



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Τμήμα Γεωπονικών Επιστημών,  
Βιοτεχνολογίας, και Επιστήμης Τροφίμων

## Πτυχιακή εργασία

Αξιολόγηση της προ-συλλεκτικής εφαρμογής εμπορικών σκευασμάτων  
*Ascophyllum nodosum* ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών  
ποικιλίας "Mandora" στην Κύπρο κατά τη μετασυλλεκτική αποθήκευση

**Βασίλης Θεοδώρου**

**Λεμεσός, Ιούνιος 2025**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΠΙΣΤΗΜΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Πτυχιακή εργασία

Αξιολόγηση της προ-συλλεκτικής εφαρμογής εμπορικών σκευασμάτων  
*Ascophyllum nodosum* ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών  
ποικιλίας "Mandora" στην Κύπρο κατά τη μετασυλλεκτική αποθήκευση

του Βασίλη Θεοδώρου

Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Γιώργος Μαγγανάρης

Λεμεσός, Ιούνιος 2025

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright© Βασίλη, 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Γεωπονικών Επιστημών, Βιοτεχνολογίας, και Επιστήμης Τροφίμων του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια Φυτικής Παραγωγής του Τμήματος Γεωπονικών Επιστημών, Βιοτεχνολογίας και Επιστήμης Τροφίμων.

Θα ήθελα να εκφράσω την βαθιά μου ευγνωμοσύνη στον Αναπληρωτή Καθηγητή, Δρ. Γιώργο Μαγγανάρη, για την πολύτιμη επιστημονική καθοδήγηση και την αμέριστη υποστήριξή του καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Η εμπιστοσύνη που μου έδειξε, προσφέροντάς μου την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον ερευνητικό αντικείμενο, καθώς και η μεταλαμπάδευση των γνώσεων του, υπήρξαν καταλυτικές για την ολοκλήρωση αυτής της μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω επίσης στη Άννα Μαρία Ταλιαδώρου για την πρόθυμη βοήθειά της και την καθοριστική συμβολή της σε κρίσιμα στάδια της πτυχιακής μου.

Ευχαριστώ θερμά τους φίλους μου, που με στήριξαν αδιάκοπα με την παρουσία τους, τη θετική τους διάθεση και το χιούμορ τους, προσφέροντάς μου πολύτιμη ενθάρρυνση στις απαιτητικές στιγμές της πορείας αυτής.

Πάνω απ' όλα, εκφράζω την πιο ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στην οικογένειά μου. Η σταθερή τους αγάπη, η ακούραστη συμπαράσταση και η πίστη τους σε εμένα αποτέλεσαν το στήριγμα και την κινητήρια δύναμή μου σε κάθε βήμα αυτής της προσπάθειας.

## Περίληψη

Η προτεινόμενη μελέτη στόχευε στη διερεύνηση της επίδρασης δύο εμπορικών βιοδιεγερτών, με βάση εκχύλισμα του φύκους *Ascophyllum nodosum*, στην παραγωγικότητα και τη μετασυλλεκτική ποιότητα καρπών "Mandora" (*Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*). Το πείραμα διεξήχθη από Μάρτιο 2024 έως Απρίλιο 2025 σε εμπορικό οπωρώνα "Mandora", εμβολιασμένων σε υποκείμενο νεραντζιάς, εντός των εγκαταστάσεων της εταιρείας *Cyprus Phassouri Plantations* (Φασούρι, Λεμεσός). Οι εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν από Μάρτιο έως Ιούλιο 2024, και εφαρμόστηκαν μεμονωμένα ή συνδυαστικά, με διαφορετικές μεθόδους (διαφυλλικά, εδαφικά ή συνδυαστικά), με στόχο τον προσδιορισμό του βέλτιστου πρωτοκόλλου καλλιέργειας. Ο πειραματικός σχεδιασμός ακολούθησε την τεχνική split-plot με πέντε μπλοκ ως βιολογικές επαναλήψεις. Δείγματα φύλλων συλλέχθηκαν τον Οκτώβριο 2024 για μελέτη της επίδρασης στην αποδοτικότητα χρήσης θρεπτικών στοιχείων. Οι καρποί συγκομίστηκαν τον Φεβρουάριο 2025, στο στάδιο εμπορικής ωρίμανσης, και αποθηκεύτηκαν για 60 ημέρες. Σε διάφορα χρονικά σημεία κατά την ψυχρή αποθήκευση αξιολογήθηκαν ποιοτικά χαρακτηριστικά (συνολικά διαλυτά στερεά, ογκομετρούμενη οξύτητα, περιεκτικότητα σε χυμό). Στόχος ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των βιοδιεγερτών ως προς την απόδοση, τη θρέψη και την ποιότητα των καρπών κατά την αποθήκευση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συνδυασμένη εδαφική εφαρμογή των δύο βιοδιεγερτών (MSS) αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση μακροθρεπτικών (π.χ. ασβέστιο: +14%) και ιχνοστοιχείων (π.χ. σίδηρος: +81%). Η εφαρμογή του SuperFifty (SS) οδήγησε σε μείωση χλωρίου (Cl<sup>-</sup>: -83%) και νατρίου (Na<sup>+</sup>: -22%). Όσο αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών που εξετάσθηκαν στην παρούσα εργασία δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων που έγιναν. Η ενσωμάτωση πολυδιάστατων αναλύσεων θα προσφέρει μια ολοκληρωμένη κατανόηση των επιδράσεων τόσο στη ποιότητα των καρπών όσο και στη φυσιολογία των φυτών.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Βιοδιεγερτικά, *Ascophyllum nodosum*, "Mandora", Κύπρος, αλατότητα, ποιότητα καρπών

## Abstract

The current study, aimed to investigate the effect of two commercial bio-stimulant formulations based on *Ascophyllum nodosum* extract on the productivity and postharvest performance of "Mandora" fruits (*Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*). Experiment was conducted from March 2024- April 2025 in a commercial orchard of "Mandora" trees grafted on sour orange rootstock, within the premises of *Cyprus Phassouri Plantations*. Bio-stimulant applications were performed from March 2024 – July 2024 based on the climatic conditions and manufacturer recommendations. Treatments applied either individually or in combination by different modes of application (foliar or soil or combination) to identify the optimal cultivation protocol. Experimental design was set-up in a split-plot manner with five blocks representing the biological replications. Leaf samples were collected in October 2024 to investigate the effect of the formulations on nutrient-use efficiency. Fruits were harvested in February 2025 at the commercial maturity stage and stored for 60 days. At different time-points along the cold storage quality attributes were assessed (total soluble solids, titratable acidity, juice content). Aim of the study was to examine the efficiency of the bio-stimulant formulations by investigating their effect of yield, nutrient-use efficiency and fruit quality along post-harvest storage. The results indicated that the combined soil application of the two biostimulants (MSS) significantly enhanced the concentration of macronutrients (e.g., calcium: +14%) and micronutrients (e.g., iron: +81%). Similarly, the soil application of SuperFifty (SS) resulted in a substantial reduction in chloride (Cl<sup>-</sup>: -83%) and sodium (Na<sup>+</sup>: -22%) levels. Regarding the quality attributes of the fruits examined in the present study, no significant differences were observed among the treatments applied. The integration of multivariate analyses will provide a comprehensive understanding of the effects on both fruit quality and plant physiology.

**Keywords:** *Biostimulants, Ascophyllum nodosum, "Mandora", Cyprus, salinity, fruit quality*

## **Κατάλογος Περιεχομένων**

Περίληψη.....	v
Abstract .....	vi
Κατάλογος Περιεχομένων.....	vii-ix
Κατάλογος πινάκων.....	viii-ix
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>1-8</b>
<b>1.1 Γένος Citrus.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Παραγωγή εσπεριδοειδών στην Κύπρο.....</b>	<b>1-2</b>
<b>1.3 Προκλήσεις και περιορισμοί στη παραγωγή εσπεριδοειδών στην Κύπρο.....</b>	<b>2-3</b>
<b>1.4 Βιοδιεγερτικά βασισμένα σε φύκια και τρέχουσες γνώσεις για τη μηχανιστική τους δράση.....</b>	<b>4-7</b>
<b>1.4.1 Επίδραση των βιοδιεγερτικών βασισμένων σε φύκια στην ποιότητα των φρούτων.....</b>	<b>5-6</b>
<b>1.4.2 Μηχανιστική δράση των εκχυλισμάτων <i>Ascophyllum nodosum</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Σκοπός της εργασίας.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.1 Ερευνητικό ερώτημα.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Μεθοδολογία.....</b>	<b>8-9</b>
<b>2.1. Πειραματικός σχεδιασμός και συλλογή φυτικού υλικού.....</b>	<b>8-9</b>
<b>2.2 Αναλύσεις εργαστηρίου.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Αποτελέσματα και συζήτηση.....</b>	<b>10-21</b>
<b>3.1.Επίδραση βιοδιεγερτικών σκευασμάτων στην απόδοση των δέντρων.....</b>	<b>10-11</b>
<b>3.2 Επίδραση των βιοδιεγερτικών σκευασμάτων και του τρόπου εφαρμογής στην απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων.....</b>	<b>11-16</b>

3.2.1 Απορρόφηση μακρο και μικρο θρεπτικών.....	11-14
3.2.2. Επίδραση των θεραπειών στη συγκέντρωση ιόντων (Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> ) στα φύλλα – δείκτης ανθεκτικότητας σε αλατότητα.....	15-16
3.3. Επίδραση των βιοδιεγερτικών σκευασμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την μετασυλλεκτική αποθήκευση.....	16-21
4.Συμπέρασμα.....	21-25
4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων με διεθνή βιβλιογραφία.....	24-25
4.2 Βελτιώσεις για μελλοντική έρευνα.....	25
5. Βιβλιογραφία.....	26-28
6. Παράρτημα.....	29-33
Κατάλογος πινάκων.....	viii-ix
Διάγραμμα 1. Πειραματικός σχεδιασμός στο πεδίο.....	9
Διάγραμμα 2. Συνολική Παραγωγή καρπών σε κιλά μετά απο κάθε μεταχείριση, απεικονίζονται οι αποδόσεις των εξής ομάδων.....	11
Διάγραμμα 3. Το διάγραμμα παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις πέντε βασικών μακροθρεπτικών στοιχείων – Αζώτου (N), Φωσφόρου (P), Καλίου (K), Ασβεστίου (Ca) και Μαγνησίου (Mg) – στα φύλλα των δέντρων για έξι διαφορετικές θεραπείες, περιλαμβανομένου του μάρτυρα (control).....	13
Διάγραμμα 4. Το διάγραμμα παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις μικροθρεπτικών στοιχείων – Ψευδάργυρο (Zn) ,Σίδηρο (Fe) ,Μαγγάνιο (Mn),Βόριο (B), Χαλκό (Cu)- στα φύλλα των δέντρων για έξι διαφορετικές θεραπείες, περιλαμβανομένου του μάρτυρα (control).....	14
Διάγραμμα 5. Το διάγραμμα παρουσιάζει τις συγκεντρώση αλάτων (Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> ) στα φύλλα των δέντρων για έξι διαφορετικές θεραπείες, περιλαμβανομένου του μάρτυρα (control).....	16
Διάγραμμα 6. Επίδραση των διαφορετικών εφαρμογών στον δείκτη ωριμότητας των καρπών, όπως αυτός απεικονίζεται από την αναλογία των διαλυτών στερεών (TSS) προς την ογκομετρούμενη οξύτητα (TA%), κατά τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής αποθήκευσης (Day 0, Day 20, Day 40, Day 60).....	21

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γένος *Citrus*

Το γένος *Citrus* ανήκει στην οικογένεια *Rutaceae* και στην υποοικογένεια των αγγειοσπέρμων *Aurantioideae*, η οποία περιλαμβάνει μερικά από τα πιο καλλιεργημένα φρούτα παγκοσμίως. Τα εσπεριδοειδή είναι γνωστά για τους χυμούς υψηλής ποιότητας και καλλιεργούνται ευρέως σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Το γένος περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία υβριδισμένων ειδών με περίπλοκες γενεαλογίες, κάτι που καθιστά την ταξινόμηση και τη συστηματική προσέγγιση δύσκολη. Τα εσπεριδοειδή είναι γηγενή στη Νοτιοανατολική Ασία, αλλά η εξάπλωσή τους σε όλο τον κόσμο πραγματοποιήθηκε μέσω της ανθρώπινης καλλιέργειας και φυσικής διασποράς. Η γενετική ποικιλότητα του γένους είναι αντανάκλαση μιας μακροχρόνιας ιστορίας ειδών προσαρμογής στο κλίμα και επιλεκτικής αναπαραγωγής για τη δημιουργία επιθυμητών χαρακτηριστικών στα φρούτα (*Wu et al., 2018*). Η βιομηχανία των εσπεριδοειδών χρησιμοποιεί τα φρούτα με διάφορους τρόπους, όπως η πώληση νωπών φρούτων, η παραγωγή χυμού και η παραγωγή διαφόρων παραπροϊόντων. Τα εσπεριδοειδή παρέχουν βασικά θρεπτικά συστατικά και ιδιαίτερα τη βιταμίνη C, η οποία τα καθιστά απαραίτητα για τη διατροφή του ανθρώπου για χιλιάδες χρόνια και είναι εμφανής στην έντονη παρουσία τους σε πολλές κουζίνες παγκοσμίως. Τα πορτοκάλια είναι από τις πιο καλλιεργημένες ποικιλίες παγκοσμίως, ακολουθούμενα από τα μανταρίνια, τα λεμόνια/λάιμ και τα γκρέιφρουτ.

## 1.2 Παραγωγή εσπεριδοειδών στην Κύπρο

Τα εσπεριδοειδή αποτελούν τις πιο εκτεταμένες καλλιέργειες φρούτων στην Κύπρο, με τη συντριπτική πλειοψηφία της παραγωγής να προορίζεται για εξαγωγή, κάτι που έχει σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο στη χώρα. Σημειώνεται ότι η εταιρεία *Cyprus Phassouri Plantations* είναι η μεγαλύτερη εταιρεία εσπεριδοειδών στην Κύπρο, η οποία χειρίζεται και συσκευάζει περισσότερο από το 1/3 της εθνικής παραγωγής (>16.000 τόνοι), που παράγεται από τους δικούς της οπωρώνες (περίπου 500 εκτάρια). Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1933 και βρίσκεται στη Λεμεσό στη περιοχή Φασούρι. Συνεχίζει με επιτυχία να παράγει, να χειρίζεται και να εξάγει εσπεριδοειδή μέχρι σήμερα, αποτελώντας ουσιαστικά τον ιδιοκτήτη της μεγαλύτερης φυτείας εσπεριδοειδών στην Κύπρο. Σκοπός της εταιρείας ήταν η μετατροπή των βαλτωδών εκτάσεων που γειτνιάζαν με

την Αλυκή Ακρωτηρίου, η οποία βρίσκεται στη Μεσογειακή περιοχή, σε παραγωγικές εκτάσεις. Οι κύριες δραστηριότητες της εταιρείας περιλαμβάνουν την καλλιέργεια, παραγωγή, συσκευασία και εμπορία εσπεριδοειδών, με βασικές ποικιλίες όπως το Γκρέιπφρουτ, τα Πορτοκάλια *Valencia*, τα Λεμόνια, τα *Nova*, την *Mandora*, τα *Clemenules*, τα *Orogrande*, τα *Chislett*, τα *Navelina* και την πατενταρισμένη ποικιλία *Powell Summer Navels*. Η σύσταση και η ποιότητα του εδάφους στην Κύπρο επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των εσπεριδοειδών. Εδάφη με καλύτερη αποστράγγιση, χαμηλή αλατότητα και σωστή ισορροπία θρεπτικών στοιχείων ευνοούν την υγιή ανάπτυξη των δέντρων. Επισημαίνεται επίσης η ανάγκη προσεκτικής διαχείρισης της λίπανσης και της άρδευσης ( *Koudounas, C.,1994*).

### **1.3 Προκλήσεις και περιορισμοί στη παραγωγή εσπεριδοειδών στην Κύπρο**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα εσπεριδοειδή είναι γνωστά για την οικονομική τους αξία και τη μεγάλη ζήτησή τους. Ωστόσο, αντιμετωπίζουν διάφορες προκλήσεις, όπως ελλείψεις θρεπτικών συστατικών, πιέσεις από παράσιτα και ασθένειες, καθώς και περιβαλλοντικά stress, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση και την ποιότητα των καρπών τους (*Sagar et al., 2022*). Συγκεκριμένα, η βιομηχανία εσπεριδοειδών στην Κύπρο αντιμετωπίζει μια σειρά προκλήσεων τόσο πριν όσο και μετά τη συγκομιδή. Στο επίπεδο πριν τη συγκομιδή, παρατηρούνται περιορισμοί και σημαντικοί περιορισμοί στην αποδοτικότητα της παραγωγής, καθώς και στην ποιότητα των φρούτων και τη υποβάθμιση του εδάφους, λόγω των μη βιώσιμων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και της εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων τα προηγούμενα χρόνια (*Aloo et al., 2021*). Ένα άλλο δυνητικό πρόβλημα που έχει εντοπιστεί είναι η πηγή του νερού για άρδευσης. Οι γεωπόνοι της εταιρείας *Cyprus Phassouri Plantations* έχουν παρατηρήσει κατά τη διάρκεια των ετών ότι οι εκτάσεις που αρδεύονται με ανακυκλωμένο νερό τείνουν να έχουν χαμηλότερη παραγωγικότητα συνολικά. Αυτό συμφωνεί με την έρευνα των *Nicolas et al. (2016)*, οι οποίοι μελέτησαν τις μακροχρόνιες επιπτώσεις του αλμυρού ανακυκλωμένου νερού σε διάφορους φυσιολογικούς παράγοντες των δέντρων μανταρινιών. Η έρευνα έδειξε ότι το αλμυρό ανακυκλωμένο νερό οδήγησε σε μειώσεις της απόδοσης μετά από 3 χρόνια χρήσης του στο πεδίο. Παρόλο που δεν έχει γίνει προηγούμενη έρευνα στις κυπριακές εσπεριδοκαλλιέργειες σχετικά με αυτό το ζήτημα, αυτό μπορεί να είναι ένα από τα προβλήματα που οδήγησαν σε μείωση της απόδοσης. Για τα εσπεριδοειδή, το όριο για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στο νερό άρδευσης, το

οποίο θεωρείται δυνητικά επικίνδυνο ή στρεσογόνο, κυμαίνεται συνήθως από 1,5 έως 3,0 dS/m (Nicolás et al., 2016).

Στο επίπεδο μετά τη συγκομιδή, η εξάρτηση από χημικά μυκητοκτόνα, όπως το Imazalil (IMZ), καθιστά κορυφαία προτεραιότητα για τη βιομηχανία εσπεριδοειδών τη διάσπαση, αξιολόγηση και εφαρμογή νέων, πιο φιλικών προς το περιβάλλον πρωτοκόλλων συσκευασίας υπό πραγματικές εμπορικές συνθήκες, που δεν θα διακυβεύσουν την ποιότητα των φρούτων λόγω της σήψης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το IMZ και τα υπάρχοντα όρια μέγιστης υπολειμματικής συγκέντρωσης (MRLs) βρίσκονται υπό αναθεώρηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση και ενδέχεται να ανακληθούν, επομένως χρειάζεται να μελετηθούν εναλλακτικές λύσεις. Η αγροτική βιομηχανία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας και στην ικανοποίηση των απαιτήσεων μιας αυξανόμενης πληθυσμιακής ομάδας. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον και έρευνα για τη χρήση βιοδιεγερτικών για την ενίσχυση της αγροτικής παραγωγής (Aloo et al., 2021; Maitra et al., 2022). Η χρήση εκχυλισμάτων φυκιών, όπως αυτά του *Ascophyllum nodosum*, θεωρείται βιώσιμη αγροτική πρακτική για την αντιστάθμιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής σε διάφορα συστήματα παραγωγής. Η χρήση τέτοιων εκχυλισμάτων στην εσπεριδοκαλλιέργεια, καθώς και οι επιδράσεις τους σε διάφορα επίπεδα της γραμμής παραγωγής, δεν είναι καλά εδραιωμένες.

Πολλές έρευνες προτείνουν ότι αυτά τα εκχυλίσματα μπορούν να προσφέρουν βιώσιμες στρατηγικές για την ενίσχυση της ποιότητας των φρούτων και των λαχανικών και να βοηθήσουν τις καλλιέργειες να μετριάσουν τις αρνητικές επιπτώσεις διαφόρων κλιματικών πιέσεων, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως η Μεσογειακή λεκάνη (Van Oosten et al., 2017; Chrysargyris et al., 2018; Di Stasio et al., 2018; Frioni et al., 2018). Πειραματικές δοκιμές που χρησιμοποιούν τέτοια εκχυλίσματα σε εσπεριδοειδή θα μπορούσαν να προσφέρουν μια σημαντική προσθήκη στη βιβλιογραφία, καθώς και χρήσιμα εργαλεία στους αγρότες που αναζητούν βιώσιμες και αξιόπιστες λύσεις για τη βελτίωση της παραγωγής εσπεριδοειδών. Η συνειδητοποίηση της απώλειας της ποιότητας του εδάφους και των φρούτων, καθώς και η αντίληψη των καταναλωτών για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωργικής δραστηριότητας, έχει ενισχύσει την ανάγκη για την εφαρμογή πιο βιώσιμων γεωργικών πρακτικών και πρωτοκόλλων, όπως η χρήση βιοδιεγερτικών.

#### 1.4 Βιοδιεγερτικά βασισμένα σε φύκια και τρέχουσες γνώσεις για τη μηχανιστική τους δράση

Τα βιοδιεγερτικά είναι ουσίες ή μικροοργανισμοί που, όταν εφαρμόζονται σε φυτά, προάγουν την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα, ενισχύοντας τις φυσιολογικές διεργασίες και βελτιώνοντας την αντοχή σε στρεσογόνους παράγοντες (*La Spada et al., 2021*). Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα βιοδιεγερτικά που προέρχονται από εκχυλίσματα φυκιών, χουμικά στοιχεία και αμινοξέα μπορούν να προάγουν την ανάπτυξη των δέντρων και να αυξήσουν την απόδοση των φρούτων (*Ali, Ramsubhag και Jayaraman, 2021*). Για παράδειγμα, μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε δενδρύλλια εσπεριδοειδών ανακάλυψε ότι η εφαρμογή εκχυλίσματος φυκιών αύξησε σημαντικά τους δείκτες φυτικής ανάπτυξης (*Ali, Ramsubhag και Jayaraman, 2021*). Οι *Spann και Little*, εξέτασαν την επίδραση ενός εμπορικού εκχυλίσματος του *Ascophyllum nodosum* σε δέντρα γλυκού πορτοκαλιού 'Hamlin' ηλικίας 1 έτους, εμβολιασμένα σε υποκείμενα *Carrizo citrange* και *Swingle citrumelo* υπό συνθήκες ξηρασίας. Στόχος ήταν να προσδιοριστεί αν το εκχύλισμα των φυκιών θα μπορούσε να βελτιώσει την αντοχή στη ξηρασία και να διατηρήσει την ανάπτυξη των βλαστών υπό συνθήκες ξηρασίας για τα δέντρα του γλυκού πορτοκαλιού. Τα αποτελέσματα από τη μελέτη έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στην ανάπτυξη των δέντρων και τις σχέσεις νερού των φυτών στα δέντρα που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με το εκχύλισμα φυκιών, είτε μέσω ψεκασμού φύλλων είτε μέσω ποτίσματος του εδάφους, και υπήρξαν υπό συνθήκες ξηρασίας, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι το εμπορικό εκχύλισμα *Ascophyllum nodosum* θα μπορούσε να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για τη βελτίωση της αντοχής στη ξηρασία των δέντρων εσπεριδοειδών που καλλιεργούνται σε δοχεία, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της ανάπτυξης και της παραγωγής υπό συνθήκες περιορισμένων υδάτων (*Spann and Little, 2011*). Επιπλέον, μια μελέτη από τους *Ali et al. (2022)* έδειξε ότι η θεραπεία των φυτών ντομάτας με εκχύλισμα φυκιών αύξησε σημαντικά τις δραστηριότητες των ενζύμων άμυνας, καθώς και βελτίωσε τις παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών, τα θρεπτικά συστατικά, τα επίπεδα χλωροφύλλης και τις αυξημένες ποσότητες φυτικών ορμονών και αυξητικών ορμονών. Η εφαρμογή εκχυλίσματος *Ascophyllum nodosum* σε φυτά ντομάτας προκάλεσε σημαντικές μεταγραφικές αλλαγές, ενεργοποιώντας ή καταστέλλοντας εκατοντάδες γονίδια, ιδίως εκείνα που σχετίζονται με την άμυνα και την προσαρμογή στο στρες. Το εκχύλισμα φάνηκε να ενισχύει την

αντοχή στη ξηρασία μέσω ενεργοποίησης ορμονικών και αντιοξειδωτικών μηχανισμών (Ali et al., 2022· Santaniello et al., 2017). Παράλληλα, επηρεάζει την έκφραση miRNA σε *Arabidopsis*, βελτιώνοντας την αντοχή σε αλατότητα και ενισχύοντας τη θρεπτική ισορροπία (Shukla et al., 2018).

#### 1.4.1 Επίδραση των βιοδιεγερτικών βασισμένων σε φύκια στην ποιότητα των φρούτων

Η βελτιωμένη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και η αντοχή στο στρές διευκολύνουν την ανάπτυξη φρούτων καλύτερης ποιότητας όσον αφορά το μέγεθος, τη γεύση, τη θρεπτική αξία και τη διάρκεια ζωής μετά τη συγκομιδή. Τα *Ryges* και *Super Fifty* είναι δύο παραγόμενα προϊόντα από φύκια βασισμένα στο *Ascophyllum nodosum* που βρέθηκαν να αυξάνουν την ανάπτυξη κατά 13% σε πείραμα θερμοκηπίου με φυτά ντομάτας *Microtom* (Ali et al., 2022). Επιπλέον, αυτές οι θεραπείες ενίσχυσαν τη συσσώρευση μετάλλων, αντιοξειδωτικών και σημαντικών αμινοξέων στα φρούτα της ντομάτας, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα των γεωργικών συστημάτων (Ali et al., 2022). Μελέτη από τους *Soppelsa et al.* (2019) ποσοτικοποίησε την αποτελεσματικότητα των εκχυλισμάτων μεγάλων φυκιών στην ανάπτυξη δέντρων μήλου, την απόδοση και την ποιότητα των φρούτων. Οι συνθέσεις βιοδιεγερτικών έδειξαν σημαντική δυνατότητα βελτίωσης της επιφάνειας των φύλλων, της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη και του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Η χρωματική απόχρωση της επιδερμίδας του μήλου βελτιώθηκε και η περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες στην επιδερμίδα του μήλου αυξήθηκε σημαντικά, υποδεικνύοντας την επίδραση αυτών των βιοδιεγερτικών στους δευτερογενείς μεταβολίτες (Soppelsa et al., 2019). Οι *Salvi et al.* (2019), διερεύνησαν την επίδραση των φύλλων με εκχύλισμα *Ascophyllum nodosum* στις *Vitis vinifera* και διαπίστωσαν ότι ενισχύεται η βιοσύνθεση δευτερογενών μεταβολιτών στις φλούδες των μούρων και τα φύλλα των σταφυλιών.

Οι εφαρμογές των θεραπειών πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των αναπτυξιακών σταδίων της καλλιέργειας μέσω ωρίμανση και πλήρης ωρίμανση. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες, όπως οι ανθοκυανίνες, οι φλαβονόλες και τα υδροξυκιναμικά οξέα, ήταν σημαντικά υψηλότεροι στα θεραπευμένα αμπέλια. Η υψηλότερη περιεκτικότητα αυτών των δευτερογενών μεταβολιτών είναι καθοριστική για την ποιότητα των σταφυλιών και του κρασιού, καθώς συμβάλλουν στη βελτίωση της γεύσης, του χρώματος και της σταθερότητας κατά τη διαδικασία οξείδωσης. Αξιοσημείωτο είναι ότι το εκχύλισμα *Ascophyllum*

*nodosum* ενίσχυσε τη φωτοσύνθεση και την αγωγιμότητα των στομάτων, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε συνολική αύξηση της μεταβολικής δραστηριότητας. Επιπλέον, η θεραπεία έδειξε μείωση στη βιοσύνθεση των μεθοξυλιωμένων ανθοκυανινών. Αυτές οι ενώσεις συνήθως συσσωρεύονται ως αντίδραση σε περιβαλλοντικό stress, υποδεικνύοντας ότι το εκχύλισμα μπορεί να διαδραματίζει ρόλο στην ανακούφιση του άγχους (*Salvi et al., 2019*). Η χρήση του ψεκαστού εκχυλίσματος *Ascophyllum nodosum* (ANE) έχει αξιολογηθεί θετικά για τις επιδράσεις του στην επίδραση των χρωματικών και χημικών ιδιοτήτων των σταφυλιών και των κρασιών, κάτι που μπορεί να είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο σε περιοχές αμπελουργίας ψυχρού κλίματος (*Frioni et al., 2018*).

Επιπλέον, η εφαρμογή ANE μπορεί να επηρεάσει τα πρότυπα εκκριμάτων των ριζών, τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να επηρεάσουν την μικροβιακή κοινότητα στη ριζόσφαιρα. Ένα υγιές και ποικιλόμορφο μικροβίωμα μπορεί να βελτιώσει τη διάλυση των θρεπτικών συστατικών και να τα μετατρέψει σε μορφές που είναι πιο διαθέσιμες για τα φυτά (*Shukla et al., 2019*). Το εκχύλισμα μπορεί να ενισχύσει τις αλληλεπιδράσεις ρίζας/μικροβίων, επιτρέποντας καλύτερες συμβιωτικές σχέσεις, όπως εκείνες μεταξύ φυτών και μυκορριζικών μυκήτων ή βακτηρίων που δέχονται άζωτο, οδηγώντας σε βελτιωμένη απόκτηση θρεπτικών συστατικών. Το εκχύλισμα *Ascophyllum nodosum* λειτουργεί ως βιοδιεγερτικό, όχι μόνο ενισχύοντας άμεσα τις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών, αλλά και έμμεσα τροποποιώντας το περιβάλλον της ριζόσφαιρας, το οποίο, με τη σειρά του, υποστηρίζει καλύτερη αποδοτικότητα χρήσης θρεπτικών συστατικών (*Carmody et al., 2020*). Η βελτίωση της υγείας του εδάφους με την επηρεασμένη μικροβιακή κοινότητα του εδάφους, η οποία παίζει κρίσιμο ρόλο στον κύκλο θρεπτικών συστατικών, στην καταστολή παθογόνων και στην παροχή άλλων ωφελειών στα φυτά, συμβάλλει έμμεσα στη βελτίωση των αποδόσεων (*Hussain, Kasinadhuni και Arioli, 2021*). Αυτοί οι μηχανισμοί μπορούν να βοηθήσουν τα φυτά να προσαρμοστούν σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες, να αντισταθούν σε ασθένειες και να χρησιμοποιούν πιο αποτελεσματικά τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ανάπτυξης και της παραγωγικότητας (*Shukla et al., 2019; Nanda, Kumar and Hussain, 2022*).

#### 1.4.2 Μηχανιστική δράση των εκχυλισμάτων *Ascophyllum nodosum*

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα εκχυλίσματα *Ascophyllum nodosum* (ANE) έχουν βρεθεί ότι παίζουν ενεργό ρόλο στη βελτίωση διαφόρων παραμέτρων όπως η ανάπτυξη και παραγωγικότητα των φυτών, η ποιότητα των καρπών, η αντοχή στη καταπόνηση και η αποδοτικότητα χρήσης θρεπτικών συστατικών (Shukla et al., 2019). Οι κύριες ενώσεις στα εκχυλίσματα φύκι που εμπλέκονται στην ενεργοποίηση των φυτικών δραστηριοτήτων περιλαμβάνουν τις φυτοορμόνες, όπως οι αυξίνες ή ενώσεις όμοιες με αυξίνες, οι οποίες έχουν ιδιαίτερη επιρροή στη βλάστηση των σπόρων και την μορφολογική ανάπτυξη των φυτών με γεωργικό ενδιαφέρον (Fleurence, 2022). Οι φυτοορμόνες που περιέχονται στα βιοδιεγερτικά εκχυλίσματα φύκι μπορούν να τροποποιήσουν την ενδογενή ορμονική ισορροπία των φυτών, κάτι που είναι κρίσιμο για την ανάπτυξή τους και την αντίδρασή τους στο περιβαλλοντική καταπόνηση (Nanda, Kumar και Hussain, 2022). Οι Wally et al. (2013) διερεύνησαν την επίδραση ενός εμπορικού εκχυλίσματος *Ascophyllum nodosum* (ANE) στην ενδογενή παραγωγή φυτοορμονών σε *Arabidopsis*.

Αυτή η έρευνα είχε ως κύριο στόχο την ενεργοποίηση των μηχανισμών με τους οποίους τα εκχυλίσματα φύκι χειρίζονται την ανάπτυξη των φυτών και τις αντιδράσεις στο άγχος τροποποιώντας τα επίπεδα φυτοορμονών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ANE φαίνεται να τροποποιεί τα επίπεδα έκφρασης ορισμένων γονιδίων που είναι χρήσιμα για τη βιοσύνθεση και το μεταβολισμό βασικών φυτοορμονών όπως οι κυτοκίνες, Οι πολυσακχαρίτες όπως η λαμιναρίνη, που περιέχονται στα εκχυλίσματα φυκιών, είναι απαραίτητοι για την ενεργοποίηση και ενίσχυση των αμυντικών συστημάτων του φυτού έναντι μιας ποικιλίας παθογόνων, μειώνοντας πιθανώς την εξάρτηση από χημικά φυτοφάρμακα και υποστηρίζοντας πρακτικές βιώσιμης γεωργίας (Fleurence, 2022). Αξιοσημείωτο είναι ότι, ενώ οι βιοδιεγερτικοί παράγοντες από φύκια είναι γενικά χρήσιμοι, ο συγκεκριμένος τύπος εκχυλίσματος φυκιού, η μέθοδος εφαρμογής και άλλοι παράγοντες, όπως το είδος του φυτού και οι τοπικές συνθήκες καλλιέργειας, πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητάς τους (Nanda, Kumar και Hussain, 2022).

## 1.5 Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής βιοδιεγερτικών, με έμφαση σε εκχυλίσματα *Ascophyllum nodosum*, ως στρατηγικής βελτίωσης της ποιότητας και της απόδοσης καρπών ‘Mandora’ (*Citrus reticulata*) σε εμπορικούς οπωρώνες εσπεριδοειδών στην Κύπρο. Μέσω εδαφικών και φυλλικών προσυγκομιδικών εφαρμογών, αξιολογήθηκαν η συνολική καθαρή παραγωγή, η θρεπτική σύνθεση φυλλομάτων με έμφαση σε μακροστοιχεία, ισχνοστοιχεία και άλατα, καθώς και βασικοί δείκτες ποιότητας όπως η περιεκτικότητα σε χυμό, ολικά διαλυτά στερεά και η ολική οξύτητα. Η έρευνα στοχεύει να αξιολογήσει την επίδραση των σκευασμάτων στη ποιότητα των καρπών όσο και στην παραγωγικότητα.

### 1.5.1 Ερευνητικό ερώτημα

Μπορούν τα εκχυλίσματα του *Ascophyllum nodosum* να χρησιμοποιηθούν ως στρατηγικές για τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών ‘Mandora’ καθώς και της παραγωγικότητας;

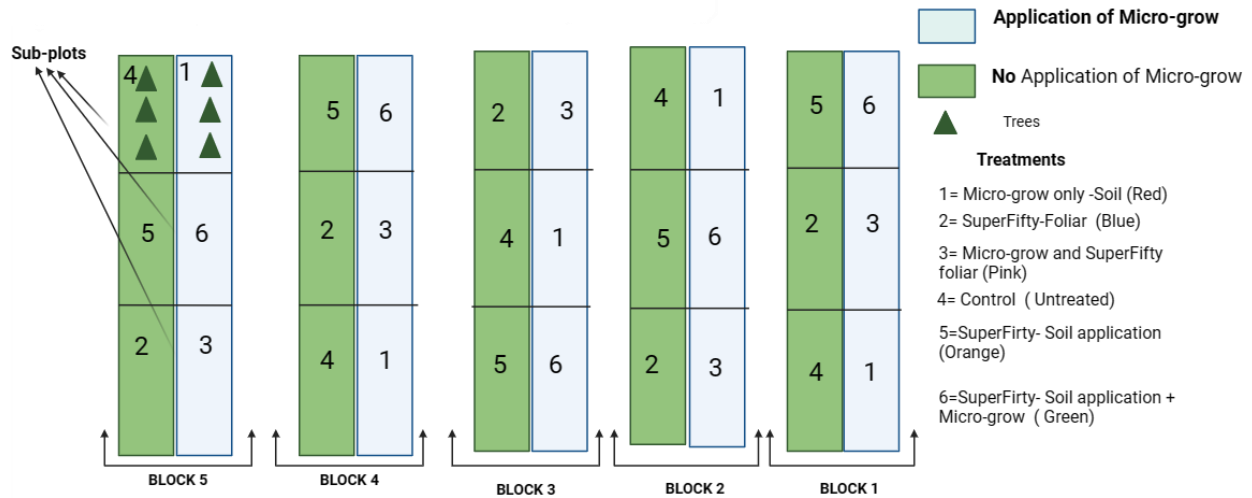
## 2. Μεθοδολογία

### 2.1. Πειραματικός σχεδιασμός και συλλογή φυτικού υλικού

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε εμπορικό οπωρώνα της εταιρείας Phassouri Plantations στην Κύπρο, σε δέντρα ‘Mandora’ ηλικίας 28 ετών, εμβολιασμένα σε υποκείμενο νεραντζιάς. Ο πειραματικός σχεδιασμός ακολούθησε τη μέθοδο split-plot με πέντε μπλοκ ως βιολογικές επαναλήψεις (Διάγραμμα1). Οι εφαρμογές των εκχυλισμάτων *Ascophyllum nodosum* πραγματοποιήθηκαν σε προκαθορισμένα χρονικά σημεία, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και τις κλιματολογικές συνθήκες (Μάρτιος 2024 – Ιούλιος 2024). Επιπλέον, στα μέσα Οκτωβρίου, συλλέχθηκαν 30 φύλλα ανά δέντρο και ανά μεταχείριση και εστάλησαν σε εξωτερικό εργαστήριο για την ανάλυση της περιεκτικότητας τους σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά στοιχεία, με σκοπό την αξιολόγηση της επίδρασης των μεταχειρίσεων στην απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων.

## 2.2. Αναλύσεις εργαστηρίου

Κατά τη συγκομιδή (Ιανουάριος–Μάρτιος), εκτιμήθηκε η συνολική παραγωγή και διεξήχθησαν αναλύσεις ποιότητας πολφού, λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετική τους μεταβολική συμπεριφορά. Οι καρποί υπεβλήθησαν στις καθιερωμένες διαδικασίες πλύσης, κεριώματος, ταξινόμησης και συσκευασίας. Κατά την αποθήκευση, συλλέχθηκαν δείγματα απο καρπούς μεγέθους 68-73 mm, σε διαφορετικά χρονικά σημεία (Day 0, Day 20, Day 40, Day 60) για αξιολόγηση ποιοτικών χαρακτηριστικών, όπως η συνολική διαλυτή περιεκτικότητα (TSS), η ολική οξύτητα (Αποθήκευση απο Φεβρουάριο 2025 – Απρίλιο 2025) . Πριν τις μετρήσεις, τα φρούτα έμεναν για 24 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου (25°C).



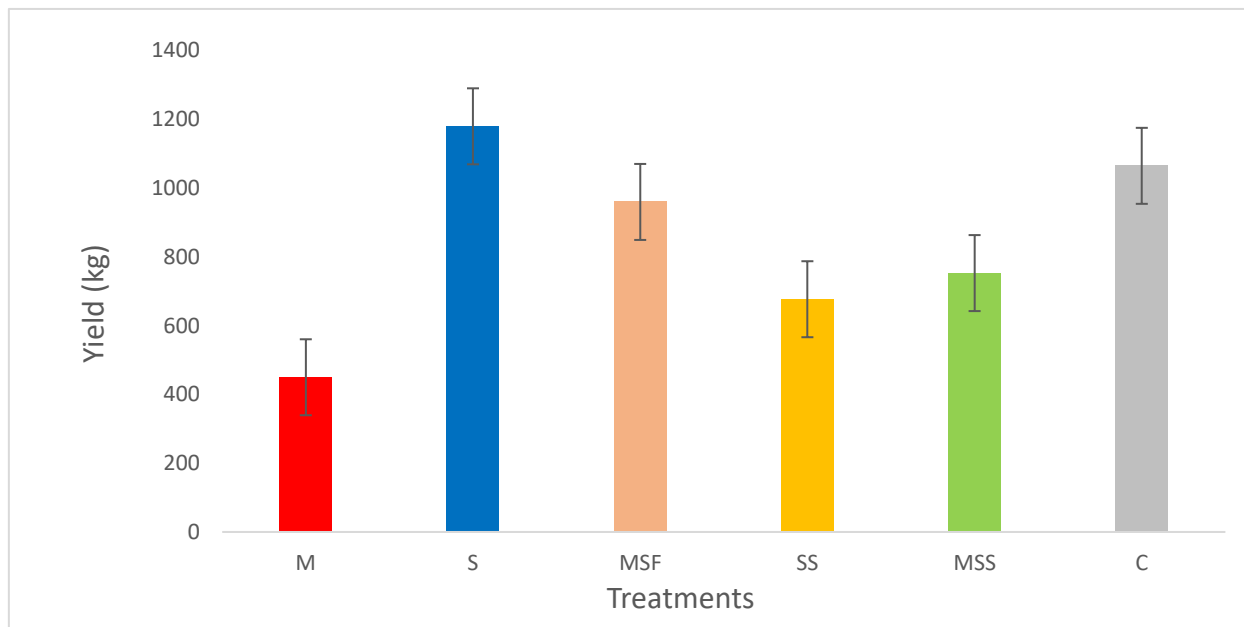
*Διάγραμμα 1. Πειραματικός σχεδιασμός στο πεδίο*

### 3. Αποτελέσματα και συζήτηση

#### 3.1.Επίδραση βιοδιεγερτικών σκευασμάτων στην απόδοση των δέντρων

Το διάγραμμα 2 παρουσιάζει τη συνολική καθαρή παραγωγή καρπών (σε κιλά) για τις έξι διαφορετικές μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν στον οπωρώνα *Citrus reticulata* (Mandora). Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι η εφαρμογή των δύο βιοδιεγερτικών σκευασμάτων, τόσο μεμονωμένα όσο και σε συνδυασμό, παρουσίασε παρόμοια καθαρή απόδοση με εκείνη του μάρτυρα (Control). Παρά τις μικρές διαφοροποιήσεις στις αποδόσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων, οι τιμές δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική απόκλιση από τον Control, γεγονός που περιορίζει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων ως προς την αποτελεσματικότητα των βιοδιεγερτικών. Η φυλλική εφαρμογή του SuperFifty (S) εμφάνισε την υψηλότερη καθαρή απόδοση (1.180 kg), ωστόσο η διαφορά σε σύγκριση με την απόδοση του Control (1.065 kg) ήταν μικρή και ενδέχεται να οφείλεται σε φυσική παραλλακτικότητα παρά σε πραγματική επίδραση του σκευάσματος. Ομοίως, η εφαρμογή Micro-grow, είτε μόνη της είτε σε συνδυασμό με το SuperFifty, δεν προσέφερε ουσιαστικό πλεονέκτημα.

Αξιολογώντας τα εμπορικά επιθυμητά μεγέθη, δεν προέκυψε κάποια μεταχείριση που να διαφοροποιείται αισθητά σε σχέση με τον Control, τόσο σε επίπεδο πλήθους όσο και κατανομής κιβωτίων (boxes). Οι διαφορές στην κατανομή των μεγεθών ήταν μικρές και ασυνεπείς, χωρίς να διαφαίνεται κάποια σαφής τάση υπέρ μιας συγκεκριμένης μεθόδου εφαρμογής ή σκευάσματος. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι, υπό τις παρούσες πειραματικές συνθήκες, η χρήση των βιοδιεγερτικών δεν φαίνεται να παρέχει αξιόπιστο πλεονέκτημα ως προς την αύξηση της παραγωγής ή τη βελτίωση των εμπορικών χαρακτηριστικών των καρπών. Η παραγωγικότητα των δέντρων δεν ήταν ομοιογενής, γεγονός που εξηγεί τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν. Λόγω πρακτικών περιορισμών, χρησιμοποιήθηκαν μόνο 15 δέντρα ανά θεραπεία, κάτι που καθιστά πιο δύσκολη την παρατήρηση στατιστικά σημαντικών διαφορών. Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη για επαναληπτικά πειράματα σε περισσότερες καλλιεργητικές περιόδους και υπό διαφορετικές αγροκλιματικές συνθήκες, ώστε να διερευνηθεί πιο αξιόπιστα η δυναμική των συγκεκριμένων σκευασμάτων.



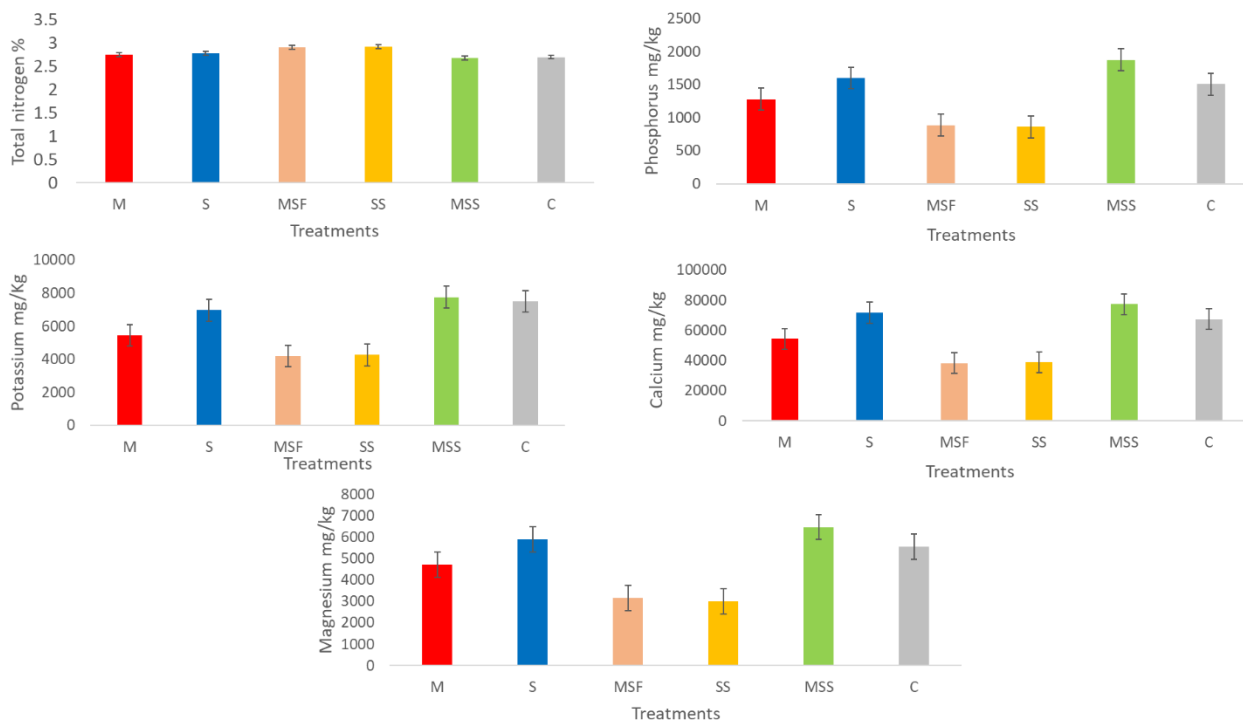
**Διάγραμμα 2.** Συνολική Παραγωγή καρπών σε κιλά μετά απο κάθε μεταχείριση, απεικονίζονται οι αποδόσεις των εξής ομάδων: Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση.

### 3.2 Επίδραση των βιοδιεγερτικών σκευασμάτων και του τρόπου εφαρμογής στην απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων

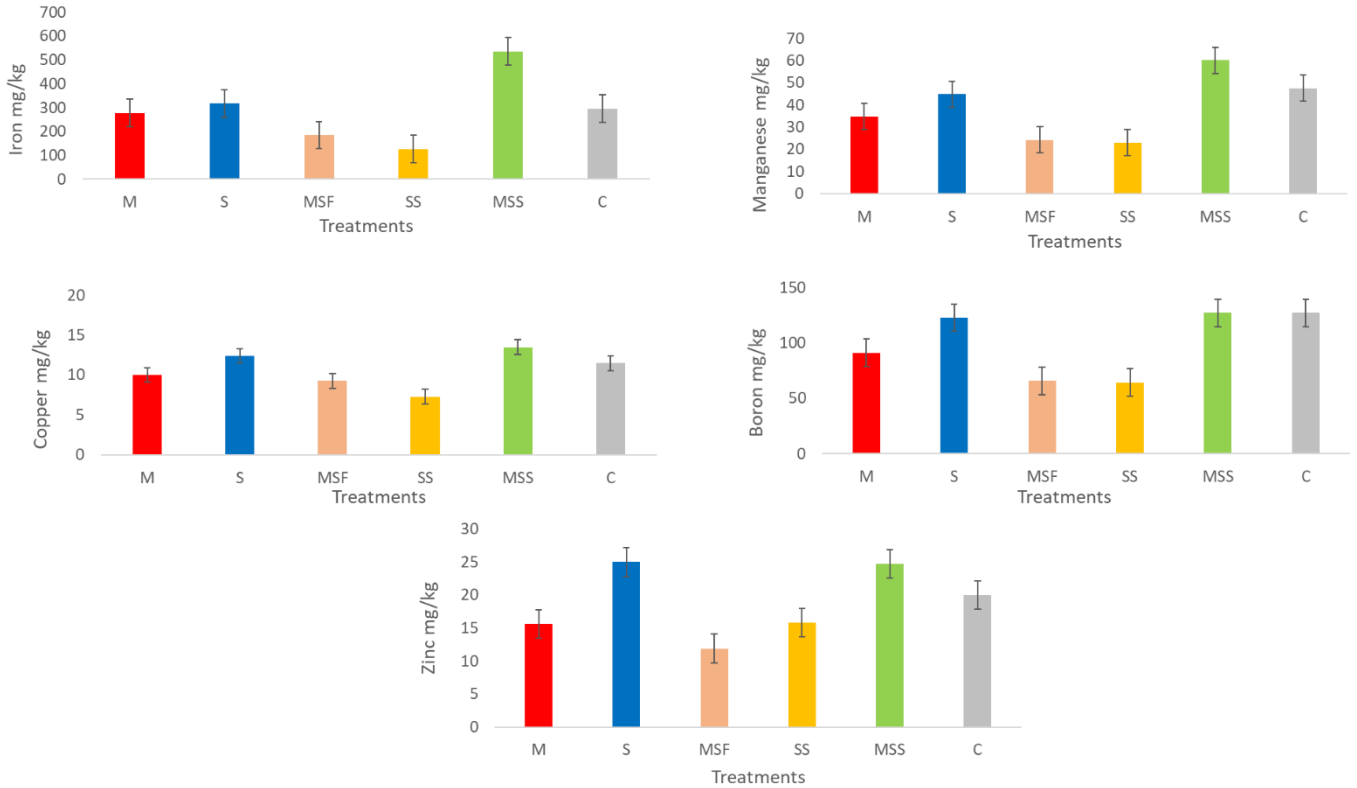
#### 3.2.1 Απορρόφηση μακρο και μικρο θρεπτικών

Αναφορικά με τα μακροθρεπτικά στοιχεία, οι θεραπείες MSF και SS εμφάνισαν τα υψηλότερα επίπεδα Αζώτου (N) (2.91% και 2.92% αντίστοιχα), οριακά αυξημένα σε σχέση με το control (2.7%). Όσον αφορά τον Φωσφόρο (P), η θεραπεία MSS παρουσίασε την υψηλότερη τιμή (1874 mg/kg), εμφανίζοντας σαφώς μεγαλύτερη συγκέντρωση από το control (1507 mg/kg) (Διάγραμμα 3). Παρόμοια εικόνα παρατηρήθηκε και στο Κάλιο (K), όπου τα σκευάσματα MSS και SuperFifty (S) σημείωσαν αισθητά αυξημένες συγκεντρώσεις (7762 και 6958 mg/kg αντίστοιχα), υπερβαίνοντας το control (7508 mg/kg). Η θεραπεία MSS ξεχώρισε επίσης για τις

υψηλότερες συγκεντρώσεις Ασβεστίου (Ca) και Μαγνησίου (Mg) (77274 και 6475 mg/kg), ξεπερνώντας σημαντικά το control (67474 και 5562 mg/kg αντίστοιχα) (Διάγραμμα 3). Τα μακροθρεπτικά στοιχεία επηρεάζονται έντονα από τη συνδυαστική εφαρμογή των δύο σκευασμάτων Micro-grow και SuperFifty, ιδίως όταν εφαρμόζονται στο έδαφος. Η θεραπεία MSS παρουσίασε σταθερά ανώτερες τιμές για όλα τα μακροθρεπτικά στοιχεία, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε καλύτερη ριζική απορρόφηση, αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα ή και βελτιστοποίηση του μεταβολισμού των θρεπτικών στοιχείων. Αντίθετα, η μονοθεραπεία με Micro-grow (M) φάνηκε λιγότερο αποτελεσματική, καθώς κατέγραψε χαμηλότερες τιμές σχεδόν σε όλα τα μακροστοιχεία σε σχέση με τις άλλες παρεμβάσεις. Στα μικροθρεπτικά στοιχεία, η θεραπεία MSS κατέγραψε ξανά τις υψηλότερες συγκεντρώσεις για το Ψευδάργυρο (Zn) (24.7 mg/kg), υπερβαίνοντας το control (20 mg/kg) (Διάγραμμα 4). Αντίστοιχα, για τον Σίδηρο (Fe) και το Μαγγάνιο (Mn), η MSS παρουσίασε σημαντική αύξηση (536 και 60.2 mg/kg αντίστοιχα) σε σύγκριση με το control (296 και 47.5 mg/kg). Αν και οι διαφορές στο Χαλκό (Cu) ήταν μικρότερες, η MSS διατήρησε την υψηλότερη συγκέντρωση (13.5 mg/kg), έναντι 11.5 mg/kg του control. Το Βόριο (B) παρέμεινε σταθερό (~127 mg/kg) στις θεραπείες MSS και S σε σύγκριση με τον μάρτηρα (Control) με εξαίρεση τις SS, M και MSF, οι οποίες παρουσίασαν αισθητή πτώση. Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν την άποψη ότι η MSS, αλλά και η μονοθεραπεία με SuperFifty (S), προάγουν την αυξημένη πρόσληψη μικροθρεπτικών στοιχείων, πιθανότατα μέσω βελτιωμένης ριζικής δραστηριότητας ή ενίσχυσης του φυτικού μεταβολισμού. Ο συνδυασμός δύο σκευασμάτων και η εφαρμογή τους στο έδαφος φαίνεται να ενισχύει περαιτέρω τη διαθεσιμότητα και μετακίνηση των ιχνοστοιχείων, σε σύγκριση με τις απλές ή μεμονωμένες εφαρμογές. Η MSS, επομένως, ξεχωρίζει ως η πιο αποτελεσματική προσέγγιση για τη βελτιστοποίηση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών.



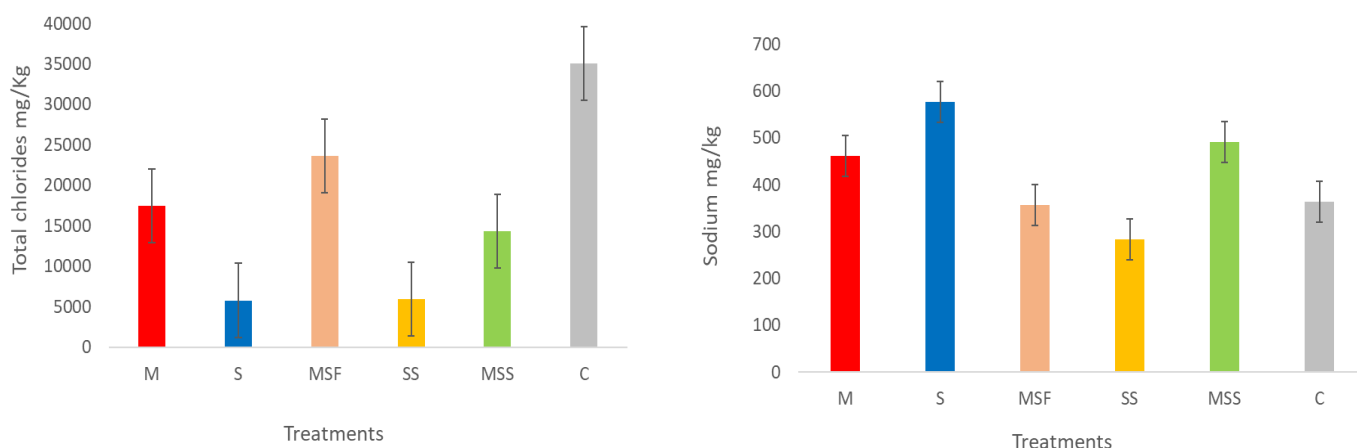
**Διάγραμμα 3.** Το διάγραμμα παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις πέντε βασικών μακροθρεπτικών στοιχείων – Αζώτου (N), Φωσφόρου (P), Καλίου (K), Ασβεστίου (Ca) και Μαγνησίου (Mg) – στα φύλλα των δέντρων για έξι διαφορετικές θεραπείες, περιλαμβανομένου του μάρτυρα (control). Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Η απεικόνιση γίνεται με ραβδογράμματα, όπου κάθε ομάδα ράβδων αντιστοιχεί σε μία θεραπεία (π.χ. M, S, MSF, SS, MSS, C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση. Οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε μονάδες mg/kg, εκτός από το Άζωτο (N), που δίνεται ως ποσοστό επί της ξηράς μάζας (%).



**Διάγραμμα 4.** Το διάγραμμα παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις μικροθρεπτικών στοιχείων – Ψευδάργυρο (Zn) ,Σίδηρο (Fe) ,Μαγγάνιο (Mn),Βόριο (B), Χαλκό (Cu)- στα φύλλα των δέντρων για έξι διαφορετικές θεραπείες, περιλαμβανομένου του μάρτυρα (control). Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Η απεικόνιση γίνεται με ραβδογράμματα, όπου κάθε ομάδα ράβδων αντιστοιχεί σε μία θεραπεία (π.χ. M, S, MSF, SS, MSS, C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση. Οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε μονάδες mg/kg.

### 3.2.2. Επίδραση των θεραπειών στη συγκέντρωση ιόντων ( $\text{Cl}^-$ , $\text{Na}^+$ ) στα φύλλα – δείκτης ανθεκτικότητας σε αλατότητα

Σημαντικές διαφοροποιήσεις καταγράφηκαν στις συγκεντρώσεις ολικών χλωριδίων ( $\text{Cl}^-$ ) μεταξύ των θεραπειών. Το control (C) παρουσίασε τη μέγιστη τιμή (35094 mg/kg), γεγονός που ενδέχεται να υποδηλώνει αυξημένη κατακράτηση ή περιορισμένη αποβολή αλάτων από το φυτό. Αντίθετα, οι θεραπείες με SuperFifty (S), είτε σε μονοθεραπεία είτε συνδυαστικά, κατέγραψαν τις χαμηλότερες τιμές με S μόλις (5761 mg/kg) και η SS (5902 mg/kg). Ενδιάμεσες τιμές παρατηρήθηκαν στις θεραπείες M (17488 mg/kg), MSS (14313 mg/kg) και MSF (23616 mg/kg). Όσον αφορά το Νάτριο ( $\text{Na}^+$ ), το οποίο συνδέεται με την ιοντική ισορροπία και την ανθεκτικότητα σε αλατότητα, οι τιμές κυμάνθηκαν λιγότερο, αλλά και πάλι η SS εμφάνισε την πιο χαμηλή συγκέντρωση (284 mg/kg), ακολουθούμενη από την MSF (356 mg/kg). Το control (C) σημείωσε τιμή 364 mg/kg, ενώ υψηλότερες συγκεντρώσεις καταγράφηκαν στις θεραπείες M (462 mg/kg), MSS (491 mg/kg) και S (577 mg/kg). Τα παραπάνω δεδομένα δείχνουν ξεκάθαρα ότι η χρήση του σκευάσματος SuperFifty, και ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται στο έδαφος (SS), φαίνεται να σχετίζεται με μειωμένη συσσώρευση αλάτων ( $\text{Cl}^-$  και  $\text{Na}^+$ ) στα φυτικά ιστούς. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται σε βελτίωση της απορρόφησης νερού, ενίσχυση της μεταβολικής δραστηριότητας, ή ακόμα και τροποποίηση του μικροβιώματος της ριζόσφαιρας, που περιορίζει την πρόσληψη επιβλαβών ιόντων. Αντιθέτως, το control, το οποίο δεν δέχθηκε καμία παρέμβαση, παρουσίασε υψηλότερες συγκεντρώσεις αλάτων, κάτι που ίσως να επηρεάζει αρνητικά τη θρεπτική ισορροπία και τη φυσιολογία του φυτού. Οι ενδιάμεσες τιμές των θεραπειών που περιλαμβάνουν Micro-grow δείχνουν ότι αυτό το σκεύασμα μόνο του ή σε συνδυασμό, δεν επαρκεί από μόνο του για τη ρύθμιση των αλάτων, εάν δεν συνδυαστεί με κατάλληλη εδαφική διαχείριση όπως γίνεται με το SuperFifty. Συνεπώς, η θεραπεία SS προτείνεται ως η πιο ωφέλιμη για τη διαχείριση αλατότητας,



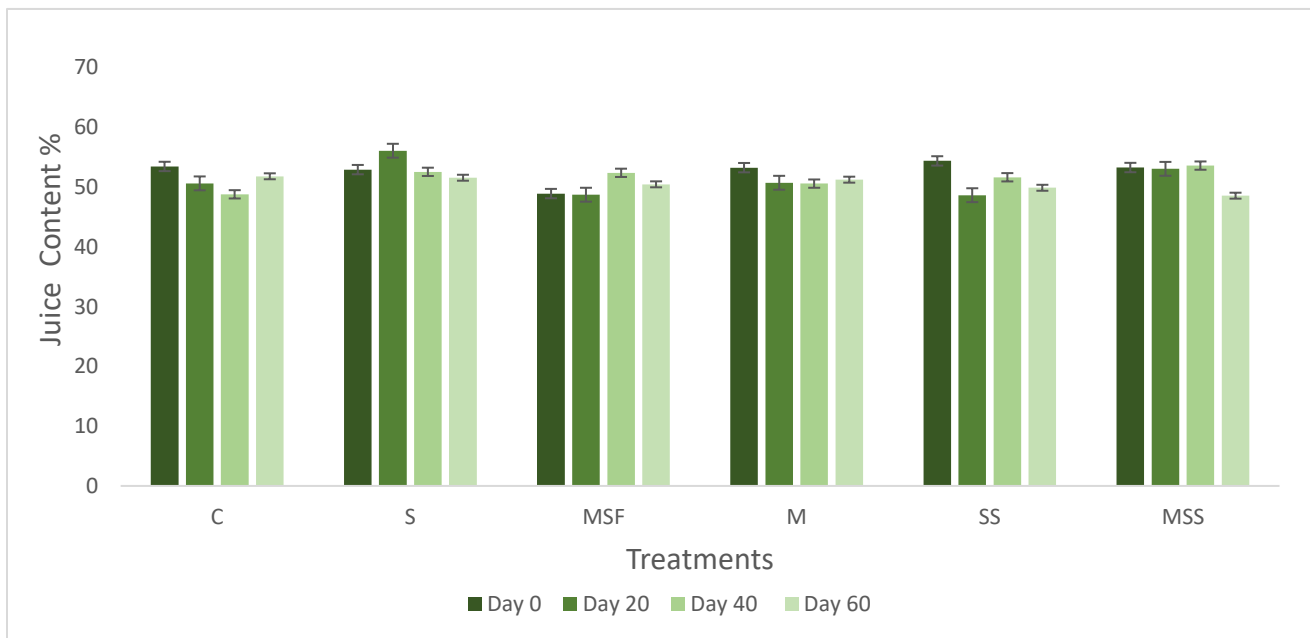
**Διάγραμμα 5.** Το διάγραμμα παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις αλάτων ( $Cl^-$ ,  $Na^+$ ) στα φύλλα των δέντρων για έξι διαφορετικές θεραπείες, περιλαμβανομένου του μάρτυρα (control). Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Η απεικόνιση γίνεται με ραβδογράμματα, όπου κάθε ομάδα ράβδων αντιστοιχεί σε μία θεραπεία (π.χ. M, S, MSF, SS, MSS, C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση. Οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε μονάδες mg/kg.

### 3.3. Επίδραση των βιοδιεγερτικών σκευασμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την μετασυλλεκτική αποθήκευση

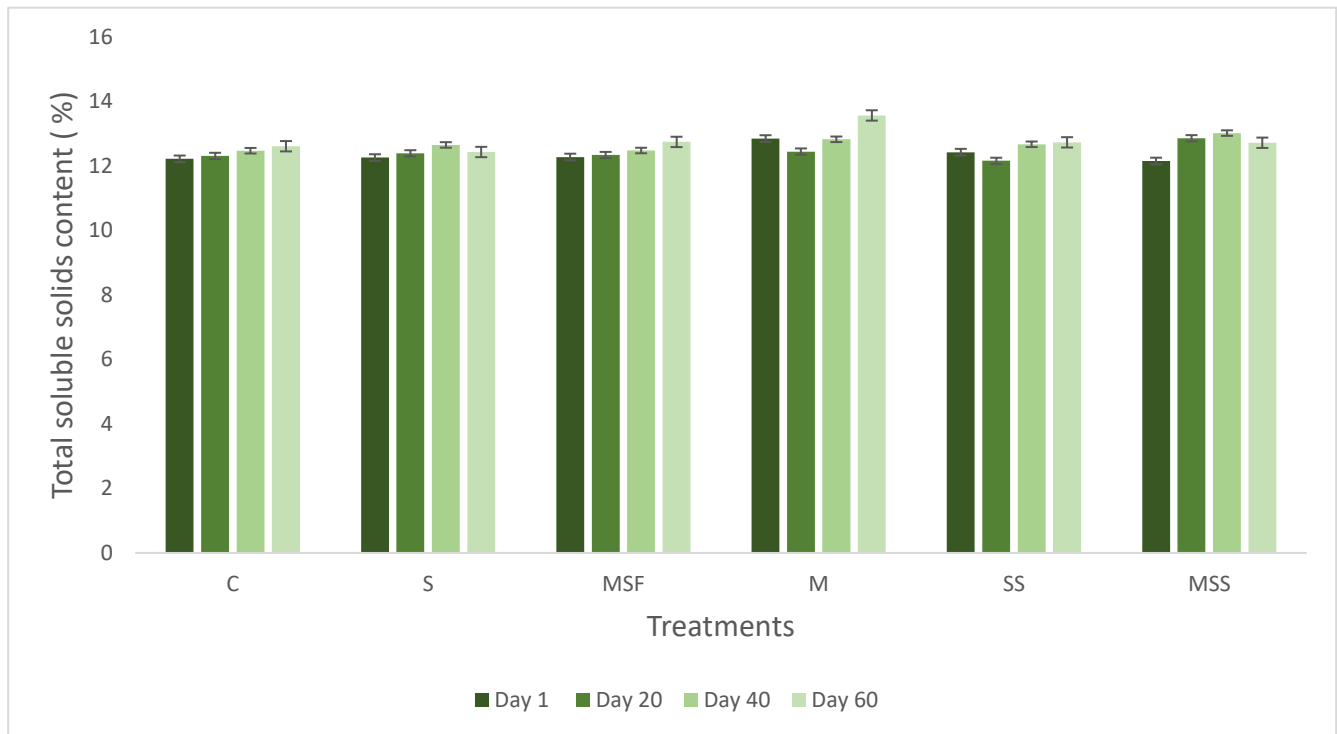
Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε χυμό, παρόλο που οι παρατηρούμενες αλλαγές δεν είναι στατιστικώς σημαντικές, διακρίνεται ένα μοτίβο σε ορισμένες επεμβάσεις. Στους καρπούς του μάρτυρα, στους οποίους δεν εφαρμόστηκε καμία αγωγή, η περιεκτικότητα σε χυμό μειώθηκε ελαφρώς έως την 40ή ημέρα αποθήκευσης. Υπάρχει μια μικρή αύξηση την 60ή ημέρα, ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι σε κάθε συλλογή χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί καρποί, λόγω της καταστρεπτικής φύσης της μέτρησης. Συνεπώς, η μικρή αύξηση μπορεί να οφείλεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων δειγμάτων. Στην περίπτωση της διαφυλλικής εφαρμογής του σκευάσματος Superfifty (S), παρατηρείται γενικά μια σταθερή τάση, γεγονός που ενδέχεται να υποδεικνύει ότι οι καρποί αυτοί παρουσίασαν μικρότερες απώλειες υγρασίας σε σχέση με τον μάρτυρα. Παρόμοιο πρότυπο παρατηρείται και στον συνδυασμό επεμβάσεων MSF, όπου εφαρμόστηκε τόσο διαφυλλική όσο και εδαφική εφαρμογή του Super50. Η περιεκτικότητα σε χυμό στους καρπούς αυτής της ομάδας είναι χαμηλότερη συγκριτικά με τον μάρτυρα, ωστόσο παραμένει σε σχετικά σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η εφαρμογή του Microgrow μόνη της (M) οδήγησε σε μείωση της περιεκτικότητας σε χυμό μετά την 20ή ημέρα, η οποία διατηρήθηκε έως την 60ή ημέρα αποθήκευσης. Παρόμοια συμπεριφορά εμφανίζεται και

στην εδαφική εφαρμογή του Super50 (SS). Η πλέον υποσχόμενη επέμβαση φαίνεται να είναι ο συνδυασμός της εδαφικής εφαρμογής των Super50 και Microgrow (MSS). Στους καρπούς αυτής της ομάδας, η περιεκτικότητα σε χυμό παρέμεινε σταθερή μέχρι και την 60ή ημέρα αποθήκευσης. Το εύρημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, δεδομένου ότι οι καρποί γενικά απαιτούν περίπου 35 ημέρες για να φτάσουν σε αγορές του εξωτερικού. Οι καρποί αυτής της επέμβασης διατήρησαν σταθερή περιεκτικότητα σε χυμό μέχρι και την 40ή ημέρα, γεγονός που υποδεικνύει ότι μπορεί να αποτελέσει μία γεωργική πρακτική με προοπτική εφαρμογής για την πρόληψη απώλειας υγρασίας. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η περιεκτικότητα σε χυμό τείνει να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, κυρίως λόγω απώλειας υγρασίας και εκφυλιστικών αλλαγών στις κυτταρικές μεμβράνες που σχετίζονται με τη γήρανση, οι οποίες επηρεάζουν την ικανότητα του καρπού να συγκρατεί νερό (Kaleem et al., 2023) (Διάγραμμα 6). Όσον αφορά τα διαλυτά στερεά (TSS), παρατηρήθηκαν μικρές μεταβολές, με τις περισσότερες επεμβάσεις να παρουσιάζουν ελαφρά αύξηση ή διατήρηση των επιπέδων κατά την ψυχρή μετασυλλεκτική αποθήκευση. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να συσχετιστεί με την απώλεια νερού και τη διαπνοή, οι οποίες οδηγούν σε φαινόμενο συγκέντρωσης των διαλυτών ουσιών στον χυμό. Καθώς το νερό μειώνεται, τα σάκχαρα και άλλες διαλυτές ενώσεις (όπως οργανικά οξέα) γίνονται πιο συγκεντρωμένα, παρόλο που δεν συντίθενται επιπλέον σάκχαρα. Η διαφυλλική εφαρμογή του Super50 δείχνει ότι οι καρποί διατηρούν σταθερό περιεχόμενο TSS, όπως και στην περίπτωση του χυμού. Ο συνδυασμός διαφυλλικής εφαρμογής του Super50 και του Microgrow (MSF) παρουσίασε παρόμοιο πρότυπο, με πολύ ελαφρά αύξηση και διατήρηση του TSS κατά την αποθήκευση. Οι καρποί από την εφαρμογή του Microgrow (M) παρουσίασαν μείωση στο TSS κατά τις πρώτες 40 ημέρες, η οποία αντιστράφηκε την 60ή ημέρα, πιθανώς λόγω της φύσης των επιλεγμένων δειγμάτων. Οι επεμβάσεις SS και MSS διατήρησαν σχετικά σταθερό το TSS, με τους MSS καρπούς να παρουσιάζουν ελαφρά αύξηση μετά την 20ή ημέρα (Διάγραμμα 7). Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα (TA) παρουσίασε διακυμάνσεις ανάλογα με την επέμβαση, χωρίς να προκύπτουν σαφή συμπεράσματα. Ωστόσο, τόσο η διαφυλλική (S) όσο και η εδαφική (SS) εφαρμογή του Super50 οδήγησαν σε σχετικά σταθερά επίπεδα TA. Αντίστοιχα με τα TSS, η TA μπορεί να αυξηθεί ελαφρώς λόγω του φαινομένου της συγκέντρωσης εξαιτίας απώλειας νερού, ενώ μειώσεις μπορεί να οφείλονται σε μεταβολικές διεργασίες που εξελίσσονται κατά την αποθήκευση (Διάγραμμα 8). Η TA σχετίζεται με τη συγκέντρωση των οργανικών οξέων, τα οποία αποτελούν σημαντικά συστατικά του χυμού των εσπεριδοειδών και διαφέρουν ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Οργανικά οξέα όπως το κιτρικό οξύ —το οποίο κυριαρχεί στα εσπεριδοειδή— μπορούν να καταναλωθούν μέσω μεταβολικών διεργασιών, όπως η αναπνοή και η γήρανση, με αποτέλεσμα τη μείωση της περιεκτικότητας τους κατά την αποθήκευση (Habibi et al., 2021). Ο δείκτης ωρίμανσης ορίζεται ως ο λόγος TSS/TA και επομένως αυξάνεται με τη μείωση της TA, αντανakλώντας τη γλυκύτητα σε σχέση με την οξύτητα και υποδηλώνοντας την πρόοδο προς την πλήρη ωρίμανση. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα και τα μη ξεκάθαρα ευρήματα που σχετίζονται με την TA, ο δείκτης ωρίμανσης ακολουθεί παρόμοια πορεία, καθώς εξαρτάται άμεσα από την TA (Διάγραμμα 9). Οι αποκρίσεις αυτές εξαρτώνται τόσο από την ποικιλία όσο και από τις συνθήκες ψυχρής αποθήκευσης, όπως η θερμοκρασία και η διάρκεια,

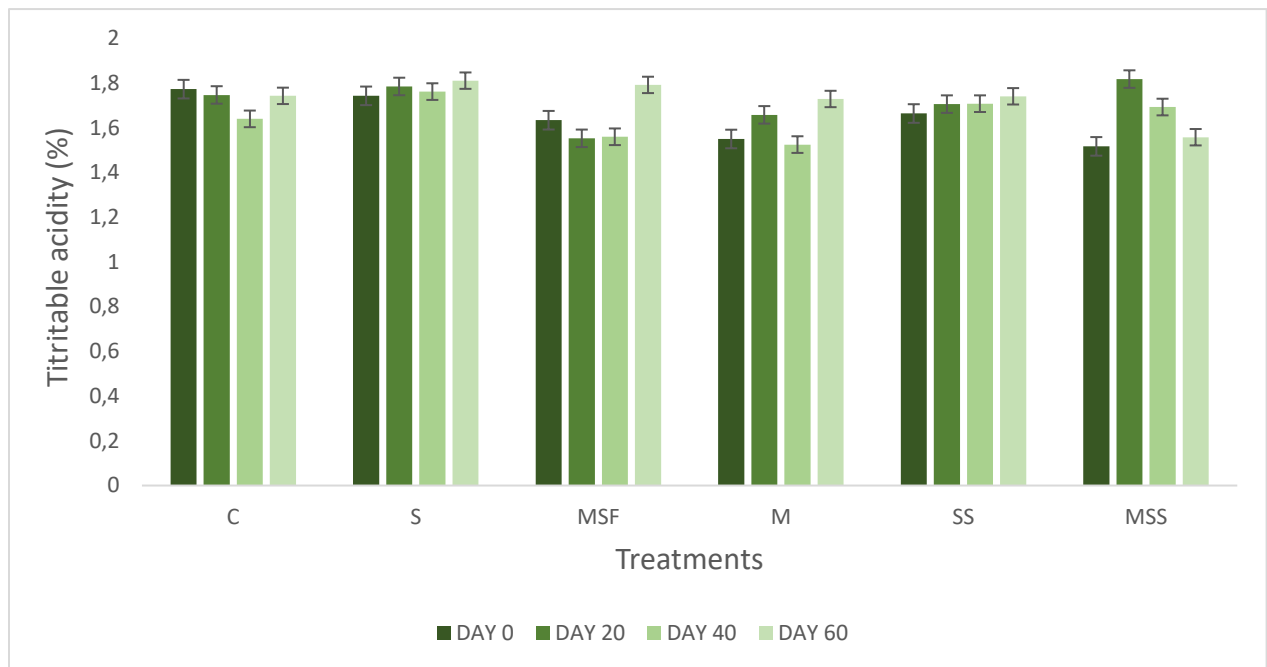
καθώς και από τις καλλιεργητικές πρακτικές, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη για εφαρμογή κατάλληλων μετασυλλεκτικών χειρισμών προσαρμοσμένων σε κάθε τύπο εσπεριδοειδών.



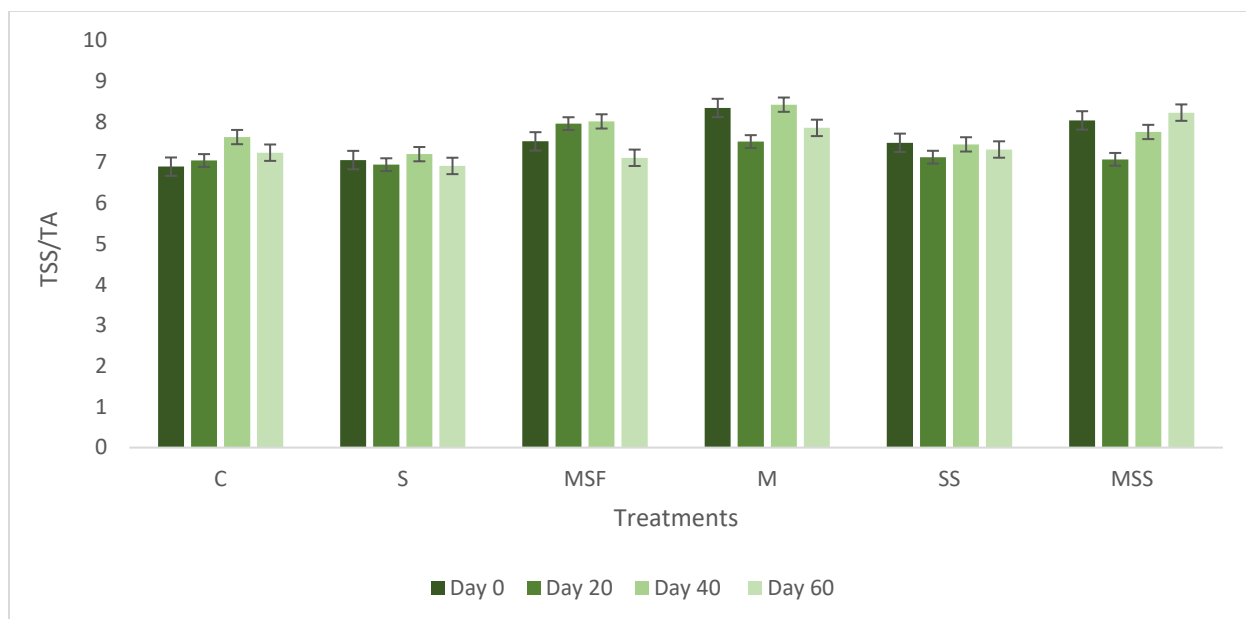
**Διάγραμμα 6.** Επίδραση των διαφορετικών εφαρμογών στην χυμοπεριεκτικότητα κατά την μετασυλλεκτική αποθήκευση των καρπών (Day 0, Day 20, Day 40, Day 60). Κάθε θεραπεία (treatment) αντιπροσωπεύεται με ξεχωριστό σύμβολο, ενώ οι στήλες ανά χρονικό σημείο αντιπροσωπεύονται με το ίδιο χρώμα. Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση.



**Διάγραμμα 7.** Επίδραση των διαφορετικών εφαρμογών στο περιερόμενο των συνολικών διαλυτών στερεών (TSS%) κατά την μετασυλλεκτική αποθήκευση των καρπών (Day 0, Day 20, Day 40, Day 60). Κάθε θεραπεία (treatment) αντιπροσωπεύεται με ξεχωριστό σύμβολο, ενώ οι στήλες ανά χρονικό σημείο αντιπροσωπεύονται με το ίδιο χρώμα. Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση.



**Διάγραμμα 8.** Επίδραση των διαφορετικών εφαρμογών στο περιερόμενο της ογκομετρούμενης οξύτητας (TA%) που εκφράζεται ως το ποσοστό κιτρικού κατά την μετασυλλεκτική αποθήκευση των καρπών (Day 0, Day 20, Day 40, Day 60). Κάθε θεραπεία (treatment) αντιπροσωπεύεται με ξεχωριστό σύμβολο, ενώ οι στήλες ανά χρονικό σημείο αντιπροσωπεύονται με το ίδιο χρώμα. Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση.



**Διάγραμμα 9.** Επίδραση των διαφορετικών εφαρμογών στον δείκτη ωριμότητας των καρπών, όπως αυτός απεικονίζεται από την αναλογία των διαλυτών στερεών (TSS) προς την ογκομετρούμενη οξύτητα (TA%), κατά τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής αποθήκευσης (Day 0, Day 20, Day 40, Day 60). Κάθε μεταχείριση (treatment) απεικονίζεται με διαφορετικό σύμβολο, ενώ οι στήλες που αντιστοιχούν στο ίδιο χρονικό σημείο διατηρούν το ίδιο χρώμα. Micro-grow μέσω εδαφικής εφαρμογής (M), SuperFifty μέσω φυλλικής εφαρμογής (S), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με φυλλική εφαρμογή (MSF), SuperFifty μέσω εδαφικής εφαρμογής (SS), συνδυασμός Micro-grow και SuperFifty με εδαφική εφαρμογή (MSS), και τέλος, η ομάδα ελέγχου χωρίς καμία εφαρμογή (C). Κάθε στήλη του γραφήματος συνοδεύεται από γραμμή σφάλματος, που αντιπροσωπεύει την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάθε μεταχείριση.

## 4.Συμπέρασμα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξέτασε την αποτελεσματικότητα δύο εμπορικών βιοδιεγερτικών, με βάση εκχύλισμα *Ascophyllum nodosum*, στην παραγωγικότητα και την ποιότητα καρπών 'Mandora' σε εμπορικό οπωρώνα στην Κύπρο. Αν και ορισμένες μεταχειρίσεις φάνηκε να παρουσιάζουν αυξημένη καθαρή απόδοση (π.χ. διαφυλλική εφαρμογή SuperFifty), η διαφορά τους σε σύγκριση με τον Control ήταν περιορισμένη και δεν υποστηρίζεται από ισχυρή στατιστική σημαντικότητα. Επιπλέον, η κατανομή των εμπορικών μεγεθών καρπών παρουσίασε ομοιότητες μεταξύ όλων των επεμβάσεων, μη επιτρέποντας τη διατύπωση ξεκάθαρων συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση των σκευασμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Οι διαφορές στην καθαρή παραγωγή μεταξύ των θεραπειών ήταν ελάχιστες και στατιστικά ασήμαντες, με τη φυλλική εφαρμογή SuperFifty (S) να παρουσιάζει τη υψηλότερη απόδοση (1.180 kg), ωστόσο η διαφορά από το Control (1.065 kg) πιθανώς οφειλόταν σε φυσική παραλλακτικότητα.

Οι συνδυασμένες θεραπείες (MSF, MSS) και η μονοθεραπεία Microgrow (M) δεν έδειξαν σημαντικό πλεονέκτημα, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη για επαναληπτικά πειράματα υπό διαφορετικές συνθήκες. Η έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας δείχνει ότι οι βιοδιεγερτικές παρεμβάσεις μπορεί να απαιτούν βελτιστοποίηση δοσολογίας ή συχνότητας εφαρμογής για να αποδώσουν ουσιαστικά. Συνολικά, τα ευρήματα δεν κατέδειξαν σημαντικά οφέλη από τη χρήση των συγκεκριμένων βιοδιεγερτικών σε σύγκριση με τις μη επεμβατικές πρακτικές.

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις μακροθρεπτικών στοιχείων (N, P, K, Ca, Mg), διπλή εδαφική εφαρμογή (MSS) ξεχώρισε με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε όλα τα μακροστοιχεία, όπως ασβέστιο (77.274 mg/kg vs. Control: 67.474 mg/kg), υποδηλώνοντας βελτιωμένη ριζική απορρόφηση θρεπτικών. Η μονοθεραπεία Microgrow (M) ήταν λιγότερο αποτελεσματική, γεγονός που ενδέχεται να σχετίζεται με περιορισμένη αλληλεπίδραση μεταξύ των σκευασμάτων. Τα ευρήματα υποστηρίζουν ότι οι συνδυασμένες θεραπείες ενισχύουν τη διαθεσιμότητα θρεπτικών, πιθανώς μέσω βελτίωσης της μικροβιακής δραστηριότητας στο έδαφος ή τροποποίησης της χημικής δομής του εδάφους.

Στην περίπτωση των συγκεντρώσεων Μικροθρεπτικών Στοιχείων (Zn, Fe, Mn, Cu, B), η θεραπεία MSS παρουσίασε σημαντική αύξηση σε ιχνοστοιχεία όπως σίδηρος (536 mg/kg vs. Control: 296 mg/kg) και ψευδάργυρος (24.7 mg/kg vs. Control: 20 mg/kg), υποδηλώνοντας ότι η συνδυασμένη εφαρμογή διεγείρει τη μεταβολική δραστηριότητα και την απορρόφηση μικροστοιχείων. Το βόριο (B) παρέμεινε σταθερό, γεγονός που μπορεί να σχετίζεται με την περιορισμένη κινητικότητά του στο έδαφος ή τη φυσική του απουσία σε συγκεκριμένες καλλιεργητικές συνθήκες. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη δυνατότητα των συνδυασμένων θεραπειών να βελτιώσουν τη θρεπτική ισορροπία, ιδιαίτερα σε εδάφη με έλλειψη μικροστοιχείων.

Τα παραπάνω δεδομένα δείχνουν ξεκάθαρα ότι η χρήση του σκευάσματος SuperFifty, και ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται στο έδαφος (SS), φαίνεται να σχετίζεται με μειωμένη συσσώρευση αλάτων ( $\text{Cl}^-$  και  $\text{Na}^+$ ) στα φυτικά ιστούς. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται σε βελτίωση της απορρόφησης νερού, ενίσχυση της μεταβολικής δραστηριότητας, ή ακόμα και τροποποίηση του μικροβιώματος της ριζόσφαιρας, που περιορίζει την πρόσληψη επιβλαβών ιόντων.

Αντιθέτως, το control, το οποίο δεν δέχθηκε καμία παρέμβαση, παρουσίασε υψηλότερες συγκεντρώσεις αλάτων, κάτι που ίσως να επηρεάζει αρνητικά τη θρεπτική ισορροπία και τη φυσιολογία του φυτού. Οι ενδιάμεσες τιμές των θεραπειών που περιλαμβάνουν Micro-grow δείχνουν ότι αυτό το σκεύασμα μόνο του ή σε συνδυασμό, δεν επαρκεί από μόνο του για τη ρύθμιση των αλάτων, εάν δεν συνδυαστεί με κατάλληλη εδαφική διαχείριση όπως γίνεται με το SuperFifty. Η SS φαίνεται να βελτιώνει την ιοντική ισορροπία, μειώνοντας τη συσσώρευση επιβλαβών ιόντων, γεγονός που ευθυγραμμίζεται με στρατηγικές βιώσιμης γεωργίας σε περιοχές με πρόβλημα αλατότητας. Συνεπώς, η θεραπεία SS προτείνεται ως η πιο ωφέλιμη για τη διαχείριση αλατότητας.

Στην περίπτωση της δυναμική ποσοστού χυμού (%), οι φυλλικές εφαρμογές Super50 (S) είχαν βραχυπρόθεσμη αύξηση του χυμού (+3.16% σε 20<sup>η</sup> ημέρα), αλλά η επίδρασή τους εξασθένησε μακροπρόθεσμα. Η διπλή εδαφική εφαρμογή (MSS) οδήγησε σε απότομη πτώση (-5.03%), πιθανώς λόγω συσσώρευσης ουσιών ή ανταγωνισμού θρεπτικών. Η Microgrow (M) παρουσίασε σταθερότητα, αλλά χωρίς σημαντική διαφοροποίηση από το Control. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η βελτιστοποίηση της δοσολογίας και ο συνδυασμός με άλλες πρακτικές διαχείρισης μπορεί να απαιτείται για μακροπρόθεσμα οφέλη.

Σχετικά με την δυναμική των συνολικών διαλυτών στερεών (TSS%), η Microgrow (M) αναδείχθηκε ως η πιο αποτελεσματική για μακροπρόθεσμη αύξηση TSS (13.57% 60<sup>η</sup> ημέρα), υποδηλώνοντας ότι η εδαφική χορήγηση βελτιστοποιεί τη συσσώρευση στερεών. Οι συνδυασμοί Super50&Microgrow (MSF, MSS) έδειξαν αντιφατικές τάσεις, με πτώση την 60<sup>η</sup> ημέρα, πιθανώς λόγω ανταγωνισμού θρεπτικών συστατικών ή φυσιολογικού στρες. Το Control παρουσίασε σταθερή αύξηση (από 12.22% σε 12.61%), πιθανώς λόγω φυσικής ωρίμανσης.

Αναφορικά με την δυναμική TA%, οι μονοθεραπείες Super50 (S, SS) παρουσίασαν σταθερή αύξηση TA% (από 1.743% σε 1.811%), υποδηλώνοντας μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα στη διατήρηση της οξύτητας. Η διπλή εδαφική εφαρμογή (MSS) είχε απότομη πτώση από 1.818% σε 1.558%, πιθανώς λόγω δυσμενών συνθηκών εδάφους ή συσσώρευσης αντιδραστικών ουσιών. Το Control παρέμεινε σταθερό, επιβεβαιώνοντας ότι οι θεραπείες επηρεάζουν την TA%, αλλά η βελτιστοποίηση των πρωτοκόλλων παραμένει απαραίτητη.

Τέλος όσον αφορά την δυναμική λόγου TSS/TA, η διπλή εδαφική εφαρμογή MSS έφτασε την υψηλότερη τιμή 8.23 (60<sup>η</sup> ημέρα), υποδηλώνοντας βελτίωση στην ποιότητα των καρπών, καθώς υψηλότερος λόγος TSS/TA συνδέεται με καλύτερη γεύση και ισορροπία γλυκού-ξινού. Η Microgrow (M) είχε κορύφωση την 40<sup>η</sup> ημέρα (8.42), αλλά μειώθηκε την 60<sup>η</sup> ημέρα (7.85), πιθανώς λόγω μεταβολικής κόπωσης. Οι φυλλικές εφαρμογές (S) ήταν λιγότερο αποτελεσματικές, με σταθερή μείωση 6.92 την 60<sup>η</sup> ημέρα. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της εδαφικής εφαρμογής για μακροπρόθεσμα αποτελέσματα.

#### **4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων με διεθνή βιβλιογραφία**

Τα αποτελέσματα της έρευνας ευθυγραμμίζονται σε κρίσιμα σημεία με τη διεθνή βιβλιογραφία, ενισχύοντας τόσο την αξιοπιστία των ευρημάτων όσο και τη δυνατότητα εφαρμογής τους σε πραγματικές συνθήκες. Πρώτον, η βελτίωση της θρεπτικής κατάστασης με τη συνδυασμένη εφαρμογή MSS (Microgrow + SuperFifty στο έδαφος), η οποία παρουσίασε υψηλότερες συγκεντρώσεις μακρο- (π.χ., Ca, K) και μικροστοιχείων (π.χ., Fe, Zn), επιβεβαιώνει έρευνες όπως αυτή των *Shukla et al. (2019)*, οι οποίοι διαπίστωσαν ότι τα εκχυλίσματα φυκιών ενισχύουν τη διαθεσιμότητα θρεπτικών μέσω διπλής δράσης: αφενός ενεργοποιώντας τη ριζική

ανάπτυξη και αφετέρου τροποποιώντας το μικροβίωμα της ριζόσφαιρας για καλύτερη απορρόφηση. Δεύτερον, η μείωση των συγκεντρώσεων αλάτων ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ) με την εφαρμογή SuperFifty στο έδαφος (SS) αντανακλά τα ευρήματα των *Nicolás et al. (2016)*, που απέδειξαν ότι το *Ascophyllum nodosum* ρυθμίζει την ιοντική ισορροπία, εμποδίζοντας τη συσσώρευση τοξικών ιόντων και ενισχύοντας τη φυσιολογική λειτουργία των φυτών υπό αλατότητα. Τρίτον, η σταθερότητα/αύξηση των Συνολικών Διαλυτών Στερεών (TSS) με τη χρήση Microgrow (M) ευθυγραμμίζεται με τη μελέτη των *Van Oosten et al. (2017)*, οι οποίοι υπογράμμισαν ότι τα βιοδιεγερτικά προάγουν τη συσσώρευση μεταβολιτών (π.χ., σάκχαρα, οργανικά οξέα) σε συνθήκες περιβαλλοντικού στρες, βελτιώνοντας την ποιότητα και την εμπορική αξία των καρπών. Τέλος, η μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα των μονοθεραπειών Super50 (αύξηση ΤΑ%) συμφωνεί με τους *Ali et al. (2022)*, που ανέφεραν ότι οι φυλλικές εφαρμογές βιοδιεγερτικών ενισχύουν τη φυσιολογική ισορροπία των φυτών ακόμη και υπό αντίξοες συνθήκες, μέσω ρύθμισης της ορμονικής έκφρασης και της αντιοξειδωτικής απόκρισης.

Αυτές οι συμφωνίες δεν απλώς επιβεβαιώνουν την αξιοπιστία της μεθόδου, αλλά ανοίγουν νέους δρόμους για βιώσιμες στρατηγικές διαχείρισης σε περιοχές με έντονα γεωργικά προβλήματα, όπως η Κύπρος. Η εφαρμογή τέτοιων θεραπειών, σε συνεργασία με την *Cyprus Phassouri Plantations*, μπορεί να αποτελέσει κρίσιμο εργαλείο για την αντιμετώπιση της αλατότητας, της υποθρεπτικότητας και των κλιματικών αλλαγών στις φυτείες της εταιρείας, ενισχύοντας ταυτόχρονα την παραγωγικότητα και την ποιότητα των εσπεριδοειδών. Ωστόσο, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εστιάσει στη βελτιστοποίηση των πρωτοκόλλων εφαρμογής (π.χ., συχνότητα, δόση) και στην εξερεύνηση συγκεκριμένων μηχανισμών δράσης, ώστε να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη και να διασφαλιστεί η μεταφερσιμότητα των αποτελεσμάτων σε διαφορετικά αγροσυστήματα.

## 4.2 Βελτιώσεις για μελλοντική έρευνα

Για να ενισχυθεί η εμπειρική βάση και η εφαρμογή των ευρημάτων, προτείνεται η διεξαγωγή επαναληπτικών πειραμάτων σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές και κλιματικές συνθήκες, με έμφαση σε ακραία φαινόμενα (π.χ., ξηρασία, αλατότητα), ώστε να αξιολογηθεί η ευελιξία των θεραπειών υπό πραγματικά αγροτικά στρεσσόγονα. Η ενσωμάτωση πολυδιάστατων αναλύσεων — όπως ανάλυση σακχάρων (γλυκόζη, φρουκτόζη), αρωματικών ενώσεων (τερπένια, φλαβονοειδή), μικροστοιχείων (ψευδάργυρος, βόριο) και φυσιολογικών δεικτών (χλωροφύλλη, αντιοξειδωτική δραστηριότητα) θα προσφέρει μια ολοκληρωμένη κατανόηση των επιδράσεων τόσο στη ποιότητα των καρπών όσο και στη φυσιολογία των φυτών. Επιπλέον, η χρήση προηγμένων στατιστικών εργαλείων (π.χ., πολυμεταβλητή ανάλυση, μοντελοποίηση δεδομένων) και μοριακών τεχνικών (μελέτη γονιδιακής έκφρασης, μικροβιακή αλληλουχία ριζόσφαιρας) θα αποκαλύψει τους βιοχημικούς μηχανισμούς δράσης και τις αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον. Αυτές οι βελτιώσεις δεν αναιρούν την αξία της τρέχουσας έρευνας, αλλά επεκτείνουν το πειραματικό πλαίσιο, μετατρέποντάς τη σε βάση για βελτιστοποιημένες και μεταφερόμενες στρατηγικές που θα υποστηρίξουν τη βιώσιμη εσπεριδοκαλλιέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο.

## 5. Βιβλιογραφία

1. Aloo, B. N., Makumba, B. A., & Mbega, E. R. (2021). *The potential of beneficial microbes as a sustainable strategy for mitigating soil degradation in agroecosystems*. *Sustainability*, 13(14), 7623. <https://doi.org/10.3390/su13147623>
2. Ali, O., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2021). *Ascophyllum nodosum extract enhances plant growth and stress tolerance in vegetable crops: A meta-analysis*. *Journal of Applied Phycology*, 33(6), 3567-3580. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02572-3>
3. Ali, O., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2022). *Transcriptomic and metabolic responses of tomato plants to seaweed extract under drought stress*. *Frontiers in Plant Science*, 13, 987452. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.987452>
4. Carmody, N., Goñi, O., Łangowski, Ł., & O'Connell, S. (2020). *Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development: A comprehensive review*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39(2), 505-523. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-09996-9>
5. Chrysargyris, A., Xylia, P., Antoniou, O., & Tzortzakis, N. (2018). *Climate change and salinity effects on crops and chemical communication between plants and plant growth-promoting microorganisms under stress*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 36. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00036>
6. Di Stasio, E., Van Oosten, M. J., Silletti, S., Raimondi, G., Carillo, P., Maggio, A., & Roupael, Y. (2018). *Ascophyllum nodosum-based biostimulants modulate antioxidant systems and improve drought tolerance in lettuce*. *Plants*, 7(4), 85. <https://doi.org/10.3390/plants7040085>
7. Fleurence, J. (2022). *Seaweed proteins: A sustainable source for food and pharmaceuticals*. *Marine Drugs*, 20(3), 189. <https://doi.org/10.3390/md20030189>
8. Frioni, T., Sabbatini, P., Tombesi, S., Norrie, J., Poni, S., Gatti, M., & Palliotti, A. (2018). *Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed Ascophyllum nodosum on ripening dynamics*

and fruit quality of grapevines. *Scientia Horticulturae*, 232, 97-106.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.054>

9. Hussain, H. A., Kasinadhuni, N., & Arioli, T. (2021). *The role of seaweed extracts in plant stress tolerance: A review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(4), 2539-2553.  
<https://doi.org/10.1007/s42729-021-00552-7>

10. Koudounas, C. (1994). *Soil management practices for citrus cultivation in Cyprus. Nicosia: Agricultural Research Institute.*

11. La Spada, F., Stracquadanio, C., Riolo, M., Pane, A., & Cacciola, S. O. (2021). *Biostimulants for plant resistance to pathogens. Agronomy*, 11(4), 722.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy11040722>

12. Maitra, P., Zheng, Y., & Chen, L. (2022). *Biostimulants in sustainable agriculture: Mechanisms and applications. Plants*, 11(8), 1056. <https://doi.org/10.3390/plants11081056>

13. Nanda, S., Kumar, G., & Hussain, S. (2022). *Seaweed extracts as biostimulants: Molecular mechanisms and agricultural applications. Journal of Plant Growth Regulation*, 41(3), 1447-1462. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10454-8>

14. Nicolás, E., Alarcón, J. J., & Sánchez-Blanco, M. J. (2016). *Long-term effect of saline reclaimed water on physiological response and yield in mandarin trees. Agricultural Water Management*, 178, 296-305. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.09.023>

15. Sagar, A., Rai, S., Ilyas, N., Sayyed, R. Z., & Al-Turki, A. I. (2022). *Biostimulants for sustainable crop production: Challenges and opportunities. Sustainability*, 14(3), 1719.  
<https://doi.org/10.3390/su14031719>

16. Salvi, L., Brunetti, C., Cataldo, E., Fineschi, S., Giordani, E., & Mattii, G. B. (2019). *Effects of *Ascophyllum nodosum* extract on grapevine physiology and fruit quality under drought stress. Scientia Horticulturae*, 256, 108549. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108549>

17. Santaniello, A., Scartazza, A., Gresta, F., Loreti, E., Biasone, A., Di Tommaso, D., & Piaggese, A. (2017). *Ascophyllum nodosum* extract alleviates drought stress in *Arabidopsis* by regulating ABA signaling. *Plant Physiology and Biochemistry*, 118, 471-480. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.07.013>
18. Shukla, P. S., Borza, T., Critchley, A. T., & Prithiviraj, B. (2018). *Seaweed-based compounds modulate miR398 expression in Arabidopsis under salinity stress*. *Plant Cell Reports*, 37(6), 901-913. <https://doi.org/10.1007/s00299-018-2275-8>
19. Shukla, P. S., Shotton, K., Norman, E., Neily, W., Critchley, A. T., & Prithiviraj, B. (2019). *Seaweed extract improves drought tolerance in tomato by regulating root morphology and nutrient uptake*. *Physiologia Plantarum*, 167(2), 156-168. <https://doi.org/10.1111/ppl.12878>
20. Soppelsa, S., Kelderer, M., Casera, C., Bassi, M., Robatscher, P., & Andreotti, C. (2019). *Use of biostimulants to improve apple (*Malus domestica*) fruit quality*. *Scientia Horticulturae*, 249, 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.054>
21. Spann, T. M., & Little, H. A. (2011). *Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container-grown 'Hamlin' sweet orange nursery trees*. *HortScience*, 46(4), 577-582. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.4.577>
22. Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., & Maggio, A. (2017). *The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants*. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>
23. Wally, O. S., Critchley, A. T., Hiltz, D., Craigie, J. S., Han, X., Zaharia, L. I., & Prithiviraj, B. (2013). *Regulation of phytohormone pathways by *Ascophyllum nodosum* extracts in *Arabidopsis**. *Journal of Applied Phycology*, 25(3), 801-811. <https://doi.org/10.1007/s10811-012-9936-8>

## 6. Παράρτημα

Πίνακας 1. Συνολική Καθαρή Παραγωγή ανά Μεταχείριση

							NUMBERS SHOW RELATIVE KG							
				RELATIVE VALUES			Sizes (mm)- BOXES (15 KG)					Boxes (10kg)		
Code name	Treatment	Mode of application	Tree color field	Total yield (kg)	Was te (kg)	Net yield (kg)	55-60	58-63	63-68	68-73	73-78	78-83	83-88	88-93
M	Micro-grow	Soil	Red	1070	620	450	45	90	165	45	15	17 fruits	0	0
S	SuperFifty	Foliar	Blue	2160	980	1180	60	11	375	315	120	70	10 fruits	0
MSF	Micro-grow + Superfifty	soil/foliar	Pink	1910	950	960	45	97.5	240	150	135	115	60	10
SS	SuperFifty	soil	Orange	1390	713	677	60	105	240	90	45	10	0	0
MSS	Micro-grow + Superfifty	soil/soil	Green	1790	1037	753	30	105	225	135	90	30	12fruits	0
C	Control-untreated	no application	White	2100	1035	1065	0	120	270	345	135	90	20	0

**Πίνακας 2. Δυναμική του ποσοστού χυμού σε συνάρτηση με τον χρόνο και την εφαρμογή διαφορετικών θεραπειών**

Treatment	Mode of application	Replications	Time-point	JUICE CONTENT %
Control	no appl.	C	Day 0	53.46
Super50	Foliar	S		52.93
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		48.92
Microgrow	Soil	M		53.26
Super50	Soil application	SS		54.39
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		53.28
Control	no appl.	C	Day 20	50.63
Super50	Foliar	S		56.09
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		48.73
Microgrow	Soil	M		50.73
Super50	Soil application	SS		48.65
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		53.06
Control	no appl.	C	Day 40	48.799
Super50	Foliar	S		52.560
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		52.396
Microgrow	Soil	M		50.585
Super50	Soil application	SS		51.651
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		53.603
Control	no appl.	C	Day 60	51.814
Super50	Foliar	S		51.573
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		50.469
Microgrow	Soil	M		51.251
Super50	Soil application	SS		49.892
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		48.570

**Πίνακας 3. Δυναμική των συνολικών Διαλυτών Στερεών TSS% σε συνάρτηση με τον χρόνο και τον τρόπο εφαρμογής θεραπειών**

Treatment	Mode of application	Replications	Time-point	TSS %
Control	no appl.	C	Day 0	12.220
Super50	Foliar	S		12.260
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		12.277
Microgrow	Soil	M		12.850
Super50	Soil application	SS		12.427
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		12.153
Control	no appl.	C	Day 20	12.313
Super50	Foliar	S		12.393
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		12.340
Microgrow	Soil	M		12.447
Super50	Soil application	SS		12.160
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		12.860
Control	no appl.	C	Day 40	12.473
Super50	Foliar	S		12.653
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		12.480
Microgrow	Soil	M		12.827
Super50	Soil application	SS		12.673
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		13.020
Control	no appl.	C	Day 60	12.613
Super50	Foliar	S		12.433
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		12.747
Microgrow	Soil	M		13.567
Super50	Soil application	SS		12.733
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		12.720

**Πίνακας 4. Δυναμική της TA% σε συνάρτηση με τον χρόνο και τις μεθόδους εφαρμογής διαφορετικών θεραπειών**

Treatment	Mode of application	Replications	Time-point	TA%
Control	no appl.	C	Day 0	1.773
Super50	Foliar	S		1.743
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		1.634
Microgrow	Soil	M		1.550
Super50	Soil application	SS		1.664
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		1.517
Control	no appl.	C	Day 20	1.747
Super50	Foliar	S		1.785
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		1.553
Microgrow	Soil	M		1.658
Super50	Soil application	SS		1.706
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		1.818
Control	no appl.	C	Day 40	1.640
Super50	Foliar	S		1.762
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		1.560
Microgrow	Soil	M		1.525
Super50	Soil application	SS		1.708
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		1.693
Control	no appl.	C	Day 60	1.743
Super50	Foliar	S		1.811
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		1.792
Microgrow	Soil	M		1.729
Super50	Soil application	SS		1.741
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		1.558

**Πίνακας 5. Δυναμική του λόγου TSS/TA ανάλογα με τον χρόνο και τον τρόπο εφαρμογής**

Treatment	Mode of application	Replications	Time-point	TSS/TA
Control	no appl.	C	Day 0	6.898
Super50	Foliar	S		7.060
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		7.519
Microgrow	Soil	M		8.339
Super50	Soil application	SS		7.484
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		8.034
Control	no appl.	C	Day 20	7.049
Super50	Foliar	S		6.947
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		7.955
Microgrow	Soil	M		7.515
Super50	Soil application	SS		7.131
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		7.078
Control	no appl.	C	Day 40	7.625
Super50	Foliar	S		7.205
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		8.009
Microgrow	Soil	M		8.420
Super50	Soil application	SS		7.445
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		7.750
Control	no appl.	C	Day 60	7.241
Super50	Foliar	S		6.916
Super50&Microgrow	Foliar&Soil	MSF		7.116
Microgrow	Soil	M		7.850
Super50	Soil application	SS		7.319
Super50&Microgrow	Soil&Soil	MSS		8.225