτελεσματική σαν αντιμικροβιακός παράγοντας δεδομένου ότι περιόρισε το φράξιμο των αγγείων του ξυλώματος και συνέχισε την συντήρησή του για 2 ημέρες ακόμα σε σχέση με τον μάρτυρα. Η στατιστική ανάλυση δεν εμφάνισε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων εκτός από την μεταχείριση του εμπορικού σκευάσματος.

3.2.5 Μικροβιολογικές αναλύσεις διαλύματος συντήρησης

Στο διάγραμμα 8 συγκρίνεται ο μέσος όρος των μικροβιακών αποικιών στο περιεχόμενο διάλυμα των ανθοδοχείων στο τέλος του πειράματος μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 8. Σύγκριση του μέσου όρου των μικροβιακών αποικιών στο υδατικό διάλυμα συντήρησης των τριανταφύλλων και συγκεκριμένα στη μεταχείριση του μάρτυρα (C), του αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm (B100), αιθέριου ελαίου δάφνης συγκέντρωσης 100ppm (Da100) και εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF) στην αρχή και στο τέλος του πειράματος

Στην αρχή του πειράματος όλα τα μπουκάλια είχαν αποστειρωθεί και γι' αυτό το λόγο θεωρήθηκε πως ο αριθμός μικροβιακών αποικιών ήταν ελάχιστος και πρακτικά αμελητέος. Όπως εύκολα διακρίνεται από το παρακάτω διάγραμμα το εμπορικό σκεύασμα FlowerFresh (FF) σημείωσε την υψηλότερη κατά μέσο όρο τιμή μικροβιακών αποικιών στο TSA υπόστρωμα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Συγκεκριμένα, έφτασε την τιμή των 7,28 logCFU/g, ενώ αντίθετα ο μάρτυρας που είχε την χαμηλότερη τιμή μεταξύ των μεταχειρίσεων απείχε από αυτό 1,31 logCFU/g.

Μεταξύ των μεταχειρίσεων με αιθέριο έλαιο ως συντηρητικό παράγοντα ο μέσος όρος των μικροβιακών αποικιών φαίνεται να ήταν αρκετά κοντά, με το βασιλικό να έχει τιμή 6,54 logCFU/g και τη δάφνη 6,81 logCFU/g. Στο DG18 υπόστρωμα αναπτύχθηκαν αποικίες μικροοργανισμών σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από το εμπορικό σκεύασμα, με το αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm να έχει την υψηλότερη τιμή των 6,20 logCFU/ml. Την χαμηλότερη τιμή στο DG18 υπόστρωμα την παρουσίασε ξανά η μεταχείριση του μάρτυρα με 4,24 logCFU/ml, από την οποία απείχε μόνο 0,49 logCFU/g η μεταχείριση της δάφνης συγκέντρωσης 100ppm.

Σε αντίστοιχο πείραμα που εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο βασιλικού στη συγκέντρωση των 100 mg/L σε δρεπτά τριαντάφυλλα, ο βακτηριακός πληθυσμός του διαλύματος μετά από 4 ημέρες συντήρησης των τριανταφύλλων ήταν 6,10 logCFU/ml και ο πληθυσμός των μυκήτων 11 logCFU/ml σε σύγκριση με τον μάρτυρα που είχε 6,80 logCFU/ml και 24 logCFU/ml αντίστοιχα. Από τις συγκεκριμένες μετρήσεις αλλά και με εξέταση με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο κατέληξε στο συμπέρασμα πως στη μεταχείριση του μάρτυρα είχαν συσσωρευτεί παθογόνοι μικροοργανισμοί, με αποτέλεσμα την απόφραξη των αγγείων του ξυλώματος, σύμπτωμα που κατέστειλε το αιθέριο έλαιο βασιλικού, μειώνοντας τον αριθμό των βακτηρίων και μυκήτων στο ανθοδοχείο (Shanan, 2012).

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και στην παρούσα εργασία με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στη συγκέντρωση των 100 mg/L να παρουσιάζει αριθμό βακτηριακών αποικιών πολύ κοντά σε αυτόν του μάρτυρα. Το γεγονός ότι ο μικροβιακός πληθυσμός στη μεταχείριση του βασιλικού και της δάφνης στο τέλος του πειράματος εμφανίζεται μεγαλύτερος σε σχέση με τον μάρτυρα και το εμπορικό σκεύασμα μπορεί να οφείλεται στο ότι το διάγραμμα απεικονίζει τον μικροβιακό πληθυσμό την τελευταία μέρα για την κάθε μεταχείριση, που για τον μάρτυρα ήταν η 6^η μέρα, για το εμπορικό σκεύασμα

η 4^η , ενώ για τα αιθέρια έλαια η 8^η μέρα. Επομένως, τα αιθέρια έλαια μπορεί να ανέστειλλαν την ανάπτυξη του μικροβιακού πληθυσμού και στην αντίστοιχη ημέρα (8^η) ο μάρτυρας και το εμπορικό σκεύασμα να παρουσίαζαν υψηλότερο μικροβιακό πληθυσμό.

Σύμφωνα με τον Van Doorn et al. (1990), τα αγγεία των φυτών στα τριαντάφυλλα εμφράζουν απο βακτήρια όταν ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών στο διάλυμα συντήρησης είναι μεταξύ 7-11 logCFU/ml. Στο παρόν πείραμα το μικροβιακό φορτίο όλων των μεταχειρίσεων είχε τιμή κοντά στο 7 logCFU/ml, με το εμπορικό σκεύασμα (FF) να την ξεπερνάει κάτι που υποδεικνύει την συσσώρευση βακτηριακών αποικιών στο υδατικό διάλυμά του. Παράλληλα υποδεικνύεται και η αδυναμία δράσης του αντιμικροβιακού χαρακτήρα του εμπορικού σκευάσματος (FF) όσον αφορά τον πληθυσμό των βακτηρίων.

Σύμφωνα με τον Van Doorn (1997), η παρουσία ζάχαρης στο υδατικό διάλυμα των δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς μπορεί να προκαλέσει αύξηση της ανάπτυξης των βακτηρίων. Παρ'όλα αυτά, στο διάλυμα των τριανταφύλλων του αιθέριου ελαίου βασιλικού ο μέσος όρος των βακτηριακών αποικιών ήταν σχετικά χαμηλός, πολύ κοντά στη μέτρηση του μάρτυρα, κάτι που υποδηλώνει την αντιμικροβιακή δράση του ελαίου.

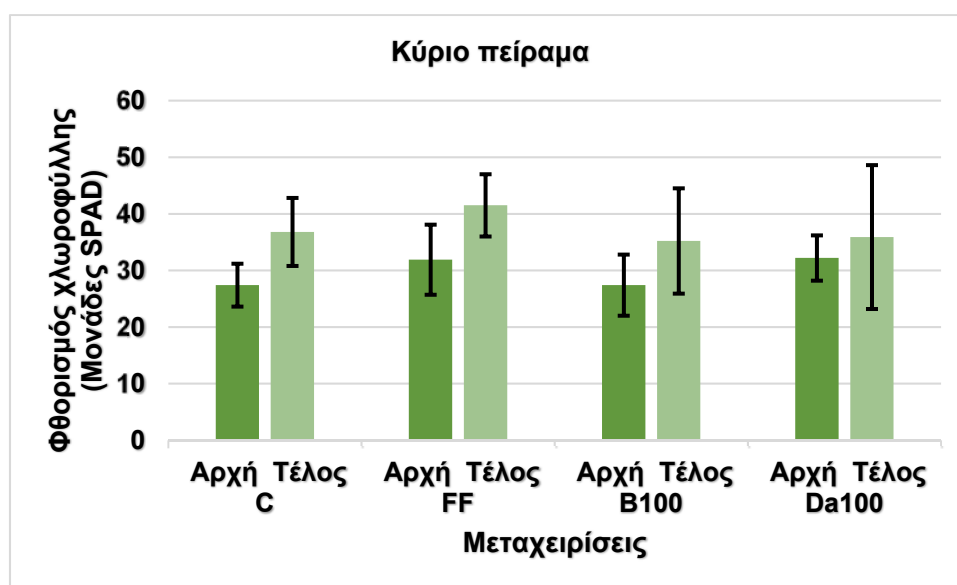
Σύμφωνα και με τον Ntezurubanza et al. (1987) τα συστατικά του αιθέριου ελαίου βασιλικού παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των *Staphylococcus aureus*, *Shigella flexneri*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *Proteus mirabilis* και *Pseudomonas aeruginosa*. Η ισχυρή αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων εναντίων των βακτηρίων αποδίδεται στις αλκοόλες, στους εστέρες, στις αλδεύδες, στις φαινόλες και στην καρβακρόλη, θυμόλη και ευγενόλη (Bassole και Juliani, 2012).

Σε πείραμα των Gendy και Hamad (2011), μετά απο εφαρμογή θειοθειικού αργύρου (silver thiosulphate 1: 4mM) για 30 λεπτά και 20% ζάχαρη + 200ppm αιθέριο έλαιο βασιλικού για 12 ώρες σε δρεπτά άνθη *Strelitzia reginae* L. και την μετέπειτα διατήρησή τους σε δοχείο με απιονισμένο νερό, θερμοκρασία 25±2 °C και σχετική υγρασία 60-70%, ο αριθμός των βακτηριακών αποικιών ήταν περίπου ο υποδιπλάσιος σε σχέση με τις βακτηριακές αποικίες του μάρτυρα. Τα φυτά αυτής της μεταχείρισης είχαν διάρκεια ζωής 25 ημέρες ενώ τα φυτά του μάρτυρα 18 ημέρες.

Σε ένα ακόμη πείραμα σε δρεπτά τριαντάφυλλα εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο μέντας (*Mentha spicata* L.) και θυμαριού (*Thymus vulgaris* L.), στη συγκέντρωση των 100, 200 και 400ppm και σε θερμοκρασία συντήρησης $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία 60-70%. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα, πως η συγκέντρωση των 200 και 400ppm και στα δυο αιθέρια έλαια έδρασε αρνητικά στο βακτηριακό πληθυσμό (Salmi et al., 2018).

3.2.6 Φθορισμός της χλωροφύλλης

Στο διάγραμμα 9 απεικονίζεται η μεταβολή του μέσου όρου φθορισμού της χλωροφύλλης στην αρχή και στο τέλος του κύριου πειράματος. Όπως συνέβει και στο προκαταρκτικό πείραμα κατά τη λήξη του πειράματος η τιμή φθορισμού της χλωροφύλλης που μετρήθηκε με το χλωροφυλλόμετρο ήταν υψηλότερη σε σχέση με την αρχική τιμή της σε όλες τις μεταχειρίσεις.



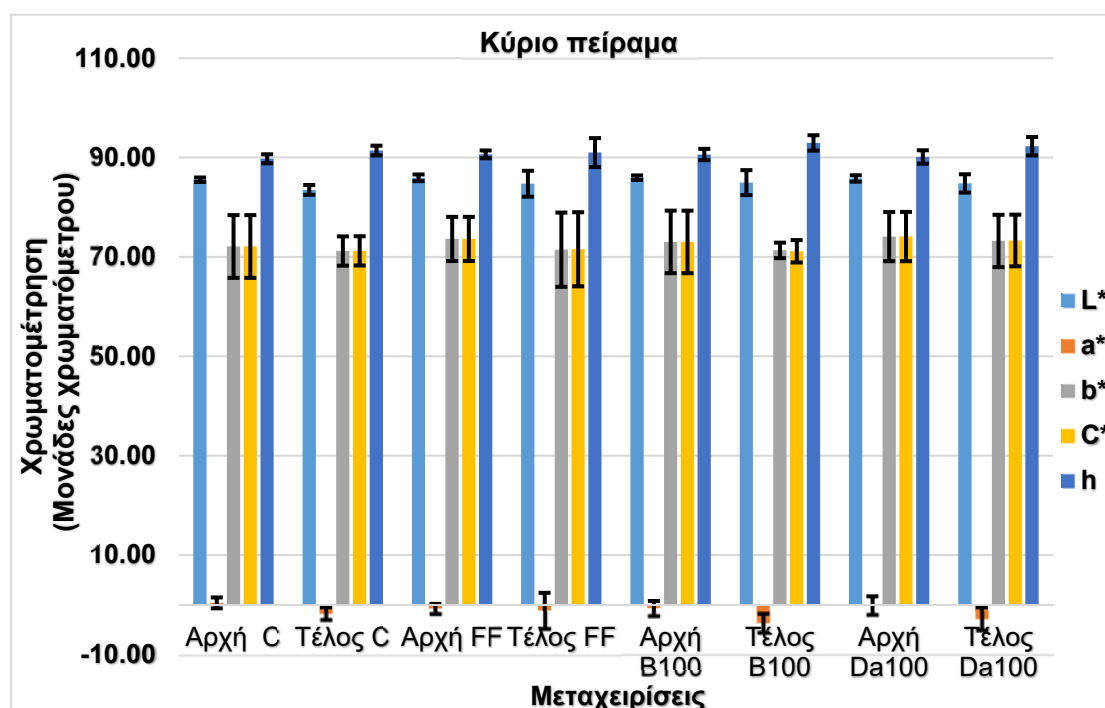
Διάγραμμα 9. Σύγκριση μέσου όρου φθορισμού της χλωροφύλλης (αρχή και τέλος κύριου πειράματος) μεταξύ των μεταχειρίσεων. Όπου C: Μάρτυρας, FF: εμπορικό σκέυασμα FlowerFresh., B100: αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm και Da100: αιθέριο έλαιο δάφνης συγκέντρωσης 100ppm

Τα τριαντάφυλλα του κύριου πειράματος διατηρήθηκαν πράσινα και ζωντανά περισσότερες μέρες σε σχέση με το προκαταρκτικό πείραμα και παρουσίασαν μικρότερο ποσοστό πτώσης μαραμένων φύλλων. Οι οπτικές παρατηρήσεις των μεταχειρίσεων με αιθέριο έλαιο βασιλικού και δάφνης είναι πως κατά την εξέλιξη του κύριου πειράματος και ειδικότερα προς την τελευταία μέρα ζωής των τριανταφύλλων εμφανίστηκαν καμμένα σέπαλα, περιφεριακό κάψιμο, ξήρανση και χλώρωση

ορισμένων φύλλων, όπως επίσης και των νεύρων τους. Επιπλέον, παρατηρήθηκε κολλώδης υφή των φύλλων σε τριαντάφυλλα και των δυο μεταχειρίσεων που πιθανόν να οφείλεται στο απορροφούμενο από το φυτό διάλυμα με περιεχόμενο αιθέριο έλαιο που εκλύθηκε κατά τη διαπνοή του.

3.2.7 Χρώμα του άνθους

Στο διάγραμμα 10 γίνεται σύγκριση του μέσου όρου των δεικτών χρωματομέτρησης που προέκυψαν από την χρωματομέτρηση των εξωτερικών πετάλων όλων των μεταχειρίσεων στην αρχή και στο τέλος του πειράματος. Οι τιμές των δεικτών L*, a*, b*, C* και h αφορούν σε χρωματομέτρηση πετάλων δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς κίτρινου χρώματος.



Διάγραμμα 10: Σύγκριση μέσου όρου δεικτών χρωματομέτρησης (L*, a*, b*, C* και h) των πετάλων κάθε δρεπτού άνθους, μεταξύ μάρτυρα (C), εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh (FF), αιθέριου ελαίου βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm και αιθέριου ελαίου δάφνης συγκέντρωσης 100ppm στην αρχή και στο τέλος του πειράματος

Όπως διακρίνεται στο διάγραμμα αλλά και μετά από στατιστική επεξεργασία του μέσου όρου των αποτελεσμάτων δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων παρά μόνο στην τυπική απόκλιση των b* και C*. Πιο συγκεκριμένα η τυπική απόκλιση του b* και C* στο μάρτυρα μειώθηκε εξίσου κατά 3,37 μονάδες χρωματόμετρου όπως επίσης μειώθηκε και στην μεταχείριση με αιθέριο

έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm κατά 4,73 και 4,05 αντίστοιχα. Η τυπκή απόκλιση των b^* και C^* στο εμπορικό σκεύασμα (FF) αυξήθηκε κατά 3,03 και 3,00 αντίστοιχα και της μεταχείρισης με το αιθέριο έλαιο δάφνης συγκέντρωσης 100ppm αυξήθηκε κατά 0,32 και 0,25 μονάδες χρωματόμετρου αντίστοιχα.

Σχετικά με τις μετρήσεις του pH του διαλύματος, της διαμέτρου της βάσης του βλαστού και της κάμψης λαιμού των τριανταφύλλων, πρέπει να σημειωθεί πως δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στο τέλος του πειράματος σχετικά με τις μετρήσεις κατά την έναρξη του πειράματος.

4. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν απο την παρούσα διπλωματική εργασία είναι τα εξής:

- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προκαταρκτικού πειράματος διαπιστώθηκε πως η συγκέντρωση των 200 και 300ppm αιθέριου ελαίου βασιλικού, ίσως να είναι τοξική για τα δρεπτά τριαντάφυλλα καθώς σε σύντομο χρονικό διάστημα παρουσίασαν καφέ μεταχρωματισμό του κατώτερου βλαστικού τμήματος, μαρασμό των φύλλων και κάμψη λαιμού των δρεπτών ανθέων.
- Η θερμοκρασία συντήρησης των 28 °C και η σχετική υγρασία στο 46% διατήρησε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δρεπτών τριαντάφυλλων του μάρτυρα για 6 ημέρες, διάστημα μικρότερο απο τις 10 ημέρες που αναφέρονται στην βιβλιογραφία για τον μάρτυρα στην θερμοκρασία 20±2 °C και σχετική υγρασία 40-70%, ενώ με τα αιθέρια έλαια επεκτάθηκε η διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής τους στις 8 ημέρες.
- Τα αιθέρια έλαια βασιλικού και δάφνης στην συγκέντρωση των 100ppm είχαν θετική επίδραση στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των δρεπτών τριανταφύλλων, διατηρώντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους για 8 ημέρες.
- Το αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm προκάλεσε την μικρότερη απώλεια νωπού βάρους στα τριαντάφυλλα, ενώ και το αιθέριο έλαιο της δάφνης παρουσίασε μικρή απώλεια βάρους αλλά λίγο μεγαλύτερη απο αυτή του βασιλικού.
- Την μεγαλύτερη απορρόφηση διαλύματος την παρουσίασαν τα τριαντάφυλλα με το αιθέριο έλαιο βασιλικού στα 100ppm, τα οποία παρουσίασαν ικανοποιητική προσρόφηση καθ'όλη τη διάρκεια της συντήρησής τους.

- Την καλύτερη αντιμικροβιακή δράση στον φυτικό ιστό των δρεπτών τριανταφύλλων είχε το εμπορικό σκεύασμα και αμέσως μετά το αιθέριο έλαιο βασιλικού συγκέντρωσης 100ppm ενώ στο υδατικό διάλυμα αμέσως μετά τον μάρτυρα, μικρότερο αριθμό μικροβιακών αποικιών παρουσίασε η μεταχείριση με το αιθέριο έλαιο βασιλικού που διατήρησε τα δρεπτά άνθη 2 μέρες παραπάνω απο τον μάρτυρα.
- Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στις μετρήσεις του φθορισμού της χλωροφύλλης και του χρώματος των πετάλων.

Σε μελλοντικές έρευνες συνιστάται :

- Η εφαρμογή χαμηλότερων συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου βασιλικού σε δρεπτά τριαντάφυλλα, δεδομένου ότι η συγκέντρωση των 100ppm είχε θετικά αποτελέσματα στη μακροζωία τους σε αντίθεση με την συγκέντρωση των 200 και 300ppm.
- Η μέτρηση και της συνολικής επιφάνειας του φύλλου απο το οποίο λαμβάνεται η μέτρηση με το χλωροφυλλόμετρο, για πιο ακριβή και αναλυτικά αποτελέσματα στην μέτρηση της έντασης του φθορισμού της χλωροφύλλης.

5. Βιβλιογραφία

- Δάρρας Α., 2005. Ανθοκομία Ι θεωρία, σημειώσεις για το τμήμα ΤΕΓΕΠ ΤΕΙ Καλαμάτας, 90-118.
- Δάρρας Α., 2006. Ανθοκομία – Δρεπτά άνθη, Καλαμάτα
- Κατσιώτης, Σ. Θ., & Χατζοπούλου, Π. Σ., 2019. Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια. Εκδόσεις Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη, σελ. 349-351, 389-399.
- Κώστα Χ., 2012. Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Ανθέων, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωργίας, Κύπρος.
- Λύκας Χ., 2018, Σημειώσεις Ανθοκομίας-Τριανταφυλλιά, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Οικονόμου Α.Σ., 1995. Πανεπιστημιακές σημειώσεις ανθοκομίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη, σελ. 1-17.
- Πετρόπουλος, Σ., 2016. Αρωματικά Φυτά με Λαχανοκομική Χρήση. Εκδόσεις Έμβρυο, σελ. 39-44.
- Πομποδάκης Ν. και Παπαδημητρίου Μ., 2008. Υδατικές σχέσεις και φραξίματα των ξυλωδών αγγείων στα δρεπτά άνθη. *Ανθοκαλλιέργεια & κηποτεχνία*, 2:46-49.
- Σάββας, Δ., 2003. Γενική Ανθοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, 299-301.
- Abu-Dahab, R., Kasabri, V., Afifi, F., 2014. Evaluation of the volatile oil composition and antiproliferative activity of *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) on breast cancer cell line models. *Record Nat. Prod.* 2, 136–147.
- Aftab, T., Hakeem, K.R., 2021. Medicinal and aromatic plants: Healthcare and industrial applications. Springer International Publishing
- Ahmad, I., 2013. Growth, Yield and Quality of *Rosa hybrida* L. as Influenced by NaCl Salinity. 3(3), 143–153.
- Alaey M., Babalar M., Naderi R., Kafi M., 2011. Effect of pre - and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase-life of rose cut flowers. - *Postharvest Biol. Technol.*, 61: 91-94.
- Alejo-Armijo, A., Altarejos, J., Salido, S., 2017. Phytochemicals and biological activities of laurel tree (*Laurus nobilis*). *Nat. Prod. Commun.* 12, <http://dx.doi.org/10.1177/1934578X1701200519>.

- Aliakbarian, B., Paini, M., Alberto, A., 2015. Effect of encapsulating agent on physical-chemical characteristics of olive pomace polyphenols-rich extracts. *Chem. Eng. Trans.* 43, 97–102, <http://dx.doi.org/10.3303/CET1543017>.
- Bahmanzadegan, A., Rowshan, V., Zareian, F., Alizaden, R., Bahmanzadegan, M., 2015. Seasonal variation in volatile oil, polyphenol content and antioxidant activity in extract of *Laurus nobilis* grown in Iran. *J. Pharm. Pharmacol.* 3, 223–231.
- Bajpai, V. K., Baek, K.-H., & Kang, S. C., 2012. Control of Salmonella in foods by using essential oils: a review. *Food Research International*, 45, 722e734
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils - A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Balacs, T., 1997. Cineole-rich eucalyptus. *International Journal of Aromatherapy*, 8(2), 15–21. [https://doi.org/10.1016/S0962-4562\(97\)80020-3](https://doi.org/10.1016/S0962-4562(97)80020-3)
- Barden, L.E., and Hanan, J.J., 1972. Effect of ethylene on carnation keeping life. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 97(6): 785-788.
- Bassole I.H.N., Juliani H., 2012 - Essential oils in combination and their antimicrobial properties. - *Molecules*, 17: 3989-4006.
- Bayat H, Geimadil R, Saadabad AA., 2013. Treatment with essential oils extends the vase life of cut flowers of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *J Medicinal Pl. By-products*. 2:163-169
- Belwal, R. and Chala, M., 2008. Catalysts and barriers to cut flower export: A case study of Ethiopian floriculture industry. *International Journal of Emerging Markets*. Vol. 3 Iss: 2, pp. 216-235.
- Beyer, E., Jr., 1976. A potent inhibitor of ethylene action in plants. *Plant Physiology*, 58, 268-271.
- Boronkay G. & Jamborne Benezur E., 2003. Production of Cut Roses in the World: varieties. *Kertgazdasag*. 35. 4. 89-94.
- Borsani O., Valpuesta V., Botella M.A., 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiology*, 126: 1024-1030

- 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. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 40: 349-356.
- Bounatirou S, Simitis MG, Miguel L, Faleiro MN, Rejeb MN, Costa M, et al., 2007. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian (*Thymus capitata*). *Food Chem.* 105:146-55.
- Boyle, W. (1955) Spices and essential oils as preservatives. *The American Perfumer and Essential Oil Review*, 66, 25-28.
- Burg, S.P., and Burg, E.A., 1965. Ethylene action and ripening of fruits. *Sci.*, 148: 1190-1196
- Burge, G. K., R. A. Bicknell and B. G. Dobson., 1996. Postharvest treatments to increase water uptake and the vase life of *Leptospermum scoparium* Forst. *NZ J. Crop. Hort. Sci*, 24:371–378.
- Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 94: 223-253.
- Caredda, A., Marongiu, B., Porcedda, S., Soro, C., 2002. Supercritical carbon dioxide extraction and characterization of *Laurus nobilis* essential oil. *J Agric Food Chem*, 13;50(6):1492-6. <http://doi.org/10.1021/jf0108563>.
- Chahal, K., Kaur, M., Bhardwaj, U., Singla, N., Kaur, A., 2017. A review on chemistry and biological activities of *Laurus nobilis* L. essential oil. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 6, 1153–1161.
- Chalchat, J. C., & Özcan, M. M., 2008. Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (*Ocimum basilicum* L.) used as herb. *Food Chemistry*, 110(2), 501–503. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.018>
- Clarke, S., 2008. *Composition of Essential Oils and Other Materials*. Churchill Livingstone.
- Cosentino S., Tuberoso C.I.G., Pisano B., Satta, M., Mascia V., Arzedi E., P. F., 1999. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Letters in Applied Microbiology*, 130–135.

- Daferera, D. J., Ziogas, B. N., & Polissiou, M. G., 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*, 22(1), 39–44. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00095-9](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00095-9)
- Damunupola, J. W., & Joyce, D. C., 2008. When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial? *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 77(3), 211–228. <https://doi.org/10.2503/jjshs1.77.211>
- De, L. & Bhattacharjee, S. K., 2000. Methods for prolonging vase life of cut flowers-a review. *Orissa Journal of Horticulture*, 73–87.
- De Corato, U., Maccioni, O., Trupo, M., & Di Sanzo, G., 2010. Use of essential oil of *Laurus nobilis* obtained by means of a supercritical carbon dioxide technique against post harvest spoilage fungi. *Crop Protection*, 29(2), 142–147. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.10.012>
- El, S., Karagozlu, N., Karakaya, S., Sahin, S., 2014. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils extracted from *Laurus nobilis* L. leaves by using solvent-free microwave and hydrodistillation. *Food Nutr. Sci.* 5, 97–106.
- Elad, Y., 1988. Involvement of ethylene in the disease caused by *Botrytis cinerea* on rose and carnation flowers and the possibility of control. *Ann. Appi. Biol.*, 113:589-598.
- Elgayyar, M., Draughon, F. A., Golden, D. A., & Mount, J. R., 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *Journal of Food Protection*, 64(7), 1019–1024. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.7.1019>
- Evans, W.C., 2001. *Trease and Evans Pharmacognosy*. 4th. Edit. WB Saunders Company LTD., London, p. 48.
- Faleiro M.L., 2011. The mode of antibacterial action of essential oils. *Science against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances*, 3(3), 1143–1156.
- Fanourakis, D., Carvalho, S.M.P., Almeida, D.P.F., van Kooten, O., van Doorn, W.G., Heuvelink, E., 2012a. Postharvest water relations in cut rose cultivars with contrasting sensitivity to high relative air humidity during growth. *Postharvest Biol. Technol.* 64, 64–73.

- Fanourakis, D., Giday, H., Li, T., Kambourakis, E., Ligoxigakis, E. K., Papadimitriou, M., Strataridaki, A., Bouranis, D., Fiorani, F., Heuvelink, E., & Ottosen, C. O., 2016. Antitranspirant compounds alleviate the mild-desiccation-induced reduction of vase life in cut roses. *Postharvest Biology and Technology*, 117, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.02.007>
- Faragher, I.D., Mor, J., and Johnson F., 1987. Role of aminocyclopropane-1 carboxylic acid (ACC) in control of ethylene in fresh and cold-stored rose flowers. *J.Exp. Botany*, 196:1839-1847.
- Fidan, H., Stefanova, G., Kostova, I., Stankov, S., Damyanova, S., Stoyanova, A., Zheljazkov, V.D., 2019. Chemical composition and antimicrobial activity of *Laurus nobilis* L. essential oils from Bulgaria. *Molecules* 24, 804.
- Galanakis, C.M., 2015. Separation of functional macromolecules and micromolecules: from ultrafiltration to the border of nanofiltration. *Trends Food Sci. Technol.* 42, 44–63, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2014.11.005>.
- Gebreeyesus, M., Lizuka, M., 2012. Discovery of Flower Industry in Ethiopia: Experimentation and Coordination. *Journal of Globalization and Development*, 16, 23, 39. <https://doi.org/10.1515/1948-1837.1103>
- Gendy, A.S. and Hamad E.H., 2011. Effect of Some Storage and Preservative Solution Treatments on Vase Life and Quality of *Strelitzia Reginae* L. Cut Flowers. 16(3), 397–414.
- Goudjil, M., Ladjel, S., Bencheikh, S., Zighmi, S., Hamada, D., 2015. Study of the chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil extracted from the leaves of Algerian *Laurus nobilis* Lauraceae. *J. Chem. Pharmaceut. Res.* 7, 379–385.
- Halevy, A.H., and Mayak, S., 1979 - Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part 1. - *Hortic. Rev.*, 1: 204-236.
- Halevy, A.H., and Mayak, S., 1981a. Senescence and postharvest physiology of cut flowers- Part 1. *Horticultural Review*, 204-236.
- Halevy, A.H., and Mayak, S., 1981b. Senescence and postharvest physiology of cut flowers- Part 2. *Horticultural Review*, 3: 59-143.
- Hassan, P.M.B., Mohair, G.R. and Tabatabaei, S.J. (2010). Inflorescence and leaves

essential oil composition of hydroponically grown *Ocimum basilicum* L. J. Serbian Chem. Soci., 75(10):1361- 1368.

Hornok, L., 1983. Influence of nutrition on the yield and content of active compounds in some essential oil plants. *Acta Horticulturae*, 132:239-247.

Ichimura, K., Kojima, K., & Goto, R., 1999. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 15(1), 33–40. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00063-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00063-5)

Idrees, M., Masroor, M., Khan, A., Aftab, T., Naeem, M., Hashmi, N., 2010. Salicylic acid-induced physiological and biochemical changes in lemongrass varieties under water stress. *Journal of Plant Interactions* 5: 293-303.

Javanraedi, J., Stushnoff, C., Locke, E., Vivanco, J.M., 2003. *Food Chem.* 83, 547–550.

Jean-Claude Chalchat a, Mehmet Musa Özcan b, *, 2008. Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (*ocimum basilicum* L.) used as herb. *Food Chemistry*, 501–503.

Jiao, J., Tsujita, M. J., & Grodzinski, B., 1991. Influence of radiation and CO₂ enrichment on whole plant net CO₂ exchange in roses. *Canadian Journal of Plant Science*, 71(1), 245–252. <https://doi.org/10.4141/cjps91-034>

Jiao, J., Tsujita, M.J., Grodzinski, B. 1991. Influence of temperature on net CO₂ exchange in roses. *Can. J. Plant Sci.* 71: 235-243.

John J Haydu, Alan W. Hodges, Diego Montenegro, *Bolivia's Emerging.*, 1992. «Cut Flower Industry : A performance assesement », *Hort. Science* 27(12): 1319-1322.

Karen L. B. Gast., 2000. *Water Quality for Florists—Why is it so Important*, Kansas State University.

Khan W., Prithviraj B., Smith D.L., 2002. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160: 485-492.

Khoshgoftarmanesh, A.H., Khademi, H., Hosseini, F., Aghajani, R., 2008. “Influence of additional micronutrient supply on growth, nutritional status and flower quality of three rose cultivars in a soilless culture.” *Journal of Plant Nutrition*, 31: 1543-1554.

- Kim, J., A. Lee and J. Suh., 2005. Effect of certain pre-treatment substances on vase life and physiological character in *Lilium* spp. *Acta Hort*, 307–314.
- Knee, M., 2000. Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biology and Technology*, 18(3), 227–234. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00074-5)
- Konovalov, D.A., Alieva, N.M., 2019. Phenolic compounds of *Laurus nobilis* (review). *Pharm. Pharmacol.* 7, 244–259, <http://dx.doi.org/10.19163/2307-9266-2019-7-5-244-259>.
- Kumars, S., 2009. *A Textbook of Plant Taxonomy*. Compus Books International, New Delhi, p. 297- 301.
- Lee, J.S., Lee, P.O., Choi, M.P., Lee, S.S., Park, S.Y., 2008. Effects of harvesting stages and pretreatments on vase-life and quality of cut rose cultivars bred in Korea. *Kor. J. Hort.Sci. Technol.* 26, 91.
- Ling Chang, C., Kyu Cho, I., Li, Q.X., 2009. Insecticidal activity of basil oil, trans-anethole, estragole, and linalool to adult fruit flies of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis*, and *Bactrocera cucurbitae*. *J. Econ. Entomol.* 102, 203–209.
- Lok, C. N., C. M. Ho, R. Chen, Q. Y. He, W. Y. Yu, H. Z. Sun, P. K. H. Tam, J. F. Chiu and C. M. Che., 2006. Proteomic analysis of the mode of antibacterial action of silver nanoparticles. *J. Proteome Res*, 5: 916–924.
- Mahdavia, F., Saharkhiz, M.J., 2015 - Phytotoxic activity of essential oil and water extract of peppermint (*Mentha × piperita* L. cv. Mitcham). - *J. Appl. Res. Med. Aromatic Plants*, 2: 146-153.
- Marandi, R. J., Hassani, A., Abdollahi, A., & Hanafi, S., 2011. Improvement of the vase life of cut gladiolus flowers by essential oils, salicylic acid and silver thiosulfate. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5(20), 5039–5043.
- Marissen, N., 2001, “Effects of Pre-Harvest Light Intensity and Temperature on Carbohydrate Levels and Vase Life of Cut Roses.” *Acta Horticulturae*, 543: 331– 36. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.543.40>.
- Marissen, N., Benninga, J., 2001. A nursery comparison on the vase life of the rose ‘First Red’: effects of growth circumstances. *Acta Hort.* 543, 285–291.

- Marousky, F. J., 1972. Water relations, effects of floral preservatives on bud opening, and keeping quality of cut flowers. *HortScience*, 7: 114–116.
- Marques, J. de L., Volção, L. M., Funck, G. D., Kroning, I. S., da Silva, W. P., Fiorentini, Â. M., & Ribeiro, G. A., 2015. Antimicrobial activity of essential oils of *Origanum vulgare* L. and *Origanum majorana* L. against *Staphylococcus aureus* isolated from poultry meat. *Industrial Crops and Products*, 77, 444–450. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.013>
- Mastaneh, M., Ahmad, M., Taher, N., Mehrdad, H., 2014. Antioxidant effect of *Ocimum basilicum* cv. dark opal (Lamiaceae) phenolics. *Orient. J. Chem.* 30 (4), 1965–1969.
- Mortensen, L.M., Fjeld, T., 1998. Effects of air humidity, lighting period and lamp type on growth and vase life of roses. *Sci. Hortic.* 73, 229–237.
- Mortensen, L.M., Gislerød, H.R. and Mikkelsen, H., 1992b. Maximizing the yield of greenhouse roses with respect to artificial lighting. *Norw. J. Agric. Sci.*, 6: 27-34.
- Mortensen, L.M., Gislerød, R.H., 1996. The effect of root temperature on growth, flowering, and vase life of greenhouse roses grown at different air temperatures and CO₂ concentrations. *Gartenbauwissenschaft* 61, 211–214.
- Mortensen, L. M., and Gislerød, H. R., 2000. “Effect of Air Humidity on Growth, Keeping Quality, Water Relations, and Nutrient Content of Cut Roses.” *Gartenbauwissenschaft*, 65 (1): 40–44.
- Nelson, P., 1998. *Greenhouse Operation and Management*. Prentice Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Nigussie, K., 2005. *Ornamental horticulture: A technical material*. Jimma University College of Agriculture and Veterinary medicine, Jimma, Ethiopia.
- Ntezurubanza L., J.C. Scheffer and A.B. Swendsen., 1987. Composition of the essential oil of *Ocimum gratissimum* grown in Rwanda. *Planta Med.*, 53: 421-3.
- Ohkawa, K., Kasahara, Y., Suh, J.N., 1999. Mobility and effects on vase-life of silver-containing compounds in cut rose flowers. *HortScience*. 34, 112–113.
- Patrakar, R., Mansuriya, M., & Patil, P., 2012. *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences* Phytochemical and Pharmacological Review on *Laurus Nobilis*.

International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences, 1(2), 595–602.
www.ijpcsonline.com

Pedrosa, M. da S., Nogueira, F. N., Baldo, V. de O., & Medeiros, I. S., 2021. Changes in color and contrast ratio of resin composites after curing and storage in water. *Saudi Dental Journal*, 33(8), 1160–1165. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2021.02.002>

Pirbalouti, AG., Dadfar, S., 2013 - Chemical constituents and antibacterial activity of essential oil of *Satureja bachtiarica* (Lamiaceae). - *Acta Pol. Pharm.*, 70: 933-938.

Prabuseenivasan S, Jayakumar M, Ignacimuthu S., 2006. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 6(39):1-8.

Prakash, V. (1990). *Leafy spices*. CRC Press.

Raymond, O., Gouzy, J., Just, J., Badouin, H., Verdenaud, M., Lemainque, A., Vergne, P., Moja, S., Choisine, N., Pont, C., Carrère, S., Caissard, J. C., Couloux, A., Cottret, L., Aury, J. M., Szécsi, J., Latrasse, D., Madoui, M. A., François, L., ... Bendahmane, M., 2018. The *Rosa* genome provides new insights into the domestication of modern roses. *Nature Genetics*, 50(6), 772–777. <https://doi.org/10.1038/s41588-018-0110-3>

Reid, M.S., Paul, J.L., Farhoomand, M.B., Kofranek, A.M., Staby, G.L., 1980. Pulse treatments with silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105, 25-27.

Reid, M. S. 1985. Ethylene and abscission. *Hort. Sci.* 20: 45-49.

Reinders, U. (2008), “Ethiopia: rose nation” *FlowerTech*, vol. 11. no. 7, source <http://www.agriworld.nl/public/file/pdf/20081126-06-09_flt11_07.pdf>, posted 29, 10, 2010 and accessed 15, 04, 2010.

Ren, P.-J., Jin, X., Liao, W.-B., Wang, M., Niu, L.-J., Li, X.-P., Xu, X.-T., Zhu, Y.-C., 2017. Effect of hydrogen-rich water on vase life and quality in cut lily and rose flowers. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 58, 576–584.

Rhizopoulou S (2004) Symbolic plant(s) of the Olympic games. *J Exp Bot* 55(403):1601-1606

Rodrigues, L.B., Martins, A.O., Cesário, F.R., Castro, F.F., de Albuquerque, T.R., Fernandes, M.N., Silva, B.A., Júnior, L., Costa, J., Coutinho, H., 2016. Anti-

inflammatory and antiedematogenic activity of the *Ocimum basilicum* essential oil and its main compound estragole: in vivo mouse models. *Chem-Biol Interact.* 257, 14–25.

Rogers MN., 1973. A historical and critical review of post-harvest physiology research on cut flowers. *Horti. Sci.* 8:189-94.

Sajjadi, S. E., 2006. Analysis of the essential oil of two cultivated Basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran.

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.

Scariot, V., Paradiso, R., Rogers, H., & De Pascale, S., 2014. Ethylene control in cut flowers: Classical and innovative approaches. *Postharvest Biology and Technology*, 97(November), 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.06.010>

Shanan, N. T., 2012. Applications of Essential Oils to Prolong the Vase Life of Rose (*Rosa hybrida* L. cv. “Grand”) Cut Flowers. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 4 (1): 66–74.

Sharififar, F., M.H Moshafi, S.H Mansouri, M. Khodashenas and M. Khoshnoodi, 2007. In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. *Food Control*, 18: 800-805.

Shokoohinna, Y., Yegdaneh, A., Amin, G., Ghannadi, A., 2014. Seasonal variations of *Laurus nobilis* L. leaves volatile oil component in Isfahan, Iran. *Res. J. Pharmacogn.* 1, 1–6.

Silva JRdA, do Carmo DF, Reis ÉM, Machado GMC, Leon LL, da Silva BO, Ferreira JLP, Amaral ACF (2009) Chemical and biological evaluation of essential oils with economic value from Lauraceae species. *J Braz Chem Soc* 20(6):1071-1076.

Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T.S., Naderi R., 2009 - Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. ‘Dune’) flowers. - *Postharvest Biol. Technol.*, 53: 155-158.

Sondi, I. and B. Salopek-Sondi., 2004. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: A case study on *Escherichia coli* as a model for Gram-negative bacteria. *J. Colloid Interface Sci.*, 75: 177–182.

- Stoddard, E. M. and P. M. Miller., 1962. Chemical control of water loss in growing plants . *Science*, 137: 224–225.
- Torre, S., and Fjeld, T., 2001, “Water Loss and Postharvest Characteristics of Cut Roses Grown at High or Moderate Relative Air Humidity.” *Scientia Horticulturae* 89 (3): 217–26. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00229-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00229-6).
- Urban, L., Six, S., Barthélémy, L., Bearez, P., 2002. Effect of elevated CO₂ on leaf water relations, water balance and senescence of cut roses. *J. Plant Physiol.* 159, 717–723.
- 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.
- Vasundhara, M., Gujara, S., Jayaram, A., Priyanka, R., 2016. Sweet bay (*Laurus nobilis* L.) essential oil: a study on its application in dentistry. *World J. Pharmaceut. Res.* 5, 2049–2057.
- Veen, H., van de Geijn, S.C., 1978. Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations. *Planta*, 140, 93-96.
- Vergis, J., Gokulakrishnan, P., Agarwal, R. K., & Kumar, A. (2015). Essential oils as natural food antimicrobial agents: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 1320–1323. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.692127>
- Wahome, P. K., Thwala, M., Oseni, T. O., & Masarirambi, M. T., 2013. Effects of floral preservatives on the vase life of Orchid (*Epidendrum radicans* L.) cut flowers. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 5(1), 22–29. <https://doi.org/10.5829/idosi.jhsop.2013.5.1.268>
- Yahyazadeh, M., Omidbaigi, R., Zare, R., Taheri, H., 2008. Effect of some essential oils on mycelia growth of *Penicillium digitatum* sacc. *World J Microbiol Biotechnol*, <https://doi.org/10.1007/s11274-007-9636-8>.
- Zieslin, N. 1989. Postharvest control of vasselife and senescence of rose flowers. *Acta Hort.* 261:257-264.
- 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/>

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

Deziel, Chris., 2018. What Is the pH of Distilled Water?. sciencing.com. Retrieved from <https://sciencing.com/ph-distilled-water-4623914.html>