



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου

«Μετασυλλεκτική μεταχείριση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς (*Rosa sp.*) με χρήση διαλυμάτων αιθέριων ελαίων μέντας (*Mentha piperita*) και φασκόμηλου (*Salvia officinalis*)»



Επιβλέπων Καθηγητής : Λύκας Χρήστος

Φοιτήτρια : Μαούνη Αικατερίνη

Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου

«Μετασυλλεκτική μεταχείριση δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς (*Rosa sp.*) με χρήση διαλυμάτων αιθέριων ελαίων μέντας (*Mentha piperita*) και φασκόμηλου (*Salvia officinalis*)»

"*Postharvest treatment of cut roses (Rosa sp.) using solutions of peppermint (Mentha piperita) and sage (Salvia officinalis) essential oils.*"

Φοιτήτρια: Μαούνη Αικατερίνη

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

Υπεύθυνη Δήλωση

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

Μαούνη Αικατερίνη

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Χρήστο Λύκα για την ανάθεση αυτού του θέματος και την δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με τον κλάδο των δρεπτών ανθέων και την επίδραση των αιθέριων ελαίων σε αυτά, για τις συμβουλές και τις ιδέες που μου παρείχε κατά την διάρκεια του πειράματος και για τη βοήθεια του κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας. Επίσης, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω από βάθους ψυχής την υποψήφια διδάκτορα κ. Καζή Μάρθα για τη στήριξη, την προσφορά και την αμέριστη βοήθεια που παρείχε κατά την διάρκεια του πειράματος. Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω την εργαστηριακή συνεργάτιδα κ. Καρατοσίδου Χαρούλα και τον μεταπτυχιακό φοιτητή κ. Παπαδήμο Αθανάσιο, οι οποίοι ήταν πάντα πρόθυμοι να βοηθήσουν και να παρέχουν χρήσιμες συμβουλές σε δύσκολες στιγμές που προέκυψαν κατά την διάρκεια του πειράματος. Ακόμη, νιώθω ότι θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στις συμφοιτήτριες μου Καρδάμη Τριανταφυλλιά και Παπακώστα Φρειδερίκη οι οποίες εκπόνησαν παράλληλα την δική τους πτυχιακή εργασία και που δίχως την βοήθεια τους και την ομαλή συνεργασία μας το αποτέλεσμα δεν θα ήταν ίδιο. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την οικονομική και συναισθηματική στήριξη κατά την διάρκεια της φοίτησης μου, αλλά και τους φίλους μου που ήταν πάντα δίπλα μου και έκαναν αυτά τα χρόνια αξέχαστα.

Σας ευχαριστώ πολύ.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	7
Abstract.....	8
1. Εισαγωγή	9
1.1 Δρεπτά άνθη	9
1.2 Σκοπός του πειράματος.....	10
1.3 Προσυλλεκτικοί παράγοντες.....	11
1.3.1 Βιοτικοί παράγοντες.....	11
1.3.2 Αβιοτικοί παράγοντες.....	12
1.3.2.3 Θερμοκρασία - Υγρασία	12
1.3.2.4 Φως.....	13
1.3.2.5 Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	13
1.3.2.6 Κυκλοφορία αέρα.....	14
1.3.2.7 Θρέψη	14
1.3.3 Έδαφος.....	15
1.3.4 Εποχή παραγωγής	15
1.3.5 Άρδευση.....	16
1.3.6 Συγκομιδή	16
1.4 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες.....	17
1.4.1 Αποθήκευση.....	17
1.4.2 Μεταφορά και συσκευασία	18
1.4.3 Αιθυλένιο	19
1.4.4 Υδατική καταπόνηση	20
1.5 Εμπορικά σκευάσματα συντήρησης	20
1.5.1 Επίπεδο παραγωγού	20
1.5.2 Επίπεδο διακινητή.....	21
1.5.3 Επίπεδο ανθοπώλη και καταναλωτή	21
1.6 Χημικά διαλύματα συντήρησης	22
1.6.1 Σαλικυλικό οξύ (ασπιρίνη)	22
1.6.2 8-υδροξυκινολίνη (8-HQS).....	22
1.6.3 Θεικό αργίλιο (Al ₂ (SO ₄) ₃).....	23

1.6.4	Νιτρικός άργυρος (AgNO ₃)	23
1.6.5	Θειοθειικός άργυρος (STS)	24
1.6.6	Νανοδοματίδια αργύρου (AgNPs)	24
1.7	Διαλύματα συντήρησης με αιθέρια έλαια	25
1.7.1	Μέντα	26
1.7.2	Φασκόμηλο	27
2.	Υλικά και Μέθοδοι	29
2.1	Φυτικό υλικό	29
2.2	Προετοιμασία υλικών	29
2.2.1	Παρασκευή διαλυμάτων συντήρησης	29
2.3	Παρασκευή θρεπτικών υποστρωμάτων	30
2.3.1	TSA και DG18	30
2.3.2	Πεπτόνη (PW)	31
2.4	Μικροβιολογικές αναλύσεις	31
2.5	Διεξαγωγή προκαταρκτικού πειράματος	32
2.6	Διεξαγωγή κύριου πειράματος	32
2.7	Μετρήσεις	32
2.8	Χρώμα	33
2.9	Χλωροφύλλη	33
2.10	Στατιστική ανάλυση	34
3.	Αποτελέσματα – Συζήτηση	35
3.1	Προκαταρκτικό πείραμα	35
3.1.1	Μεταβολή του βάρους των ανθέων	36
3.1.2	Μικροβιολογικές αναλύσεις στον φυτικό ιστό	37
3.1.3	Χλωροφύλλη	38
3.2	Κύριο πείραμα	38
3.2.1	Συνθήκες συντήρησης τριαντάφυλλων	38
3.2.2	Μεταβολή του βάρους των ανθέων	40
3.2.3	Μεταβολή όγκου διαλυμάτων συντήρησης	42
3.2.4	Μικροβιολογικές αναλύσεις στον φυτικό ιστό	44
3.2.5	Μικροβιολογικές αναλύσεις στο διάλυμα συντήρησης	45
3.2.6	Χλωροφύλλη	46

3.2.7 Χρώμα	47
4. Συμπεράσματα.....	49
5. Βιβλιογραφία	50

Περίληψη

Τα δρεπτά άνθη αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της παγκόσμιας εμπορίας φυτών καθώς τα κέρδη από το εμπόριο τους είναι πολύ υψηλά. Παρόλα αυτά, η μετασυλλεκτική τους μεταχείριση είναι αρκετά δύσκολη καθώς είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Ο σκοπός του πειράματος είναι η διερεύνηση της επίδρασης των αιθέριων ελαίων μέντας και φασκόμηλου ως διαλύματα συντήρησης δρεπτών τριαντάφυλλων.

Τα τριαντάφυλλα συντηρήθηκαν σε διαλύματα αιθέριων ελαίων μέντας 100, 200 και 300ppm, φασκόμηλου 100ppm, του εμπορικού σκευάσματος FlowerFresh αλλά και του βασικού διαλύματος που αποτέλεσε τον μάρτυρα. Τα ανθοδοχεία μεταφέρθηκαν σε χώρο με μέση θερμοκρασία $28\pm 1^{\circ}\text{C}$, σχετική υγρασία 45-48% και τοποθετήθηκαν κάτω από λάμπες φθορισμού με ελεγχόμενη φωτοπερίοδο 12 ωρών.

Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου μέντας 200ppm και 300ppm ενδεχομένως να είναι τοξικές για τα τριαντάφυλλα, καθώς προκάλεσαν μεταχρωματισμό του κατώτερου τμήματος του βλαστού. Τη μεγαλύτερη διάρκεια συντήρησης είχαν τα ανθικά στελέχη που βρίσκονταν σε διάλυμα με αιθέριο έλαιο φασκόμηλου, με μέση διάρκεια συντήρησης 9 ημερών. Το αιθέριο έλαιο μέντας διατήρησε τα τριαντάφυλλα κατά μέσο όρο 8 ημέρες. Τα άνθη που διατηρήθηκαν σε διάλυμα με εμπορικό σκεύασμα είχαν τον μικρότερο χρόνο μετασυλλεκτικής ζωής και το μικρότερο μικροβιακό φορτίο. Τα τριαντάφυλλα που διατηρήθηκαν σε διάλυμα με αιθέριο έλαιο φασκόμηλου είχαν την υψηλότερη απώλεια νεπού βάρους, ενώ εκείνα που ήταν σε αιθέριο έλαιο μέντας παρουσίασαν την μεγαλύτερη απορρόφηση διαλύματος. Οι μετρήσεις χλωροφύλλης και χρώματος έδειξαν ότι δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Abstract

Cut flowers are a very important part of the global plant trade as the profits from their trade are very high. However, their post-harvest treatment is quite difficult as they are particularly vulnerable to various factors that negatively affect their quality characteristics. The purpose of the experiment is to investigate the effect of peppermint and sage essential oils as preservative solutions for cut roses.

The cut roses were preserved in solutions of mint essential oils 100, 200 and 300ppm, sage 100ppm, the commercial preservative FlowerFresh and the basic solution that was the control. The vases were transferred to a room with an average temperature of 28 ± 1 °C, relative humidity 45-48% and placed under fluorescent lamps with a controlled photoperiod of 12 hours.

The results showed that high concentrations of peppermint essential oil 200ppm and 300ppm may be toxic to roses, as they caused discoloration of the lower part of the stem. The flower stems that were kept in the solution that contained sage essential oil, had the longest shelf life with an average of 9 days. Peppermint essential oil preserved the roses for an average of 8 days. The flowers kept in solution with a commercial formulation had the shortest post-harvest life and the lowest microbial load. Roses kept in solution with sage essential oil had the highest fresh weight loss, while those in peppermint essential oil had the highest solution absorption. Chlorophyll and color measurements showed that there were no statistically significant differences between treatments.

1. Εισαγωγή

1.1 Δρεπτά άνθη

Τα δρεπτά άνθη αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της παγκόσμιας εμπορίας φυτών καθώς τα κέρδη από το εμπόριο τους, το έτος 2019, ανήλθαν στα 8.3 δισεκατομμύρια ευρώ, αύξηση της τάξεως του 25% σε σύγκριση με το 2015. Στην κορυφή της λίστας με τα περισσότερα έσοδα βρίσκονται με διαφορά τα τριαντάφυλλα, καθώς μόνο το 2019 απέφεραν 700 εκατομμύρια ευρώ σε κέρδη (Union Fleurs, 2019). Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του παγκόσμιου οργανισμού εμπορίου ανθέων (Union Fleurs), οι κυριότερες εξαγόμενες χώρες δρεπτών ανθέων είναι η Ολλανδία (43%), η Κολομβία (15%), η Κένυα (11%), το Εκουαδόρ (9%) και η Αιθιοπία (9%). Παρότι τα ανθοκομικά είδη δεν αποσκοπούν στην κάλυψη βασικών αναγκών της καθημερινότητας, είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στο αγοραστικό κοινό. Ο λόγος που το εμπόριο ανθέων συγκεντρώνει τόσα πολλά έσοδα ετησίως, είναι επειδή έχουν συνδυαστεί με μεγάλες γιορτές, όπως ο Άγιος Βαλεντίνος, η γιορτή της μητέρας και σε πολλές χώρες με ορκωμοσίες και επετείους.

Παρόλα αυτά, η μετασυλλεκτική τους μεταχείριση είναι αρκετά δύσκολη καθώς είναι ιδιαίτερα ευάλωτα και η μεταφορά τους πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή. Για παράδειγμα, για κάθε επιπλέον μέρα που χρειάζεται να ταξιδέψουν για να μεταφερθούν στον καταναλωτή, η ποιότητα τους μειώνεται κατά 15% (BBC, 2019). Σύμφωνα με την ένωση αμερικανικών ανθοπωλείων, το 45% των δρεπτών ανθέων μαραίνονται πριν προλάβουν να πωληθούν.

Συνήθως, τα τριαντάφυλλα μεταφέρονται σε χαρτοκιβώτια και μερικές φορές χωρίς κάποιο πλαστικό κάλυμμα προκειμένου να μην υπάρξει υπερβολική συσσώρευση υγρασίας, η οποία μπορεί να αυξήσει τον ρυθμό μάρανσης και την ανάπτυξη ασθενειών. Όταν φτάσουν στην ανθαγορά μπορεί να επανασυσκευαστούν ανάλογα με την ποικιλία του τριαντάφυλλου, συνηθέστερα σε μπουκέτα των 10 με 20 στελεχών.

Τα δρεπτά τριαντάφυλλα πρέπει να φέρουν κάποια συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά για να μπορούν να πωληθούν στην μεγαλύτερη αγορά της Ευρώπης, δηλαδή εκείνη της Ολλανδίας. Ειδικότερα, αξιολογούνται με βάση τον βαθμό μάρανσης, το μικροβιακό φορτίο, εάν φέρουν κάποια ασθένεια ή τροφοπενία, τον

αριθμό των φύλλων, το μήκος του στελέχους, την ομοιομορφία του χρώματος του άνθους, τη σωστή συσκευασία καθώς και το εάν έχουν κάμψη λαιμού. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει η συντήρηση τους να γίνεται προσεκτικά, αξιολογώντας πολλές παραμέτρους. Εκτός από τις περιβαλλοντικές συνθήκες οι οποίες πρέπει να ρυθμιστούν ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε λουλουδιού, θα πρέπει να προστεθεί κάποιο σκεύασμα στο δοχείο διατήρησης του άνθους. Στην αγορά κυκλοφορούν διάφορα σκευάσματα συντήρησης δρεπτών ανθέων, μερικά από τα οποία είναι εγκεκριμένα από την εκάστοτε ανθαγορά (CBI Ministry of Foreign Affairs, 2017).

Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων δεν είναι προκαθορισμένη καθώς δεν είναι ισοδύναμη σε κάθε λουλούδι και εξαρτάται από πλήθος γενετικών, προσυλλεκτικών αλλά και μετασυλλεκτικών παραγόντων (Halevy and Mayak, 1979, Mortensen and Gislerød, 2000, Marissen, 2001).

1.2 Σκοπός του πειράματος

Ο σκοπός του πειράματος είναι η διερεύνηση της επίδρασης των αιθέριων ελαίων μέντας και φασκόμηλου ως διαλύματα συντήρησης δρεπτών τριαντάφυλλων.

Γενικά στοιχεία

1.3 Προσυλλεκτικοί παράγοντες

Οι προσυλλεκτικοί παράγοντες είναι εξίσου σημαντικοί για την μετέπειτα διατήρηση των ανθέων, όσο και οι μετασυλλεκτικοί. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τους γενετικούς και τους αβιοτικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, ο γονότυπος του φυτού και η αντίδραση του στους περιβαλλοντικούς παράγοντες καλλιέργειας, καθορίζουν σημαντικά το ποσοστό επιτυχίας της μετασυλλεκτικής του ζωής.

1.3.1 Βιοτικοί παράγοντες

Οι βιοτικοί παράγοντες επιδρούν σημαντικά στην αντίδραση των δρεπτών ανθέων σε περιβαλλοντικούς παράγοντες αλλά και στην ικανότητα διατήρησής τους. Συγκεκριμένα, έχουν πραγματοποιηθεί πολλά πειράματα στα οποία διαφορετικές ποικιλίες τριανταφυλλιάς καλλιεργήθηκαν σε πανομοιότυπες συνθήκες περιβάλλοντος με τις ίδιες καλλιεργητικές πρακτικές. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι υπάρχει μεγάλη ανομοιογένεια στην διάρκεια διατήρησης ανάμεσα στις ποικιλίες (Mortensen and Gislerød, 1999, Marissen, 2001). Η διαφορετική αυτή αντίδραση κάθε ποικιλίας μπορεί να οφείλεται στην λειτουργία των στομάτων και άρα την ικανότητα του κάθε λουλουδιού να διατηρεί υδατική ισορροπία στο εσωτερικό του (Mayak et al., 1974). Αυτό είναι πολύ καθοριστικό για την μετασυλλεκτική μεταχείριση των ανθέων καθώς ο σημαντικότερος λόγος μείωσης της διάρκειας διατήρησής τους είναι η απώλεια νερού, δηλαδή η απουσία υδατικής ισορροπίας.

Η πλειοψηφία των δρεπτών τριαντάφυλλων που καλλιεργούνται είναι ποικιλίες που ανήκουν στα υβρίδια του τσαγιού (Hybrid Tea Roses). Επιλέγονται κυρίως επειδή έχουν μακρύτερα στελέχη σε σχέση με άλλες ποικιλίες. Σπανιότερα επιλέγονται και πολυανθείς ποικιλίες οι οποίες είναι μικρότεροι θάμνοι καθώς αποτελούνται από βραχύσωμα βλαστικά στελέχη και πολυάριθμα άνθη.

1.3.2 Αβιοτικοί παράγοντες

1.3.2.3 Θερμοκρασία - Υγρασία

Ως ενδημικό φυτό του Βορείου ημισφαιρίου, δεν αναπτύσσεται καλά σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, ενώ προτιμά περιοχές με μέση σχετική υγρασία. Η θερμοκρασία αποτελεί από τους σημαντικότερους κλιματικούς παράγοντες στην ανάπτυξη του φυτού αλλά και για την μετέπειτα συντήρηση του (Manfredini et al., 2017).

Για να επιτευχθούν οι βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης, η θερμοκρασία ημέρας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 21 – 24 ° C, ενώ η θερμοκρασία νύχτας 14 – 18 ° C, ώστε μετέπειτα να επιτευχθεί μέγιστη διάρκεια ζωής στο βάζο (Zieslin and Halevy, 1976, Fanourakis et al., 2013). Σε περίπτωση που η θερμοκρασία αέρα αποκλίνει από αυτό το εύρος, και συγκεκριμένα είναι χαμηλότερη από 12 °C ή υψηλότερη από 27 °C, τότε η διάρκεια συντήρησης στο ανθοδοχείο μειώνεται κατά 39% και 34% αντίστοιχα (Moe, 1975, Marissen, 2001). Εάν η θερμοκρασία νύχτας πέσει κάτω από τους 12 ° C, τότε παρατηρείται η δημιουργία πολλών δύσμορφων ανθέων αλλά και μαύρισμα των πετάλων (Zieslin et al., 1986). Αντίθετα, σε υψηλές θερμοκρασίες νύχτας παρατηρείται η ανάπτυξη ποιοτικά υποβαθμισμένων φυτών με κοντύτερα στελέχη και φτωχό χρώμα πετάλων (Shisa and Takano, 1964, Moe, 1971).

Ένας δεύτερος πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η υγρασία της ατμόσφαιρας κατά την περίοδο καλλιέργειας των φυτών. Συγκεκριμένα, έχει διαπιστωθεί πως υψηλά επίπεδα υγρασίας έχουν αρνητική επίδραση στην μετασυλλεκτική ζωή των τριαντάφυλλων (Mortensen and Gislerød, 1999, Torre and Fjeld, 2001). Σύμφωνα με διάφορες έρευνες έχει παρατηρηθεί πως τα αυξημένα επίπεδα υγρασίας διαταράσσουν την υδατική ισορροπία του τριαντάφυλλου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η διαπνοή και άρα η απώλεια νερού (Torre et al., 2003, In et al., 2006). Επομένως, εάν κατά την καλλιέργεια οι συνθήκες υγρασίας είναι υψηλές και υπάρχει έλλειψη πίεσης ατμών τότε η διάρκεια συντήρησης των δρεπτών τριαντάφυλλων είναι πολύ μικρότερη. Γι' αυτό το λόγο, σε χειμερινή καλλιέργεια τριαντάφυλλου, όπου επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλά επίπεδα υγρασίας, θα πρέπει να ακολουθηθούν καλλιεργητικές μέθοδοι που μειώνουν το ποσοστό σχετικής υγρασίας. Όπως είναι για παράδειγμα ο μηχανικός εξαερισμός του θερμοκηπίου (In et al., 2016).

1.3.2.4 Φως

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι ένας ακόμη πολύ σπουδαίος αβιοτικός παράγοντας στην καλλιέργεια του φυτού, καθώς η τριανταφυλλιά, παρόλο που δεν επηρεάζεται από την φωτοπερίοδο, είναι από τα πιο απαιτητικά ανθοκομικά είδη σε φως. Ανάλογα με τη χώρα καλλιέργειας μπορεί να χρειαστεί είτε σκίαση, είτε η τοποθέτηση πρόσθετου φωτισμού στο θερμοκήπιο. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα προτείνεται βαθμιαία σκίαση του θερμοκηπίου από την άνοιξη και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, δηλαδή όταν επικρατούν μεγάλες ημέρες με υψηλές εντάσεις ηλιακού φωτός.

Αντίθετα, στις Βόρειες χώρες της Ευρώπης, όπως η Ολλανδία, όπου ο φυσικός φωτισμός είναι ανεπαρκής κατά την διάρκεια του χειμώνα, απαιτείται η εγκατάσταση πρόσθετου συστήματος φωτισμού ($150 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$), για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων παραγωγής (Slootweg and van Meeteren, 1991, Bredmose, 1993). Η ένταση του φωτός συμβάλλει ενεργά στην παραγωγή χρωστικών, καθώς έχει παρατηρηθεί πως σε χαμηλές εντάσεις φωτισμού μειώνεται παράλληλα και η σύνθεση τους (Shisa and Takano, 1964).

Πολλές φορές η θερμοκηπιακή καλλιέργεια τριαντάφυλλου προστίθεται υπό το καθεστώς συνεχούς φωτισμού, αφαιρώντας δηλαδή την περίοδο της νύχτας. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται καθώς ο κίνδυνος προσβολής από ωίδιο μειώνεται δραματικά. Επίσης, έχει διαπιστωθεί πως βελτιώνονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τριαντάφυλλου και αυξάνονται οι αποδόσεις της καλλιέργειας (Mortensen and Gislerød, 1999). Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί ότι μειώνει την αντίδραση των στομάτων και την διάρκεια συντήρησης των ανθέων το οποίο μπορεί να συνδέεται και με την μειωμένη παραγωγή αμπισικού οξέος (ABA) (Mortensen and Gislerød, 1999).

1.3.2.5 Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες τριαντάφυλλου ακολουθείται συχνά η τεχνική εμπλουτισμού του χώρου με CO₂. Οι θετικές επιδράσεις της προσθήκης CO₂ στο θερμοκήπιο είχαν παρατηρηθεί από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα και μελετήθηκαν εκτενέστερα κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα (Brown and Escombe, 1902; Owen, Small and Williams, 1926). Η αύξηση του CO₂ στα $1000 \mu\text{mol}/\text{mol}$, έχει αποδειχθεί ότι

ενισχύει δραματικά την ανάπτυξη ποιοτικά καλύτερων και ανθεκτικότερων φυτών (Jiao, Tsujita and Grodzinski, 1991). Παρολ' αυτά, εάν η καλλιέργεια παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα σε υψηλά επίπεδα CO₂, τότε αυτό μπορεί να έχει αντίθετα αποτελέσματα και να μειώσει την φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών (Aoki and Yabuki, 1977).

Επίσης, ο εμπλουτισμός του θερμοκηπίου με CO₂ έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να αυξήσει την διάρκεια διατήρησης στο βάζο ακόμα και κατά 33%, ανάλογα με την ποικιλία του τριαντάφυλλου. Γεγονός το οποίο όπως αποδείχθηκε από την έρευνα οφείλεται στην καλύτερη λειτουργία των στομάτων (Urban et al., 2002). Παρόλα αυτά υπάρχουν ποικιλίες όπου το CO₂ δεν βρέθηκε να έχει κάποια σημαντική επιρροή στην διάρκεια συντήρησης τους (Mortensen and Gislerød, 1996).

1.3.2.6 Κυκλοφορία αέρα

Η κυκλοφορία του αέρα στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια τριαντάφυλλου έχει βρεθεί ότι βοηθάει στην αύξηση της διάρκειας διατήρησης των ανθέων σε σύγκριση με καλλιέργειες στις οποίες δεν γίνεται καλός αερισμός του χώρου (In et al., 2006). Εκτός από την επάρκεια αερισμού σημαντικό ρόλο παίζει και η ταχύτητα κίνησης του αέρα. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι η χαμηλή ταχύτητα αέρα μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση στην διατηρησιμότητα των ανθέων, ακόμα και σε ποσοστό 40% (Mortensen and Gislerød, 1997). Η ιδανική ταχύτητα του αέρα στο εσωτερικό, έτσι ώστε να υπάρχει σημαντική επίδραση στην διατήρηση των τριαντάφυλλων, πρέπει να κυμαίνεται γύρω στα 0.21 m/s (Mortensen and Gislerød, 1997).

1.3.2.7 Θρέψη

Παρότι η σωστή θρέψη της καλλιέργειας είναι πολύ σημαντική για την ομαλή και σωστή ανάπτυξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών του τριαντάφυλλου δεν επιδρά εξίσου στην διάρκεια διατήρησης τους (Fanourakis et al., 2013). Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί ότι η αύξηση της συγκέντρωσης αζώτου (N) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικού συστήματος, επηρεάζει αρνητικά την διατηρησιμότητα των ανθέων αλλά όχι σε σημαντικό ποσοστό (Armitage and Tsujita, 1979).

Αντίθετα με το άζωτο, η προσθήκη περισσότερου ψευδαργύρου (Zn) στο θρεπτικό διάλυμα συμβάλλει θετικά στην διάρκεια διατήρησης, καθώς αυξάνει την αντοχή των λουλουδιών σε δυσμενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες (Khoshgofarmanesh et al., 2008). Επίσης, χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο αυξάνει τον κίνδυνο προσβολής από βοτρυτή (*Botrytis cinerea*) (Baas et al., 2000). Παράλληλα, ο ψεκασμός με θειικό ασβέστιο (CaSO₄) μία μέρα πριν την συγκομιδή επιδρά θετικά όχι μόνο στην αποφυγή του βοτρυτή, αλλά και την αύξηση της διάρκειας συντήρησης στο βάζο έως και 30% (de Cardeville et al. 2005).

1.3.3 Έδαφος

Όσον αφορά τις εδαφικές απαιτήσεις, γενικά είναι προτιμότερο η τριανταφυλλιά να καλλιεργείται σε εδάφη με καλή αποστράγγιση και pH που κυμαίνεται γύρω στο 5,5 με 7,0. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι η μέγιστη απόδοση των φυτών επιτυγχάνεται σε εδάφη με περιεκτικότητα νιτρικών ιόντων μεταξύ 25 και 100ppm (Seeley, 1948).

1.3.4 Εποχή παραγωγής

Η εποχή παραγωγής των τριαντάφυλλων έχει διαπιστωθεί, από πολλά πειράματα, ότι επιδρά σημαντικά στην μετασυλλεκτική απόδοση των ανθέων. Συγκεκριμένα, τριαντάφυλλα που συγκομίζονται κατά την χειμερινή καλλιεργητική περίοδο συνήθως διατηρούνται λιγότερες ημέρες, σε σχέση με τριαντάφυλλα καλοκαιρινής συγκομιδής (Urban et al., 1995). Αυτό το φαινόμενο μπορεί να οφείλεται τόσο στα υψηλότερα ποσοστά σχετικής υγρασίας που επικρατούν το χειμώνα αλλά και τον αυξημένο κίνδυνο προσβολής από βοτρυτή (Hammer and Evensen, 1996). Ειδικότερα, η μόλυνση ξεκινάει με την εναπόθεση κονιδίων του μύκητα κατά την ανάπτυξη των λουλουδιών (Kerssies et al., 1995), ενώ τα συμπτώματα γίνονται ορατά αργότερα με την εμφάνιση μικρών κηλίδων (Pie and De Leeuw, 1991), που σε συνθήκες πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας μετατρέπονται σε νεκρωτικές (Williamson et al., 2007).

Επίσης, δύο ακόμη παράγοντες που επικρατούν κατά την διάρκεια του χειμώνα και επηρεάζουν αρνητικά την συντήρηση των δρεπτών ανθέων είναι η χαμηλή θερμοκρασία αέρα αλλά και ένταση φωτός. Παρόλα αυτά, σε έρευνες που προσομοίωσαν τις ιδανικές τιμές τόσο θερμοκρασίας όσο και έντασης φωτός σε χειμερινή καλλιέργεια τριαντάφυλλου, αποδείχθηκε ότι η διάρκεια διατήρησης τους παρέμεινε χαμηλότερη σε σχέση με το καλοκαίρι (Gislerød et al., 1993, Marissen, 2001).

1.3.5 Άρδευση

Η σωστή άρδευση είναι καθοριστικός παράγοντας για την παραγωγή ποιοτικών ανθέων. Ωστόσο, η υδατική καταπόνηση δεν έχει τις ίδιες συνέπειες σε κάθε στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, εάν η ποσότητα άρδευσης δεν είναι επαρκής στο στάδιο μετά το κλάδεμα του φυτού, τότε θα υπάρξει καθυστέρηση της άνθισης αλλά δεν θα επηρεαστεί η ποιότητα του τριαντάφυλλου. Αντίθετα, εάν η έλλειψη νερού προκληθεί στο στάδιο ανάπτυξης των στημόνων τότε οι συνέπειες είναι ιδιαίτερα σοβαρές. Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη των στελεχών δεν θα φτάσει το επιθυμητό μήκος και βάρος αλλά και παρατηρείται μείωση της συνολικής παραγωγής έως και 70% (Särkkä, 2005).

1.3.6 Συγκομιδή

Ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η συγκομιδή επηρεάζει σημαντικά την μετασυλλεκτική ζωή των ανθέων. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να γίνει στο σωστό χρόνο αλλά και με τις κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Το ακριβές στάδιο ωρίμανσης στο οποίο πρέπει να συγκομίζονται καθορίζεται και από την χιλιομετρική απόσταση που θα διανύσουν ώστε να φτάσουν στον καταναλωτή.

Γενικά, τα λουλούδια πρέπει να συγκομίζονται τις πρωινές ή απογευματινές ώρες με κοφτερό ψαλίδι που έχει προηγουμένως απολυμανθεί. Ο λόγος για τον οποίο επιλέγονται οι πρωινές ή απογευματινές ώρες για συγκομιδή είναι ώστε τα τριαντάφυλλα να βρίσκονται σε σπαργή. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να συγκομίζονται εάν βρίσκονται σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης καθώς αυτό μπορεί να δημιουργήσει εμβολή των αγγείων του ξυλώματος κατά την κοπή. Επομένως,

η έμφραξη των αγγείων θα αποτρέψει την ομαλή κίνηση του νερού στο εσωτερικό του φυτού και άρα την απώλεια υδατικής ισορροπίας (van Doorn, 2012). Μειώνοντας με αυτό τον τρόπο σημαντικά την διάρκεια διατήρησης του.

1.4 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες

Η μετασυλλεκτική ζωή των ανθέων είναι πολύ κρίσιμη καθώς η τελική ποιότητα του προϊόντος που θα φτάσει στον καταναλωτή επηρεάζεται από τους μετασυλλεκτικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, εάν δεν γίνει σωστός χειρισμός των παρακάτω παραγόντων τότε τα άνθη μπορεί να μαραθούν πριν προλάβουν να πωληθούν. Φαινόμενο το οποίο παρατηρείται συχνά εξαιτίας της ευπάθειας των ανθέων σε πολλούς παράγοντες όπως είναι οι τραυματισμοί κατά τη μεταφορά, η ανάπτυξη ασθενειών, το αιθυλένιο και η υδατική καταπόνηση.

1.4.1 Αποθήκευση

Η αποθήκευση των τριαντάφυλλων γίνεται συνήθως σε ψυκτικούς θαλάμους με χαμηλή θερμοκρασία ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι διαδικασίες της αναπνοής και διαπνοής οι οποίες επιταχύνουν την γήρανση. Υπάρχουν δύο τρόποι αποθήκευσης, ανάλογα με την διάρκεια που επιθυμεί ο παραγωγός ή ο διακινητής να τα αποθηκεύσει. Ειδικότερα, για συντήρηση λίγων ημερών, τα τριαντάφυλλα τοποθετούνται σε διάλυμα με νερό και σε ψυκτικό θάλαμο με θερμοκρασία 1 έως 5 °C για τουλάχιστον 12 ώρες. Αντίθετα, εάν η συντήρηση γίνει για μεγάλο χρονικό διάστημα τότε τα άνθη δεν τοποθετούνται σε νερό γι' αυτό το λόγο ονομάζεται και ξηρή αποθήκευση. Σε αυτή την περίπτωση η θερμοκρασία του ψυκτικού θαλάμου κυμαίνεται μεταξύ -0,5 και 0 °C και σχετική υγρασία 95%. Βασική προϋπόθεση και στις δύο περιπτώσεις είναι οι ψυκτικοί θάλαμοι να έχουν καλή μόνωση και να διαθέτουν ανεμιστήρες οι οποίοι θα δημιουργούν ομοιομορφία της θερμοκρασίας σε όλο το χώρο. Ωστόσο, το ρεύμα αέρα που παράγουν οι ανεμιστήρες δεν θα πρέπει να πέφτει κατευθείαν πάνω στα λουλούδια. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγεται η αποθήκευση άλλων προϊόντων, όπως λαχανικά, στον ίδιο χώρο με τα τριαντάφυλλα.

1.4.2 Μεταφορά και συσκευασία

Η σωστή μετασυλλεκτική μεταχείριση των δρεπτών τριαντάφυλλων είναι πολύ σημαντική καθώς έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, ενώ παράλληλα τις περισσότερες φορές παράγονται και μεταφέρονται από χώρες που βρίσκονται εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά (Σάββας, 2003). Σύμφωνα με πολυετή έρευνα του πανεπιστημίου Wageningen, έχει παρατηρηθεί ότι είναι εφικτή η αποθήκευση και μεταφορά τριαντάφυλλων, σε μακρινούς προορισμούς, σε ποιοτικά ικανοποιητική κατάσταση (Harkema et al., 2017).

Παρόλα αυτά, η επιτυχία της μεταφοράς επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες γι' αυτό και πολλές φορές το αποτέλεσμα είναι αμφίρροπο. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί πως όταν ο τρόπος μεταφοράς των ανθέων γίνεται μέσω θαλάσσης, τότε περίπου στο 30% των ποικιλιών μειώνεται η διάρκεια διατήρησης τους ακόμα και στο μισό. Αντίστοιχα, εάν αποστέλλονται εναερίως έχουν καλύτερη συντηρησιμότητα, παρόλο που αυτός ο τρόπος θα ήταν προτιμότερο να αποφεύγεται, καθώς δεν είναι τόσο αειφόρος (Harkema et al., 2017).

Ωστόσο, υπάρχουν κάποιοι βασικοί κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται καθώς έχουν βρεθεί ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί. Αρχικά, μετά την αποκοπή τους από το μητρικό φυτό τα άνθη τοποθετούνται, για ολιγόωρο διάστημα, σε διάλυμα που περιέχει είτε κάποιο συντηρητικό είτε σκέτο νερό. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές μέχρι την τελική τους συσκευασία και μεταφορά στον προορισμό παράδοσης. Έτσι, κάθε φορά που πραγματοποιείται η τοποθέτηση τους σε διαφορετικό διάλυμα, θα πρέπει να αποκόπτεται το κατώτερο άκρο των στελεχών, περίπου 1 με 3cm, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία των αγγείων του ξυλώματος (Σάββας, 2003). Η κοπή των στελεχών είναι προτιμότερο να πραγματοποιείται με βυθισμένο το στέλεχος σε νερό, ώστε να αποφεύγονται τυχόν μολύνσεις. Στη συνέχεια, τα λουλούδια οργανώνονται σε δεσμίδες και τοποθετούνται κατά κανόνα σε χάρτινα κιβώτια, τα οποία φέρουν συνήθως επικάλυψη από κερι ή πλαστικό, σε ξηρές συνθήκες, για την καλύτερη μεταφορά τους σε μακρινές αποστάσεις. Επίσης, τα κλειστά κιβώτια μπορούν να μειώσουν τον ρυθμό αναπνοής των ανθέων και άρα την ελάττωση του ρυθμού γήρανσης τους (Σάββας, 2003).

Εκτός από τα κλειστά κιβώτια, πρέπει να ρυθμιστεί και η θερμοκρασία που θα μεταφερθούν τα άνθη, ώστε να περιοριστεί ακόμα περισσότερο η κατανάλωση των

σακχάρων λόγω της αναπνοής. Συγκεκριμένα, η θερμοκρασία συντήρησης πρέπει να κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, της τάξεως των 0 °C. Βέβαια, αυτή η μέθοδος χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια, καθώς εάν η θερμοκρασία αποκλίνει έστω και λίγο, τότε η περίοδος συντήρησης μειώνεται σημαντικά, από τον μέσο όρο των 18 ημέρων που προβλέπεται για το τριαντάφυλλο (Nelson, 1998, Σάββας, 2003). Επίσης, η σχετική υγρασία πρέπει να κυμαίνεται στα κατάλληλα επίπεδα καθώς κατά την αποθήκευση και την μεταφορά υπάρχει αυξημένος κίνδυνος προσβολής από μύκητες όπως ο βοτρυτής (Elad, 1988).

Ένα ακόμη σημαντικό κριτήριο που πρέπει να ληφθεί υπόψιν κατά την συσκευασία είναι η φυλλική επιφάνεια κάθε φυτού. Μιας και όσο μεγαλύτερη είναι η φυλλική επιφάνεια, τόσο περισσότερη είναι η απώλεια νερού που οδηγεί σε σημαντικά μειωμένο χρονικό διάστημα συντήρησης (Fanourakis et al., 2013). Σε περίπτωση που η μεταφορά των τριαντάφυλλων διαρκέσει πολλές ώρες τότε θα πρέπει να προστεθεί το κατάλληλο σύστημα φωτισμού ώστε να μην αποχρωματιστούν τα φύλλα.

1.4.3 Αιθυλένιο

Το αιθυλένιο είναι μια ουσία άμεσα συνδεδεμένη με διάφορες φυσιολογικές διεργασίες που αφορούν τη γήρανση, γι' αυτό το λόγο μερικές ποικιλίες τριαντάφυλλου είναι πολύ ευαίσθητες όταν εκτίθενται σε συγκεντρώσεις του (Macnish et al., 2010). Παρόλο που κάποια είδη τριαντάφυλλου δεν επηρεάζονται τόσο εύκολα από το αιθυλένιο, έχει βρεθεί ότι μαζί με την υδατική καταπόνηση, και την προσβολή από βοτρυτή, είναι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την διάρκεια διατήρησης τους στο ανθοδοχείο (In et al., 2017).

Συγκεκριμένα, το αιθυλένιο ακόμα και όταν βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει επιτάχυνση της γήρανσης, με αποτέλεσμα να παρατηρείται κιτρίνισμα των φύλλων ή ακόμα και πτώση φύλλων και ανθέων. Τα αυξημένα επίπεδα αιθυλενίου στο χώρο που διατηρούνται τα άνθη μπορεί να οφείλεται στην παραγωγή του είτε από το ίδιο το φυτό είτε από εξωγενείς παράγοντες. Για παράδειγμα, μπορεί στον ίδιο χώρο να αποθηκεύονται και φρούτα ή λαχανικά τα οποία παράγουν μεγάλες ποσότητες αιθυλενίου.

1.4.4 Υδατική καταπόνηση

Τα τριαντάφυλλα θεωρούνται από τα πιο ευαίσθητα δρεπτά άνθη καθώς ακόμα και μετά την συγκομιδή τους, διατηρούν υψηλή μεταβολική δραστηριότητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καταπονούνται υδατικά. Το φαινόμενο της υδατικής καταπόνησης προκύπτει από την απουσία υδατικής ισορροπίας. Δηλαδή, το αρνητικό ισοζύγιο που δημιουργείται ανάμεσα στην πρόσληψη νερού και την απώλεια του μέσω της διαπνοής (van Doorn, 1997).

Η αδυναμία απορρόφησης νερού σχετίζεται με την αύξηση της υδραυλικής αντίστασης που προκαλείται από εμβολισμό του αέρα και βακτηριακές εμφράξεις των αγγείων του ξυλώματος (van Doorn et al., 1995, van Doorn, 2012). Οι εμφράξεις των αγγείων πολλές φορές οδηγούν σε κάμψη του λαιμού του λουλουδιού με αποτέλεσμα να μειώνεται ή να τερματίζεται η εμπορική του αξία. Εκτός από κάμψη λαιμού το φυτό εμφανίζει ξερά πέταλα λόγω μείωσης της σπαργής αλλά και μαραμμένα φύλλα (van Doorn, 2012). Μερικοί τρόποι αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης είναι η μείωση της φυλλικής επιφάνειας, η διατήρησή τους σε χώρο με ικανοποιητικά επίπεδα υγρασίας και η προσθήκη συντηρητικού σκευάσματος στο διάλυμα που βρίσκονται (Ahmad et al., 2013).

1.5 Εμπορικά σκευάσματα συντήρησης

1.5.1 Επίπεδο παραγωγού

Αμέσως μετά την συγκομιδή των δρεπών ανθέων, οι παραγωγοί μπορεί να εμβαπτίσουν τα στελέχη σε διαλύματα ενυδάτωσης. Τα συγκεκριμένα διαλύματα έχουν ως σκοπό την ενίσχυση της σπαργής σε υδατικώς καταπονημένα άνθη. Αποτελούνται από βακτηριοκτόνες και διαβρεκτικές ουσίες. Οι διαβρεκτικές ουσίες χρησιμοποιούνται ώστε να ενισχύσουν την απορρόφηση του νερού και έτσι να υπάρξει ταχεία ενυδάτωση των φυτών.

Τα άνθη θα πρέπει να παραμένουν σε αυτά από 6 μέχρι 24 ώρες, σε χώρο με θερμοκρασία 1 έως 4 °C. Σε περίπτωση που η συγκομιδή γίνει σε πρωιμότερο στάδιο τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάλι τα διαλύματα ενίσχυσης ως μέσο ανοίγματος των μπουμπουκιών. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει τα άνθη να παραμείνουν σε αυτά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, δηλαδή περίπου 3 με 4 ημέρες.

1.5.2 Επίπεδο διακινητή

Κατά την μεταφορά των ανθέων οι διακινητές χρησιμοποιούν διαλύματα ενίσχυσης. Τα συγκεκριμένα διαλύματα έχουν ως στόχο την διατήρηση των λουλουδιών σε ικανοποιητικό επίπεδο για όσο περισσότερο χρόνο είναι εφικτό. Επίσης, προωθούν το σταδιακό άνοιγμα των πετάλων αλλά και την βελτίωση του χρώματος και του μεγέθους τους. Συνήθως, αποτελούνται από σακχαρόζη, ουσίες που αναστέλλουν την δράση του αιθυλενίου και ρυθμιστές αύξησης. Η πιο διαδεδομένη ουσία που αναστέλλει την δράση του αιθυλενίου είναι το 1-MCP, η οποία βρίσκεται σε αέρια μορφή και δεν προκαλεί τοξικότητα (Environmental Protection Agency, 2002). Τα άνθη παραμένουν σε αυτά για 3 με 4 ώρες και θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 20 και 25 °C.

1.5.3 Επίπεδο ανθοπώλη και καταναλωτή

Τα εμπορικά σκευάσματα συντήρησης που χρησιμοποιούνται από πωλητές και καταναλωτές έχουν ως πρωταρχικό στόχο την διατήρησή τους σε ποιοτικά ικανοποιητικό επίπεδο, για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Prince and Tayama, 1988). Συνήθως, τα σκευάσματα που κυκλοφορούν στην αγορά είναι αποτελεσματικά, επειδή προσφέρουν στο διάλυμα συντήρησης μία πηγή υδατανθράκων ενισχύοντας τις μεταβολικές διεργασίες, αλλά και ένα μέσο οξίνισης για την αποφυγή ανάπτυξης πολλών μικροοργανισμών (Ahmad et al., 2014). Εκτός από το μέσο οξίνισης, πολλά περιέχουν και κάποιο αντιμικροβιακό παράγοντα προσδίδοντας έτσι μεγαλύτερη προστασία από πιθανές βακτηριακές εμφράξεις των αγγείων, και άρα καλύτερη προσρόφηση νερού (Ahmad et al., 2014). Επίσης, διαθέτουν την ικανότητα αναστολής της δράσης του αιθυλενίου, επιβραδύνοντας με αυτό τον τρόπο τον ρυθμό μάρανσης τους (Σάββας, 2003).

Πολλές φορές οι καταναλωτές εάν δεν προμηθευτούν κάποιο σκεύασμα, προσθέτουν στο νερό του ανθοδοχείου ένα δισκίο ασπιρίνης. Η ασπιρίνη περιέχει την δραστική ουσία σαλικυλικό οξύ που επιβραδύνει τον ρυθμό μάρανσης και είναι αρκετά αποτελεσματική (Gerailoo and Ghasemnezhad, 2011).

1.6 Χημικά διαλύματα συντήρησης

Εκτός από τα εμπορικά σκευάσματα συντήρησης γίνονται μελέτες χημικών ουσιών που μπορούν να επηρεάσουν θετικά την διατήρηση των δρεπτών ανθέων.

1.6.1 Σαλικυλικό οξύ (ασπιρίνη)

Η εφαρμογή ενός δισκίου ασπιρίνης στο νερό που διατηρούνται τα άνθη αποτελεί ένα από τα απλούστερα και οικονομικότερα οικιακά διαλύματα συντήρησης που μπορούν να δημιουργηθούν. Ο λόγος που η ασπιρίνη έχει αποδειχθεί τόσο αποτελεσματική είναι λόγω του σαλικυλικού οξέος που περιέχει. Συγκεκριμένα, το σαλικυλικό οξύ έχει χρησιμοποιηθεί σε πολυάριθμα πειράματα αυξάνοντας το χρόνο διατήρησης ακόμα και στο διπλάσιο (Gerailoo and Ghasemnezhad, 2011). Ένας από τους παράγοντες που καθιστούν το συγκεκριμένο οξύ αποδοτικό είναι η ικανότητα του να αναστέλλει την δραστηριότητα της ACC οξειδάσης, η οποία αποτελεί πρόδρομη ένωση του αιθυλενίου (Leslie and Romani, 1986, Zamani et al., 2011).

1.6.2 8-υδροξυκινολίνη (8-HQS)

Η 8-υδροξυκινολίνη (8-HQS) είναι από τις πιο γνωστές βιοκτόνες ουσίες που χρησιμοποιούνται από την βιομηχανία δρεπτών ανθέων, για την παραγωγή διαλυμάτων συντήρησης (Knee, 2000). Όπως φαίνεται από διάφορες έρευνες, η προσθήκη αυτής της ένωσης στο διάλυμα συντήρησης τριαντάφυλλων έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα, καθώς αύξησε σημαντικά την διάρκεια διατήρησης στο βάζο (Knee, 2000, Mohy and Abdallah, 2013). Επίσης, έχει βρεθεί πως ο συνδυασμός 8-υδροξυκινολίνης με σακχαρόζη ενισχύει την αντιμικροβιακή δράση του διαλύματος, και έτσι η διάρκεια

συντηρησιμότητας αυξάνεται ακόμα περισσότερο (de Stigter, 1981, Ichimura et al., 1999). Παρόλα αυτά, εξαιτίας της ισχυρής βιοκτόνου δράσης της, μπορεί να προκαλέσει μεταλλάξεις σε μικροοργανισμούς και σε ανθρώπινα κύτταρα, καθιστώντας την μερικώς επικίνδυνη ουσία (Epler et al., 1977).

1.6.3 Θεικό αργίλιο ($Al_2(SO_4)_3$)

Μία ακόμη ουσία που έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς σε εμπορικά σκευάσματα, χάρη στην ανασταλτική της δράση κατά της μικροβιακής ανάπτυξης, είναι το θεικό αργίλιο ($Al_2(SO_4)_3$) (Ichimura et al., 2006). Σε διάφορα πειράματα που έχουν γίνει έχει βρεθεί ότι το θεικό αργίλιο χαμηλώνει το pH του διαλύματος, αυξάνει την ικανότητα προσρόφησης νερού, καθώς μειώνει την ανάπτυξη μικροβίων, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος διατήρησης των ανθέων (Liao et al., 2001, Hassanpour et al., 2004). Συγκεκριμένα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Seyf et al. το 2012, σε κομμένα τριαντάφυλλα (*Rosa hybrida* cv. Boeing), παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στη διάρκεια συντήρησης των μεταχειρίσεων που περιείχαν θεικό αργίλιο σε σχέση με τον μάρτυρα (12,3 και 9 μέρες αντίστοιχα) (Seyf et al., 2012).

1.6.4 Νιτρικός άργυρος ($AgNO_3$)

Ο νιτρικός άργυρος είναι μία ανόργανη χημική ένωση με αντισηπτικές ιδιότητες, που χρησιμοποιείται ευρέως στην κατασκευή εμπορικών σκευασμάτων διατήρησης ανθέων (Elgimabi, 2011). Η αποτελεσματικότητα της ένωσης οφείλεται στην ισχυρή αντιμικροβιακή δράση που προσδίδει στο διάλυμα συντήρησης (Aarts, 1957, van Doorn et al., 1990). Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι έχει την ικανότητα να δεσμεύει το αιθυλένιο αναστέλλοντας την σύνθεση του, συμβάλλοντας δραστικά στην επιμήκυνση της συντήρησης του τριαντάφυλλου καθώς μειώνεται ο ρυθμός μάρανσης του (Beyer, 1976). Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί ότι δρα ως αναστολέας των ακουαπορινών, μεμβρανών που τροποποιούν την ενδοκυτταρική κίνηση του νερού, προκαλώντας συχνά μη αναστρέψιμα προβλήματα καθώς διαταράσσεται η υδατική ισορροπία του φυτού (Niemietz and Tyerman, 2002).

1.6.5 Θειοθειικός άργυρος (STS)

Μία άλλη μορφή αργύρου που έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην παραγωγή σκευασμάτων συντήρησης ανθέων, είναι ο θειοθειικός άργυρος. Ο λόγος που επιλέγεται ως δραστική ουσία συντήρησης, είναι χάρη στην ισχυρή ανασταλτική του δράση έναντι του αιθυλενίου (Σάββας, 2003). Παρόλο, που η δράση του είναι πολύ αποτελεσματική για την επιμήκυνση της διατηρησιμότητας πολλών ανθοκομικών φυτών, όπως η ζέρμπερα και το γαρύφαλλο, δεν επιφέρει καμία θετική επίδραση στη συντήρηση του τριαντάφυλλου (Reid et al., 1980, Σάββας, 2003). Ένας πολύ σημαντικός λόγος για τον οποίο ο θειοθειικός άργυρος θα πρέπει να αποφεύγεται ως ουσία, είναι οι σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αλλά και οι κίνδυνοι που μπορεί να εγκυμονεί για την ανθρώπινη υγεία. Συνέπειες που οφείλονται στον άργυρο, που περιέχεται στην ένωση, και αποτελεί βαρύ μέταλλο (Σάββας, 2003).

1.6.6 Νανοδοματίδια αργύρου (AgNPs)

Τα νανοδοματίδια αργύρου (AgNPs) είναι από τα πιο μελετημένα νάνο υλικά (Sharma et al., 2014), χάρη στις ισχυρές αντιβακτηριδιακές και αντιμυκητιακές τους ιδιότητες (Panáček et al., 2009, Chernousova and Epple, 2013). Χρησιμοποιούνται σε ποικίλα προϊόντα της αγοράς, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα, καλλυντικά, υφάσματα αλλά και σε ιατρικά εργαλεία (Sharma et al., 2014).

Σχετικά πρόσφατα άρχισαν να δοκιμάζονται σε έρευνες μετασυλλεκτικής μεταχείρισης δρεπτών ανθέων, όπου και παρουσίασαν πολύ καλά αποτελέσματα τόσο ως αντιμικροβιακός παράγοντας αλλά και στην διατηρησιμότητα των ανθέων (Zarei et al., 2011). Για παράδειγμα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Hassan et al., το 2014, σε κομμένα τριαντάφυλλα (*Rosa hybrida* cv. 'First Red'), βρέθηκε πως όλες οι μεταχειρίσεις με AgNPs παρουσίασαν μεγαλύτερη και σχεδόν διπλάσια διάρκεια διατήρησης σε σχέση με τον μάρτυρα. Επίσης, στην ίδια έρευνα, βρέθηκε ότι οι μεταχειρίσεις με AgNPs είχαν σημαντικά χαμηλότερο μικροβιακό φορτίο αλλά και παραγωγή αιθυλενίου συγκριτικά με τον μάρτυρα (Hassan et al., 2014). Παρολ'αυτά, υψηλές συγκεντρώσεις AgNPs μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητα τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο (Panyala et al., 2008). Πρόσφατες έρευνες έχουν

δείξει ότι μπορεί να επιτευχθεί και βιολογική παραγωγή αυτών των υλικών, μειώνοντας τον κίνδυνο τοξικότητας (Fayaz et al., 2011).

1.7 Διαλύματα συντήρησης με αιθέρια έλαια

Παρότι τα παραπάνω χημικά διαλύματα έχουν αποδεδειγμένα καλή επίδραση στην διατήρηση των ανθέων, τις περισσότερες φορές, οι ενώσεις που τα συνθέτουν δεν είναι τόσο φιλικές προς το περιβάλλον. Αυτό έγκειται συνήθως ,είτε στον τρόπο παραγωγής τους, είτε στον τρόπο δράσης τους. Γι' αυτό το λόγο, τα τελευταία χρόνια πραγματοποιούνται μελέτες για την παραγωγή οικολογικότερων σκευασμάτων συντήρησης με τη χρήση αιθέριων ελαίων.

Τα αιθέρια έλαια είναι φυσικά παραγόμενες οργανικές ενώσεις, που αποτελούνται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από πτητικά συστατικά. Προέρχονται κυρίως από αρωματικά φυτά και περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών ενώσεων, όπως είναι για παράδειγμα η θυμόλη και η καρβακρόλη, που τους προσδίδουν ισχυρές αντιμικροβιακές ιδιότητες (Bounatirou et al., 2007). Επίσης, χρησιμοποιούνται εκτενώς από πολυάριθμες βιομηχανίες όπως είναι αυτή των καλλυντικών, των αρωμάτων αλλά και των φαρμάκων καθώς, εκτός από το χαρακτηριστικό τους άρωμα, διαθέτουν και ένα ευρύ φάσμα δράσης ενάντια πολλών ασθενειών και παθήσεων. Αντίστοιχα, χρησιμοποιούνται και στην βιομηχανία τροφίμων ως φυσικά συντηρητικά, χάρη στην έντονα αντιοξειδωτική αλλά και προληπτική τους δράση έναντι της ανάπτυξης βακτηρίων και μυκήτων (Lagouri et al., 1993, Lis-Balchin et al., 1998).

Οι χαρακτηριστικές αυτές ευεργετικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων, καθώς και η ευρέως αποτελεσματική τους χρήση σε εμπορική κλίμακα, αποτέλεσαν έναυσμα για την ένταξη τους σε πειράματα του τομέα της μετασυλλεκτικής μεταχείρισης δρεπτών ανθέων. Στις περισσότερες από τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής, τα αιθέρια έλαια έχουν θετική επίδραση ως αντιμικροβιακός παράγοντας του διαλύματος συντήρησης (Solgi et al., 2009, Marandi et al., 2011, Manfredini et al., 2017, Salehi Salmi et al., 2018). Παρόλα αυτά απαιτείται περισσότερη μελέτη για την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων καθώς κάθε είδος αιθέριου ελαίου μπορεί να έχει διαφορετική ή ακόμα και ανεπιθύμητη επίδραση στον εκάστοτε τύπο άνθους.

1.7.1 Μέντα

Η μέντα ανήκει στο γένος *Mentha* και στην οικογένεια *Lamiaceae*, ενώ αποτελεί μέχρι και σήμερα ένα από τα σημαντικότερα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Υπάρχουν πολλά είδη μέντας, μερικά από τα πιο διαδεδομένα είναι η *M. spicata* (δυόσμος), *M. pulegium* (φλισκούνη) και η *M. piperita* που είναι υβρίδιο που προέκυψε από τα είδη *M. spicata* και *M. aquatic* (Shah and Mello, 2004). Εκτός από την καλλιέργεια για παραγωγή χλωρής και ξηρής δρόγης, καλλιεργείται κυρίως για το αιθέριο έλαιο το οποίο χρησιμοποιείται ευρύτατα ως βελτιωτικό γεύσης και οσμής στην φαρμακευτική αλλά και σε πολυάριθμα προϊόντα όπως τα καλλυντικά, αρώματα, γλυκά και οδοντόπαστες (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2019).

Η σύσταση του αιθέριου ελαίου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες γι' αυτό και ποικίλει ανάλογα με την περιοχή παραγωγής, την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες (Κατσιώτης, 1984). Το αιθέριο έλαιο της *M. piperita* συνίσταται κυρίως από μινθόλη, μινθόνη και οξικό μενθυλεστέρα. Η σημαντικότερη από αυτές τις ενώσεις είναι η μινθόλη, η οποία είναι μία αλκοόλη που δρα αποτελεσματικά σε περιπτώσεις ρευματικών πόνων, νευραλγιών και πονόδοντων καθώς διαθέτει τοπική αναισθητική και αντισηπτική δράση (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2019). Αντίστοιχα, οι κυριότερες ενώσεις που συνιστούν το αιθέριο έλαιο της *Mentha spicata* είναι η καρβόνη, το λιμονένιο, η 1,8 κινεόλη, η βορνεόλη και η πουλεγόνη (Salehi Salmi et al., 2018).

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Salehi Salmi et al., το 2018, βρέθηκε ότι το αιθέριο έλαιο της *M. spicata* σε συγκεντρώσεις 100 και 200μl επηρέασε θετικά τη διάρκεια διατήρησης κομμένων τριαντάφυλλων. Συγκεκριμένα, μείωσε σημαντικά το μικροβιακό φορτίο και είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ανθοκυανινών στα πέταλα από όλες τις μεταχειρίσεις (Salehi Salmi et al., 2018). Σε αντίστοιχο πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε τριαντάφυλλα, παρατηρήθηκε πως τα άνθη που διατηρήθηκαν σε αιθέριο έλαιο *M. pulegium* περιεκτικότητας 10%, είχαν εκτενέστερη διάρκεια ζωής, και συγκεκριμένα 10,25 ημέρες. Επίσης, το αιθέριο έλαιο σε περιεκτικότητα 30% μείωσε σημαντικά τους μικροβιακούς πληθυσμούς του διαλύματος, αυξάνοντας την διάρκεια συντήρησης των ανθέων (Hashemabadi et al., 2015). Ωστόσο, υπήρξαν και πειράματα όπου το αιθέριο έλαιο μέντας δεν είχε κάποια

σημαντική επιρροή στην διάρκεια διατήρησης δρεπτών τριαντάφυλλων (Rasool and Golban, 2015).

Όσον αφορά την επίδραση του αιθέριου ελαίου σε άλλα λουλούδια, βρέθηκε σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Pirrou et al. (2013), σε κομμένα λίλιουμ, ότι το αιθέριο έλαιο μέντας (*Mentha piperita*) αύξησε την διάρκεια διατήρησης των ανθέων και την ποιότητα τους. Συγκεκριμένα, η αποτελεσματικότερη συγκέντρωση αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν τα 900ppm, όπου και διατηρήθηκαν κατά μέσο όρο για 15 ημέρες (Pirrou et al., 2013). Σε δρεπτά γαρύφαλλα είχε επίσης πολύ καλά αποτελέσματα καθώς σε συγκέντρωση 50ppm καθυστέρησε την απώλεια νωπού βάρους των ανθέων (Karimian and Tehranifar, 2011). Παράλληλα, σε πείραμα που εφαρμόστηκε σε κομμένα άνθη ζέρμπερας, το αιθέριο έλαιο μέντας 2000ppm ενίσχυσε την διάρκεια διατήρησης τους (Babarabie et al., 2016). Ένα ακόμη λουλούδι που έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά το αιθέριο έλαιο είναι η αλστρομέρια. Όπου σε συγκέντρωση 100ppm τα άνθη διατηρήθηκαν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και είχαν πολύ καλή απορρόφηση διαλύματος (Bazaz and Tehranifar, 2011).

Εκτός από τα διαλύματα συντήρησης δρεπτών ανθέων, το αιθέριο έλαιο μέντας (*M. piperita*) έχει χρησιμοποιηθεί και ως συντηρητικό στη βιομηχανία τροφίμων. Σύμφωνα με έρευνες έχει βρεθεί ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στη συντήρηση κρέατος καθώς καταπολεμά παθογόνα όπως η *Salmonella enteritidis* και η *Listeria monocytogenes* (Tassou et al., 1995, Smaoui et al., 2016).

1.7.2 Φασκόμηλο

Το φασκόμηλο ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae και στο γένος *Salvia* το οποίο περιλαμβάνει περίπου 900 είδη. Μερικά από τα σημαντικότερα είδη φασκόμηλου είναι, το δαλματικό (*Salvia officinalis*), το ελληνικό (*Salvia triloba*) και το ισπανικό (*Salvia lavandulaefolia*). Γενικότερα, είναι ένα ευρέως διαδεδομένο αρωματικό, πολυετές και θαμνώδες φυτό με παχιά φύλλα και μωβ άνθη. Καλλιεργείται για την παραγωγή αιθέριου ελαίου αλλά και ξηρής δρόγης από τα φύλλα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ευεργετικών αφεψημάτων (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2019). Το αιθέριο έλαιο του φυτού διαθέτει σημαντικές αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές

ιδιότητες οι οποίες, όπως αποδείχθηκε από πειράματα, οφείλονται κυρίως στις χημικές ενώσεις, α και β θιυόνη, 1,8 κινεόλη και καμφορά (Jalsenjak et al., 1987).

Όσον αφορά, τις έρευνες μετασυλλεκτικής μεταχείρισης ανθέων, το αιθέριο έλαιο φασκόμηλου δεν έχει μελετηθεί τόσο πολύ σε σύγκριση με άλλα. Παρόλα αυτά, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε δρεπτά άνθη ζέρμπερας έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα επιμηκώνοντας τον χρόνο διατήρησης τους σε σχέση με τον μάρτυρα (Kilic and Cetin, 2014). Στο πείραμα προστέθηκαν δύο διαφορετικές συγκεντρώσεις στα διαλύματα συντήρησης, μία των 50 και μία των 100ppm. Μεγαλύτερη διάρκεια διατήρησης προσέδωσε η συγκέντρωση των 50ppm, όπου τα άνθη ζέρμπερας διατηρήθηκαν για 21 ημέρες, έναντι 19 ημερών της συγκέντρωσης των 100ppm (Kilic and Cetin, 2014).

Εκτός από πειράματα δρεπτών ανθέων έχει αξιολογηθεί και σε τρόφιμα. Ειδικότερα, σε πείραμα που χρησιμοποιήθηκε ως συντηρητικό σε τυρί, το αιθέριο έλαιο φασκόμηλου παρουσίασε εξαιρετική δράση έναντι των βακτηρίων *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* και *Escherichia coli*. (Khorshidian et al., 2018).

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Φυτικό υλικό

Τα τριαντάφυλλα (*Rosa* spp.) παραλήφθηκαν από παραγωγό της Μαγνησίας και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τοποθετήθηκαν σε δοχείο με νερό προκειμένου να συντηρηθούν μέχρι την χρήση τους. Έπειτα, κόπηκαν, υπό ασηπτικές συνθήκες, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό μήκος των 30cm. Σε κάθε τριαντάφυλλο αφέθηκαν τρία ανώτερα φύλλα, ενώ παράλληλα αφαιρέθηκαν τρία εξωτερικά πέταλα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για μετρήσεις προσδιορισμού του χρώματος του άνθους. Στη συνέχεια, τα άνθη τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία χωρητικότητας 250mL, το στόμιο των οποίων καλύφθηκε με parafilm, ώστε να μειωθεί η εξάτμιση. Τέλος, μετά την προετοιμασία όλων των μεταχειρίσεων τα δοχεία μεταφέρθηκαν σε χώρο με μέση θερμοκρασία $28\pm 1^{\circ}\text{C}$, σχετική υγρασία 45-48%, και τοποθετήθηκαν κάτω από λάμπες φθορισμού με 12h φωτοπερίοδο. Το τέλος της διάρκειας ζωής των ανθέων στο βάζο ορίστηκε όταν η κατάσταση και του τελευταίου τριαντάφυλλου αντιστοιχούσε σε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- α) ο αριθμός των μαραμμένων πετάλων είναι μεγαλύτερος του αριθμού μη μαραμμένων
- β) υπάρχει κάμψη λαιμού
- γ) τα 5 εξωτερικά πέταλα παρουσιάζουν μαρασμό
- δ) το 50% των πετάλων έχει χάσει την σπαργή του

2.2 Προετοιμασία υλικών

2.2.1 Παρασκευή διαλυμάτων συντήρησης

Αρχικά, παρασκευάστηκαν 250mL κιτρικού οξέος, συγκέντρωσης 0,1M. Συγκεκριμένα, προστέθηκαν 4,82g κιτρικού οξέος σε ογκομετρική φιάλη που περιείχε 250mL απιονισμένο νερό. Έπειτα, ζυγίστηκαν 5g ζάχαρης και τοποθετήθηκαν σε ποτήρι ζέσεως με 500mL απιονισμένο νερό, όπου και αναδεύτηκαν. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια πιπέτας μεταβλητού όγκου γινόταν η προσθήκη κιτρικού οξέος στο διάλυμα

ζάχαρης μέχρι το pH του διαλύματος να φθάσει στην επιθυμητή τιμή 3. Το διάλυμα μοιραζόταν σε δύο μπουκάλια των 250mL τα οποία κλείνονταν με υδρόφοβο βαμβάκι και αλουμινόχαρτο. Στη συνέχεια γινόταν η αποστείρωση των δοχείων και των διαλυμάτων σε αυτόκαυστο, σε θερμοκρασία 121 °C για 15 λεπτά. Το βασικό διάλυμα συντήρησης, δηλαδή το διάλυμα που αφορούσε τον μάρτυρα περιείχε 250mL απιονισμένο νερό, 2% ζάχαρη, κιτρικό οξύ 0,1M καθώς και 0,1% Tween 20. Στα διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν για τις μεταχειρίσεις προστέθηκαν στο βασικό διάλυμα συντήρησης 100ppm, 200ppm και 300ppm αιθέριου ελαίου μέντας και φασκόμηλου. Τέλος, τα διαλύματα του εμπορικού σκευάσματος (FlowerFresh) περιείχαν 0,1% Tween 20 καθώς και 2,36g του σκευάσματος. Το Tween 20 είναι ένας γαλακτωματοποιητής ιδιαίτερα χρήσιμος για την ανάμιξη υλικών διαφορετικής σύστασης, όπως είναι σε αυτή την περίπτωση τα αιθέρια έλαια σε νερό.

2.3 Παρασκευή θρεπτικών υποστρωμάτων

2.3.1 TSA και DG18

Παρασκευάστηκαν θρεπτικά υποστρώματα TSA και DG18, προκειμένου να υπολογισθεί το αρχικό και το τελικό μικροβιακό φορτίο των τριαντάφυλλων. Το TSA είναι κατάλληλο υπόστρωμα για ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων ενώ το DG18 είναι αποκλειστικά για ζύμες και μύκητες.

Για την παρασκευή διαλύματος 500mL TSA ζυγίστηκαν και προστέθηκαν 18,5g άγαρ σε γυάλινο δοχείο τύπου Duran μαζί με 500mL απιονισμένο νερό. Αντίστοιχα, για την παρασκευή διαλύματος 500mL DG18 χρειάστηκαν 15,8g άγαρ, 87,5mL γλυκερόλης και απιονισμένο νερό, τα οποία τοποθετήθηκαν σε γυάλινο δοχείο τύπου Duran με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου. Έπειτα, τοποθετήθηκαν σε μαγνητικό, θερμαινόμενο αναδευτήρα με σκοπό να επιτευχθεί η ομογενοποίηση των διαλυμάτων. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η αποστείρωση των δοχείων στο αυτόκαυστο σε θερμοκρασία 121 °C και πίεση 1,5 kg/cm για 15 λεπτά.

Μετά την ολοκλήρωση της αποστείρωσης τα δοχεία τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 45 °C προκειμένου να πέσει η θερμοκρασία τους και να είναι εφικτή η προσθήκη τους σε τρυβλία. Η προσθήκη των διαλυμάτων στα τρυβλία

πραγματοποιήθηκε σε ασηπτικές συνθήκες και κάθε τρυβλίο περιείχε περίπου 15mL θρεπτικού υποστρώματος. Τα τρυβλία αφέθηκαν να σταθεροποιηθούν μία μέρα ενώ στη συνέχεια κωδικοποιήθηκαν και τοποθετήθηκαν στο ψυγείο προκειμένου να συντηρηθούν μέχρι την χρήση τους.

2.3.2 Πεπτόνη (PW)

Παράλληλα, με την προετοιμασία των θρεπτικών υποστρωμάτων TSA και DG18, παρασκευάστηκε και διάλυμα πεπτόνης (PW). Για την παρασκευή 1000mL διαλύματος πεπτόνης προστέθηκε 1g άγαρ σε 1000mL απιονισμένου νερού. Το διάλυμα τοποθετήθηκε σε γυάλινο δοχείο Duran και ομογενοποιήθηκε σε μαγνητικό, θερμαινόμενο θερμοκήρα. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια σιφώνιου πλήρωσης 10mL, μεταφέρθηκε το διάλυμα σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες καθένας από τους οποίους περιείχε τελικά 9mL PW. Έπειτα, κλείστηκαν με τα κατάλληλα καπάκια προκειμένου να αποστειρωθούν σε θερμοκρασία 121 °C και πίεση 1,5 kg/cm για 15 λεπτά.

2.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Μετά την κοπή των στελεχών κρατήθηκε 1g κομμένου βλαστού από κάθε τριαντάφυλλο, προκειμένου να προστεθεί στους δοκιμαστικούς σωλήνες με την πεπτόνη. Έπειτα, πραγματοποιήθηκαν οι δεκαδικές αραιώσεις. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια πιπέτας μεταβλητού όγκου και μπροστά από φλόγα, έγινε η επίστρωση των τρυβλίων με 0,1mL εναιωρήματος κάθε δεκαδικής αραιώσης. Τα τρυβλία αφέθηκαν να στεγνώσουν για λίγη ώρα και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν ανάποδα σε θάλαμο επώασης σε θερμοκρασία 25 °C για 72h. Μετά από τρεις μέρες έγινε η καταμέτρηση των αποικιών και συγκεκριμένα επιλέχθηκαν τα τρυβλία που διέθεταν από 30 έως 300 αποικίες. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και κατά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας. Ωστόσο, στο τέλος του πειράματος πραγματοποιήθηκαν μικροβιολογικές αναλύσεις και στα διαλύματα συντήρησης.

2.5 Διεξαγωγή προκαταρκτικού πειράματος

Στο πείραμα αυτό δρεπτά άνθη τριαντάφυλλου προετοιμάστηκαν σύμφωνα με την προαναφερθείσα διαδικασία και διατηρήθηκαν σε διαλύματα συντήρησης που περιείχαν αιθέριο έλαιο μέντας (100, 200 και 300ppm). Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 15 τριαντάφυλλα, για κάθε μια από τις 3 επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Το πείραμα διήρκησε 5 μέρες, από τις 10 Ιουλίου μέχρι τις 15 Ιουλίου 2020.

2.6 Διεξαγωγή κύριου πειράματος

Το πείραμα διεξήχθη από τις 23 Ιουλίου έως την 1 Αυγούστου 2020. Κατά την διάρκεια του πειράματος εφαρμόστηκαν τέσσερις μεταχειρίσεις με τρεις επαναλήψεις για την καθεμία, δηλαδή συνολικά 12 τριαντάφυλλα. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε βασικό διάλυμα συντήρησης (μάρτυρας), βασικό διάλυμα συντήρησης με προσθήκη 100ppm αιθέριου ελαίου μέντας ή 100ppm αιθέριου ελαίου φασκόμηλου, και διάλυμα εμπορικού σκευάσματος.

2.7 Μετρήσεις

Αμέσως μετά την παραλαβή των ανθέων μετρήθηκε το μήκος των ανθικών στελεχών καθώς και η διάμετρος τους στο κατώτερο σημείο του βλαστού, με τη βοήθεια παχύμετρου. Επίσης πριν την τοποθέτηση τους στα δοχεία τα άνθη ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας για τον προσδιορισμό του νωπού τους βάρους. Κατά την διάρκεια των πειραμάτων λαμβάνονταν καθημερινά:

- τα νωπά βάρη των ανθέων,
- παρατηρήσεις σχετικά με την κάμψη του λαιμού, το άνοιγμα των πετάλων, την ξήρανση των φύλλων αλλά και τη συνολικότερη κατάσταση κάθε τριαντάφυλλου,

Επίσης, κατά την διάρκεια του κύριου πειράματος λαμβάνονταν επιπλέον καθημερινά:

- ανά 30min η θερμοκρασία και η υγρασία του χώρου (καταγραφικό τύπου PeakTech data logger)
- η στάθμη του νερού στα δοχεία συντήρησης για τον υπολογισμό του όγκου του διαλύματος

Κατά την έναρξη αλλά και στο τέλος των πειραμάτων μετρήθηκε ο φθορισμός της χλωροφύλλης (Minolta SPAD 502), η διάμετρος του κατώτερου μέρους του βλαστού και το pH των διαλυμάτων. Επιπλέον, στην αρχή και το τέλος του κύριου πειράματος μετρήθηκε το χρώμα των πετάλων (Konica Minolta CR410), .

2.8 Χρώμα

Σε σύνολο 36 πετάλων που λήφθηκαν αρχικά κατά την διάρκεια του κύριου πειράματος (τρία από κάθε άνθος/μεταχείριση) μετρήθηκε το χρώμα με τη βοήθεια φορητού χρωματόμετρου Konica Minolta CR410. Συγκεκριμένα μετρήθηκαν οι δείκτες L^* , a^* , b^* , C^* και h οι οποίοι βασίζονται στο χρωματικό μοντέλο CIE Lab που παρουσιάστηκε από την CIE το 1976.

Ο παράγοντας L^* (Lightness) αντιπροσωπεύει την φωτεινότητα και παίρνει τιμές από 0 (μαύρο) έως και 100 (άσπρο). Αντίστοιχα, το C^* (Chroma) είναι η χρωματική πυκνότητα και προσδιορίζει την ένταση του χρώματος. Οι παράγοντες a^* και b^* δίνουν πληροφορίες για το χρώμα, δηλαδή εάν το a^* έχει θετική τιμή, τότε αντιπροσωπεύει απόχρωση του κόκκινου. Αντίθετα, αρνητικές τιμές του a^* αναφέρονται σε αποχρώσεις του πράσινου. Με την ίδια λογική, θετικές τιμές του παράγοντα b^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου ενώ αρνητικές του μπλε. Τέλος, ο παράγοντας h (hue angle) μετριέται σε μοίρες και προσδιορίζει την απόχρωση. Συγκεκριμένα, παίρνοντας τιμές 0° για το κόκκινο, 90° για το κίτρινο, 180° για το πράσινο και 270° για το μπλε.

2.9 Χλωροφύλλη

Μετρήθηκε η ένταση φθορισμού της χλωροφύλλης με τη βοήθεια φορητού μετρητή χλωροφύλλης (SPAD). Συγκεκριμένα, σε κάθε τριαντάφυλλο επιλέχθηκαν τρία φύλλα σε καθένα από τα οποία πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις.

2.10 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας έγινε με τη χρήση του Statgraphics Centurion. Πιο συγκεκριμένα, 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

Κατά την διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε μεταχρωματισμός του βλαστού των τριαντάφυλλων που είχαν τοποθετηθεί στα διαλύματα αιθέριου ελαίου μέντας συγκέντρωσης 200ppm και 300ppm (εικόνα 1). Συγκεκριμένα, οι υψηλές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου μπορεί να προκάλεσαν έμφραξη ή καταστροφή των αγγείων του ξυλώματος, με αποτέλεσμα να διακοπεί η απορρόφηση και μετακίνηση του νερού στο υπέργειο μέρος, και αναπόφευκτα την μάρανση του τριαντάφυλλου. Επίσης, μπορεί να οφείλεται και σε πιθανή τοξικότητα του αιθέριου ελαίου μέντας. Παρόλα αυτά δεν έγινε απομόνωση για να διαπιστωθεί το ακριβές αίτιο του μεταχρωματισμού. Γι' αυτό το λόγο αποφασίστηκε κατά την διενέργεια του κύριου πειράματος να χρησιμοποιηθεί μόνο η συγκέντρωση των 100ppm αιθέριου ελαίου μέντας, η οποία δεν επηρέασε αρνητικά τους βλαστούς των ανθέων.

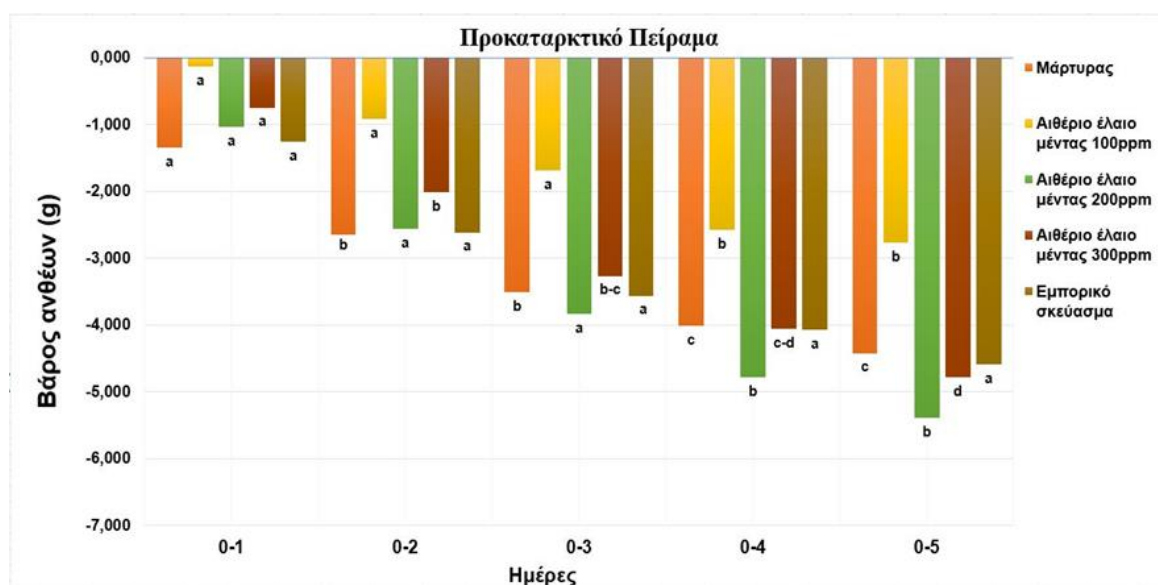


Εικόνα 1. Μεταχρωματισμός των ανθοφόρων βλαστών με την εφαρμογή διαλυμάτων με συγκέντρωση στα 100, 200 και 300ppm αιθέριου ελαίου μέντας

3.1.1 Μεταβολή του βάρους των ανθέων

Το διάγραμμα 1 απεικονίζει την μεταβολή του βάρους των ανθέων όλων των μεταχειρίσεων του πειράματος με βάση την ημέρα 0. Ως ημέρα 0 ορίστηκε η ημέρα παραλαβής και προετοιμασίας των μεταχειρίσεων. Αντίθετα, ως ημέρα 5 ορίστηκε η τελευταία ημέρα του πειράματος όπου πραγματοποιήθηκε η ανάλυση όλων των ανθέων. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 1, τα τριαντάφυλλα που τοποθετήθηκαν σε διάλυμα με αιθέριο έλαιο μέντας συγκέντρωσης 100ppm παρουσίασαν την μικρότερη απώλεια βάρους, δηλαδή 2,77g. Ο ρυθμός απώλειας χλωρού βάρους των συγκεκριμένων ανθέων ήταν αρκετά χαμηλότερος σε σύγκριση με τα τριαντάφυλλα των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

Αντίθετα, τα τριαντάφυλλα που εμβαπτίστηκαν σε αιθέριο έλαιο μέντας 200ppm είχαν σχεδόν την διπλάσια απώλεια βάρους και την μεγαλύτερη από όλες τις μεταχειρίσεις, με 5,39g. Συγκεκριμένα, το νωπό βάρος των ανθέων που αφορούσαν τον μάρτυρα μειώθηκε κατά 4,42g, του εμπορικού σκευάσματος κατά 4,59g ενώ του αιθέριου ελαίου μέντας 300ppm κατά 4,78g. Τα διαλύματα λοιπόν του αιθέριου ελαίου μέντας με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, δηλαδή 200 και 300ppm, που προκάλεσαν μεταχρωματισμό των βλαστών, παρουσίασαν και την περισσότερη απώλεια βάρους ανθέων.

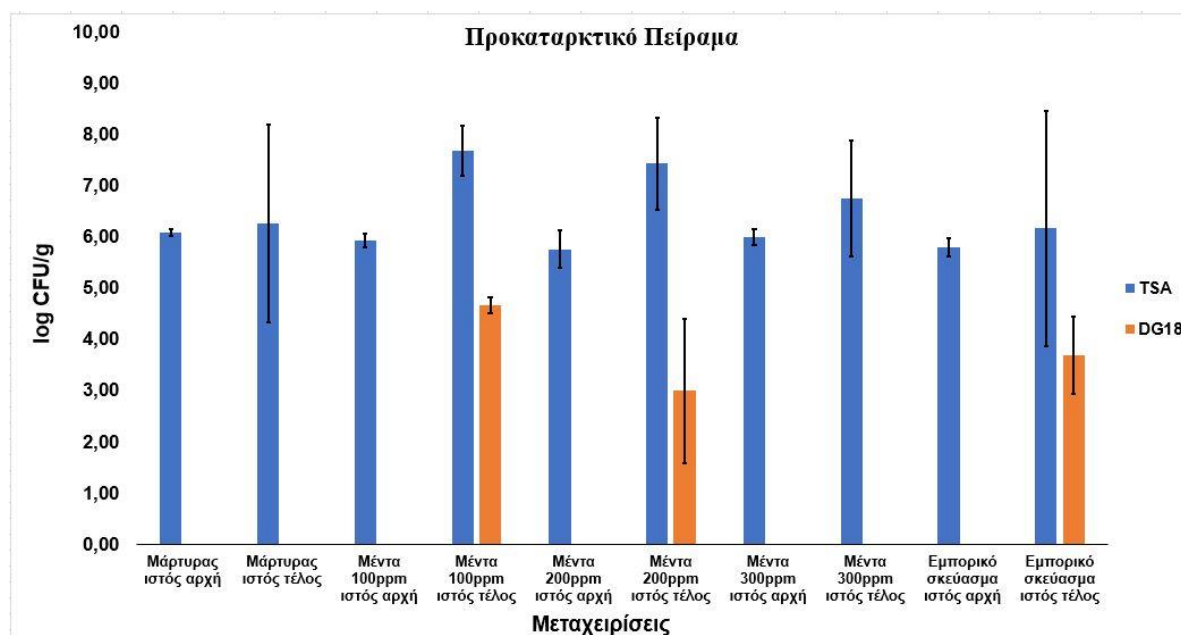


Διάγραμμα 1. Μεταβολή του χλωρού βάρους των ανθέων όλων των μεταχειρίσεων του προκαταρκτικού πειράματος συναρτήσει του χρόνου.

3.1.2 Μικροβιολογικές αναλύσεις στον φυτικό ιστό

Με σκοπό να γίνει η στατιστική ανάλυση του μικροβιακού φορτίου κάθε μεταχείρισης, ο αριθμός των αποικιών μετατράπηκε σε \log CFU/g, όπου CFU ο αριθμός των σχηματιζόμενων αποικιών ανά γραμμάριο φυτικού ιστού. Στο διάγραμμα 2 απεικονίζεται ο μέσος όρος των μικροβιακών αποικιών του φυτικού ιστού των μεταχειρίσεων στην αρχή και το τέλος του προκαταρκτικού πειράματος. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2, όλες οι μεταχειρίσεις ξεκίνησαν από παρόμοια επίπεδα μικροβιακού φορτίου. Όσον αφορά το υπόστρωμα TSA στο τέλος του πειράματος, όλες οι μεταχειρίσεις παρουσίασαν αύξηση της μικροβιακής τους πυκνότητας.

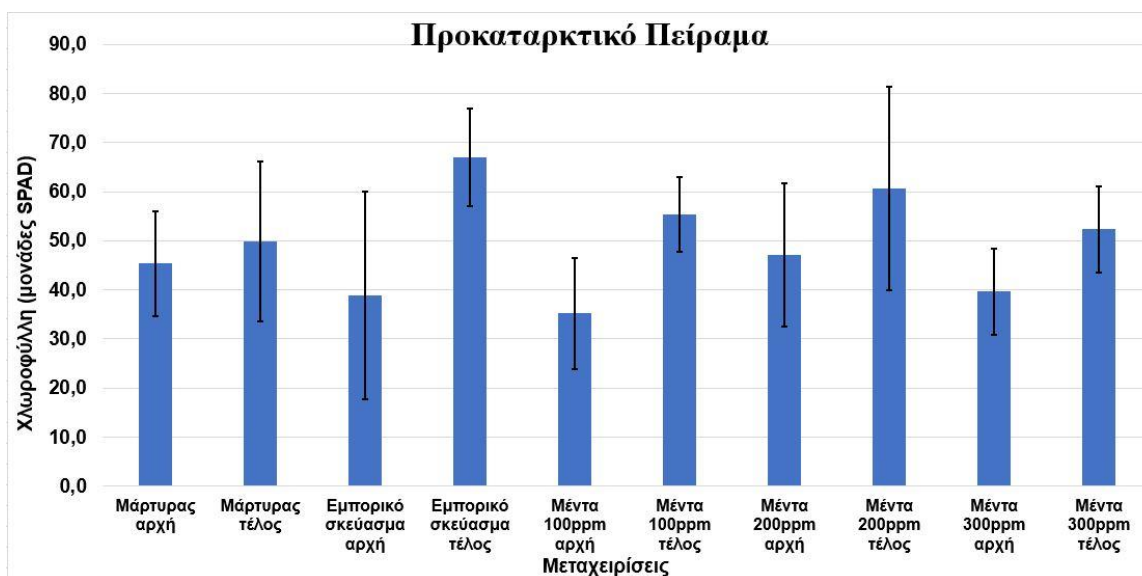
Την μεγαλύτερη διαφορά σε μικροβιακό φορτίο παρουσίασαν τα τριαντάφυλλα που τοποθετήθηκαν σε αιθέριο έλαιο μέντας συγκέντρωσης 100ppm, με αύξηση κατά μέσο όρο 1,75 \log CFU/g. Ωστόσο, παρατηρώντας τις τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις του διαγράμματος, δεν διακρίνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Όσον αφορά το υπόστρωμα DG18, μόνο τρεις μεταχειρίσεις εμφάνισαν αποικίες στο τέλος του πειράματος. Συγκεκριμένα, στις μεταχειρίσεις με αιθέριο έλαιο μέντας 100 και 200ppm, αλλά και στο εμπορικό σκεύασμα. Παρόλα αυτά και σε αυτή την περίπτωση οι τιμές των μεταχειρίσεων ήταν παρόμοιες στατιστικά (διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2. Σύγκριση του μέσου όρου των μικροβιακών αποικιών του φυτικού ιστού όλων των μεταχειρίσεων στην αρχή και το τέλος του προκαταρκτικού πειράματος

3.1.3 Χλωροφύλλη

Στο διάγραμμα 3 απεικονίζεται ο μέσος όρος των τιμών της έντασης φθορισμού της χλωροφύλλης στην αρχή και το τέλος του πειράματος. Όπως φαίνεται και στο γράφημα δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων καθώς υπάρχουν μεγάλες τυπικές αποκλίσεις. Η τιμή της χλωροφύλλης στο διάγραμμα φαίνεται να είναι μεγαλύτερη στο τέλος, ενώ θα ήταν λογικό να μειωθεί εφόσον τα φύλλα ξεραίνονται και εμφανίζουν χλωρώσεις. Ο λόγος που οι τιμές της χλωροφύλλης είναι υψηλότερες κατά το τέλος του πειράματος μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το χλωροφυλλόμετρο μετράει την ένταση φθορισμού της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας. Με αποτέλεσμα στην τελευταία μέτρηση όπου τα φύλλα είχαν ξεραθεί να μετρήσει μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχέση με την αρχή, και άρα περισσότερες μονάδες SPAD. Κατά συνέπεια αυτά τα αποτελέσματα είναι ανακριβή.

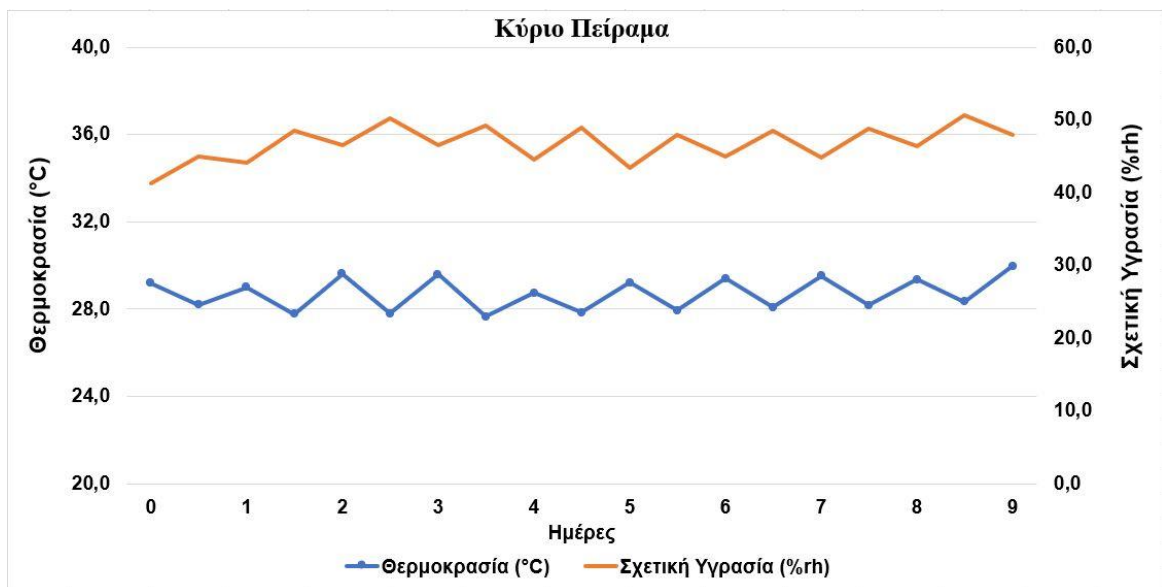


Διάγραμμα 3. Σύγκριση μέσου όρου χλωροφύλλης των μεταχειρίσεων κατά την αρχή και το τέλος του προκαταρκτικού πειράματος

3.2 Κύριο πείραμα

3.2.1 Συνθήκες συντήρησης τριαντάφυλλων

Στο διάγραμμα 4 απεικονίζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας και υγρασίας στο χώρο συντήρησης των ανθέων κατά την διάρκεια του κύριου πειράματος.



Διάγραμμα 4. Διακύμανση θερμοκρασίας (■) και σχετικής υγρασίας (■) στο χώρο διατήρησης των τριαντάφυλλων κατά την διάρκεια διεξαγωγής του κύριου πειράματος

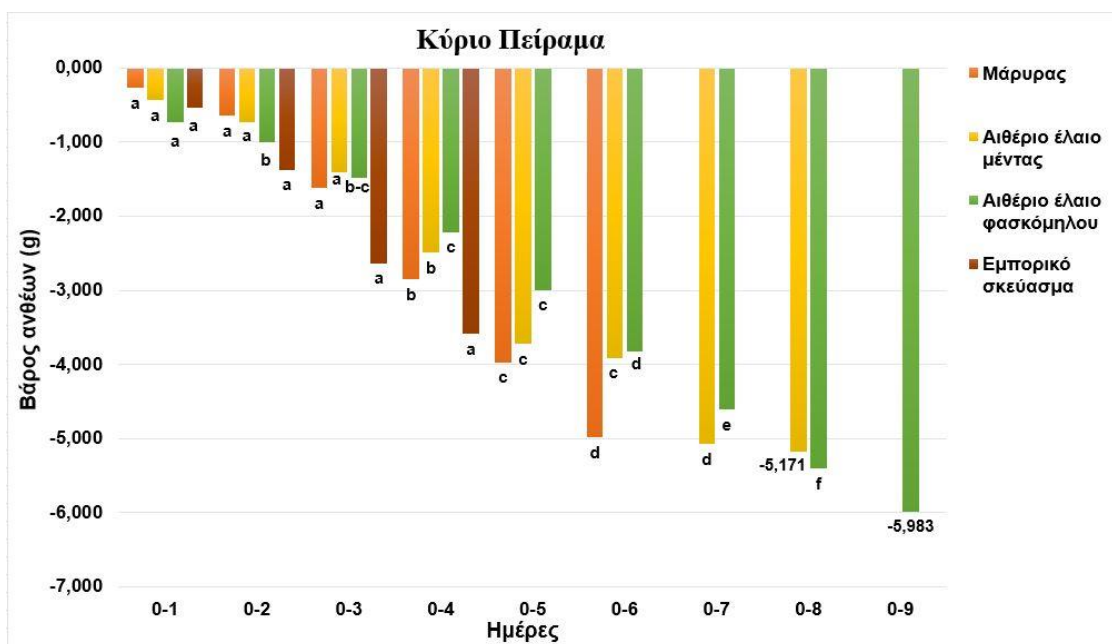
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα κατά την διάρκεια των εννέα ημερών, η μέση θερμοκρασία ημέρας κυμάνθηκε στους 29,4 °C και η σχετική υγρασία 45,1%, ενώ η μέση θερμοκρασία νύχτας ήταν σχετικά χαμηλότερη, δηλαδή 27,9 °C και 47,1% σχετική υγρασία. Η υψηλότερη μέση τιμή θερμοκρασίας καταγράφηκε την τελευταία μέρα του πειράματος, όπου και έφτασε τους 30 °C. Γενικότερα, δεν υπήρχαν έντονες μεταπτώσεις καθώς η θερμοκρασία νύχτας ήταν σταθερά ένα με δύο βαθμούς χαμηλότερη από την ημέρα.

Οι συνθήκες διατήρησης που εφαρμόστηκαν σε αντίστοιχα πειράματα μετασυλλεκτικής μεταχείρισης, ήταν σχετικά ή ακόμα και σε αρκετά χαμηλότερες θερμοκρασίες, γεγονός που μπορεί να συνέβαλλε στην επιμήκυνση της συντήρησης τους. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τους Ichimura et al. (1999), όσο υψηλότερη η θερμοκρασία διατήρησης των τριαντάφυλλων τόσο επιταχύνεται το άνοιγμα των πετάλων και μειώνεται η διάρκεια συντήρησης τους. Γι' αυτό το λόγο στα περισσότερα πειράματα συντήρησης τριαντάφυλλων η μέση τιμή θερμοκρασίας ρυθμίστηκε στους 20 °C και 60-70% σχετική υγρασία. Για παράδειγμα, σε πείραμα που εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο μέντας σε δρεπτά τριαντάφυλλα η θερμοκρασία του χώρου συντήρησης ήταν 20°C και η υγρασία 60-70%, (Hashemabadi et al., 2015). Αντίστοιχα, σε πείραμα των Salehi Salmi et al. (2018), τα τριαντάφυλλα συντηρήθηκαν σε θερμοκρασία 25 °C και 60-70% υγρασία. Σε έρευνα που εξετάστηκε η επίδραση εμπορικών σκευασμάτων σε τριαντάφυλλα που διατηρήθηκαν στους 21 °C και 40 με 60% σχετική υγρασία, έδειξε

ότι σε αυτές τις συνθήκες τα σκευάσματα κατάφεραν να διατηρήσουν ικανοποιητικά τα άνθη (Ahmad et al., 2013).

3.2.2 Μεταβολή του βάρους των ανθέων

Στο διάγραμμα 5 απεικονίζεται η μεταβολή του βάρους των ανθέων όλων των μεταχειρίσεων κατά την διάρκεια του κύριου πειράματος με βάση την ημέρα 0. Όπως και στο προκαταρκτικό πείραμα, ημέρα 0 ονομάστηκε η ημέρα παραλαβής και προετοιμασίας των τριαντάφυλλων ενώ ημέρα 9 ήταν η τελευταία μέρα του πειράματος. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 5, τα νωπά βάρη των ανθέων που περιείχαν αιθέριο έλαιο φασκόμηλου, καθώς και του μάρτυρα, μειώνονται με ένα σταθερό ρυθμό ενώ αντίθετα στα άνθη του εμπορικού σκευάσματος το βάρος μειώθηκε απότομα μέσα σε τέσσερις ημέρες. Παράλληλα, στο αιθέριο έλαιο μέντας η μείωση του βάρους των ανθέων δεν ήταν τόσο ομαλή, καθώς παρατηρείται έντονη πτώση μετά την τρίτη ημέρα και σχεδόν ανύπαρκτη μεταβολή μετά την έβδομη ημέρα (διάγραμμα 5). Γενικότερα, η μεγαλύτερη απώλεια βάρους παρατηρήθηκε στα τριαντάφυλλα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα με αιθέριο έλαιο μέντας και φασκόμηλου. Ειδικότερα, η υψηλότερη μεταβολή εμφανίστηκε στα άνθη που τοποθετήθηκαν σε αιθέριο έλαιο φασκόμηλου, όπου μετά από εννέα ημέρες συντήρησης, το νωπό βάρος των ανθέων μειώθηκε κατά 5,98g. Το βάρος των τριαντάφυλλων που εμβαπτίστηκαν σε αιθέριο έλαιο μέντας, μειώθηκε κατά 5,17g μετά από οκτώ ημέρες συντήρησης. Τα άνθη που αφορούσαν διάλυμα του μάρτυρα διατηρήθηκαν για έξι ημέρες και παρουσίασαν απώλεια νωπού βάρους κατά μέσο όρο 4,98g. Η μικρότερη μεταβολή στο νωπό βάρος των ανθέων παρατηρήθηκε στα τριαντάφυλλα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα του εμπορικού σκευάσματος, με μείωση 3,72g. Παρόλα αυτά, η διαφορά αυτή στην απώλεια νωπού βάρους μπορεί να οφείλεται στην μικρότερη διάρκεια συντήρησης των ανθέων στο διάλυμα του εμπορικού σκευάσματος, καθώς τα τριαντάφυλλα διατηρήθηκαν σε αυτό μόνο τέσσερις ημέρες. Έναντι των οκτώ και εννέα ημερών που διατηρήθηκαν στα διαλύματα των αιθέριων ελαίων. Εκτός από την κατανάλωση των αποθεμάτων του φυτού, η απώλεια νωπού βάρους μπορεί να οφείλεται και στην αυξημένη απώλεια νερού από τα φύλλα (Torre and Field, 2001).



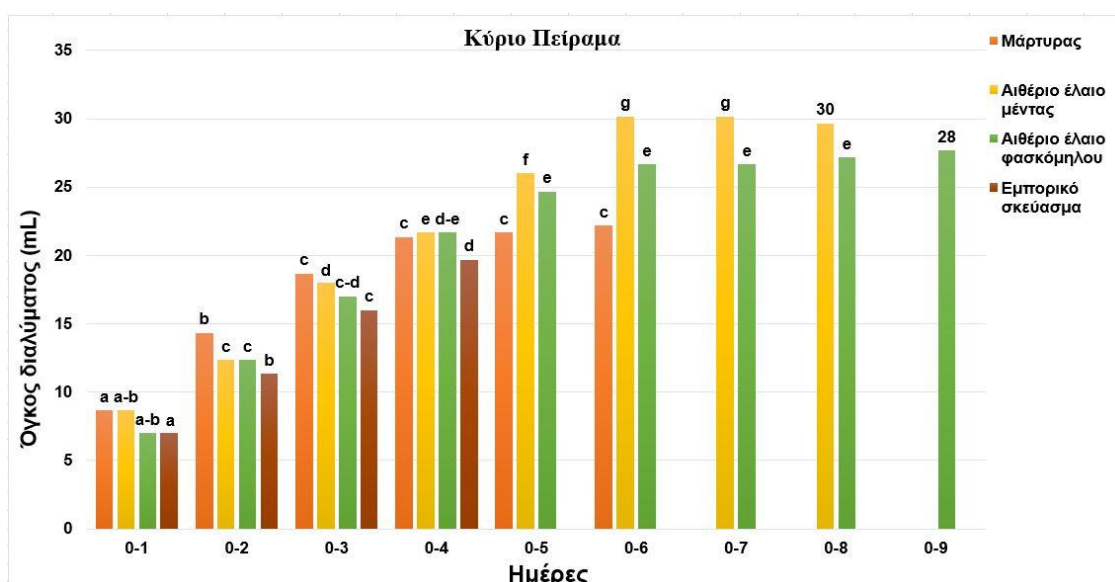
Διάγραμμα 5. Μεταβολή του χλωρού βάρους των ανθέων όλων των μεταχειρίσεων του κύριου πειράματος συναρτήσει του χρόνου. Στις στήλες που αναγράφεται αριθμός, αναφέρεται στη μέση τιμή λόγω αδυναμίας υπολογισμού της τυπικής αποκλίσεως

Σε πείραμα των Salehi Salmi et al. (2018), το αιθέριο έλαιο μέντας περιεκτικότητας 100ppm, διατήρησε τα τριαντάφυλλα κατά μέσο όρο 11,2 ημέρες. Σε αντίστοιχο πείραμα που εφαρμόστηκε σε γαρύφαλλα η εφαρμογή αιθέριου ελαίου μέντας σε συγκέντρωση 50 και 100ppm μείωσε το ρυθμό απώλειας νωπού βάρους των ανθέων. Συγκεκριμένα, τα άνθη μέσα στις 6 ημέρες που διατηρήθηκαν στην συγκέντρωση των 100ppm είχαν απώλεια νωπού βάρους 21,14g (Karimian and Tehranifar, 2011). Αν και πρόκειται για διαφορετικό τύπο λουλουδιού, η απώλεια είναι σημαντικά μεγαλύτερη τόσο από το προκαταρκτικό όσο και από το κύριο πείραμα.

Αντίθετα, σε έρευνα που εφαρμόστηκε η ίδια ποσότητα αιθέριου ελαίου μέντας σε άνθη αλστρομέριας, η απώλεια νωπού βάρους μετά από 12 ημέρες συντήρησης ήταν μόνο 3,74g (Bazaz and Tehranifar, 2011). Όσον αφορά την εφαρμογή αιθέριου ελαίου φασκόμηλου συγκέντρωσης 100ppm που εφαρμόστηκε σε κομμένες ζέρμπερες βρέθηκε ότι, παρότι είχε καλά αποτελέσματα όσον αφορά την διάρκεια διατήρησης τους, δεν επηρέασε στατιστικά την μεταβολή του νωπού βάρους (Kilic and Cetin, 2014). Επίσης, σε άνθη ζέρμπερας, η εφαρμογή διαλύματος αιθέριου ελαίου μέντας 2000ppm μαζί με 250mL αναψυκτικού κόλας, μείωσε τον ρυθμό απώλειας νωπού βάρους (Babarabie et al., 2016).

3.2.3 Μεταβολή όγκου διαλυμάτων συντήρησης

Το διάγραμμα 6 απεικονίζει την μεταβολή του όγκου των διαλυμάτων κατά την διεξαγωγή του κύριου πειράματος. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, ο ρυθμός μεταβολής του όγκου των διαλυμάτων διαφέρει ανάλογα με την μεταχείριση. Αρχικά, ο ρυθμός απορρόφησης από τα τριαντάφυλλα του μάρτυρα, μειώθηκε μετά την τρίτη ημέρα με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται σημαντική μεταβολή του όγκου. Στις μεταχειρίσεις των αιθέριων ελαίων φασκόμηλου και μέντας, ο ρυθμός απορρόφησης διαλύματος από τα τριαντάφυλλα μειώθηκε μετά την πέμπτη και έκτη ημέρα αντίστοιχα. Τα τριαντάφυλλα που τοποθετήθηκαν στο διάλυμα του εμπορικού σκευάσματος παρουσίασαν τον μικρότερο ρυθμό απορρόφησης σε όλη την διάρκεια συντήρησης τους. Γεγονός το οποίο μπορεί να οφείλεται στην ανεπιτυχή ομογενοποίηση του σκευάσματος στο διάλυμα, που παρατηρήθηκε κατά την εξέλιξη του πειράματος. Τα διαλύματα των τριαντάφυλλων που εμβαπτίστηκαν σε αιθέριο έλαιο, παρουσίασαν παρόμοιες μεταβολές του όγκου τους. Ειδικότερα, η μεγαλύτερη συνολική απορρόφηση νερού παρατηρήθηκε στην μεταχείριση του αιθέριου ελαίου μέντας, με 29mL, ενώ με μικρή διαφορά ακολουθούν τα άνθη που βρίσκονταν σε αιθέριο έλαιο φασκόμηλου με 28mL. Αντίθετα, τα άνθη του μάρτυρα και του εμπορικού σκευάσματος προσρόφησαν συνολικά 22 και 20mL αντίστοιχα.



Διάγραμμα 6. Μεταβολή του όγκου των διαλυμάτων όλων των μεταχειρίσεων του κύριου πειράματος συναρτήσει του χρόνου. Στις στήλες που αναγράφεται αριθμός, αναφέρεται στη μέση τιμή λόγω αδυναμίας υπολογισμού της τυπικής αποκλίσεως

Σε αντίστοιχη έρευνα με αιθέριο έλαιο μέντας, όπου τα τριαντάφυλλα διατηρήθηκαν για 11,2 ημέρες, υπήρξε και αρκετά μεγαλύτερη απορρόφηση διαλύματος της τάξεως των 110mL σε σύγκριση με τα 29mL που απορρόφησαν στο παρόν πείραμα (Salehi Salmi et al., 2018). Τα αποτελέσματα αυτά συμπίπτουν και με πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε δρεπτά άνθη αλστρομέριας. Όπου οι αλστρομέριες που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα με αιθέριο έλαιο μέντας 100ppm, παρουσίασαν την μεγαλύτερη συνολική απορρόφηση νερού (Bazaz and Tehranifar, 2011). Παράλληλα, σε άνθη λιλίου το αιθέριο έλαιο μέντας συγκέντρωσης 150ppm ενίσχυσε τον ρυθμό απορρόφησης του διαλύματος, ενώ όταν συνδυάστηκε με αιθέριο έλαιο μαύρου κύμινου είχε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα (Safia et al., 2020). Αντίθετα, το αιθέριο έλαιο φασκόμηλου συγκέντρωσης 50 και 100ppm δεν βρέθηκε να επηρεάζει σημαντικά την απορρόφηση ανθέων ζέρμπερας (Kilic and Cetin, 2014).

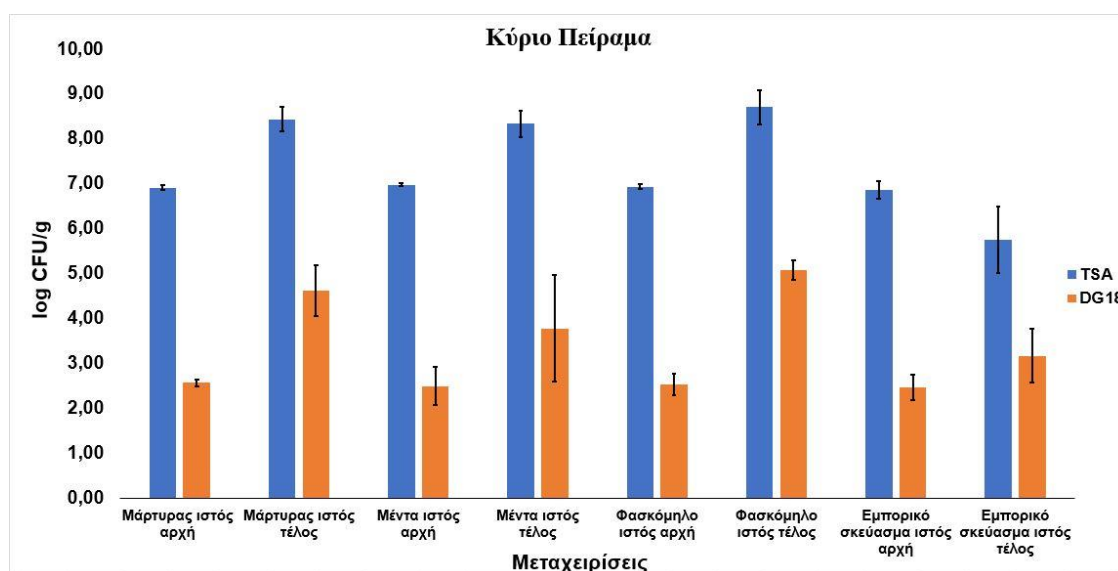
Εκτός από την επιρροή των συστατικών του διαλύματος σημαντικός παράγοντας στην ομαλή απορρόφηση είναι και το pH του. Για να υπάρξει βέλτιστος ρυθμός απορρόφησης, το pH του διαλύματος των τριαντάφυλλων θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 3 και 4 (Regan and Dole, 2010). Στον πίνακα 1, απεικονίζονται οι τιμές του pH των διαλυμάτων κατά την αρχή και το τέλος του πειράματος. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στον πίνακα, το pH που αρχικά είχε ρυθμιστεί στην τιμή 3 δεν μεταβλήθηκε ιδιαίτερα κατά την διάρκεια του πειράματος. Παραμένοντας με αυτό τον τρόπο στα επιθυμητά επίπεδα. Εκτός από το pH, σταθερή έμεινε και η διάμετρος του κατώτερου μέρους των βλαστών καθώς δεν παρατηρήθηκε αλλαγή κατά το τέλος του πειράματος.

Πίνακας 1. Αρχική και τελική τιμή του pH των διαλυμάτων κύριου πειράματος

pH Διαλύματος		
	Αρχική τιμή	Τελική τιμή
Μάρτυρας	3,0	3,6
Εμπορικό σκεύασμα	3,0	3,7
Αιθέριο έλαιο μέντας	3,0	3,7
Αιθέριο έλαιο φασκόμηλου	3,0	3,7

3.2.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις στον φυτικό ιστό

Στο διάγραμμα 7 απεικονίζεται ο μέσος όρος των μικροβιακών αποικιών του φυτικού ιστού των μεταχειρίσεων στην αρχή και το τέλος του πειράματος, σε \log CFU/g, όπου CFU ο αριθμός των σχηματιζόμενων αποικιών ανά γραμμάριο φυτικού ιστού. Όπως και στο προκαταρκτικό πείραμα το μικροβιακό φορτίο των μεταχειρίσεων κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα με εξαίρεση το εμπορικό σκεύασμα.

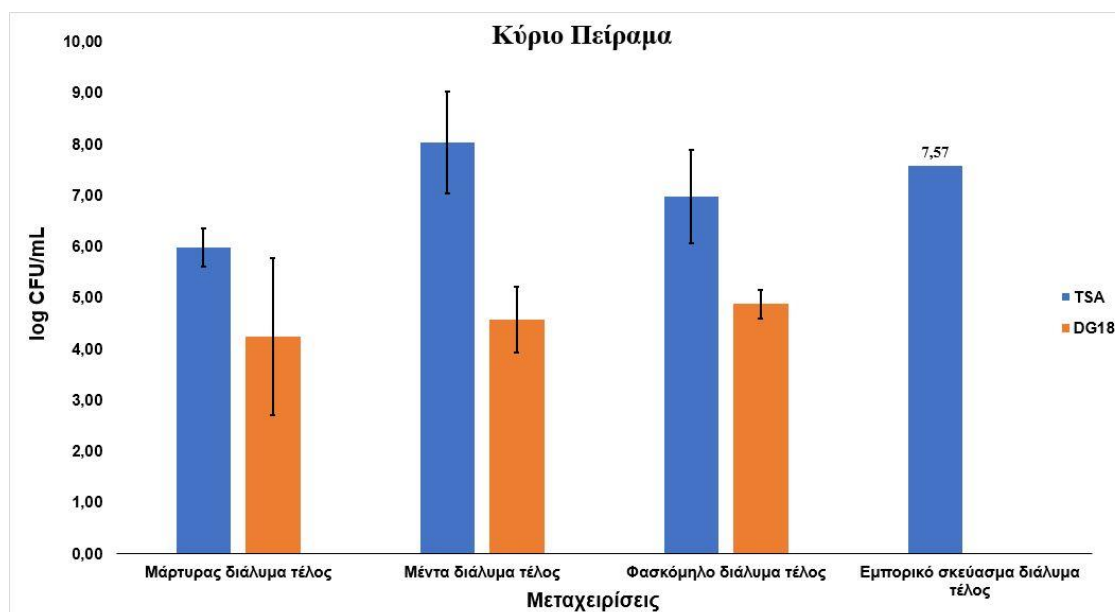


Διάγραμμα 7. Σύγκριση του μέσου όρου των μικροβιακών αποικιών του φυτικού ιστού όλων των μεταχειρίσεων στην αρχή και το τέλος του κύριου πειράματος

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 7, οι ιστοί των ανθέων του εμπορικού σκευάσματος παρουσίασαν μείωση των βακτηριδιακών πληθυσμών αλλά μικρή αύξηση των ζυμών και γενικότερα των μυκήτων. Συγκεκριμένα, ο αριθμός των μικροβιακών αποικιών του φυτικού ιστού των τριαντάφυλλων που είχαν τοποθετηθεί στο διάλυμα του εμπορικού σκευάσματος ανήλθε στα 5,75 \log CFU/g. Αντίθετα, οι φυτικοί ιστοί των ανθέων των υπόλοιπων μεταχειρίσεων είχαν μικροβιακό φορτίο κατά μέσο όρο μεγαλύτερο των 8 \log CFU/g. Επομένως, πλην του μικροβιακού φορτίου των ανθέων που βρίσκονταν στο εμπορικό σκεύασμα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μικροβιακών φορτίων των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

3.2.5 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο διάλυμα συντήρησης

Στο τέλος του κύριου πειράματος πραγματοποιήθηκαν μικροβιακές αναλύσεις και στα διαλύματα συντήρησης των ανθέων. Στην αρχή του πειράματος δεν έγιναν αναλύσεις των διαλυμάτων καθώς είχαν αποστειρωθεί. Στο διάγραμμα 8 απεικονίζεται ο μέσος όρος των μικροβιακών αποικιών ανά mL διαλύματος συντήρησης όλων των μεταχειρίσεων, κατά το τέλος του πειράματος. Αρχικά, όπως φαίνεται στο διάγραμμα, ο χαμηλότερος μέσος όρος μικροβιακών πληθυσμών στο υπόστρωμα TSA παρατηρείται στον μάρτυρα, με 5,97 log CFU/mL. Τα διαλύματα των υπόλοιπων μεταχειρίσεων είχαν στατιστικά παρόμοιες τιμές μικροβιακού φορτίου με τον μεγαλύτερο μέσο όρο να εμφανίζεται στο διάλυμα με αιθέριο έλαιο μέντας, με 8,03 log CFU/mL. Στο υπόστρωμα DG18, που αφορά την ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων στο διάλυμα συντήρησης, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων των αιθέριων ελαίων και του μάρτυρα. Αντίθετα, στο διάλυμα που περιείχε το εμπορικό σκεύασμα παρατηρήθηκε μία ιδιαιτερότητα καθώς δεν βρέθηκαν αποικίες στο υπόστρωμα DG18. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην έντονη αντιμικροβιακή δράση του σκευάσματος. Επίσης, μπορεί λόγω της μικρής διάρκειας συντήρησης των ανθέων αυτής της μεταχείρισης, που ήταν 4 ημέρες, να μην πρόλαβαν να αναπτυχθούν μεγάλοι πληθυσμοί μυκήτων.



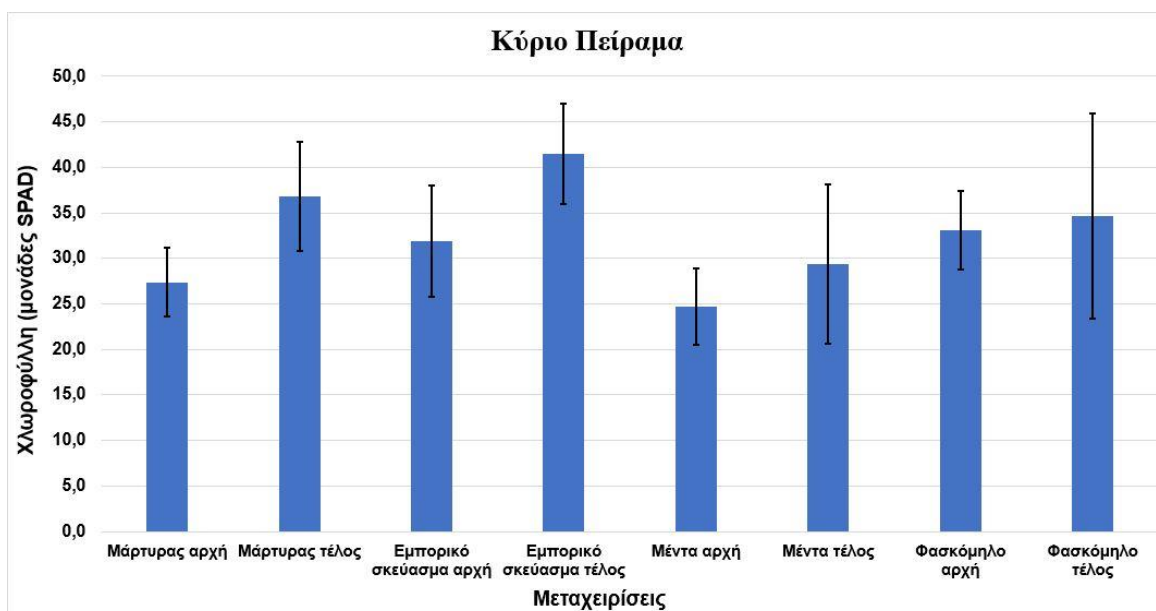
Διάγραμμα 8. Σύγκριση μικροβιακών αποικιών στα διαλύματα συντήρησης των μεταχειρίσεων κατά το τέλος του πειράματος. Στη στήλη που αναγράφεται αριθμός, αναφέρεται στη μέση τιμή λόγω αδυναμίας υπολογισμού της τυπικής αποκλίσεως

Στα τριαντάφυλλα, οι βακτηριακές εμφράξεις των αγγείων προκαλούνται συνήθως όταν ο αριθμός των μικροβίων στο διάλυμα συντήρησης κυμαίνεται μεταξύ 7 και 11 log CFU/mL (Van Doorn et al., 1990). Τιμές οι οποίες παρατηρούνται σε όλα τα διαλύματα συντήρησης πλην του μάρτυρα (διάγραμμα 8). Σε πείραμα που εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο μέντας συγκέντρωσης 100ppm, το μικροβιακό φορτίο του διαλύματος των τριαντάφυλλων, μετά από 11 ημέρες συντήρησης, υπολογίστηκε στα 6,1 log CFU/mL. Η μειωμένη ανάπτυξη μικροβίων στο διάλυμα του πειράματος, βρέθηκε ότι οφείλεται στην αντιβακτηριδιακή δράση της μενθόλης, που είναι κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου μέντας (Salehi Salmi et al., 2018).

Αντίθετα, στο παρόν πείραμα μετά από 8 ημέρες συντήρησης το μικροβιακό φορτίο ανήρθε στα 8,03 log CFU/mL. Σύμφωνα με έρευνα των Ahmad et al. (2014), η τοποθέτηση τριαντάφυλλων σε διάλυμα συντήρησης με κάποιο εμπορικό σκεύασμα μείωσε ή και σε κάποιες περιπτώσεις, εξάλειψε την ανάπτυξη μικροβιακού φορτίου. Η μείωση του μικροβιακού φορτίου του διαλύματος και του φυτικού ιστού, συμβάλλει στην αποφυγή κάμψης του λαιμού των ανθέων (Van Doorn, 1990). Σύμπτωμα το οποίο δεν εμφανίστηκε σε καμία μεταχείριση του κύριου πειράματος.

3.2.6 Χλωροφύλλη

Στο διάγραμμα 9, απεικονίζεται ο μέσος όρος των τιμών του φθορισμού της χλωροφύλλης στην αρχή και το τέλος του πειράματος. Όπως φαίνεται και στο γράφημα δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων καθώς υπάρχουν μεγάλες τυπικές αποκλίσεις. Όπως και στο προκαταρκτικό πείραμα τα αποτελέσματα των τιμών της χλωροφύλλης είναι ανακριβή καθώς παρουσιάζεται αυξημένη κατά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας. Εκτός από τις μετρήσεις χλωροφύλλης, στα φύλλα των τριαντάφυλλων που είχαν τοποθετηθεί στα διαλύματα αιθέριων ελαίων μέντας και φασκόμηλου παρατηρήθηκε αλλαγή στην υφή του ελάσματος. Συγκεκριμένα, μετά το πέρας περίπου τεσσάρων ημερών εμφάνισαν κολλοειδή επιφάνεια. Το φαινόμενο ήταν εντονότερο στα φύλλα που βρίσκονταν πιο κοντά στο στόμιο του δοχείου συντήρησης. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να προκλήθηκε από την απέκκριση ορισμένης ποσότητας των αιθέριων ελαίων στην επιφάνεια των φύλλων.

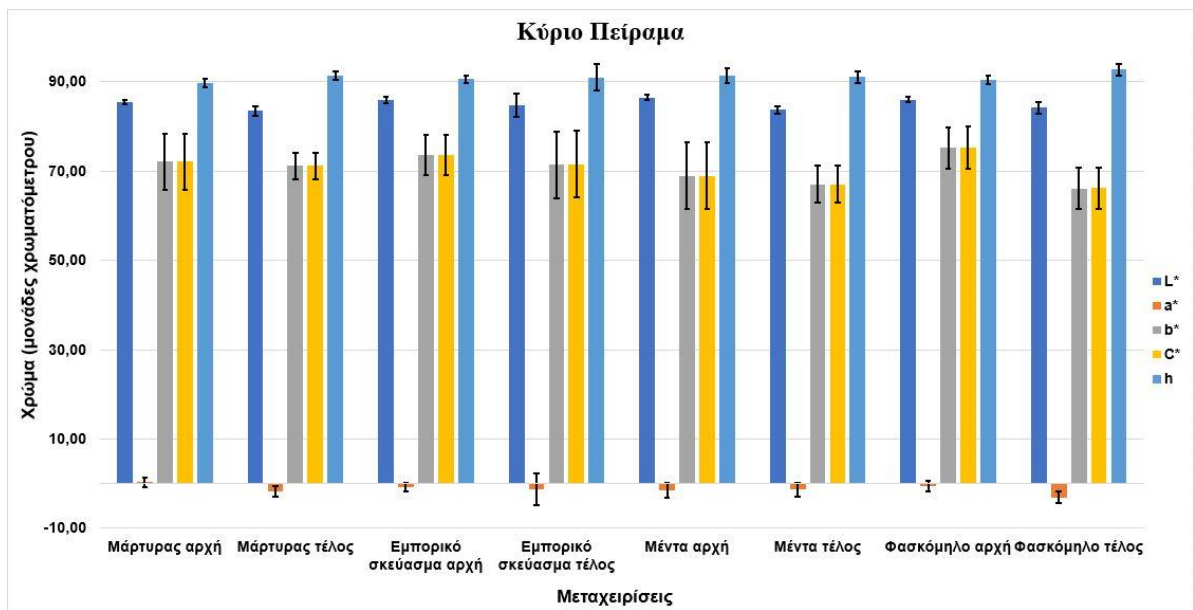


Διάγραμμα 9. Σύγκριση μέσου όρου χλωροφύλλης των μεταχειρίσεων κατά την αρχή και το τέλος του κύριου πειράματος

Σύμφωνα με αντίστοιχο πείραμα των Hashemabadi et al. (2015), τα τριαντάφυλλα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 8-HQS συγκέντρωσης 200ppm παρουσίασαν την μικρότερη απώλεια χλωροφύλλης. Αυτό το αποτέλεσμα έρχεται σε συμφωνία με άλλες μελέτες στις οποίες παρατηρήθηκε ότι το διάλυμα 8-HQS ελαχιστοποιεί την ποσότητα χλωροφύλλης που χάνεται από τα φύλλα των ανθέων που διατηρούνται σε αυτό (Ichimura et al., 1999, Knee 2000). Αντίθετα, το διάλυμα αιθέριου ελαίου μέντας δεν βρέθηκε να επηρεάζει την περιεκτικότητα χλωροφύλλης στα τριαντάφυλλα που συντηρήθηκαν σε αυτό (Hashemabadi et al., 2015).

3.2.7 Χρώμα

Στην αρχή και το τέλος του πειράματος πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις χρώματος των πετάλων. Τα πέταλα των τριαντάφυλλων του κύριου πειράματος είχαν κίτρινο χρώμα. Στο διάγραμμα 10 απεικονίζεται η μεταβολή του χρώματος των πετάλων κατά το πείραμα. Όπως φαίνεται και στο γράφημα, δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των παραγόντων ούτε μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά ούτε κατά την αρχή και το τέλος του πειράματος.



Διάγραμμα 10. Μεταβολή του χρώματος των πετάλων του κύριου πειράματος με βάση τους παράγοντες L* (■), a* (■), b* (■), C* (■), h (■)

4. Συμπεράσματα

Από την διεξαγωγή του προκαταρκτικού πειράματος προέκυψε ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου μέντας 200ppm και 300ppm ενδεχομένως να είναι τοξικές για τα τριαντάφυλλα, καθώς προκάλεσαν μεταχρωματισμό του κατώτερου τμήματος του βλαστού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και συγκριτικά και με άλλες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι τα δρεπτά άνθη τριανταφυλλιάς συντηρούνται καλύτερα σε θερμοκρασία που κυμαίνεται κατά μέσο όρο στους 20°C.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι τη μεγαλύτερη διάρκεια συντήρησης είχαν τα ανθικά στελέχη που βρίσκονταν σε διαλύματα με αιθέριο έλαιο. Το αιθέριο έλαιο φασκόμηλου παρουσίασε ελαφρώς μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σε σχέση με το αιθέριο έλαιο μέντας, καθώς διατήρησε τα τριαντάφυλλα μία ημέρα παραπάνω. Αντίθετα, τα άνθη που διατηρήθηκαν σε διάλυμα με εμπορικό σκεύασμα είχαν τον μικρότερο χρόνο μετασυλλεκτικής ζωής. Τα τριαντάφυλλα που βρίσκονταν σε διάλυμα με αιθέριο έλαιο φασκόμηλου είχαν την υψηλότερη απώλεια νωπού βάρους, ενώ εκείνα που ήταν σε αιθέριο έλαιο μέντας παρουσίασαν την μεγαλύτερη απορρόφηση διαλύματος. Σύμφωνα με τις μικροβιολογικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε ότι το εμπορικό σκεύασμα είχε το μικρότερο αριθμό αποικιών. Τα τριαντάφυλλα των υπόλοιπων μεταχειρίσεων εμφάνισαν παρόμοιο μικροβιακό φορτίο με αποτέλεσμα να μην παρατηρηθούν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Οι μετρήσεις χλωροφύλλης και χρώματος έδειξαν ότι δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Προτείνεται σε μελλοντικές έρευνες η μέτρηση και της φυλλικής επιφάνειας των φυτών, καθώς η μέτρηση μόνο του φθορισμού της χλωροφύλλης έδωσε ανεπαρκή και ανακριβή αποτελέσματα στην παρούσα μελέτη.

5. Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

1. Aarts, J. F. T., 1957, “Over de Houdbaarheid van Snijbloemen (on the Keepability of Cut Flowers).” *Wageningen*, 62.
2. Ahmad, I., Dole J. M., Saleem, M., Khan, M. A., Akram, A., Khan, A. S., 2013, “Preservatives and packaging material have an impact on the post-harvest longevity of cut *Rosa hybrida* L. ‘Kardinal’ flowers.” *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 88 (3): 251–256
3. Ahmad, I., Dole J. M., Vilorio Z., and Blazich F. A., 2014, “Postharvest Performance of Cut Carnation, Chrysanthemum and Rose as Influenced by Conventional and Organic Floral Preservatives.” *Biological Agriculture and Horticulture*. Taylor & Francis <https://doi.org/10.1080/01448765.2013.878880>.
4. Aoki, M., and Yabuki K., 1977, “Studies on the Carbon Dioxide Enrichment for Plant Growth, VII. Changes in Dry Matter Production and Photosynthetic Rate of Cucumber during Carbon Dioxide Enrichment.” *Agricultural Meteorology* 18 (6): 475–85. [https://doi.org/10.1016/0002-1571\(77\)90012-7](https://doi.org/10.1016/0002-1571(77)90012-7).
5. Armitage, A.M., Tsujita, M.J., 1979, “Supplemental lighting and nitrogen nutrition effects on yield and quality of ‘Forever Yours’ roses.” *Canadian Journal of Plant Science*, 59: 343-350
6. Baas, R., Marissen, N., Dik, A. J., 2000, “Cut rose quality as affected by calcium supply and translocation.”, *Acta Horticulturae*, 518: 45-54
7. Babarabie, M., Zarei, H., and Varasteh, F. (2016) “Physiological response of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers to the cola and peppermint essence.” *Iranian Journal of Plant Physiology*, 6 (3): 1729-1736
8. Bazaz, M. A., and Tehranifar A., 2011, “Effect of ethanol, methanol and essential oils as novel agents to improve vase-life of *Alstroemeria* flowers.” *Journal of Biology and Environmental Science*, 5(14): 41-46
9. Beyer, E. M., 1976, “A Potent Inhibitor of Ethylene Action in Plants.” *Plant Physiology* 58 (3): 268–71. <https://doi.org/10.1104/pp.58.3.268>.
10. Bounatirou, S., Smiti, S., Miguel, M. G., Faleiro, L., Rejeb, M. N., Neffati, M., Costa, M. M., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., and Pedro, L. G., 2007. “Chemical

- Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities of the Essential Oils Isolated from Tunisian *Thymus Capitatus* Hoff. et Link.” *Food Chemistry* 105 (1): 146–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.059>.
11. Bredmose, N., 1993, “Effects of Year-Round Supplementary Lighting on Shoot Development, Flowering and Quality of Two Glasshouse Rose Cultivars.” *Scientia Horticulturae* 54 (1): 69–85. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(93\)90084-4](https://doi.org/10.1016/0304-4238(93)90084-4).
 12. Brown, H.T., and Escombe, F, 1902, “The Influence of Varying Amounts of Carbon Dioxide in the Air on the Photosynthetic Process of Leaves and on the Mode of Growth of Plants.” *Proceedings of the Royal Society of London* 70: 397–413.
 13. Chernousova, S., and Epple, M., 2013, “Silver as Antibacterial Agent: Ion, Nanoparticle, and Metal.” *Angewandte Chemie - International Edition* 52 (6): 1636–53. <https://doi.org/10.1002/anie.201205923>.
 14. de Capdeville, G., Maffia, L. A., Finger, U. G., Batista, F.L., 2005, “Pre-harvest calcium sulfate applications affect vase life and severity of gray mold in cut roses.” *Scientia Horticulturae*, 103: 329-338
 15. de Stigter, H.C.M., 1981, “Effects of Glucose with 8-Hydroxyquinoline Sulfate or Aluminium Sulfate on the Water Balance of Cut «Sonia» Roses.” *Zeitschrift Für Pflanzenphysiologie* 101 (2): 95–105. [https://doi.org/10.1016/s0044-328x\(81\)80044-x](https://doi.org/10.1016/s0044-328x(81)80044-x).
 16. Elad, Y., 1988. “Latent Infection of Botrytis Cinerea in Rose Flowers and Combined Chemical and Physiological Control of the Disease”, *Crop Protection*, (7):361–66.
 17. Elgimabi, M. E. N. E., 2011, “Vase Life Extension of Rose Cut Flowers (*Rosa Hybrida*) as Influenced by Silver Nitrate and Sucrose Pulsing.” *American Journal of Agricultural and Biological Science* 6 (1): 128–33. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2011.128.133>.
 18. Environmental Protection Agency, 2002, Federal Register, 67 (144): 796 - 800.
 19. Epler, J. L., Winton, W., Ho, T., Larimer, F. W., Rao, T. K., and Hardigree., A. A., 1977, “Comparative Mutagenesis of Quinolines.” *Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology* 39 (3–4): 285–96. [https://doi.org/10.1016/0165-1110\(77\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0165-1110(77)90009-4).

20. Fanourakis, D., Pieruschka, R., Savvides, A., Macnish, A. J., Sarlikioti, V., and Woltering, E. J., 2013. "Sources of Vase Life Variation in Cut Roses: A Review." *Postharvest Biology and Technology* 78: 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.12.001>.
21. Fayaz A. M, Girilal, M., Rahman, M., Venkatesan, R., and Kalaichelvan, P. T., 2011, "Biosynthesis of Silver and Gold Nanoparticles Using Thermophilic Bacterium *Geobacillus Stearothermophilus*." *Process Biochemistry* 46 (10): 1958–62. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2011.07.003>.
22. Gerailoo, S., and Ghasemnezhad, M., 2011, "Effect of Salicylic Acid on Antioxidant Enzyme and Petal Senescence in 'Yellow Island' Cut Rose Flowers." *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 19 (1): 183–93.
23. Gislerød, H. R., Fjeld, T., Mortensen, L. M., 1993, "The effect of supplementary light and electrical conductivity on growth and quality of cut roses." *Acta Horticulturae*, 342: 51-60
24. Halevy, A.H., and Mayak, S., 1979, "Senescence and Postharvest Physiology Ofcut Flowers, Part 1." Edited by Jules Janick. *Horticultural Reviews* 1 (1): 204–36. <https://doi.org/10.15627/jd.2014.8>.
25. Hammer, P. E., Evensen, K. B., 1996, "Effects of the production environment on the susceptibility of rose flowers to postharvest infection by *Botrytis cinerea*." *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 12: 314-320
26. Harkema, H., Paillart, M., Lukasse, L., Westra, E., and Hogeveen, E., 2017, "Transport and Storage of Cut Roses: Endless Possibilities? : Guide of Practice for Sea Freight of Cut Roses Developed within GreenCHAINge Project." *Wageningen: Wageningen Food & Biobased Research*. <https://doi.org/10.18174/401918>.
27. Hashemabadi, D., Torkashvand, A. M., Kaviani, B., Bagherzadeh, M., Rezaalipour, M., and Zarchini, M., 2015, "Effect of *Mentha Pulegium* Extract and 8-Hydroxy Quinoline Sulphate to Extend the Quality and Vase Life of Rose (*Rosa Hybrid*) Cut Flower." *Journal of Environmental Biology* 36 (1): 215–20.
28. Hassan, F. A.S., Ali, E. F., and El-Deeb, B., 2014. "Improvement of Postharvest Quality of Cut Rose Cv. 'First Red' by Biologically Synthesized Silver Nanoparticles." *Scientia Horticulturae* 179: 340–48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.053>.

29. Hassanpour Asil, M., Hatamzadeh, A., and Nakhai, F., 2004. "Study on the Effect of Temperature and Various Chemical Treatments to Increase Vase Life of Cut Rose Flower 'Baccara.'" *Agricultural Science Research Journal of Guilan Agriculture Faculty* 1 (4): 121–29.
30. Ichimura, Kazuo, Kohei Kojima, and Rie Goto. 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).
31. Ichimura, K., Kojima, K. and Goto, R., 2006, "Extension of the Vase Life in Cut Roses by Treatment with Glucose, Isothiazolinonic Germicide, Citric Acid and Aluminum Sulphate Solution." *Japan Agricultural Research Quarterly* 40 (3): 263–69. <https://doi.org/10.6090/jarq.40.263>.
32. In, B. C., Kiminobu, S., Kasumi, I., Katsuhiko, I., Motoaki, D., and Genjiro, M., 2006, "Influences of Preharvest Relative Humidity on Yield, Vase Life and Transpiration of Cut Roses." *Environmental Control in Biology* 44 (4): 257–63. <https://doi.org/10.2525/ecb.44.257>.
33. In, B. C., Kiminobu, S., Katsuhiko, I., Motoaki, D., Gentaro, M., 2006, "Effects of air-blowing treatment on yield, transpiration and vase life of cut flowers in 'Asami Red' rose plant." *Japanese Society for Horticultural Science*, 13: 64-69
34. In, B. C., Seo, J. Y., Lim, J. H., 2016, "Preharvest environmental conditions affect the vase life of winter-cut roses grown under different commercial greenhouses." *Horticulture Environment and Biotechnology* 57 (1): 27-37 <https://doi.org/10.1007/s13580-016-0106-9>
35. In, B. C., Suong Ha, T. T, Young Soon, L., and Jin Hee, L., 2017. "Relationships between the Longevity, Water Relations, Ethylene Sensitivity, and Gene Expression of Cut Roses." *Postharvest Biology and Technology* 131 (5): 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.05.003>.
36. Jalsenjak, V, Peljnjak, S., and Kustrak, D., 1987, "Microcapsules of Sage Oil: Essential Oils Content and Antimicrobial Activity." *Pharmazie* 42 (6): 419–20.
37. Jiao, J., Tsujita, M. J., and Grodzinski, B., 1991, "Influence of Radiation and CO2 Enrichment on Whole Plant Net CO2 Exchange in Roses." *Canadian Journal of Plant Science* 71 (1): 245–52. <https://doi.org/10.4141/cjps91-034>.

38. Karimian, F. Z., and Tehranifar, A., 2011, "Effect of essential oils, ethanol and methanol to extend the vase life of Carnation flowers." *Journal of Biology and Environmental Sciences*, 5 (14): 91-94
39. Keressies, A., Bosker-van Zessen, A. I., and Frinking, H. D., 1995, "Influence of Environmental Conditions in a Glasshouse on Conidia of Botrytis Cinerea and on Post-Harvest Infection of Rose Flowers." *Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan* 69: 214.
40. Khorshidian, N., Yousefi, M., Khanniri, E., and Mortazavian, A. M., 2018, "Potential application of essential oils as antimicrobial preservatives in cheese." *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45: 62-72 <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.020>
41. 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
42. Kilic, T. and Cetin, E. S., 2014, "Determination of The Effects of Sage and Balm Extracts on Vase Life in Gerbera Cv . Rosalin." *Tarum Bilimleri Arastirma Dergisi* 7 (2): 13–15.
43. Knee, M., 2000, "Selection of Biocides for Use in Floral Preservatives." *Postharvest Biology and Technology* 18 (3): 227–34. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00074-5).
44. Lagouri, V., Blekas, G., Tsimidou, M., Kokkini, S., and Boskou, D., 1993, "Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils from Oregano Plants Grown Wild in Greece." *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung* 197 (1): 20–23. <https://doi.org/10.1007/BF01202694>.
45. Leslie, C. A., and Romani, R. J., 1986, "Salicylic Acid: A New Inhibitor of Ethylene Biosynthesis." *Plant Cell Reports* 5 (2): 144–46. <https://doi.org/10.1007/BF00269255>.
46. Liao, L. J., Yu-Han, L., Kuang-Liang, H., and Wen-Shaw, C., 2001, "Vase Life of Eustoma Grandiflorum as Affected by Aluminum Sulfate." *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 42: 35–38. <https://doi.org/10.7016/BBAS.200101.0035>.
47. Lis-Balchin, M., Deans, S. G., and Eaglesham, E., 1998, "Relationship between Bioactivity and Chemical Composition of Commercial Essential Oils." *Flavour*

- and Fragrance Journal* 13 (2): 98–104. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1026\(199803/04\)13:2<98::AID-FFJ705>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(199803/04)13:2<98::AID-FFJ705>3.0.CO;2-B).
48. Macnish, A. J., Leonard, R. T., Borda, A. M., and Nell, T. A., 2010, “Genotypic Variation in the Postharvest Performance and Ethylene Sensitivity of Cut Rose Flowers.” *Hortscience* 45 (5): 790–96.
 49. Manfredini, G. M., De Oliveira Paiva, P. D., Aparecida Almeida, E. F., Pereira Do Nascimento, A. M., Silva Sales, T., and Oliveira Santos, L., 2017, “Postharvest Quality of Essential Oil Treated Roses.” *Ornamental Horticulture* 23 (2): 192–99. <https://doi.org/10.14295/oh.v23i2.993>.
 50. Marandi, R. J., Hassani, A., Abdollahi, A., and 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): 5039–43.
 51. 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>.
 52. Mayak, S., Halevy, A. H., Sagie, S., Bar-Yoseph, A., Bravdo, B., 1974, “The water balance of cut rose flowers.” *Physiologia Plantarum*, 31: 15-22
 53. Moe, R., 1971. “Factors Affecting Flower Abortion and Malformation in Roses.” *Physiologia Plantarum* 24 (2): 291–300. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1971.tb03494.x>.
 54. Moe, R. 1975. “The Effect of Growing Temperature on Keeping Quality of Cut Roses.” *Acta Horticulturae*. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1975.41.7>.
 55. Mohy, E. N. E. E. and Abdallah, M. S., 2013, “Effects of Preservative Solutions on Vase Life and Postharvest Qualities of Taif Rose Cut Flowers (Rosa Damascene Cv. Trigintipetala).” *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science* 13 (1): 72–80. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2013.13.01.1889>.
 56. 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
 57. Mortensen, L.M., Gislerød, R.H., 1997, “Effects of air humidity and air movement on the growth and keeping quality of roses.” *Gartenbauwissenschaft*, 62: 273-277

58. Mortensen, L. M., and Gislerød, H. R., 1999, "Influence of Air Humidity and Lighting Period on Growth, Vase Life and Water Relations of 14 Rose Cultivars." *Scientia Horticulturae* 82 (3–4): 289–98. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00062-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00062-X).
59. 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.
60. Nelson, P. 1998, "Greenhouse Operation and Management." New Jersey, USA: Prentice Hall, Inc.
61. Niemietz, C. M., and Tyerman, S. D., 2002, "New Potent Inhibitors of Aquaporins: Silver and Gold Compounds Inhibit Aquaporins of Plant and Human Origin." *FEBS Letters* 531: 443–47. [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(02\)03581-0](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(02)03581-0).
62. Owen, O., Small, T., and Williams, P.H., 1926, "Carbon Dioxide in Relation to Glasshouse Crops. Part III. The Effect of Enriched Atmospheres on Tomatoes and Cucumbers." *Annals of Applied Biology* 13: 560–76. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1930.tb07336.x>.
63. Panáček, A., Kolář, M. Večeřová, R., Pucek, R., Soukupová, J., Kryštof, V., Hamal, P., Zbořil, R., and Kvítek, L., 2009, "Antifungal Activity of Silver Nanoparticles against *Candida* Spp." *Biomaterials* 30 (31): 6333–40. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.07.065>.
64. Panyala, N. R., Peña-Méndez, E. M., and Havel, J., 2008, "Silver or Silver Nanoparticles: A Hazardous Threat to the Environment and Human Health?" *Journal of Applied Biomedicine* 6 (3): 117–29. <https://doi.org/10.32725/jab.2008.015>.
65. Pie, K., and De Leeuw, G. T.N., 1991, "Histopathology of the Initial Stages of the Interaction between Rose Flowers and *Botrytis Cinerea*." *Netherlands Journal of Plant Pathology* 97 (5): 335–44. <https://doi.org/10.1007/BF01974228>.
66. Pirpour, S., Behroznam, B., Zakerin, A., and Aboutalebi, A (2013), "Study on the lifespan and quality of cut *Lilium santander* through the use of thyme and peppermint essential oil." *Annals of Biological Research*, 4 (6): 124-128
67. Prince, T.A., and Tayama, H.K., (1988) "Preservatives and Fresh Cut Flower Longevity." *Ohio Florists Association* 34: 706.

68. Rasool, Z. A., and Golban, S., 2015, "Comparison the effect of extracts of *Zataria multiflora*, *Mentha piperita*, and *Satureja* on the vase life of roses (*Rosa hybrida* var. DeRuitr)." *International Journal of Tropical Agriculture*, 33 (4): 3665-3668
69. Regan, M. E., Dole, M. J., (2010), "Postharvest handling procedures of *Matthiola incana* 'Vivas Blue'." *Postharvest Biology and Technology*, 58(3): 268-273
70. Reid, M. S., Paul, J.L., Farhoomand, M. B., Kofranek, A.M., and Staby, G.L., 1980, "Pulse Treatments with Silver Thiosulfate Complex Extend the Vase Life of Carnations." *Journal of the American Society for Horticultural Science* 105: 25–27.
71. Safia, H. E. H., Amal, A. M. N., Magda, M. K., and Mayada, M. E.S. (2020), "Augmentation of vase solution with silver nano-particles and essential oils to prolong the life of *Lilium orientalis* L. cv. Santander cut flowers." *Plant Archives*, 20: 3350-3360
72. Salehi Salmi, M. R., Falehi Hoseini, M., Heidari, M., and Daneshvar, M. H., 2018, "Extending Vase Life of Cut Rose (*Rosa Hybrida* L.) Cv. Bacara by Essential Oils." *Advances in Horticultural Science* 32 (1): 61–69. <https://doi.org/10.13128/ahs-21860>.
73. Särkkä, L., 2005, "Yield, quality and vase life of cut flowers in year-round greenhouse production, University of Helsinki." Department of Applied Biology
74. Seeley, J. G., 1948, "Soil Nitrate Levels for Roses." *American Society of Horticultural Science* 51: 613–17.
75. Seyf, M., Khalighi, A., Mostofi, Y., and Naderi, R., 2012, "Study on the Effect of Aluminum Sulfate Treatment on Postharvest Life of the Cut Rose 'Boeing' (*Rosa Hybrida* Cv.Boeing)." *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 16 (3): 128–32. www.journal-hfb.usab-tm.ro.
76. Shah, P., and Mello, P., 2004, "A Review of Medicinal Uses and Pharmacological Effects of *Mentha Piperita*." *Indian Journal of Natural Products and Resources (IJNPR)* 3 (4): 214–21.
77. Sharma, V. K., Siskova, K. M., Zboril, R., and Gardea-Torresdey, J. L., 2014, "Organic-Coated Silver Nanoparticles in Biological and Environmental Conditions: Fate, Stability and Toxicity." *Advances in Colloid and Interface Science* 204: 15–34. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2013.12.002>.

78. Shisa, M., and Takano, T., 1964. "Effect of Temperature and Light on the Coloration of Rose Flowers." *Japanese Society for Horticultural Science* 33: 140–46. https://www.m-culture.go.th/mculture_th/download/king9/Glossary_about_HM_King_Bhumibol_Adulyadej's_Funeral.pdf.
79. Slootweg, G., and Meeteren, U. van, 1991, "Transpiration and Stomatal Conductance of Roses Cv Sonia Grown with Supplemental Lighting." *Acta Horticulturae*. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1991.298.12>.
80. Smaoui, S., Hsouna, A. B., Lahmar, A., Ennouri, K., Mtibaa – Chakchouk, A., Sellem, I., Najah, S., Bouaziz, M., Mellouli, L., 2016, "Bio-preservative effect of the essential oil of the endemic *Mentha piperita* used alone and in combination with BacTN635 in stored minced beef meat." *Meat Science* 117: 196-204 <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.006>
81. Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T. S., and Naderi, R., 2009, "Essential Oils and Silver Nanoparticles (SNP) as Novel Agents to Extend Vase-Life of Gerbera (*Gerbera Jamesonii* Cv. 'Dune') Flowers." *Postharvest Biology and Technology* 53 (3): 155–58. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.04.003>.
82. Tassou, C. C., Drosinos, E. H., and Nycha, G. J. E., 1995, "Effects of essential oil from mint (*Mentha piperita*) on *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* in model food systems at 4° and 10°C." *Journal of Applied Bacteriology* 78: 593-600
83. 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).
84. Torre, S., Fjeld, T., Gislerød, H. R., and Moe, R., 2003, "Leaf Anatomy and Stomatal Morphology of Greenhouse Roses Grown at Moderate or High Air Humidity." *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128 (4): 598–602. <https://doi.org/10.21273/jashs.128.4.0598>.
85. Urban, I., Brun, R., Urban, L., 1995, "Influence of electrical conductivity, relative humidity and seasonal variations on the behavior of cut roses produced in soilless culture." *Acta Horticulturae* 482: 101-110

86. Urban, L., Six, S., Barthélémy, L., Bearez, P., 2002, “Effect of elevated CO₂ on leaf water relations, water balance and senescence of cut roses.”, *Journal of Plant Physiology*, 159: 717-723
87. Van Doorn, W. G., de Witte, Y., and Perik, R. R.J., 1990, “Effect of Antimicrobial Compounds on the Number of Bacteria in Stems of Cut Rose Flowers.” *Journal of Applied Bacteriology* 68 (2): 117–22. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02555.x>.
88. Van Doorn, W. G., de Witte, Y., and Harkema, H., 1995. “Effect of High Numbers of Exogenous Bacteria on the Water Relations and Longevity of Cut Carnation Flowers.” *Postharvest Biology and Technology* 6: 111–19
89. Van Doorn, W. G., 1997, “Water Relations of Cut Flowers.” *Horticultural Reviews*, 1–85. John Wiley & Sons, Inc.
90. Van Doorn, W. G., 2012, “Water Relations of Cut Flowers: An Update.” *Horticultural Reviews* 40: 55–106.
91. Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., and Van Kan, J. A. L., 2007, “Botrytis Cinerea: The Cause of Grey Mould Disease.” *Molecular Plant Pathology* 8 (5): 561–80. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x>.
92. Zamani, S., Kazemi, M., and Aran, M., 2011, “Postharvest Life of Cut Rose Flowers as Affected by Salicylic Acid and Glutamin.” *World Applied Sciences Journal* 12 (9): 1621–1624. [http://www.idosi.org/wasj/wasj12\(9\)/38.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj12(9)/38.pdf).
93. Zarei, H., Basiri, Y., and Mashayekhi, K., 2011, “Effects of Nanosilver Treatments on Vase Life of Cut Flowers of Carnation (*Dianthus Caryophyllus* Cv. 'White Liberty').” *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology* 2(2), 40–44.
94. Zieslin, N, and Halevy, A. H., 1976, “Flower Bud Atrophy in Baccara Roses.” *Physiologia Plantarum* 37 (9): 331–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1976.tb03980.x>.
95. Zieslin, N., Mortensen, L. M., and Moe, R., 1986, “Carbon Dioxide Enrichment and Flower Formation in Rose.” *Acta Horticulturae* 189.

Ελληνική βιβλιογραφία

Κατσιώτης, Σ., 1984, 'Συμβολή στη βελτιστοποίηση των συνθηκών παραλαβής και αναλύσεως των αιθερίων ελαίων', *Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ.*

Κατσιώτης, Σ. και, Χατζοπούλου, Π., 2019, *Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά Και Αιθέρια Έλαια*. 4η. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Κυριακίδη.

Σάββας, Δ., 2003, *Γενική Ανθοκομία*. Εκδόσεις Έμβρυο.

Ηλεκτρονικές πηγές

BBC (2019). Available at: <https://www.bbc.com/future/bespoke/made-on-earth/the-new-roots-of-the-flower-trade/>

'CBI Ministry of Foreign Affairs' (2017). Available at: <https://www.cbi.eu/market-information/cut-flowers-foilage/roses/europe>.

Union Fleurs (2019). Available at: <https://unionfleurs.org/industry/>.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2019). Available at: <http://www.minagric.gr/index.php/el/the-ministry-2/statistik-es-tek-mhrioshs/8510-statistika-ekt-parag-fytikon-proionton>.