

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE *of* CRETE
SCHOOL *of* AGRICULTURE
FOOD AND NUTRITION
DEPARTMENT *of*
AGRICULTURE

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ,
ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΤΟΜΑΤΑΣ
ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ NEMESIS ΚΑΙ ΓΟΓΓΥΛΙΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ
MAXIMUS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ»**

**ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ: ΓΙΑΤΖΑΚΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΟΛΓΑ & ΣΗΦΑΚΗ ΟΛΓΑ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΔΡΑΓΑΣΑΚΗ ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ**

ΜΑΙΟΣ, 2019

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

ΚΑΘ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Παρούσα πειραματική διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο θερμοκήπιο της Φυσιολογίας και Ανάπτυξης φυτών, στο αγρόκτημα του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΤΕΙ Κρήτης. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την καθηγήτρια Δραγασάκη Μαγδαληνή για την ευκαιρία που μας έδωσε να προσπαθήσουμε να φέρουμε σε πέρας αυτό το έργο καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια της κατά την διάρκεια της γραφής αυτής της διατριβής.

Επιπρόσθετα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή Παπαδημητρίου Μιχάλη για τις συμβουλές που μας έδωσε κατά τη διάρκεια του πειράματος και το ΤΕΙ Κρήτης, συγκεκριμένα το τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων για την επτάμηνη φιλοξενία του πειράματος μας στις εγκαταστάσεις του Ιδρύματος καθώς και για τους πόρους που χρησιμοποιήσαμε για την διεκπεραίωση αυτού.

Τέλος, αναμφίβολα πολλά ευχαριστώ στην εταιρεία Agris και στον κ. Χάρη Μεταξά για την προσφορά των φυτών του πειράματος μας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	8
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 BRASSICA OLERACEA VAR. GONGYLOIDES (L.).....	10
1.2 LYCOPERSICON ESCULENTUM (L.).....	12
1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	15
1.4 ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ & ΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ	26
1.5 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	32
2 ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ.....	32
2.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	32
2.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	34
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	37
3.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΓΟΓΓΥΛΙΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ MAXIMUS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	37
3.1.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΥΨΟΣ	37
3.1.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΦΥΛΛΩΝ	40
3.1.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΞΕΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ	43
3.1.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΙΜΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΦΥΛΛΩΝ	46
3.1.5 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΒΑΡΟΥΣ 15 ^H Σ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ	52
3.1.6 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΦΥΛΛΟΥ	58
3.1.7 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ.....	59
3.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ NEMESIS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ.....	61
3.2.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΥΨΟΣ	61
3.2.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΦΥΛΛΩΝ	64
3.2.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΞΕΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ	67
3.2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΑΝΘΕΩΝ & ΚΑΡΠΩΝ	70
3.2.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΙΜΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΦΥΛΛΩΝ	75
3.2.6 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΡΠΩΝ ΤΗΣ 15 ^H Σ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ	80
3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΦΥΤΩΝ ΓΟΓΓΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΜΑΤΑΣ.....	86

4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	91
4.1	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΓΟΓΓΥΛΙΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ MAXIMUS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	91
4.2	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ NEMESIS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ.....	95
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	99
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	102
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	109

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή προσπαθήσαμε μέσα από το πείραμά μας να διερευνήσουμε αν η προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών και βακτηρίων επηρεάζει την ανάπτυξη φυτών τομάτας *Lycopersicon esculentum* L. ποικιλίας Nemesis και γογγυλιού *Brassica oleracea* var. *gongyloides* L. ποικιλίας Maximus, τα οποία βρίσκονται υπό το στρες αλατότητας. Συγκεκριμένα, τα φυτά γογγυλιού αρδεύτηκαν με διαλύματα NaCl συγκεντρώσεων 0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM και τα φυτά τομάτας αρδεύτηκαν με 0, 50, 100, 150 & 200 mM. Κατά τη διάρκεια του πειράματος εξετάστηκε το ύψος, ο αριθμός φύλλων και ξερών φύλλων, η τιμή χλωροφύλλης φύλλων και για τα δυο είδη φυτών, καθώς επίσης, ο αριθμός ανθέων και καρπών μόνο για τις τομάτες. Στο τέλος του πειράματος, μετρήθηκε επίσης το βάρος των καρπών και το νωπό βάρος 6^{ου} και 7^{ου} φύλλου σε κάθε φυτό τομάτας. Παράλληλα, στα γογγύλια μετρήθηκε ο αριθμός των φύλλων και υπολογίστηκε η φυλλική επιφάνεια, βάσει του 7^{ου} φύλλου σε κάθε φυτό. Μια επιπλέον διαδικασία που έγινε για να εξεταστεί αν η προσθήκη αλατιού και μυκόρριζας επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών ήταν η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των διαλυμάτων των συγκεντρώσεων NaCl, του εδαφικού διαλύματος απορροής των φυτών, του διαλύματος λιπάσματος που χρησιμοποιήθηκε ανά διαστήματα κατά τη διάρκεια του πειράματος και του νερού που ποτιζόταν ο μάρτυρας.

Μετά το πέρας του πειράματος καταλήξαμε ότι στα γογγύλια το ύψος των φυτών δεν έδειξε να επηρεάστηκε με καμία επέμβαση μας. Καθ' όλη τη διάρκεια του ο αριθμός των φύλλων δεν φάνηκε να επηρεάστηκε ιδιαίτερα από το αν υπήρχε μυκόρριζα ή όχι. Εκτός από τα φυτά των 100mM όπου η παρουσία μυκόρριζας τα ωφέλησε. Στα ξερά φύλλα των φυτών η χρήση μυκόρριζας μια και δυο φορές ευνόησαν το 0, ενώ οι συγκεντρώσεις των 150 και 250 ζημιώθηκαν. Εν τέλει η χορήγηση ή όχι μυκόρριζας δε φάνηκε να επηρέασε τη χλωροφύλλη τους. Ανεξαρτήτως μυκόρριζας τα φυτά έδωσαν υψηλές ποσότητες χλωροφύλλης στις υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας. Κατά την τελευταία μέτρηση το μέσο βάρος βλαστού δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις της μυκόρριζας. Με ελάχιστες εξαιρέσεις των οποίων η απόκλιση από τις άλλες τιμές δεν ήταν πολύ μεγάλη. Τα αποτελέσματα του μέσου βάρους του ελάσματος με τις δυο μυκόρριζες έδωσαν

συνολικά το μεγαλύτερο βάρος. Καλύτερες τιμές είχε το 50 και το 250 των δυο μυκορριζών και το 0 της μίας μυκόρριζας. Στο μέσο βάρος του μίσχου η μια μυκόρριζα δεν ωφέλησε στο 0, 50 και 250 των οποίων οι τιμές ήταν χαμηλές συγκριτικά με τις άλλες δυο επεμβάσεις. Στις δυο προσθήκες ευνοήθηκε το 0 ενώ το 150 και το 250 όχι. Στο μέσο βάρος του έβδομου φύλλου το 100 φάνηκε να ωφελείτε και από τις δυο προσθήκες μυκόρριζας. Στο 0 οι δυο προσθήκες δεν βοήθησαν ενώ στο 250 ωφέλησαν. Στα 50mM η μια χορηγία δεν ωφέλησε. Στην τελευταία μέτρηση καταγράψαμε ξεχωριστά των αριθμό των φύλλων μας καταλήγοντας στο ότι δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις μυκόρριζας. Στη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας υπήρξαν μειωμένες τιμές στη συγκέντρωση του 100 ανεξαρτήτως μυκόρριζας. Η μία προσθήκη επηρεάζει θετικά το 0 και το 50 mM. Ενώ το 0 με δύο μυκόρριζες δεν είχε τόσο θετικά αποτελέσματα. Παρατηρήθηκε ακόμη, ότι στα φυτά χωρίς μυκόρριζα το 50 ήταν σε χαμηλά επίπεδα ενώ το 250 σε πολύ υψηλά. Η μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μια ακόμη παράμετρος η οποία δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τις επεμβάσεις μυκόρριζας. Ένα σύντομο συμπέρασμα είναι ότι τα φυτά δεν επηρεάστηκαν ιδιαίτερα από την παρουσία μυκόρριζας. Κυρίως η πορεία των φυτών επηρεάστηκε από την παρουσία της αλατότητας. Όπως θα δείτε και στην πορεία σε πολλά σημεία όσο αυξανόταν η συγκέντρωση της αλατότητας τόσο επηρεαζόταν και η εκάστοτε ανάπτυξη του φυτού.

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω παραμέτρων παρατηρήθηκε ότι η προσθήκη σκευάσματος μυκόρριζας 2 φορές, για το ύψος στα φυτά τομάτας έδωσε καλή ανάπτυξη στη συγκέντρωση 150 mM NaCl. Στα φυτά που είχαν μια και 2 μυκόρριζες οι συγκεντρώσεις 100 & 150mM έδειξαν να έχουν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων. Για τον αριθμό ξερών φύλλων φαίνεται να έχει ευνοηθεί μόνο το 150 με μια μυκόρριζα. Για την παραγωγή ανθέων καλύτερη εικόνα παρουσίασαν τα φυτά με μια μυκόρριζα και με συγκέντρωση NaCl 100 & 150 mM. Τα φυτά με μία και 2 μυκόρριζες που ποτίζονταν με 150 mM είχαν καλύτερη απόδοση στην παραγωγή καρπών. Στην τιμή της χλωροφύλλης των παλιών φύλλων η μυκόρριζα φαίνεται να είχε σημαντικά οφέλη στα φυτά με 2 μυκόρριζες και συγκέντρωση NaCl 150 mM, ενώ η αλατότητα και η μυκόρριζα είχε μικρή επίδραση στην τιμή της χλωροφύλλης των νέων φύλλων. Γενικά, η αλατότητα δεν επηρέασε σημαντικά τον αριθμό των καρπών και το κόκκινο χρώμα τους απλά φαίνεται η μια μυκόρριζα να ευνόησε λίγο παραπάνω τα φυτά της συγκέντρωσης NaCl 150 mM. Το νωπό βάρος φύλλων δεν

επηρεάστηκε από την αλατότητα απλά φαίνεται η προσθήκη μια και 2 φορές μυκόρριζας να ευνοεί το 150. Το βάρος των καρπών όσο αυξανόταν η αλατότητα επηρεάστηκε αρνητικά εκτός από την προσθήκη μιας φοράς μυκόρριζας που έδωσε καλύτερη ανταπόκριση στη συγκέντρωση NaCl 100 mM. Τέλος όσον αφορά τη μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τις επεμβάσεις μυκόρριζας, μόνο στην περίπτωση όμως της συγκέντρωσης NaCl 150 mM η μια μυκόρριζα δεν είχε καλή ανταπόκριση.

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των επεμβάσεων μυκόρριζας και των συγκεντρώσεων NaCl στα δυο είδη φυτών μπορεί να έχουν διαφορετικές αιτίες, όμως ένας βασικός λόγος είναι ότι τα φυτικά είδη διαφέρουν στη δυνατότητα αντοχής στην αλατότητα, με τα γογγύλια να είναι ανθεκτικότερα στο στρες.

Για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων η συγκεκριμένη σχέση του σκευάσματος μυκορριζών με τις διαφορετικές συγκεντρώσεις άρδευσης NaCl στα φυτά τομάτας και γογγυλιού, χρίζει περαιτέρω διερεύνησης.

Με την ολοκλήρωση του πειράματος έγινε ένα ακόμη μικρό βήμα για τη μελέτη της συμπεριφοράς των φυτών υπό το στρες αλατότητας και στην επίδραση της μυκόρριζας σε αυτές τις συνθήκες ανάπτυξης.

ABSTRACT

In this thesis through our experiment we tried to investigate whether the addition of mycorrhizal and bacterial formulations affected the growth of tomato plants *Lycopersicon esculentum* L. variety Nemesis and kohlrabi plants *Brassica oleracea* var. *gongyloides* L. variety Maximus which are under salinity stress. The kohlrabi plants were irrigated with NaCl solutions of concentrations of 0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM and the tomato plants were irrigated with 0, 50, 100, 150 and 200 mM NaCl. During the experiment were measured the height, the number of leaves and dead leaves, the chlorophyll leaf content for both plant species as well as the number of flowers and fruits only for tomato. At the end of the experiment the weight of the fruit and the fresh weight of the 6th and 7th leaf was also measured in each tomato plant. The number of leaves was measured in the kohlrabi and the mean leaf surface of the 7th leaf on each plant was calculated. Additionally, was measured the electrical conductivity of the irrigation solutions of NaCl, the soil drainage solution of the pots, the fertilizer solution used at intervals during the experiment and the irrigation water used for the control plants.

At the end of the experiment we concluded that in the kohlrabi plant the height of the plants did not seem to have been affected by any of our treatments. Throughout time the number of leaves did not seem to be particularly affected by mycorrhiza. Apart from the plants of 100mM where the presence of mycorrhiza benefited them. Finally, mycorrhizal or non-mycorrhizal treatments did not seem to affect their chlorophyll content. Regardless of the mycorrhiza the leaves had higher amounts of chlorophyll when plants were irrigated with high concentrations of salinity. The average weight of the stem was not affected by mycorrhizal treatments. The average weight of the seventh leaf the concentration of 100 mM NaCl seemed to benefit from both mycorrhizal additions. At 0 NaCl two additions did not help while in 250 they benefited. The plants with 50mM NaCl with one mycorrhizal addition didn't benefit. In the last measurement the number of leaves were recorded separately and it was found that it was not affected by mycorrhizal treatments. One addition positively affects number of leaves in 0 and 50 mM NaCl. The average electrical conductivity is another parameter which does not appear to be affected by the mycorrhiza.

In tomato it was observed that the addition of mycorrhizal preparation 2 times

benefited the height of the tomato plants at the concentration of 150 mM NaCl. In the plants that mycorrhiza had been added one or two times, a higher number of leaves was recorded at the concentrations of 100 and 150mM NaCl. The production of flowers, was better in the plants with mycorrhiza and NaCl concentration of 100 & 150 mM. The plants with one and two mycorrhizal treatments, at the concentration of 150 mM, had a better yield in the production of fruits. Two mycorrhizal treatments appear to benefit the chlorophyll content of the old leaves at 150 mM NaCl concentration, while salinity and mycorrhiza had little effect on the chlorophyll content of the new leaves. Generally, salinity did not significantly affect the number of fruits. The fresh weight of the leaves was not negatively affected by salinity but the addition of mycorrhiza once and twice favored the leaves fresh weight at the concentration of NaCl 150 mM. The weight of the fruit as the salinity increased was negatively influenced although the addition of mycorrhiza once gave better results at the concentration of NaCl 100 mM.

Differences observed between the mycorrhizal and the NaCl concentrations in two plant species may have different causes, but one main reason is that plant species differ in the ability to withstand salinity with kohlrabi being more stress-resistant.

For safe conclusions the specific relationship of the mycorrhizal formulation with the different concentrations of NaCl irrigation in tomato and turnips plants requires further investigation.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 *Brassica oleracea* var. *gongyloides* (L.)

- **Καταγωγή - Ιστορία**

Το *Brassica oleracea* var. *gongyloides* (L.) ή γογγύλι ή αλλιώς Kohlrabi δεν είναι πολύ διαδεδομένο λαχανικό. Πρόκειται για ξεχωριστό είδος στην οικογένεια των σταυρανθών το οποίο δεν προέρχεται από διασταύρωση μεταξύ λάχανου και ρέβας, όπως πίστευαν στο παρελθόν. Χρησιμοποιείται από τους Ρωμαίους, οι οποίοι το καταλάωναν ωμό ή μαγειρεμένο, αλλά κυρίως για φαρμακευτικούς σκοπούς. Το γογγύλι καλλιεργείται για το σαρκώδες τμήμα που σχηματίζεται στο κάτω μέρος του βλαστού, πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Αποτελεί ένα εξαιρετικό λαχανικό, εάν καταναλωθεί όταν είναι τρυφερό, πριν σκληρύνει και αποκτήσει ιώδη υφή. Διακρίνονται δύο τύποι ανάλογα με το χρώμα, ο πράσινος και ο ιώδης. Παρουσιάζει διογκωμένο στέλεχος και πολύ λεπτή ρίζα και έχει παρόμοιο άρωμα με το μπρόκολο. Τα φύλλα του χρησιμοποιούνται σε σαλάτες, μαγειρεύονται, ψήνονται στον ατμό και σερβίρονται σαν πιάτο λαχανικών. Το διογκωμένο μέρος μπορεί να καταναλωθεί νωπό ή μαγειρεμένο, όπως η ρέβα (Ολύμπιος, 2009). Το γογγύλι είναι ένα από τα κορυφαία φυτά σε περιεκτικότητα βιταμίνης C έχει υπολογιστεί ότι ένα φλιτζάνι περιέχει περισσότερο από το 100% της ημερήσιας δόσης που συνιστάται για την ανθρώπινη κατανάλωση (Sorescu et al., 2018). Το βρίσκει κανείς κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Ολύμπιος, 2009). Το γογγύλι μαζί με το λάχανο Βρυξελλών αποτελούν δύο καλλιεργούμενα κηπευτικά της ομάδας των σταυρανθών τα οποία κατάγονται από την βόρεια Ευρώπη. Στην Ελλάδα δεν είναι πολύ διαδεδομένη η καλλιέργεια, κυκλοφορεί σε μικρές ποσότητες κυρίως στις λαϊκές αγορές (Ολύμπιος, 2015). Η καλλιέργεια είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Ασία τους τελευταίους δύο αιώνες και έχουν οικονομική σημασία για την Κίνα και το Βιετνάμ (Dixon, 2006).

- **Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά**

Χαρακτηρίζεται από τη διογκωμένη γογγυλόριζα. Τα φύλλα επί της γογγυλόριζας εμφανίζονται σε σπειροειδή διάταξη, με τα νεότερα φύλλα να βρίσκονται στο κέντρο, δηλ. στο μέρος του κορυφαίου μεριστώματος. Η γογγυλόριζα

αναπτύσσεται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Η κεντρική ρίζα στη βάση του διογκωμένου βλαστού είναι πολύ λεπτή και φέρει αρκετά λεπτά απορροφητικά ριζίδια. Σημαντικά χαρακτηριστικά της γογγυλόριζας είναι το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα (πράσινο ή ιώδες). Επίσης σημαντικά χαρακτηριστικά είναι ο αριθμός των φύλλων, οι ουλές που αφήνουν τα φύλλα επί της γογγυλόριζας, η ευπάθεια στο σχίσσιμο της γογγυλόριζας. Το φυτό για το σχηματισμό της γογγυλόριζας δε χρειάζεται εαρινοποίηση, χρειάζεται όμως εαρινοποίηση για το σχηματισμό ανθικών στελεχών (Ολύμπιος, 2009).

- **Απαιτήσεις σε κλίμα**

Το γογγύλι είναι φυτό ψυχρής εποχής και καλλιεργείται στις εύκρατες περιοχές κατά το φθινόπωρο-χειμώνα και άνοιξη. Είναι πολύ ευαίσθητο φυτό σε χαμηλές θερμοκρασίες παγετού. Οι συνιστώμενες θερμοκρασίες ανάπτυξης του φυτού είναι από 18-25°C με άριστη αυτή των 22°C (Ολύμπιος, 2015). Θερμοκρασίες ύψους 10°C διάρκειας μιας εβδομάδας προκαλεί εαρινοποίηση και την εμφάνιση ανθικών στελεχών (Ολύμπιος, 2009).

- **Άρδευση**

Τα σταυρανθή λαχανικά έχουν ανάγκη αρδεύσεων ακόμη και όταν αναπτύσσονται κατά την περίοδο του χειμώνα, διότι η κατανομή των βροχών στην Ελλάδα δεν είναι ομοιόμορφη. Η συχνότητα εφαρμογής του νερού και η ποσότητά του, είναι ανάλογη με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, της εποχής, του τύπου του εδάφους, του σταδίου ανάπτυξης (μέγεθος) των φυτών, θα πρέπει να διατηρείται ομοιόμορφη υγρασία στο έδαφος καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Οι ανάγκες σε νερό αυξάνονται με την ανάπτυξη των φυτών γι' αυτό πρέπει την περίοδο αυτή οι αρδεύσεις να γίνονται πιο συχνά μέχρι το τέλος της συγκομιδής. Για παράδειγμα, ακανόνιστες αρδεύσεις μετά το σχηματισμό των κεφαλών στο λάχανο, μπορεί να προκαλέσουν «σχίσσιμο» (σκάσιμο) των κεφαλών, ενώ στο ρεπάνι η γογγυλόριζα δεν αναπτύσσεται κανονικά, προκαλείται δημιουργία σπογγώδους υφής στη γογγυλόριζα και αλλαγή της γεύσης (πιο καυστική). Το νερό άρδευσης μπορεί να εφαρμόζεται είτε με την μέθοδο των αυλάκων είτε με την μέθοδο κατάκλισης σε αλίες είτε με τη μέθοδο στάγδην (όταν το νερό είναι περιορισμένο) είτε με τη μέθοδο του

καταιονισμού. Η τελευταία μέθοδος κερδίζει συνεχώς έδαφος σε βάρος προηγούμενων, όταν βέβαια υπάρχει αρκετό διαθέσιμο νερό. Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι και η ποιότητα του νερού άρδευσης είναι σημαντική για εξασφάλιση υψηλών αποδόσεων. Για παράδειγμα τα λαχανικά αυτά απαιτούν ικανοποιητική συγκέντρωση βορίου στο έδαφος και το νερό άρδευσης. Επίσης, το λάχανο, το κουνουπίδι και το μπρόκολο είναι μετρίως ανθεκτικά στην αλατότητα του εδάφους (Ολύμπιος, 2009).

- **Συγκομιδή**

Το γογγύλι είναι φυτό ταχείας ανάπτυξης και σε χρονικό διάστημα περίπου 55-60 ημέρων από τη μεταφύτευση αρχίζει η συγκομιδή. Η συγκομιδή ξεκινά όταν το διογκωμένο στέλεχος έχει διάμετρο 5-8 εκ. περίπου ή και μεγαλύτερη, όταν είναι τρυφερό, τραγανό, χυμώδες, και πριν σχηματίσει ίνες ή σκληρυνθεί και ξυλοποιηθεί. Η διάμετρος του γογγυλιού εξαρτάται βέβαια και από την ποικιλία και άλλες παραμέτρους όπως κλίμα, έδαφος, λίπανση κ.λπ. Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι και ή ξεριζώνεται με τράβηγμα όλο το φυτό (Ολύμπιος, 2015). Μετά τη συγκομιδή κόβεται (αφαιρείται) η ρίζα και τα φυτά δένονται σε δεσμίδες ή μεταφέρονται χύμα σε κιβώτια στην αγορά (Ολύμπιος, 2009).

***Lycopersicon esculentum* (L.)**

Lycopersicon lycopersicum (L.) Karsten

Συνώνυμα: *Lycopersicon esculentum* (L.) Mill. ή *Solanum lycopersicon* (L.)
(Λυκοπερσικόν το εδώδιμο)

Οικογένεια: Solanaceae

(Ολύμπιος, 2015)

- **Σημαντικές πληροφορίες**

Η τομάτα (*Lycopersicon esculentum*) είναι η δεύτερη πιο σημαντική καλλιέργεια μετά την πατάτα. Η σημερινή παγκόσμια παραγωγή είναι περίπου 100 εκ. τόνοι από 3,7 εκ. εκτάρια. (FAOSTAT, 2001).

Η παραγωγή τομάτας στην Ελλάδα κατά το έτος 2017 σύμφωνα με το

FAOSTAT κυμάνθηκε στους 879000 tonnes από 13300 ha.

Καλλιεργείται για τον καρπό της, ο οποίος καταναλώνεται ώριμος, ωμός (νωπός) σε σαλάτες ή μαγειρεμένος, αποξηραμένος, σε άλμη ή ξύδι (τουρσί), μεταποιημένος, από καλλιέργειες που προορίζονται για βιομηχανική τομάτα και κονσερβοποιημένος (σάλτσα, μπελτές, ketchup). Από τον σπόρο της τομάτας επίσης, εξάγεται λάδι το οποίο είναι βρώσιμο (Ολύμπιος, 2015).

Οι λόγοι που καθιστούν την τομάτα δημοφιλές κηπευτικό είναι πολλοί. Οι σπουδαιότεροι είναι ότι εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με βιταμίνες και ιδίως τη βιταμίνη C. Ο καρπός της τομάτας επίσης περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών, όπως το λυκοπένιο, το ασκορβικό οξύ, τα καροτενοειδή, κ.α., γι' αυτό και θεωρείται λειτουργική τροφή καθώς μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου και καρδιαγγειακών παθήσεων σε σχέση με την κατανάλωσή του (Giovannetti, 2012).

Η τομάτα έχει ιδιαίτερη δημοτικότητα αφού αποτελεί μέρος της Μεσογειακής διατροφής η οποία θεωρείται από τις πιο υγιεινές, μεταξύ άλλων παγκοσμίως, σύμφωνα με UNESCO στην αντιπροσωπευτική λίστα της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς από το 2010 (Vitti et al. 2015). Έχει ελκυστικό χρώμα και ιδιαίτερο άρωμα, γεγονός που την καθιστά αρεστή στη διατροφή.

- **Βοτανικά χαρακτηριστικά**

Φυτό ποώδες, ετήσιο, διετές και σπανιότερα πολυετές. Αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, η οποία μπορεί να φτάσει το βάθος και των τριών μέτρων, όμως, συνήθως αναπτύσσεται στα πρώτα 60 εκ. του εδάφους. Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. Σταδιακά ξυλοποιείται και είναι σχετικά εύθραυστος. Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα, κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παραφύλλων με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη πάνω στο βλαστό. Η πάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοιχτό πράσινο. Τα άνθη της τομάτας συνήθως εμφανίζονται σε ταξιανθίες από 2-3/ταξιανθία. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελεχθεί σε καρπούς είναι 6-8 άνθη, στις απεριόριστης

ανάπτυξης ποικιλίες. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών του φυτού αντίθετα και μεταξύ των φύλλων και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα ανάλογα την ποικιλία. Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει ένα άνθος το οποίο είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο. Ο καρπός είναι ράγα με πολλούς χώρους και με ποικίλα σχήματα.

- **Περιβαλλοντικές απαιτήσεις**

Το φυτό απαιτεί θερμό κλίμα και εδάφη με καλή στράγγιση. Είναι σχετικά ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία και ευπαθές στις χαμηλές θερμοκρασίες και τον παγετό. Καλλιεργείται στο ύπαιθρο και σε περιόδους «εκτός εποχής» καλλιεργείται σε θερμοκήπια. Άριστες θερμοκρασίες κυμαίνονται από 25-30°C την ημέρα και 16-20°C κατά τη νύχτα, με καθαρή ατμόσφαιρα και σχετικά χαμηλή υγρασία για την ανάπτυξη του φυτού, την άνθιση, την καρπόδεση και την ανάπτυξη του καρπού. Επιπρόσθετα, θερμοκρασίες άνω των 35°C μειώνουν την καρπόδεση και αναστέλλουν τον φυσιολογικό χρωματισμό των καρπών. Ιδιαίτερα κατά την ανάπτυξη αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, η κυκλοφορία του αέρα θα πρέπει να γίνεται ανεμπόδιστα και τακτικά διότι το φυτό δεν μεγαλώνει ιδανικά σε συνθήκες στάσιμου αέρα.

Η τομάτα είναι φυτό απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία. Η λίπανση συμβάλλει τόσο στην αύξηση της παραγωγής όσο και στην ποιότητα των παραγόμενων καρπών. Απαιτεί εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία, κυρίως μέσης σύστασης, αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως το φυτό δεν ανέχεται κορεσμένες συνθήκες νερού στο χώμα (Benton Jones, 2007).

- **Ποικιλία NEMESIS F1**

Εκτός από τις υψηλές αποδόσεις και την ανθεκτικότητα στις ασθένειες η ποικιλία αντέχει σε ξηρό κλίμα.

Δυνατό φυτό, συνεχούς ανάπτυξης.

Υψηλή ανθεκτικότητα (HR) σε: ιό του μωσαϊκού της τομάτας (ToMV), βερτισιλλίωση (Vd & Va), αδροφουζαρίωση (Fol 0-1), φουζαρίωση (For)

Ανοχή (IR) σε: νηματώδεις (Ma, Mi, Mj), ιό του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV), ιό κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (TSWV)

Μεγάλος, στρογγυλός, σφιχτός, κόκκινος καρπός, 280-320gr, με μακρά διάρκεια ζωής.

Χειμερινή και καλοκαιρινή καλλιέργεια στο θερμοκήπιο.

1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Ο όρος αλατότητα αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλής συγκέντρωσης διαλυτών αλάτων (ανόργανων ιόντων) στο περιβάλλον των ριζών των φυτών και μετριέται συνήθως έμμεσα, μέσω της μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), (dS/m).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Electrical Conductivity, EC) ενός θρεπτικού διαλύματος είναι ένα μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα του διαλύματος αυτού να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στην πραγματικότητα είναι η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός αγωγού ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία ως γνωστόν εξαρτάται από την φύση του αγωγού. Στα θρεπτικά διαλύματα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα οφείλεται στην παρουσία των διαλυμένων σε αυτά ιόντων, τα οποία προέρχονται ή από το νερό άρδευσης ή από την προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων. Η (ειδική) ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) ορίζεται ως το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ : $EC = 1/\rho$), (Σάββας, 2007).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) μετριέται σε dSm^{-1} . Οι πιο διαδεδομένες μονάδες μέτρησης της αλατότητας που χρησιμοποιούνται από ψηφιακούς αισθητήρες ή βάση υπολογισμών είναι οι ακόλουθες:

microSiemens per centimetre ($\mu S/cm$)

deciSiemens per metre (dS/m)

milliSiemens per centimetre (mS/cm)

millimho per centimetre (mmho/cm)

Parts per million in water (mg/L)

Ισχύει ότι:

$$1000 \mu S/cm = 1dS/m = 1mS/cm = 1mmho/cm = 640 ppm$$

Συμπερασματικά η (EC) είναι:

- Η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται στην παρουσία ιόντων. Συνεπώς: όσο πιο πολλά ιόντα είναι διαλυμένα στο νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Η EC είναι ανάλογη της συνολικής συγκέντρωσης ιόντων στο διάλυμα.
- Όμως, η EC δεν μας δίνει πληροφορίες για το είδος των ιόντων (K^+ , Na^+ , SO_4^{2-} , κ.λπ.) που περιέχονται στο υδατικό διάλυμα.

Η EC μπορεί να μετρηθεί εύκολα και γρήγορα στο θερμοκήπιο με την βοήθεια εύχρηστων, φορητών οργάνων. Γι' αυτό, η μέτρηση της EC χρησιμοποιείται ευρύτατα για τον γρήγορο προσδιορισμό της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων σε θρεπτικά διαλύματα (Σάββας, 2007).

Τα κατιόντα που βρίσκονται στο νερό και συνήθως σχετίζονται με την αύξηση της αλατότητας είναι το νάτριο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο, ενώ από τα ανιόντα είναι το χλώριο, τα θειικά και τα ανθρακικά. Βασικά, εκείνα τα ιόντα που ευθύνονται κυρίως για την αύξηση της αλατότητας, με τη συσσώρευσή τους, είναι του νατρίου και του χλωρίου (Βλάχου, 2011).

Η αλατότητα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του νερού. Αυτό συμβαίνει καθώς η περιεκτικότητά του σε ολικά διαλυτά άλατα προσδιορίζει παράλληλα και την ποιότητά του. Άλλη κύρια πηγή αλάτων αποτελούν τα λιπάσματα, τα οποία συσσωρεύονται στη ριζόσφαιρα των φυτών μετά από κακή στράγγιση και ανεπαρκή έκπλυση στο τέλος της καλλιέργειας (Βλάχου, 2011).

Η αλατότητα μπορεί να ζημιώσει τα φυτά με την υψηλή ωσμωτική πίεση του εδαφικού διαλύματος, η οποία δυσχεραίνει την πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων ή μειώνει τους ρυθμούς παραγωγής βιομάζας. Ζημιώνονται, επίσης, και με την άμεση τοξικότητα που συμβαίνει, λόγω της συσσώρευσης κάποιων ιόντων αλάτων στους ιστούς και με τη δημιουργία θρεπτικής ανισορροπίας, λόγω του ανταγωνισμού των διαλυτών αλάτων με τα θρεπτικά στοιχεία, ως προς την απορρόφηση και την κατανομή τους μέσα στο φυτό (Βλάχου, 2011).

Υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου και χλωρίου στο έδαφος προκαλούν αυξημένες αναλογίες Na^+/Cl^- , Na^+/K^+ , Ca^{++}/Mg^{++} και Cl^-/NO_3^- , που έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία θρεπτικών διαταραχών στα φυτά και την περαιτέρω μείωση της ανάπτυξης, παραγωγής και ποιότητας τους. Γενικότερα, υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των όμοιου σθένους και διαμέτρου ιόντων, λόγω του ότι η

μεταφορά των ιόντων μέσω της μεμβράνης γίνεται από συγκεκριμένες θέσεις για το κάθε ιόν, οι οποίες είναι λίγες σε σχέση με τον αριθμό ιόντων στο διάλυμα (Βλάχου, 2011).

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της αλατότητας στην περιοχή της ριζόσφαιρας των φυτών είναι δύο και περιλαμβάνουν την άρδευση με νερό χαμηλής ποιότητας και τις ξηρές κλιματικές συνθήκες που ευνοούν το αρνητικό ισοζύγιο νερού (Βλάχου, 2011).

- **Νερό χαμηλής ποιότητας**

Η εντατικοποίηση της γεωργίας, προκειμένου να ικανοποιήσει τις ανάγκες του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού αφορά κυρίως στην εύρεση νέων καλλιεργητικών μεθόδων και τη βελτίωση του υπάρχοντος φυτικού γενετικού υλικού και είναι στενά συνδεδεμένη με τις ολοένα μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό. Ο βαθμός αλατότητας αρχίζει να γίνεται πρόβλημα, όταν η ποσότητα των αλάτων που προστίθεται με το νερό άρδευσης είναι μεγαλύτερη αυτής που εκπλύνεται και απορροφάται από τα φυτά (Βλάχου, 2011).

- **Ξηρές κλιματικές συνθήκες**

Η κίνηση των αλάτων στην περιοχή της ρίζας σχετίζεται με την κίνηση του νερού. Έτσι, όταν το ανοδικό ρεύμα που προκαλείται μέσω της εξατμισοδιαπνοής υπερσχύει του καθοδικού ρεύματος που επιφέρει την επιθυμητή έκπλυση των υδατοδιαλυτών αλάτων, συσσωρεύονται διαλυτά άλατα, τα οποία εναποτίθενται κατά τη συμπύκνωση και εξάτμιση του εδαφικού διαλύματος (διάλυμα που κυκλοφορεί μεταξύ του εδαφικού πορώδους) ή του θρεπτικού διαλύματος (διάλυμα που κυκλοφορεί σε υδροπονικό υπόστρωμα ή ριζόστρωμα) (Βλάχου, 2011).

Σε συνδυασμό με τη μειωμένη φυτοκάλυψη η αλατότητα έχει σαν αποτέλεσμα τη διάβρωση εδαφών, τη μειωμένη διείσδυση του νερού στο υπέδαφος λόγω εξάτμισης εξαιτίας της αποξήρανσης και της σφράγισης των πόρων του εδάφους (Prager et al., 2011).

Εδώ πρέπει να αναφέρουμε και τον ισχυρό ρόλο που διαδραματίζει και το

φαινόμενο της αποστράγγισης. Κάτω από συνθήκες κακής αποστράγγισης ή ύπαρξη υψηλής υπόγειας στάθμης επιτρέπει την ανοδική κίνηση του αλατούχου υπόγειου νερού στη ζώνη του ριζοστρώματος. Το ποσό των αλάτων συγκεντρώνεται στην περιοχή του ριζοστρώματος λόγω της άντλησης μεγάλης ποσότητας νερού (και κατά συνέπεια συμπύκνωση των αλάτων) για τις ανάγκες του φυτού. Με την πάροδο του χρόνου και τη συμπύκνωση του διαλύματος στην περιοχή των ριζών, το φυτό αναζητώντας νέες ποσότητες νερού συμπυκνώνει όλο και περισσότερο διάλυμα (Βλάχου, 2011).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Οι περιοριστικοί παράγοντες της αύξησης των φυτών που παρατηρούνται σε συνθήκες αλατότητας είναι τρεις (Βλάχου, 2011):

α) Η έλλειψη νερού που δημιουργείται από το χαμηλό υδατικό δυναμικό που έχει το εξωτερικό διάλυμα σε σχέση με τη ρίζα.

β) Η τοξικότητα ιόντων και

γ) η ανισορροπία ιόντων.

Συνήθως οι τρεις παραπάνω παράγοντες αλληλεπικαλύπτονται και είναι δύσκολο να διαχωριστεί ο τρόπος δράσης του καθενός. Συνέπεια των πρωταρχικών επιδράσεων της υψηλής συγκέντρωσης αλάτων (ανισορροπίες ιόντων, υπεροσμωτική καταπόνηση), προκαλούνται δευτερογενείς επιδράσεις, όπως οξειδωτική καταπόνηση (Βλάχου, 2011). Οι συγκεντρώσεις και η σύνθεση αλάτων, η διάρκεια της έκθεσης, το φυτικό είδος, η ποικιλία, το υποκείμενο, το στάδιο ανάπτυξης και οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι μερικοί από τους παράγοντες που διαδραματίζουν ρόλο στην ανθεκτικότητα των φυτών (Βλάχου, 2011).

Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της υπερβολικής παρουσίας αλάτων είναι η μάρανση των φυτών παρόλο που έχουν ποτιστεί (Βλάχου, 2011). Παρόλα αυτά, τα φυτά έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται, γιατί πολύ σπάνια η αλατότητα αυξάνει με υπερβολικά ταχύ ρυθμό ώστε τα φυτά να μαραίνονται άμεσα και έτσι η κυριότερη επίδραση στα φυτά δεν είναι η μάρανση αλλά η μείωση της ανάπτυξης για την οποία δεν έχει προταθεί ένας συγκεκριμένος μηχανισμός που να την εξηγεί επαρκώς (Βλάχου, 2011).

α) Έλλειψη νερού

Το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στις φυσιολογικές λειτουργίες και στην επιβίωση των φυτών, αφού χρησιμοποιείται ως διαλύτης στις βιοχημικές αντιδράσεις (π.χ. φωτοσύνθεση), ως μέσο για τη σταθεροποίηση και λειτουργία βιολογικών μεμβρανών και ενζύμων, ως μέσο μεταφοράς ιόντων και προϊόντων μεταβολισμού και ρυθμίζει τη θερμοκρασία του φυτού μέσω της διαπνοής. Επίσης, συντελεί στη διατήρηση της σπαργής των κυττάρων και αποτελεί μέσο στήριξης διαφόρων ιστών (Βλάχου, 2011).

Στα ανώτερα φυτά το νερό απορροφάται με τις ρίζες από το έδαφος και μεταφέρεται μέσω του βλαστού στα φύλλα ως αποτέλεσμα της διαφοράς δυναμικού, ριζικής πίεσης και διαπνοής. Η υδατική κατάσταση του φυτού σε δεδομένη στιγμή εξαρτάται από το ισοζύγιο απορρόφησης νερού και διαπνοής (Καραμπουρνιώτης, 2003). Όταν ο ρυθμός απώλειας νερού με τη διαπνοή είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό απορρόφησης από τις ρίζες, λόγω μειωμένης διαθεσιμότητας στο έδαφος, το υδατικό δυναμικό των φύλλων θα μειωθεί (Καραμπουρνιώτης, 2003). Το αποτέλεσμα είναι ο εφοδιασμός του φυτού με νερό και θρεπτικά στοιχεία να μειώνεται και εφόσον το υδατικό έλλειμμα συνεχιστεί, τα φυτά θα ξεραθούν, εάν δεν διαθέτουν μηχανισμούς προσαρμογής (Καραμπουρνιώτης, 2003). Η μειωμένη διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη νερού ή στην αδυναμία πρόσληψης νερού λόγω αλατότητας. Και στις δύο περιπτώσεις εμφανίζεται μια κοινή μορφή υδατικής καταπόνησης (ωσμωτική καταπόνηση), (Καραμπουρνιώτης, 2003).

β) Τοξικότητα ιόντων

Το Cl^- είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο και το Na^+ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη θρέψη αλόφυτων και των C_4 φυτών (Marschner, 1995, Θεριός 1996). Το Na^+ εμπλέκεται στην ωσμωτική (κίνηση υγρών) και ιονική ισορροπία των φυτών (Marschner 1995, Θεριός, 1996). Το Cl^- αποτελεί βασικό ιχνοστοιχείο για τη θρέψη των φυτών και σε συνθήκες αλατότητας οι συγκεντρώσεις του στο εδαφικό διάλυμα ξεπερνούν κατά πολύ τις ανάγκες των φυτών και οδηγούν σε τοξικότητα (Marschner, 1995, Θεριός, 1996). Χαρακτηριστικά συμπτώματα της τοξικότητας Cl^- είναι η μείωση της αύξησης, χαρακτηριστικές χλωρώσεις στην περιφέρεια του ελάσματος, καθώς και νεκρώσεις στα παλαιότερα φύλλα (Marschner, 1995, Θεριός, 1996). Οι συγκεντρώσεις τους σε αλατούχα διαλύματα είναι πολύ υψηλές, με συνέπεια να δρουν τοξικά (Marschner, 1995, Θεριός, 1996).

γ) Αλληλεπίδραση ιόντων

Τα αλατούχα διαλύματα χαρακτηρίζονται από χαμηλές ενεργότητες θρεπτικών ιόντων και από υπερβολικά υψηλούς λόγους Na^+/Cl^- , Na^+/K^+ , $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ και $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$. Όταν τα γλυκόφυτα εκτεθούν σε συνθήκες αλατότητας, τότε παρατηρούνται ανισορροπίες θρεπτικών στοιχείων. Οι ανισορροπίες αυτές διαφέρουν σε ένταση ανάμεσα στα διάφορα καλλιεργούμενα είδη όσο και στις ποικιλίες του ίδιου είδους. Συνήθεις είναι οι ελλείψεις N και P σε συνθήκες αλατότητας, αλλά και τοξικότητα P. Ελλείψεις ή ανισορροπίες K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} είναι επίσης συνήθεις σε αλατούχα περιβάλλοντα (Βλάχου, 2011).

Τέλος, συμβάλλει στη διόγκωση και στη διασπορά της αργίλου επηρεάζοντας τις υδραυλικές ιδιότητες και τη δομή του εδάφους δημιουργώντας προβλήματα και στη βλάστηση. Προκαλεί καθιζήσεις, διάβρωση εδάφους και διαταραχή στην πρόσληψη νερού και θρεπτικών από τις ρίζες του φυτού (Ali 2011).

Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Πολλές φορές η μακροσκοπική παρατήρηση των φυτών μπορεί να δώσει πληροφορίες για την ύπαρξη του προβλήματος των αλάτων. Σε φυτά που ζημιώθηκαν από άλατα, παρατηρούνται τα εξής συμπτώματα (Θεριός, 2005).

- Μείωση του μεγέθους του φυτού καθώς και της παραγωγής.
- Χλώρωση των φύλλων.
- Ξήρανση των φύλλων, λόγω της συγκέντρωσης Cl^- . Η ζημιά αρχίζει σαν κάψιμο της κορυφής και εκτείνεται κατά μήκος του περιθωρίου των φύλλων, μέχρι που να περιλάβει το μεγαλύτερο μέρος του ελάσματος.
- Αποφύλλωση και νέκρωση των νεαρών βλαστών. Τα συμπτώματα των μη παρασιτικών ασθενειών ποικίλλουν ως προς τον τύπο και ως προς την ένταση, ανάλογα με το βαθμό που απομακρύνθηκε ο παράγοντας που τα προκάλεσε από τα επιθυμητά για το φυτό όρια (Κόντης, 2009).

Παρόλο αυτά τα μακροσκοπικά συμπτώματα των μη παρασιτικών ασθενειών δεν είναι αξιόπιστος οδηγός της διάγνωσης του προβλήματος των αλάτων. Η ορθή διάγνωση απαιτεί εργαστηριακή ανάλυση, γιατί άλλα αίτια, όπως ζημιά από ξηρασία και η ζιζανιοκτονία μπορεί να δώσουν όμοια συμπτώματα με την τοξικότητα των αλάτων (Κόντης, 2009).

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΩΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η ορθολογική χρήση του νερού είναι ένα παγκόσμιο ζητούμενο, αφού το νερό αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα ιδιαίτερα για τους γεωργούς των ερημικών και ημιερημικών περιοχών. Σε πολλές περιοχές του πλανήτη οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις μειώνονται λόγω μικρής διαθεσιμότητας νερού και οι γεωργοί στρέφονται στην καλλιέργεια ειδών που μπορούν να προσαρμοστούν σε ξηρικές συνθήκες. Επειδή ακριβώς το νερό είναι ένα τόσο πολύτιμο αγαθό, ενθαρρύνονται πρακτικές άρδευσης που είναι πιο αποδοτικές και στοχεύουν πρωτίστως στην εξοικονόμηση νερού και κατά δεύτερο λόγο στην μείωση του κόστους άρδευσης. Το ενδιαφέρον για την αντοχή των φυτών οικονομικής σημασίας στα άλατα αυξάνεται, καθώς νέα προβλήματα που σχετίζονται με την αλατότητα προκύπτουν στη σύγχρονη γεωργία (Κόντης, 2009).

Τα προβλήματα αυτά, ειδικά στην Ελλάδα, αναμένεται να γίνουν σοβαρότερα στο μέλλον, λόγω :

- Της μειωμένης ανανέωσης του υπόγειου νερού, των μειωμένων βροχοπτώσεων και της διείσδυσης υφάλμυρου νερού στους υδροφόρους ορίζοντες, σε πολλές περιοχές της χώρας μας, γεγονός που οδηγεί στην υποβάθμιση της ποιότητας του αρδευτικού νερού. Σημαντική ευθύνη φέρει και η τάση του κλίματος για θερμότερο και ξηρότερο κλίμα κατά τις τελευταίες δεκαετίες (Κόντης, 2009).
- Της τάσης της σύγχρονης γεωργίας για χρησιμοποίηση όλου του διαθέσιμου νερού και η άρδευση όσο το δυνατό μεγαλύτερης έκτασης, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι αυξανόμενες απαιτήσεις σε τρόφιμα και πρώτες ύλες. Για την κάλυψη των αναγκών της αγοράς η αύξηση της παραγωγής μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από την αποδοτική γεωργία (επέκταση αρδευομένων εκτάσεων & εισαγωγή στην καλλιέργεια νέες πιο παραγωγικές ποικιλίες φυτών, οι οποίες είναι συνήθως πιο απαιτητικές σε νερό), (Κόντης, 2009).

Η έρευνα που σχετίζεται με την επιβίωση των φυτών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας έχει πολλά άλυτα προβλήματα, η υποβολή των φυτών σε διαταραχή της φυσιολογίας τους κάνουν την υπόθεση εξαιρετικά δύσκολη στη δοκιμασία. Η μελέτη του φαινομένου είναι πολύπλοκη, γιατί η αντοχή των φυτών στα άλατα είναι

συνάρτηση κλιματικών, γενετικών, φυσιολογικών και παθολογικών παραγόντων (Κόντης, 2009). Συνεπώς, αναμένεται στο μέλλον να ενταθεί το ενδιαφέρον της γεωπονικής έρευνας στο θέμα της αλατότητας και ο προσανατολισμός για την τεχνολογική βελτίωση του προβλήματος (Κόντης, 2009).

ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΓΟΓΓΥΛΙ

Οι διαθέσιμες πληροφορίες για την επίδραση της αλατότητας στο γογγύλι περιορίζονται σε λίγες μόνο μελέτες. Λόγω αυτού του γεγονότος θα αναφερθεί γενικά στο πως επηρεάζει η αλατότητα και άλλα είδη της οικογένειας Brassica.

Το στρες αλατότητας επηρεάζει σοβαρά τα διαφορετικά φυτικά είδη κατά την αρχική βλάστηση και στα στάδια ανάπτυξης των φυτών, διαταράσσοντας τις διαφορετικές αγρομορφολογικές και φυσιολογικές διεργασίες τους (Su et al., 2013).

Η αλατότητα προκαλεί μείωση της μέσης απόδοσης, της περιεκτικότητας σε έλαια και άλλων επιδόσεων ανάπτυξης σε πολλά σημαντικά είδη Brassica. Έχει δυσμενή επίδραση στη μορφολογία των φυτών και σε άλλες μορφο-φυσιολογικές διεργασίες (Su et al., 2013, Jan et al., 2016).

Η υψηλή συγκέντρωση άλατος στο έδαφος και στο νερό άρδευσης μειώνει το ποσοστό βλάστησης σχεδόν όλων των ειδών Brassica. Κάποια στιγμή η βλάστηση των φυτών μπορεί να παρουσιάσει περιορισμένη και φτωχή ανάπτυξη (Zamani et al., 2010). Το στρες αλατότητας επηρεάζει την πρόσληψη N και τη διαδικασία αφομοίωσης του σε πολλά είδη φυτών Brassica (Siddiqui et al., 2009). Επίσης, διαταράσσει τη βιομάζα των φυτών, το μήκος της ρίζας και των βλαστών ιδιαίτερα του *B. juncea* (Ahmad et al., 2012).

Οι βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες όπως ο ρυθμός ανάπτυξης, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας, η αποβολή των ανθέων και το περιεχόμενο N, K και P, επηρεάζονται επίσης σημαντικά σε πολλά είδη Brassica (Hayat et al., 2009).

Οι υψηλές συγκεντρώσεις άλατος (12 και 15 dSm⁻¹) μείωσαν σημαντικά τον ρυθμό βλάστησης, το μήκος της ρίζας και το ξηρό βάρος των φυτών Kohlrabi. Ενώ έδειξε καλή μορφο-φυσιολογική απόδοση έως τα 9 dSm⁻¹ NaCl (Biswas et al., 2016). Το γογγύλι έχει μέτρια ευαισθησία στο άλας NaCl (Shannon, 1999). Ενώ οι Kandil et al., 2016 ανέφεραν ότι το επίπεδο ανοχής στο αλάτι ποικίλει μεταξύ των γονοτύπων.

Το στρες αλατότητας επηρεάζει επίσης την περιεκτικότητα σε ολικά λιπαρά οξέα (total fatty acids) πολλών σημαντικών γονοτύπων *Brassica napus*. Η φυτική τους βιομάζα μειώθηκε κατά 25-35% σε υψηλά επίπεδα NaCl (100 και 150 mmol). Η μεγαλύτερη μείωση της βιομάζας σημειώθηκε στο 55% στο υψηλότερο επίπεδο άλατος (200 mmol). Αυτό μπορεί να οφείλεται στην υποβάθμιση των λιπιδίων μεμβράνης στα υψηλά επίπεδα αλατότητας. Το πιο ενδιαφέρον είναι ότι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μειώθηκαν, ενώ τα μονοακόρεστα αυξήθηκαν με την άνοδο της συγκέντρωσης άλατος (Bybordi et al., 2010).

Σε δύο πειράματα που διεξήχθησαν στο πανεπιστήμιο της Μπολόνια (Sanoubar et al., 2015), εξετάστηκαν δυο ποικιλίες λάχανου το Λευκό (*Brassica oleracea* var *Capitata* L.) και το Σαβόι (*Brassica oleracea* var *Sabauda* L.). Στο πρώτο εφαρμόστηκαν 13 διαφορετικά επίπεδα αλατότητας από 0 έως και 300mM NaCl ενώ στο δεύτερο μόνο 3 επίπεδα 0, 100 και 200 mM NaCl, καταλήγοντας στο ότι η απόδοση και των δύο γονοτύπων μειώθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων. Στη συγκέντρωση των 100 mM υπήρξε μείωση κατά 62% στο βάρος της κεφαλής του Λευκού λάχανου, χωρίς σημαντικές μειώσεις να εκτιμηθούν στο γονότυπο του Σαβόι. Από την άλλη πλευρά όταν χορηγήθηκε 200mM και στους δύο γονοτύπους τα αποτελέσματα ήταν κοινά, δηλαδή το βάρος της κεφαλής μειώθηκε κατά 70% καθώς και η ανάπτυξη των ριζών εξασθένησε κατά 83% εξίσου και στους δύο.

Κατά την επέμβαση των 100 mM η φυλλική επιφάνεια του Λευκού λάχανου είχε μειωθεί κατά 52% ενώ του Σαβόι ήταν μείον κατά 25%. Στη συγκέντρωση των 200mM η πτώση της ήταν στο 60% και για τα δύο είδη. Επιπλέον, όσον αφορά τη θρεπτική αξία στη συγκέντρωση των 100mM υπήρξε σημαντική αύξηση των αντιοξειδωτικών ενζύμων η οποία ήταν μεγαλύτερη στο Σαβόι σε σχέση με το Λευκό (Sanoubar et al., 2015).

ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟΜΑΤΑ

Η τομάτα είναι φυτό μέσης ευαισθησίας στην αλατότητα. Η επίδραση της αλατότητας εξαρτάται από το είδος των αλάτων που περιέχονται στο νερό, από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία ή υβρίδιο και από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Είναι πιο ανθεκτικό κηπευτικό σε σύγκριση με πιπεριά και μελιτζάνα (Ολύμπιος, 2015).

Σχετικά με την αλατότητα του εδάφους, το φυτό της τομάτας δείχνει κάποια ανοχή, γεγονός που δεν είναι απαραίτητα θετικό από την άποψη της υπερ-λίπανσης των καλλιεργειών ή της χρήσης νερού προς άρδευση με υψηλή αγωγιμότητα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του χρησιμοποιούμενου νερού δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 1,5-2 mmhos/cm (GAIAPedia, 2013). Ενδεικτικά αναφέρεται πως εδάφη με αλατότητα ως και 2.5 dS/m (τιμή κατωφλιού), δεν επηρεάζουν αρνητικά τη φυσιολογία του φυτού (Benton Jones, 2007, Maggio et al., 2007, Yurtseven and Kesmez, 2005, Katerji et al., 2000). Για μέγιστες αποδόσεις, η αλατότητα στην περιοχή του ριζοστρώματος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 3 dS/m. Το κύριο πρόβλημα λόγω της αυξημένης αλατότητας εντοπίζεται κατά τη διάρκεια της αρχικής ανάπτυξης όπου σε αυτή την περίπτωση οι κίνδυνοι για βλάβες είναι αυξημένοι. Παράλληλα το φυτό, εξαιτίας του ανταγωνισμού που υπάρχει στην απορρόφηση μεταξύ των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων και του NaCl, υφίσταται και έλλειψη θρεπτικών στοιχείων που εκδηλώνεται με την μορφή τροφopenίας (Πετρόπουλος, 2013). Εκτός από τη μείωση της ολικής παραγωγής, η αλατότητα επηρεάζει δυσμενώς το ρυθμό ανάπτυξης του φυτού καθώς και την έκταση της φυλλικής επιφάνειας (Perez et al., 1993).

Με έλλειψη νερού, το φυτό επιβραδύνει ή σταματά τη βλάστηση του. Οι βλαστοί παραμένουν λεπτοί και ξυλοποιούνται, τα φύλλα παραμένουν μικρά, παρουσιάζουν μαρασμό και πέφτουν, οι ταξιανθίες γίνονται μικρές, τα άνθη ανοίγουν με δυσκολία, δεν μπορούν να γονιμοποιηθούν, κιτρινίζουν και πέφτουν, οι καρποί δεν μεγαλώνουν κανονικά και οι μεγάλοι καρποί χάνουν τη στιλπνότητά τους, ωριμάζουν πρόωρα αλλοιώνεται το χρώμα τους και παρουσιάζουν τροφopenία ασβεστίου (ξηρή κορυφή), (GAIAPedia, 2013).

Με έδαφος κρύο, αλατωμένο, με λίγο αναπτυγμένο ή προσβεβλημένο ριζικό σύστημα και φύλλωμα των φυτών και με κακή τροφοδοσία νερού, δε γίνεται κανονικός εφοδιασμός με νερό, ακόμα και αν του χορηγείται σε επαρκείς ποσότητες. Η τομάτα έχει ανάγκη κανονικής και σταθερής υγρασίας στο έδαφος. Όπως προαναφέρθηκε οι ανάγκες του φυτού σε νερό δεν είναι πάντα ίδιες. Αρχίζουν να αυξάνονται από την άνθηση της πρώτης ταξιανθίας ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, δηλαδή 20-30 ημέρες μετά τη φύτευση. Η άνθηση και η καρπόδεση είναι κρίσιμα στάδια και αν το φυτό μείνει χωρίς νερό επιβαρύνεται αρνητικά η παραγωγή. Στο στάδιο όμως της παραγωγής καρπών, η ανθεκτικότητα του φυτού στην

αλατότητα αυξάνεται αρκετά, ενώ στα ίδια επίπεδα τα νεαρά φυτά θα είχαν καταστραφεί. Επίσης επηρεάζει τη μορφολογία και τη φυσιολογία του φύλλου, επειδή μειώνει τον αριθμό των στοματίων που είναι ανοικτά ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας, την αγωγιμότητα των στοματίων και το ρυθμό φωτοσύνθεσης (λόγω κλεισίματος των στοματίων και μείωσης του αριθμού τους). Τέλος, η αλατότητα του νερού άρδευσης επηρεάζει σημαντικά και την ποιότητα των σχηματιζόμενων καρπών. Συγκεκριμένα, αυξημένη αλατότητα προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης των σακχάρων και των οργανικών οξέων που συντελούν σε καλύτερη γεύση των καρπών. Όμως, η διάρκεια συντήρησης των καρπών μειώνεται επομένως και η συνεκτικότητά τους (GAIAPedia, 2013).

Σύμφωνα με μετρήσεις από τους Katerji et al., (2000), η σταδιακή αύξηση της αλατότητας στο νερό άρδευσης προκαλεί και ανάλογη μείωση της ξηρής βιομάζας της βλάστησης. Τα φυτά σε αυτή την περίπτωση τείνουν να μαραθούν ξεκινώντας από την κορυφή και παρατηρείται διόγκωση στο αρχικό μήκος των βλαστών ενώ στη συνέχεια έχουν την τάση να γίνονται ατροφικά. Οι μεταβολές στη φυσιολογία του φυτού λόγω της αλάτωσης επηρεάζουν την τελική μάζα και την παραγωγικότητα (Zhai et al., 2015, Yurtseven & Kesmez, 2005). Η μείωση της ξηρής βιομάζας αποδίδεται στη μείωση του αριθμού των παραγόμενων καρπών, καθώς και στη μείωση του βάρους και του όγκου τους.

Στην τομάτα, μέτρια επίπεδα αλατότητας σχετίζονται και με τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων καρπών, καθώς αυξάνεται η περιεκτικότητά τους σε ολικά διαλυτά στερεά και βελτιώνεται η γεύση τους (Πετρόπουλος, 2013, Inal, 2002, Hao et al., 2000). Αξίζει να σημειωθεί πως αρκετές έρευνες παρατηρούν αύξηση των τιμών οργανοληπτικών παραμέτρων, όπως τα διαλυτά στερεά, η φρουκτόζη, η γλυκόζη, τα αμινοξέα και η βιταμίνη C με την αύξηση της αλατότητας, ενώ το pH του χυμού των φρούτων παρουσιάζει μείωση (Nebauer et al., 2013, Huang et al., 2010, Tuna et al., 2007, Dorais et al., 2001). Ακόμη προκύπτει πως η αλατότητα σχετίζεται και με την βελτιωμένη σχετικά ποιότητα των καρπών λόγω των παραπάνω αυξημένων παραμέτρων. Άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι η τομάτα παρουσιάζει ευαισθησία στην αλατότητα, ειδικά υπό συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας ή έλλειψης νερού (Karlberg et al., 2007, Adams et al., 2001).

1.4 ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ & ΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ

Στις μέρες μας είναι απαραίτητη η βιωσιμότητα στην παραγωγή τροφίμων για την ικανοποίηση των καταναλωτών. Επιτυγχάνεται με αύξηση της αποτελεσματικής χρήσης των πόρων για παραγωγή και παροχή υγιεινών προϊόντων καθώς επίσης, είναι αρκετές οι τεχνικές και τεχνολογικές καινοτομίες για βελτίωση των αειφορικών συστημάτων παραγωγής τροφίμων μέσω σημαντικής αναγωγής των αγροχημικών (Colla et al., 2015).

Η υπερβολική λίπανση και ειδικά αυξημένη με νιτρικά προκαλεί βλαστική ανάπτυξη με περισσότερη ευαισθησία στα παθογόνα (Liebman & Davis, 2000). Όσο αυξάνονται οι τιμές των νιτρικών είναι επιζήμιες καθώς αυξάνονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από το διοξείδιο του αζώτου (Mattner et al., 2013).

Οι βιοδιεγέρτες μπορούν να αυξήσουν την αποτελεσματική χρήση των θρεπτικών ουσιών, μειώνοντας την έκπλυση τους και εξασφαλίζοντας μια πιο βιώσιμη παραγωγή (Bulgari et al., 2014). Με την εφαρμογή βιοδιεγερτών έχει παρατηρηθεί μείωση των αγροχημικών και λιπασμάτων χωρίς να επηρεαστεί η ποιότητα και η απόδοση των φυτών. Ενισχύουν την ανάπτυξη των φυτών, την ανοχή στην ξηρασία, την αλατότητα, τα βακτήρια και τους ιούς, βελτιώνοντας την παραγωγικότητα πολλών καλλιεργειών (Sharma, et al., 2014). Είναι σε θέση να τροποποιήσουν τη διαμόρφωση των ριζών και να αυξήσουν την ανάπτυξή τους. Επιπλέον, μπορούν να δράσουν άμεσα στη φυσιολογία και το μεταβολισμό των φυτών ή να βελτιώσουν τις συνθήκες του εδάφους (Nardi et al., 2006). Εφαρμόζονται στο έδαφος ή και στα φύλλα ανάλογα τη σύνθεσή τους και τα επιθυμητά αποτελέσματα (Kunicki et al., 2010).

Για να αναγνωριστεί ένα σκεύασμα ως βιοδιεγερτικό πρέπει να αποδειχθεί ότι μια ουσία ή ένα υλικό τροποποιεί τη φυσιολογία των φυτών καθιστώντας τα αποτελεσματικότερα, στη χρήση περιορισμένων πόρων του περιβάλλοντος (όπως το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία), ή για την προστασία τους από επιβλαβή παθογόνα και παράσιτα (Colla et al., 2015).

Θεωρούνται «εργαλεία παραγωγής» στις καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται. Η επίδραση ενός βιοδιεγέρτη μπορεί να είναι διαφορετική από είδος σε είδος ακόμη και σε ποικιλία με ποικιλία. Εξαρτάται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, από τη δόση και το χρόνο εφαρμογής (Kunicki et al., 2010). Πολλοί βιοδιεγέρτες είναι σε θέση να αντισταθμίσουν την επίδραση των βιοτικών (παθογόνα, παράσιτα) και

αβιοτικών (ανεπάρκεια θρεπτικών ουσιών, ξηρασία, θερμότητα, παγετός, κ.α.) πιέσεων, ενισχύοντας έτσι την ποιότητα και την απόδοση των καλλιεργειών, με την τόνωση των φυσιολογικών διεργασιών των φυτών (Bulgari et al., 2014). Συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί ότι συχνά αυξάνουν το χρώμα των φύλλων, διεγείροντας το περιεχόμενο της χλωροφύλλης (Abbas & Akladios, 2013).

ΡΙΖΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Η κοινή επιφάνεια ανάμεσα στο έδαφος και τις ρίζες ή εναλλακτικά ο χώρος που περιβάλλει τις ρίζες και επηρεάζεται από αυτές, είναι η ριζόσφαιρα. Ένας χώρος υψηλών μικροβιακών πληθυσμών, έντονης μικροβιολογικής δραστηριότητας και ταχύτατων αλλαγών. Οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται στη ριζόσφαιρα βασίζουν την ύπαρξη τους στον ανταγωνισμό για την διάθεση τροφής, με σημαντικές επιδράσεις στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών και τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά. Εκτός από τον ανταγωνισμό των μικροοργανισμών, στη ριζόσφαιρα έχει παρατηρηθεί και το φαινόμενο της αλληλεπίδρασης των διαφόρων μικροοργανισμών που έχει σαν αποτέλεσμα πολλές φορές την προστασία του φυτού έναντι άλλων παθογόνων (ΠΟΥΛΙΟΣ, 2010).

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΥΚΗΤΩΝ

Μελέτες έχουν δείξει ότι βακτήρια, ενδοφυτικοί και μυκορριζικοί μύκητες, ανεξάρτητα από την μεμονωμένη δράση τους στα φυτά, όταν βρεθούν στο ίδιο περιβάλλον με ανταγωνιστή ή συμβιωτή, τότε παρατηρείται διαφορετική εξέλιξη στην ανάπτυξη των φυτών. Η εξέλιξη αυτή ποικίλλει ανάλογα με τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στην αλληλεπίδραση και είτε φαίνεται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών και προφύλαξη από άλλα παθογόνα αίτια, είτε μείωση της ανάπτυξης ή ακόμα και καμία αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Σύμφωνα με μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι: υπάρχουν μύκητες που όταν βρεθούν με άλλους επηρεάζουν την επίδραση των τελευταίων στο φυτό ανάλογα πάντα και το υπόστρωμα στο οποίο βρίσκονται. Η αποτελεσματικότητα λοιπόν της συνδυασμένης δράσης μυκορριζικών και ωφέλιμων ανταγωνιστικών μυκήτων προϋποθέτει την ομαλή αλληλεπίδρασή τους εντός του φυτικού οργανισμού (ΠΟΥΛΙΟΣ, 2010).

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ

Οι μυκόρριζες τροφοδοτούν τα φυτά με ανόργανες ύλες από το έδαφος, οι οποίες σε διαφορετική περίπτωση δεν θα είχαν προσληφθεί. Το δίκτυο των ιστών του μύκητα συγκρατεί με τέτοιο τρόπο το έδαφος, ώστε να εξασφαλίζεται περισσότερη υγρασία, ενώ εμποδίζει την διάβρωση του εδάφους και την ερημοποίηση του σε ξηρά κλίματα. Επίσης, στα οφέλη των μυκορριζών μπορούν να συμπεριληφθούν η αύξηση της παραγωγής καθώς και η βελτίωση της ικανότητας συσσώρευσης θρεπτικών στοιχείων στην περιοχή της ρίζας (ΠΟΥΛΙΟΣ, 2010).

- **ΕΝΔΟΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ**

Η ενδομυκόρριζα είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος μυκόρριζας, αφού απαντά στα δύο τρίτα τουλάχιστον των χερσαίων φυτών και φαίνεται ότι αυτή η συμβίωση είναι η πλέον άφθονη και διαδεδομένη σε χερσαία οικοσυστήματα (ΠΟΥΛΙΟΣ, 2010).

Η αλληλεπίδραση μυκορριζικών μυκήτων με διάφορα στελέχη άλλων μυκήτων είναι πολύπλοκη και καθορίζεται βάση διαφόρων παραγόντων όπως το είδος των μυκήτων που συμμετέχουν, το είδος του φυτού - ξενιστή ή την ύπαρξη άλλων μικροοργανισμών στο ριζικό σύστημα (ΠΟΥΛΙΟΣ, 2010).

Η εγκατάσταση μυκορριζικού μύκητα βοηθάει το φυτό στην καλύτερη απορρόφηση θρεπτικών συστατικών καθώς και στην ανάπτυξη του. Η αυξημένη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών πιθανόν να διεγείρει και άλλους μικροοργανισμούς με αποτέλεσμα να προσπαθήσουν να αποικίσουν και αυτοί το φυτό (Dehne, 1982).

Επίσης, η ανάπτυξη συμβιωτικών σχέσεων μεταξύ μυκορριζών και φυτών μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολή των φυσιολογικών και βιοχημικών ιδιοτήτων του ξενιστή. Μεταξύ αυτών, είναι και η καταστολή αμυντικών μηχανισμών κατά το αρχικό στάδιο αποικισμού των ριζών από τις μυκόρριζες, η οποία επιτρέπει τη διαμόρφωση της μεταξύ τους συμβιωτικής σχέσης (ΠΟΥΛΙΟΣ, 2010). Ο σημαντικότερος ρόλος των μυκορριζών λοιπόν είναι η συνεισφορά τους στην ανάπτυξη και στη θρέψη των φυτών, καθώς επίσης αποτελούν ένα μέσο αντίστασης των φυτών στις καταπονήσεις (Πανταλέων, 2012).

ΓΟΓΓΥΛΙ ΚΑΙ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΙΚΑ

Η επίδραση της προσθήκης βιοδιεγερτικών στα *Brassica oleracea* var. *gongyloides* L. δεν είναι ευρέως μελετημένη και υπάρχουν περιορισμένες διαθέσιμες πληροφορίες. Γι' αυτό θα αναφερθούμε σε έρευνα που αφορούσε λάχανα, συγγενικό είδος των γογγυλιών. Στην παρακάτω έρευνα των Oliveira et al. (2018), χρησιμοποιήθηκαν σπορόφυτα λάχανου τα οποία είχαν δεχτεί προσθήκη από το βιοδιεγερτικό Fertiacetyl GZ, σε πέντε διαφορετικές δόσεις 0ml, 0,7ml, 1,4ml, 2,1ml και 2,9ml. Η χρήση της βιοδιεγερτικής ουσίας αύξησε τη διάμετρο της κεφαλής, το ύψος του φυτού και το νωπό βάρος των σποροφύτων. Τα ιδανικά επίπεδα της ουσίας ήταν μεταξύ 0,7 με 1,4 ml. Όσον αφορά το ύψος από το 1,4 έως τα 2,1ml το Kale παρουσίαζε μεγαλύτερο μέσο όρο, πράγμα που οφείλετε στη παρουσία μεγαλύτερων τιμών N και K₂O τα οποία υπήρχαν στο σκεύασμα, επιπλέον είναι συστατικά τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στη πρόωμη ανάπτυξη των φυτών. Στη συγκεκριμένη μελέτη τα λάχανα παρουσίασαν μεγαλύτερο ύψος κάτω από την προσθήκη των 2,1ml τείνοντας σε σταδιακή μείωση από το υψηλότερο επίπεδο των 2,9ml.

Στα φυτά που δεν είχε γίνει χρήση βιοδιεγερτικών οι ρίζες ήταν μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές των φυτών που τους είχαν προστεθεί. Στο επίπεδο του 1,4ml η πυκνότητα της ρίζας ήταν σε ιδανικό επίπεδο. Οι ρίζες του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια λόγω του ότι τα φυτά είχαν ανάγκη να αναζητήσουν θρεπτικά στοιχεία. Στα φυτά που είχε γίνει όμως προσθήκη του βιοδιεγερτικού οι ρίζες τους ήταν μικρότερου μήκους αλλά και πυκνότητας.

Η χρήση του βιοδιεγερτικού προώθησε το ύψος των φυτών, τη διάμετρο του μίσχου και το νωπό βάρος του βλαστού των σποροφύτων. Η επέμβαση που θεωρείτε ιδανικό είναι ακριβώς 0,73ml μεταξύ 0,7 και 1,4 ml (Oliveira et al., 2018).

Σε έρευνα των Dabrowska et al. του 2014 αναφέρεται ότι, οι μυκόρριζες αποτελούν σημαντικό συστατικό του βιοτικού εδάφους στα περισσότερα αγρό-οικοσυστήματα. Ενώ η σύνδεση τους μπορεί να επηρεάσει άμεσα ή έμμεσα την ποικιλομορφία των μικροοργανισμών του εδάφους, την ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών και την ανάπτυξη φυτών ξενιστών. Δεδομένου ότι δεν είναι όλες οι καλλιέργειες συμβιωτικές, υποθέτουμε ότι η παρουσία μυκήτων μπορεί, να αναστείλει την ανάπτυξη φυτών που δεν είναι ξενιστές, με αποτέλεσμα το βιοτικό στρες. Ενώ παράλληλα μπορεί και να προωθήσει την ανάπτυξη τους έμμεσα με αυξημένη κινητοποίηση θρεπτικών ουσιών. Αυτές οι υποθέσεις δοκιμάστηκαν στην παρούσα μελέτη σχετικά με μυκορριζική καλλιέργεια *Brassica napus* L. Με

παρουσία και απουσία άλλων αυτόχθονων μικροοργανισμών εδάφους. Το χώμα εμβολιάστηκε με ένα μείγμα μυκήτων (*Acaulospora longyla*, *Glomus geosporum*, *G. mosseae*) καθώς επίσης χρησιμοποιήθηκε και μη εμβολιασμένο χώμα.

Η επίδραση του εμβολιασμού στην ανάπτυξη των φυτών (παραγωγή βιομάζας, συγκέντρωσης θρεπτικών ουσιών) και η έκφραση του γονιδίου BnMT2 (μεταλλοθειονίνες) ερευνήθηκε στους βλαστούς. Το γονίδιο αυτό κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη η οποία έχει αντιοξειδωτική δράση και έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να προστατέψει τα φυτά ενάντια στο στρες που προκαλείτε από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η έκφρασή του τείνει να είναι υψηλότερη στα φύλλα παρά στις ρίζες. Το *B. napus* L. δεν διαμόρφωσε μυκορριζικές ενώσεις στις ρίζες, αλλά η ανάπτυξη προωθήθηκε μετά τον εμβολιασμό με μυκόρριζα, (Dabrowska et al., 2014).

Στο έδαφος με αυτόχθονες μικροοργανισμούς παρατηρήθηκε αναστολή ανάπτυξης μετά τον εμβολιασμό σε σύγκριση με το χώμα χωρίς αυτούς. Οι συγκεντρώσεις των N, P, K και S στους βλαστούς ήταν πάντοτε αυξημένες σημαντικά μετά τον εμβολιασμό με μυκόρριζα. Εντούτοις αυτό εν μέρη συνδυάστηκε με μειωμένη ανάπτυξη και συνεπώς με μειωμένη συνολική πρόσληψη θρεπτικών ουσιών. Η έκφραση του BnMT2 στα φύλλα αυξήθηκε μετά τον εμβολιασμό με σπόρια μυκόρριζας σε χώμα χωρίς αυτόχθονες μικροοργανισμούς αλλά με την παρουσία τους μειώθηκε. Τέλος, η αναστολή του μη ξενιστή *B. napus* L., μετά την προσθήκη μυκόρριζας επιβεβαιώθηκε μόνο σε συνδυασμό με αυτόχθονες μικροοργανισμούς. Προώθηση της ανάπτυξης του *B. napus* L., με παρουσία μυκόρριζας και απουσία αυτόχθονων μικροοργανισμών εδάφους υποδηλώνει ότι η μειωμένη ανάπτυξη των φυτών ήταν βασισμένη στην αλληλεπίδραση των μυκορριζών με τους αυτόχθονες μικροοργανισμούς του εδάφους.

Συμπερασματικά καταλήγουμε στο ότι η παρουσία μυκόρριζας στο έδαφος μπορεί είτε να εμποδίσει, είτε να τονώσει την ανάπτυξη του *B. napus* L., και η κατεύθυνση του αποτελέσματος έχει συσχετιστεί σημαντικά με την παρουσία αυτόχθονων μικροοργανισμών. Η παρουσία μυκόρριζας στο έδαφος δεν σχετίζεται άμεσα με την αύξηση της πρωτεΐνης του στρες, ωστόσο βελτίωσε την ανάπτυξη των φυτών (Dabrowska et al., 2014).

TOMATA ΚΑΙ ΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ

Σε φυτά τομάτας, έχει παρατηρηθεί ότι ένα είδος μυκορριζικού μύκητα του

γένους *Glomus*, έχει αποδειχθεί από διάφορες έρευνες ότι δρα θετικά σε συνθήκες αλληλεπίδρασης με άλλους μικροοργανισμούς και βοηθάει την ανάπτυξη του φυτού (Graham, 1982).

Η συμβίωση επηρεάζει θετικά την ανοχή στην ξηρασία στην τομάτα με διαφορετική απόκριση των φυτών ανάλογα με τα εμπλεκόμενα είδη μυκήτων (Chitarra et al., 2016). Οι μυκορριζικοί μύκητες αποικίζουν τις ρίζες των φυτών-ξενιστών και προάγουν την ανάπτυξη των φυτών λόγω βελτιωμένης πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων (Manila and Nelson, 2013). Επίσης, σε άλλες μελέτες παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην παραγωγή βιομάζας και στην πρόσληψη φωσφόρου από τα φυτά υπό συνθήκες υδατικού ελλείμματος. Παράλληλα, υπήρξε υψηλότερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού, καλύτερη στοματική αγωγιμότητα και υψηλότερο υδατικό δυναμικό των φύλλων (Bakr et al., 2018). Οι μικροοργανισμοί είχαν θετική επίδραση στην παραγωγή ανθέων και καρπών καθώς και στην συγκέντρωση σακχάρων και βιταμινών στους καρπούς (Bona et al., 2016). Επιπλέον, σημειώθηκε μια σημαντική αύξηση στο ύψος, στον αριθμό φύλλων και στην φυλλική επιφάνεια. Το ύψος των μυκορριζικών φυτών ήταν περίπου 53% υψηλότερο από τα μη μυκορριζικά (Manila and Nelson, 2013). Επιπροσθέτως, βελτίωσε σημαντικά την ανάπτυξη και την απόδοσή της τομάτας με σύνολο, τα ενοφθαλμισμένα φυτά να έχουν καλύτερη ανάπτυξη σε σύγκριση με τα μη εμβολιασμένα (+ 22%) για το ύψος. Το συνολικό ύψος των φυτών τομάτας που εμβολιάστηκαν ήταν σημαντικά μεγαλύτερο σε σύγκριση με τα μη εμβολιασμένα φυτά, και αντιπροσωπεύουν κέρδος 18%, γι' αυτό λοιπόν και μπορεί να αντισταθμιστεί η μείωση των χημικών λιπασμάτων, προσφέροντας έτσι ένα πιο βιώσιμο σύστημα γεωργίας που σέβεται το περιβάλλον, (Ziane et al., 2017).

Σε πείραμα παρατηρήθηκε ότι ο διπλός και τριπλός εμβολιασμός μυκήτων παρήγαγε μια αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στατιστικώς χαμηλότερη ή παρόμοια από αυτή που παρήχθη από καθαρό εμβολιασμό. Ο τριπλός εμβολιασμός παρήγαγε μια αύξηση στην ανάπτυξη στατιστικώς όμοια ή μεγαλύτερη από το διπλό. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η χρήση πολλαπλών εμβολίων μπορεί να είναι επιθυμητή αλλά πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τα είδη των μυκήτων (Ferrer et al., 2017).

Να τονιστεί ότι για να μειωθεί η αρνητική επίδραση της αλατότητας και να βελτιωθεί η ανάπτυξη των φυτών υπό συνθήκες αλατότητας υπάρχει μια θετική

αλληλεπίδραση τροποποιώντας την ορμονική ισορροπία του φυτού. Στην πραγματικότητα, η βελτίωση της ανάπτυξης που παρατηρείται σε εμβολιασμένα με μύκητες φυτά υπό συνθήκες αλατότητας σχετίζεται κυρίως με ιοντικούς παράγοντες (υψηλότερη συγκέντρωση K και αναλογία K / Na), (Khalloufi et al., 2017).

Συμπερασματικά οι μυκόρριζες επέτρεψαν στα φυτά-ξενιστές να αντέξουν το μέτριο υδατικό στρες διαμορφώνοντας τη φυσιολογική κατάσταση των φυτών για καλύτερη εκμετάλλευση του νερού (Bakr et al., 2018). Διαδραματίζοντας έτσι σημαντικό ρόλο και αντιμετωπίζοντας την όλο και πιο περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού στο μέλλον αυξάνοντας τις αποδόσεις των καλλιεργειών, (Bowles et al., 2016).

1.5 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δεδομένου λοιπόν του προβλήματος της αλατότητας του νερού που παρατηρείται σε ορισμένες περιοχές της χώρας μας, αλλά και της αλόγιστης χρήσης λιπασμάτων που γίνεται λόγω της συμβατικής καλλιέργειας, κρίθηκε ενδιαφέρον να διερευνηθεί η επίδραση της χρήσης σκευάσματος μυκορριζών στην ανάπτυξη φυτών κάτω από στρες αλατότητας.

Τα φυτά επιλέχθηκαν λόγω ότι είναι δυο διαφορετικές καλλιέργειες, όσον αφορά τη μορφολογία, τις ανάγκες σε νερό και λίπανση καθώς ακόμη και στο βαθμό ευαισθησίας τους στην αλατότητα και την ανταπόκρισή τους σε μυκορριζικούς εμβολιασμούς.

Στόχος μας είναι να εξετάσουμε αν η προσθήκη σκευάσματος μυκόρριζας επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών τα οποία βρίσκονται σε στρες αλατότητας.

2 ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για τη μελέτη του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 105 φυτά τομάτας και 126 φυτά γογγυλιού, τα οποία μας δώρισε η εταιρεία Agris. Τα φυτά φυτεύτηκαν στις 10/11/2017 σε πλαστικά δοχεία, χωρητικότητας τριών λίτρων, και ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε τύρφη, κόμποστ και περλίτης σε αναλογία 2:2:1. Στην αρχή το

υπόστρωμα ανακατεύτηκε καλά και μετά γέμισαν όλα τα δοχεία. Στη συνέχεια, τα 105 φυτά τομάτας μεταφυτεύτηκαν στις γλάστρες και τοποθετήθηκαν μέσα στο θερμοκήπιο χωρισμένα σε 5 μεταχειρίσεις και από τρεις επαναλήψεις η κάθε μια, ενώ αντίστοιχα τα 126 φυτά γογγυλιού χωρίστηκαν σε 6 μεταχειρίσεις και από τρεις επαναλήψεις αντίστοιχα. Την ημέρα μεταφύτευσης (10/11/2017) τα φυτά ποτίστηκαν καλά με νερό βρύσης. Λίγες μέρες αργότερα σε κάθε γλάστρα τοποθετήθηκε ετικέτα όπου αναγραφόταν η αντίστοιχη μεταχείριση, χρησιμοποιήσαμε 7 φυτά σε κάθε επέμβαση, αυτό σημαίνει ότι είχαμε 18 επεμβάσεις για το γογγύλι και 15 επεμβάσεις για την τομάτα.

Οι μεταχειρίσεις είναι οι εξής, τα γογγύλια ποικιλίας Maximus αρδεύονταν με διαλύματα NaCl συγκεντρώσεων 0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM και τα φυτά τομάτας ποικιλίας Nemesis με διαλύματα NaCl συγκεντρώσεων 0, 50, 100, 150 & 200 mM. Επίσης, δέχτηκαν επεμβάσεις με βιοδιεγερτικό σκεύασμα μυκορριζών και βακτηρίων (MICOSAT WP της ΒΙΟΡΥΛ Α.Ε.) καμία, μία & δύο φορές, και για τα δύο είδη φυτών. Ήταν σε μορφή υδατοδιαλυτής σκόνης, για τον εμπλουτισμό του εδάφους με συμβιωτικούς ενδομυκορριζικούς μύκητες του γένους *Glomus* και χρειάστηκαν 10gr σε 18 λίτρα νερού. Στις 24/11/2017 και στις 24/1/2018 έγιναν οι δύο εφαρμογές του σκευάσματος μυκορριζών στα ανάλογα φυτά.

Στις 12/12/2017 έγινε η πρώτη λίπανση με πλήρως υδατοδιαλυτό λίπασμα 20-20-20, με θρεπτικά ιχνοστοιχεία κατάλληλο για υδρολίπανση (ή/και διαφυλλικούς ψεκασμούς), με την αναγραφόμενη δόση επί της συσκευασίας. Οι υπόλοιπες λιπάνσεις γίνονταν κάθε 15 ημέρες με το ίδιο λίπασμα και με τον ίδιο τρόπο.

Η πρώτη άρδευση με νερό το οποίο είχε αλάτι ήταν στις 21/12/2017, στη συνέχεια το πότισμα γινόταν κάθε τέσσερις, 5 ή και 6 ημέρες ανάλογα τις ανάγκες των φυτών. Κάθε φυτό ποτιζόταν με πλαστικό ποτήρι 250ml κάθε φορά, (250 ml/φυτό). Όταν τα φυτά μεγαλώνοντας έδειξαν σημάδια έλλειψης νερού η ποσότητα διπλασιάστηκε σε όλες τις γλάστρες.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν οι απαραίτητες καλλιεργητικές εργασίες έτσι ώστε να μην επηρεάσουν τα φυτά της τομάτας για παράδειγμα, οι πλάγιοι βλαστοί από τις μασχάλες των φύλλων, όπως επίσης και τα φύλλα που κάποιες φορές αναπτύσσονται στις ταξιανθίες, οπότε και αφαιρούνταν. Παράλληλα, στα φυτά τομάτας έγινε υποστύλωση, η οποία ακολούθησε την ανάπτυξη των

βλαστών έτσι ώστε να είναι ευθυτενείς και να διευκολύνεται η λήψη μετρήσεων και οι καλλιεργητικές εργασίες.

Σκεύασμα μυκορριζών



Εικόνα 1: Βιοδιεγερτικό σκεύασμα μυκορριζών και βακτηρίων MICOSAT WP της ΒΙΟΡΥΛ Α.Ε.

2.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Κατά τη διάρκεια του πειράματος μελετήθηκαν η ανάπτυξη και η εξέλιξη των φυτών υπό συνθήκες άρδευσης με αλατόνερο και με προσθήκη ή μη σκευάσματος μυκορριζών, γι' αυτό και κάθε τρεις εβδομάδες καταγραφόταν το ύψος των φυτών από την κάθε μεταχείριση. Το ύψος των φυτών τομάτας για την κάθε μεταχείριση μετρήθηκε με μέτρο από το σημείο ένωσης του φυτού με το έδαφος μέχρι τη βάση της κορυφής. Για τα γογγύλια αντίστοιχα μετρήθηκε το ύψος του από το σημείο ένωσης του φυτού με το έδαφος μέχρι την κορυφή του.

Για τον αριθμό των φύλλων στις τομάτες μετρήσαμε τα φύλλα εκτός των κοτυληδονόφυλλων και έως το κορυφαίο. Ενώ αντίστοιχα για τα γογγύλια κάθε φορά μετρίοταν ο συνολικός αριθμός των φύλλων που βρίσκονταν πάνω τους καθώς επίσης

και αυτά που είχαν πέσει καταγράφονταν σε ξεχωριστό πίνακα.

Μόνο για τις τομάτες καταγράψαμε επίσης τον αριθμό των ανθέων και των καρπών που υπήρχαν ανά ταξιανθία σε κάθε φυτό.

Κατά τη διάρκεια του πειράματός μας, πήραμε τρεις μετρήσεις που αφορούσαν τη χλωροφύλλη. Οι μετρήσεις έγιναν με χλωροφυλλόμετρο (SPAD 502), της εταιρείας KONICA MINOLTA, στις εξής ημερομηνίες: 29/12/2017, 20/2/2018 και 11/4/2018. Την πρώτη φορά η μέτρηση έγινε σε ένα φύλλο του φυτού, εκείνο που ήταν πιο ανεπτυγμένο. Η δεύτερη και η τρίτη έγιναν σε ένα πάνω και σε ένα κάτω φύλλο τα οποία ήταν ανεπτυγμένα αλλά όχι μαραμένα. Αυτή η ενέργεια έγινε για να δούμε τις διαφορές που υπήρχαν στα επίπεδα της χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών μας με το πέρασμα των εβδομάδων και των εφαρμογών μας.

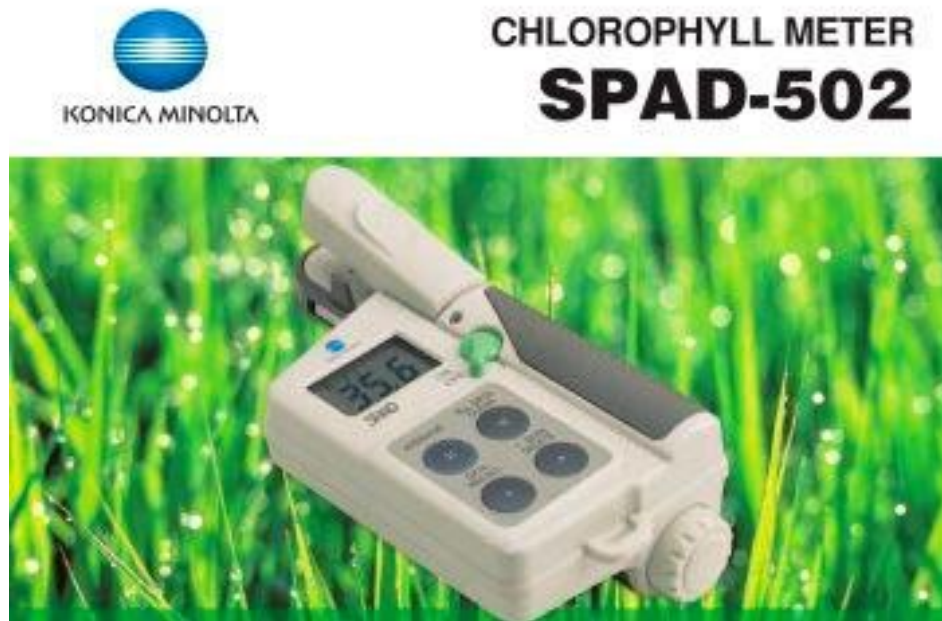
Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδαφικού διαλύματος (απορροής), έγινε στις 18/1/2018. Πήραμε δείγμα από όλα τα φυτά. Επίσης, κρατήσαμε 100ml από κάθε διάλυμα NaCl πριν το χρησιμοποιήσουμε. Επιπλέον, πήραμε μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας από το νερό της βρύσης με το οποίο ποτίζαμε τον μάρτυρα αλλά και από το διάλυμα νερού και λιπάσματος που προσθέταμε κατά διαστήματα στα φυτά. Όλα τα δείγματα μεταφέρθηκαν με προσοχή από το θερμοκήπιο στο εργαστήριο αποβλήτων όπου βρισκόταν το αγωγιμόμετρο. Η παραπάνω διαδικασία έγινε για να δούμε πόσο έχει επηρεάσει η προσθήκη αλατιού και μυκόρριζας το εδαφικό διάλυμα.

Στην τελευταία μέτρηση του πειράματος προσπαθήσαμε να υπολογίσουμε τη φυλλική επιφάνεια των γογγυλιών. Πήραμε το έβδομο φύλλο από κάθε ένα φυτό, το ζυγίσαμε και στη συνέχεια σχεδιάσαμε το περίγραμμα του σε χαρτί. Κόψαμε με ψαλίδι όλα τα σχέδια και τα χωρίσαμε σε ομάδες ανάλογα με τη συγκέντρωση της κάθε επέμβασης καθώς και τη προσθήκη της μυκόρριζας. Στη συνέχεια, από το χαρτί που χρησιμοποιήσαμε για τη σχεδίαση των φύλλων πήραμε ένα κομμάτι 100cm² το ζυγίσαμε και ζυγίσαμε επίσης τις ομάδες των συγκεντρώσεων. Με βάση την απλή μέθοδο των τριών βρήκαμε τη φυλλική επιφάνεια της κάθε συγκέντρωσης. Η περιγραφόμενη διαδικασία έγινε για να δούμε αν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων αλατότητας στη φυλλική επιφάνεια των φυτών μας.

Επιπλέον, κατά τη διάρκεια αυτής της μέτρησης καταγράψαμε ακόμα κάποια επιπλέον δεδομένα των φυτών αυτών. Όπως σημειώσαμε τον αριθμό των φύλλων

που είχαν τα φυτά στη συνέχεια ζυγίσαμε το 7^ο από το κάθε ένα. Έπειτα ζυγίσαμε ξεχωριστά το μίσχο και το έλασμα του κάθε ενός φύλλου. Επιπλέον σημειώσαμε και τον αριθμό των πεσμένων φύλλων κάθε φυτού.

Χλωροφυλλόμετρο



Εικόνα 2: Χλωροφυλλόμετρο (SPAD 502) της εταιρείας KONICA MINOLTA

(Πηγή: <https://www5.konicaminolta.eu/en/measuring-instruments/products/colour-measurement/discontinued-products/spad-502.html>)

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΓΟΓΓΥΛΙΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ MAXIMUS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

3.1.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΥΨΟΣ

Τα φυτά στα οποία δεν έχει γίνει καμία προσθήκη μυκόρριζας σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, παρουσιάζουν σταδιακή αύξηση του ύψους χωρίς η αύξηση της συγκέντρωσης NaCl να προκαλεί ιδιαίτερη αρνητική επίπτωση, παρά μόνο στα 200mM και το 250mM.

Τα φυτά που έχουν δεχτεί μια προσθήκη μυκόρριζας εξακολουθούν να μην έχουν σημαντικές διαφορές. Με εξαίρεση τα 200mM και το 250mM όπου παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, ενώ στις δύο προσθήκες μυκόρριζας τα φυτά στα 200mM και το 250mM εμφανίζουν μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τα φυτά χωρίς καθόλου μυκόρριζα μόνο στην αρχή του πειράματος (μέχρι την 9^η εβδομάδα).

Συμπεραίνοντας ότι η προσθήκη αλατότητας δεν επηρέασε αρνητικά την αύξηση του ύψους των φυτών, ενώ η προσθήκη μυκόρριζας έδωσε λίγο ψηλότερα φυτά στις συγκεντρώσεις 200mM και το 250mM και κυρίως στην αρχή του πειράματος .

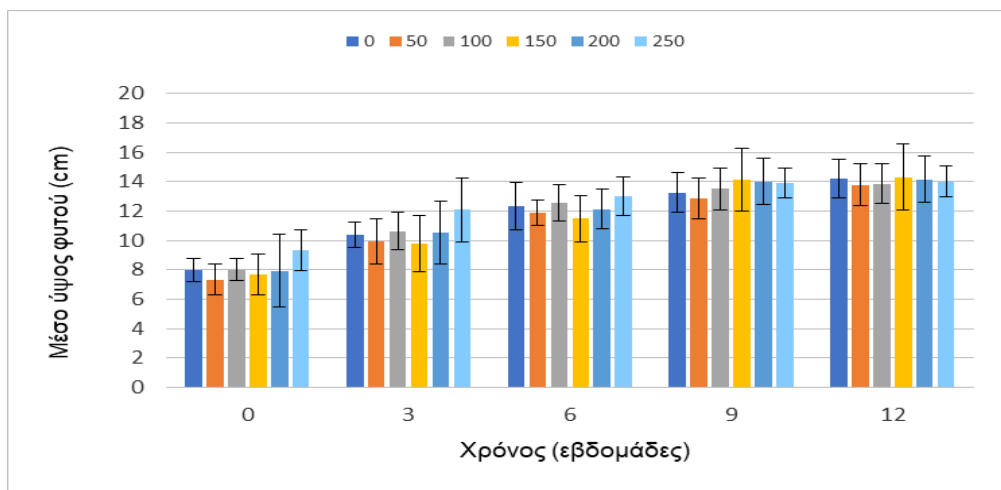
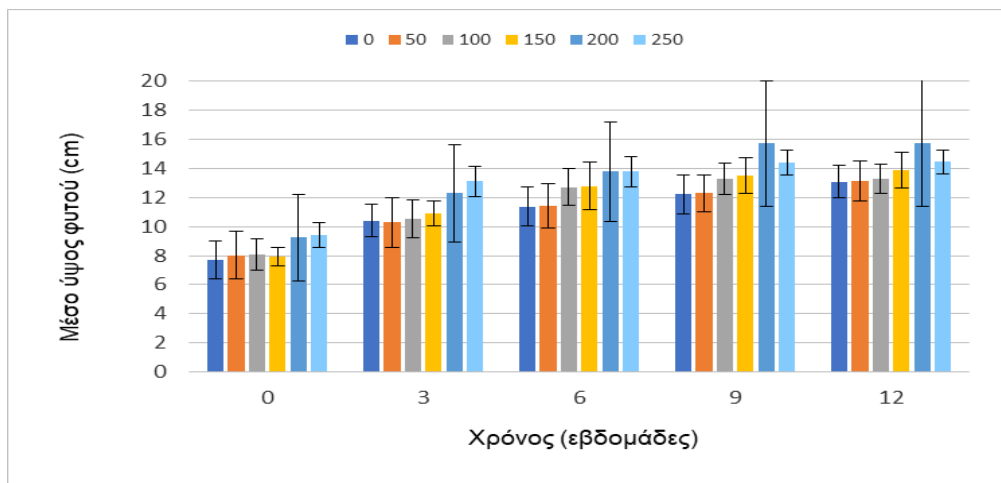
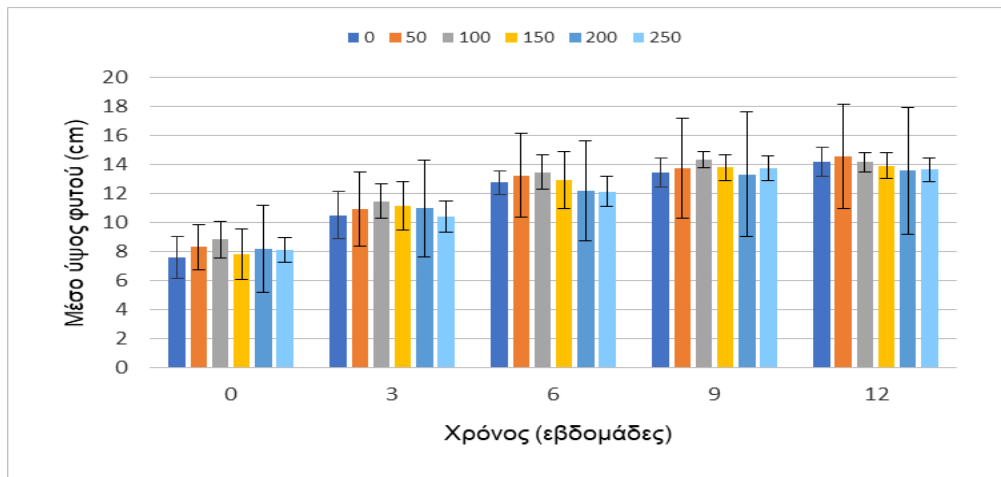
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου ύψους των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 3.

Πίνακας 1: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο ύψος φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Α. Καμία προσθήκη μυκόρριζας (0M)					
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)				
	0	3	6	9	12
0	7,6	10,54	12,79	13,49	14,21
50	8,34	10,96	13,29	13,79	14,59
100	8,84	11,49	13,5	14,36	14,19
150	7,8	11,2	12,9	13,8	13,9
200	8,21	11	12,21	13,36	13,6
250	8,11	10,46	12,14	13,74	13,67

Β. Μια προσθήκη μυκόρριζας (1M)					
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος σε εβδομάδες				
	0	3	6	9	12
0	7,71	10,4	11,37	12,21	13,1
50	8,03	10,29	11,43	12,29	13,13
100	8,09	10,54	12,71	13,3	13,27
150	7,93	10,89	12,79	13,53	13,87
200	9,24	12,3	13,79	15,71	15,77
250	9,39	13,11	13,79	14,43	14,47

Γ. Δυο προσθήκες μυκόρριζας (2M)					
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος σε εβδομάδες				
	0	3	6	9	12
0	7,97	10,36	12,36	13,24	14,19
50	7,34	9,93	11,86	12,86	13,77
100	8,01	10,64	12,57	13,5	13,86
150	7,71	9,81	11,47	14,14	14,31
200	7,93	10,56	12,14	14	14,14
250	9,34	12,07	13	13,93	14,01



Εικόνα 3: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στο μέσο ύψος φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

3.1.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΦΥΛΛΩΝ

Παρατηρούμε ότι τα φυτά της συγκέντρωσης των 100mM NaCl είχαν το μικρότερο αριθμό φύλλων, συγκριτικά με τις άλλες επεμβάσεις. Τις 9 πρώτες εβδομάδες όλα τα επίπεδα των συγκεντρώσεων παρουσιάζουν ελάχιστες διαφορές εξαιρώντας την συγκέντρωση των 100 mM. Κατά τη δωδέκατη αλλά και τη δέκατη πέμπτη εβδομάδα το 0 αλλά και το 50 παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανάπτυξη συγκριτικά με το 150, το 200 και το 250 mM των οποίων η μείωση είναι εμφανής.

Στα φυτά με την μια προσθήκη μυκόρριζας κατά τη διάρκεια των 4 πρώτων μετρήσεων σε όλες τις συγκεντρώσεις παρατηρούμε σταδιακή αύξηση των φύλλων. Στη δωδέκατη εβδομάδα το 0 παρουσιάζει μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Φτάνοντας στη δέκατη πέμπτη εβδομάδα το 0 έχει τα καλύτερα αποτελέσματα ενώ οι υπόλοιπες συγκεντρώσεις παρουσιάζουν μια φθίνουσα πορεία. Μέχρι στιγμής ο μάρτυρας φαίνεται να ξεχωρίζει σε αριθμό φύλλων συγκριτικά με τα υπόλοιπα φυτά. Στη συνέχεια, κοιτάζοντας τα αποτελέσματα των φυτών με δύο προσθήκες μυκόρριζας βλέπουμε ότι τα φυτά μας παρουσιάζουν μικρές διαφορές με τα φυτά της προηγούμενης κατηγορίας. Τις τέσσερις πρώτες εβδομάδες παρατηρούμε μια σταδιακή αύξηση του αριθμού των φύλλων, όμως σε αυτή την περίπτωση το 0 δεν έχει τόσο μεγάλη διαφορά με τις άλλες συγκεντρώσεις όπως προηγουμένως. Οι άλλες επεμβάσεις εμφανίζουν φθίνουσα πορεία όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του άλατος, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η παρουσία ή όχι μυκόρριζας δεν φαίνεται να επηρεάζει τον ρυθμό παραγωγής φύλλων. Από την 9^η εβδομάδα και μετά όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του άλατος τόσο μειώνεται ο αριθμός των φύλλων, ανεξάρτητα από την παρουσία μυκόρριζας.

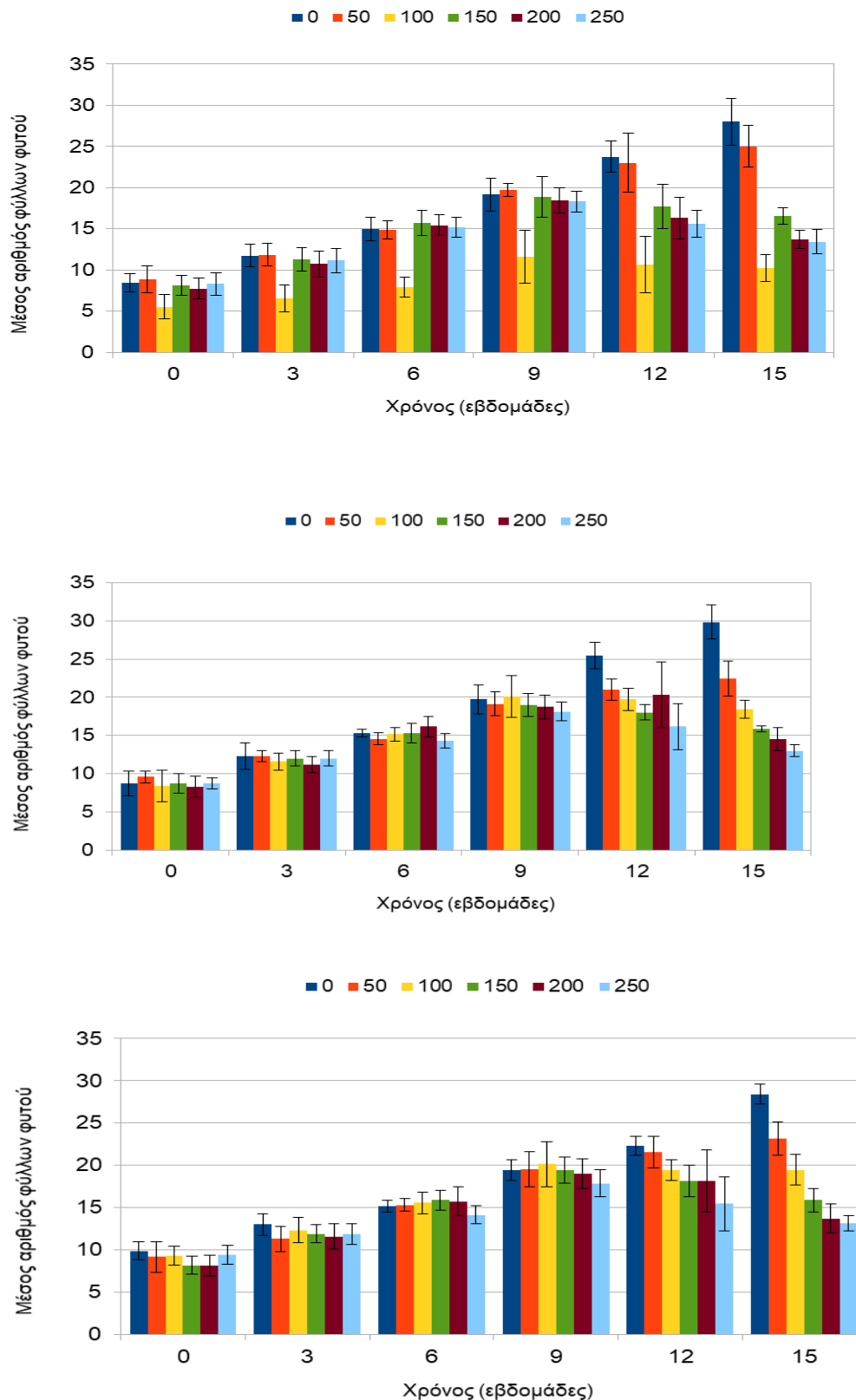
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 4.

Πίνακας 2: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στην παραγωγή φύλλων φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Α. Καμία προσθήκη μυκορριζας (0M)						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	8,43	11,71	15	19,14	23,71	28
50	8,86	11,86	14,86	19,71	23	25
100	5,53	6,53	7,95	11,61	10,67	10,19
150	8,14	11,29	15,71	18,86	17,71	16,57
200	7,71	11	15,43	18,43	16,3	13,71
250	8,29	11,14	15,14	18,29	15,57	13,43

Β. Μια προσθήκη μυκορριζας (1M)						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	8,71	12,3	15,29	19,71	25,4	29,86
50	9,57	12,29	14,57	19,14	21	22,43
100	8,43	11,57	15,14	20,1	19,71	18,43
150	8,71	12	15,29	19	18	15,86
200	8,29	11,1	16,14	18,71	20,29	14,57
250	8,71	12	14,29	18,14	16,14	13

Γ. Δυο προσθήκες μυκορριζας (2M)						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	9,86	13	15,14	19,43	22,29	28,43
50	9,14	11,29	15,29	19,57	21,57	23,14
100	9,29	12,29	15,57	20,1	19,43	19,43
150	8,14	11,86	15,86	19,43	18,14	15,86
200	8,14	11,57	15,71	19	18,14	13,71
250	9,43	11,86	14	17,86	15,43	13,14



Εικόνα 4: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στην παραγωγή φύλλων σε φυτά γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

3.1.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΞΕΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ

Τα ξερά και πεσμένα φύλλα αρχίζουν να εμφανίζονται σε όλα τα φυτά από την ένατη εβδομάδα και έπειτα. Στα φυτά χωρίς προσθήκη μυκόρριζας την ένατη εβδομάδα τον μικρότερο αριθμό ξερών και πεσμένων φύλλων τον έχει το 0 ενώ αυτός αυξάνεται όσο αυξάνεται και η συγκέντρωση της αλατότητας. Τη δωδέκατη εβδομάδα το 0 και το 250 παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές ενώ το 100 και το 200 τις μεγαλύτερες. Κατά τη δέκατη πέμπτη εβδομάδα τα 200mM μας δίνουν την μικρότερη τιμή σε αριθμό ξερών φύλλων. Γενικά, κατά την τελευταία μέτρηση ο αριθμός ξερών φύλλων ήταν μικρότερος συγκριτικά με τις άλλες δύο μετρήσεις. Τα φυτά στα οποία είχε γίνει μία προσθήκη μυκόρριζας την ένατη εβδομάδα το 0 είχε τη μικρότερη τιμή ενώ το 250 την μεγαλύτερη. Τη δωδέκατη εβδομάδα το μικρότερο αποτέλεσμα το είχε το 50 ενώ το υψηλότερο το 200mM. Από την άλλη πλευρά την τελευταία εβδομάδα το την χαμηλότερη τιμή την εμφάνιζε το 250 και την μεγαλύτερη το 0. Στις επεμβάσεις με τη διπλή μυκόρριζα την ένατη εβδομάδα το 100 και το 150 είχαν το ίδιο αποτέλεσμα το οποίο ήταν το μικρότερο σε αριθμό συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Το μεγαλύτερο αποτέλεσμα ήταν αυτό του 200mM. Στην προτελευταία μέτρηση τον μικρότερο αριθμό ξερών φύλλων παρουσίαζε το 100 και μεγαλύτερο το 150. Κατά την τελευταία εβδομάδα των μετρήσεων την μικρότερη τιμή την εμφάνισε το 200 ενώ τη μεγαλύτερη το 0.

Από τα τρία αυτά διαγράμματα βλέπουμε ότι την 15^η εβδομάδα με παρουσία μυκόρριζας μία, ή δύο φορές τα φυτά που ποτίζονται με νερό έχουν τον μεγαλύτερο αριθμό ξερών φύλλων σε σχέση με αυτά που δεν είχαν μυκόρριζα.

Συμπερασματικά, τη δωδέκατη εβδομάδα τα ξερά φύλλα στα φυτά χωρίς μυκόρριζα ήταν γενικά περισσότερα από ότι στα φυτά με μυκόρριζα μία ή δύο φορές, ειδικά στις συγκεντρώσεις 100 και 200 mM NaCl.

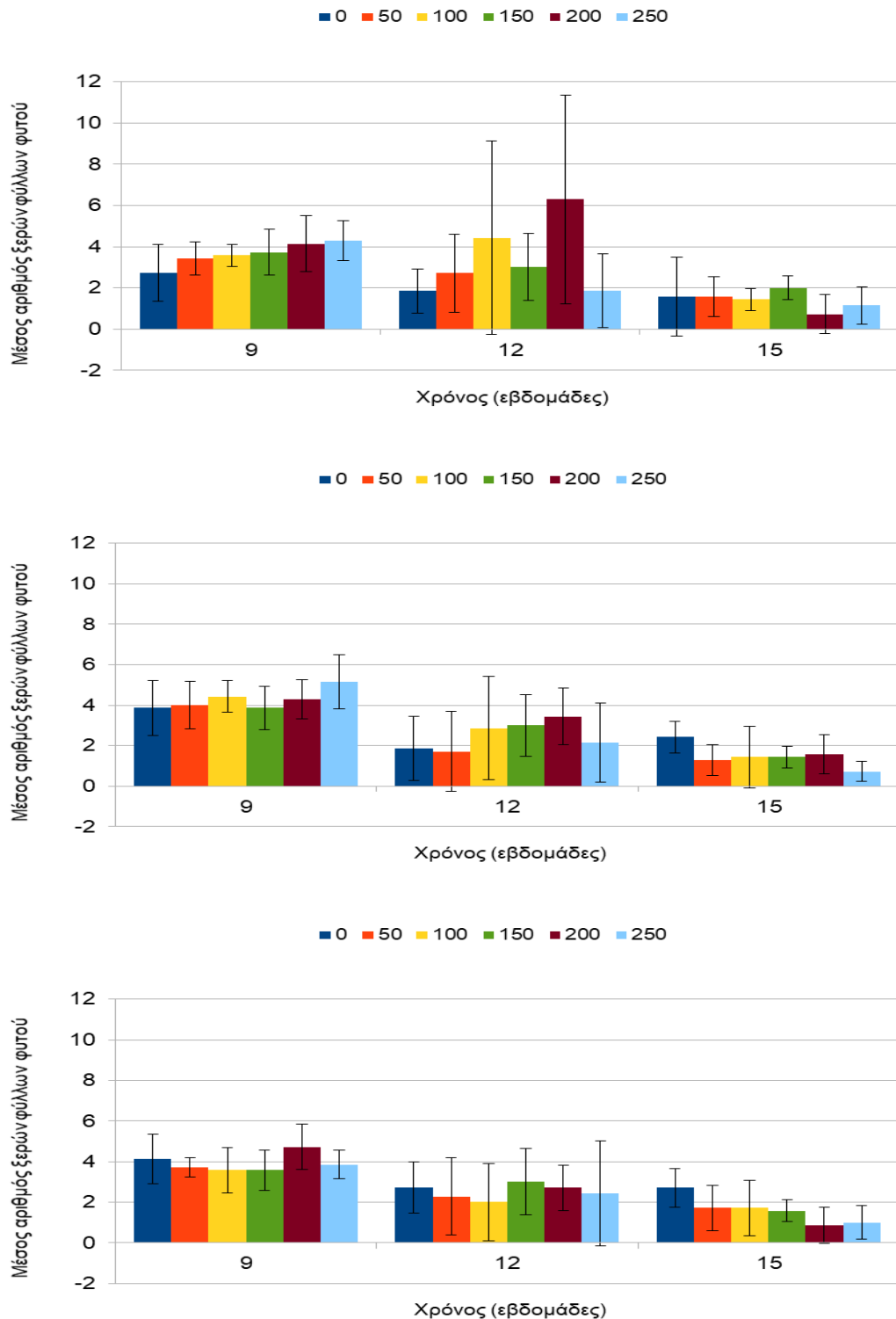
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού ξερών φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 5.

Πίνακας 3: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στην παραγωγή ξερών φύλλων σε φυτά γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Α. Καμία προσθήκη μυκόρριζας (0M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	9	12	15
0	2,71	1,86	1,57
50	3,43	2,71	1,57
100	3,57	4,43	1,43
150	3,71	3	2
200	4,14	6,29	0,71
250	4,29	1,86	1,14

Β. Μια προσθήκη μυκόρριζας (1M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	9	12	15
0	3,86	1,86	2,43
50	4	1,71	1,29
100	4,43	2,86	1,43
150	3,86	3	1,43
200	4,29	3,43	1,57
250	5,14	2,14	0,71

Γ. Δυο προσθήκες μυκόρριζας (2M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	9	12	15
0	4,14	2,71	2,71
50	3,71	2,29	1,71
100	3,57	2	1,71
150	3,57	3	1,57
200	4,71	2,71	0,86
250	3,86	2,43	1



Εικόνα 5: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στην παραγωγή ξερών φύλλων σε φυτά γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

3.1.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΙΜΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΦΥΛΛΩΝ

Για την καταγραφή της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις. Η πρώτη έγινε στην αρχή της εγκατάστασης του πειράματος. Η δεύτερη έγινε 8 εβδομάδες αργότερα και η τρίτη πραγματοποιήθηκε κατά την 15 εβδομάδα. Την πρώτη φορά η μέτρηση έγινε σε ένα φύλλο του φυτού, εκείνο που ήταν πιο ανεπτυγμένο. Η δεύτερη και η τρίτη έγιναν σε ένα πάνω και σε ένα κάτω φύλλο τα οποία ήταν ανεπτυγμένα αλλά όχι μαραμμένα.

- **Κάτω φύλλο**

Στα φυτά που δεν έγινε προσθήκη μυκόρριζας κατά την πρώτη μέτρηση τα αποτελέσματα έχουν μικρή απόκλιση μεταξύ τους. Την όγδοη εβδομάδα ο μάρτυρας έχει παρόμοια αποτελέσματα με το 200 και το 250 ενώ η τιμή του 150 ήταν μεγαλύτερη απ' όλες. Τα φυτά της συγκέντρωσης του 100mM είχε τη μικρότερη τιμή. Στην τελευταία μέτρηση η χλωροφύλλη ήταν περισσότερη στα 200 mM NaCl ενώ ο μάρτυρας παρουσίαζε την χαμηλότερη τιμή.

Ομοίως και στη μια προσθήκη μυκόρριζας κατά την πρώτη μέτρηση τα φυτά παρουσιάζουν ελάχιστες διαφορές στις τιμές της χλωροφύλλης. Στη δεύτερη μέτρηση φαίνεται ότι τα φυτά στα 150, 200 και 250 mM NaCl έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης συγκριτικά με το 0 το 50 και το 100. Όμως στη δέκατη έκτη εβδομάδα τα φυτά της συγκέντρωσης των 100 mM παρουσιάζουν αύξηση στα επίπεδα της χλωροφύλλης η οποία φτάνει στις ίδιες τιμές με το 150 και το 250. Το 0 και το 50 εξακολουθούν να έχουν χαμηλές τιμές.

Στα φυτά που η προσθήκη μυκόρριζας έγινε δύο φορές κατά την πρώτη μέτρηση τα ποσοστά της χλωροφύλλης δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Στη δεύτερη μέτρηση ο μάρτυρας έχει την χαμηλότερη τιμή από όλες τις επεμβάσεις. Κατά την Τρίτη μέτρηση ο μάρτυρας έχει τη μικρότερη τιμή ενώ το 150 το 250 και ιδιαίτερα το 200 παρουσιάζουν σημαντική αύξηση συγκριτικά με τις άλλες δύο προσθήκες μυκόρριζας. Καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η προσθήκη 200mM NaCl είχε την υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης την δέκατη πέμπτη εβδομάδα.

- **Επάνω φύλλο**

Όσον αφορά τα επάνω φύλλα δεν υπάρχουν τιμές στη πρώτη μέτρηση γιατί αυτή έγινε μόνο σε ένα κάτω φύλλο. Οπότε τα φυτά χωρίς μυκόρριζα στη δεύτερη

μέτρηση οι τιμές εμφανίζουν μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους με το 150 να έχει την μεγαλύτερη τιμή. Στη τρίτη όμως υπάρχουν πολύ μεγάλες αποκλίσεις που έχουν να κάνουν με τον μάρτυρα και το 50 σε σχέση με τις άλλες συγκεντρώσεις των οποίων η τιμή αυξάνεται κατά πολύ. Με το 100, 200 και 250 να είναι κοντά και το 150 να τις ξεπερνά.

Όπως συμβαίνει στα φυτά χωρίς μυκόρριζα έτσι και στη μια προσθήκη αυτής, τα αποτελέσματα της όγδοης εβδομάδας δεν παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Την δέκατη έκτη όμως τα φυτά που βρίσκονται κάτω από τη συγκέντρωση των 50 mM NaCl παρουσιάζουν την χαμηλότερη τιμή σε χλωροφύλλη και ακολουθεί το 0. Το 200 έχει τη μεγαλύτερη τιμή χλωροφύλλης ενώ πριν από αυτό είναι το 250. Σε ενδιάμεσα επίπεδα βρίσκεται το 100 και το 150.

Στις δύο επεμβάσεις μυκόρριζας την όγδοη εβδομάδα δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές όπως και προηγούμενος. Στη τελευταία μέτρηση όμως το 100, το 150, το 200 και το 250 εμφανίζουν μικρές αποκλίσεις στις τιμές της χλωροφύλλης, με το 150 να έχει την καλύτερη, οι οποίες είναι κατά πολύ υψηλότερες σε σχέση με το 0 και το 50. Καταλήγοντας στο ότι στις μεγάλες συγκεντρώσεις η χλωροφύλλη έχει την υψηλότερη τιμή. Ενώ στο 0 και το 50 συμβαίνει το αντίθετο.

Συνολικά: Όπως διαπιστώσαμε **τα κάτω φύλλα** παρουσιάζουν μικρές διαφορές στην ποσότητα χλωροφύλλης, η οποία είναι λίγο αυξημένη την 8^η εβδομάδα στις συγκεντρώσεις 150, 200 και 250 mM NaCl ενώ την 15^η εβδομάδα η ποσότητα χλωροφύλλης είναι αυξημένη στις συγκεντρώσεις και των 100 επιπλέον των 150, 200 και 250 mM NaCl, χωρίς να υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις μυκόρριζας. **Τα πάνω φύλλα** παρουσιάζουν παρόμοια τάση με τη διαφορά ότι η ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα των 100, 150, 200 και 250 mM NaCl, είναι σημαντικά υψηλότερη από τα φύλλα των χαμηλότερων συγκεντρώσεων, χωρίς και αυτά να παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις μυκόρριζας.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων χλωροφύλλης παρουσιάζονται συνοπτικά στις Εικόνες 6 και 7.

Πίνακας 4: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη μέση τιμή χλωροφύλλης του κάτω

φύλλου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Α. Καμία προσθήκη μυκόρριζας (0M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	0	8	15
0	34,7	33,67	36,13
50	34,36	27,84	37,09
100	35,17	26,16	42,81
150	32,04	38,01	44,87
200	32,77	35,61	46,89
250	30,81	35,06	41,94

Β. Μια προσθήκη μυκόρριζας (1M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	0	8	15
0	34,44	30,09	35,51
50	34,83	28,04	34,71
100	34,2	27,36	40,36
150	32,87	37,59	39,81
200	31,56	37,4	42,76
250	32,13	39,69	39,21

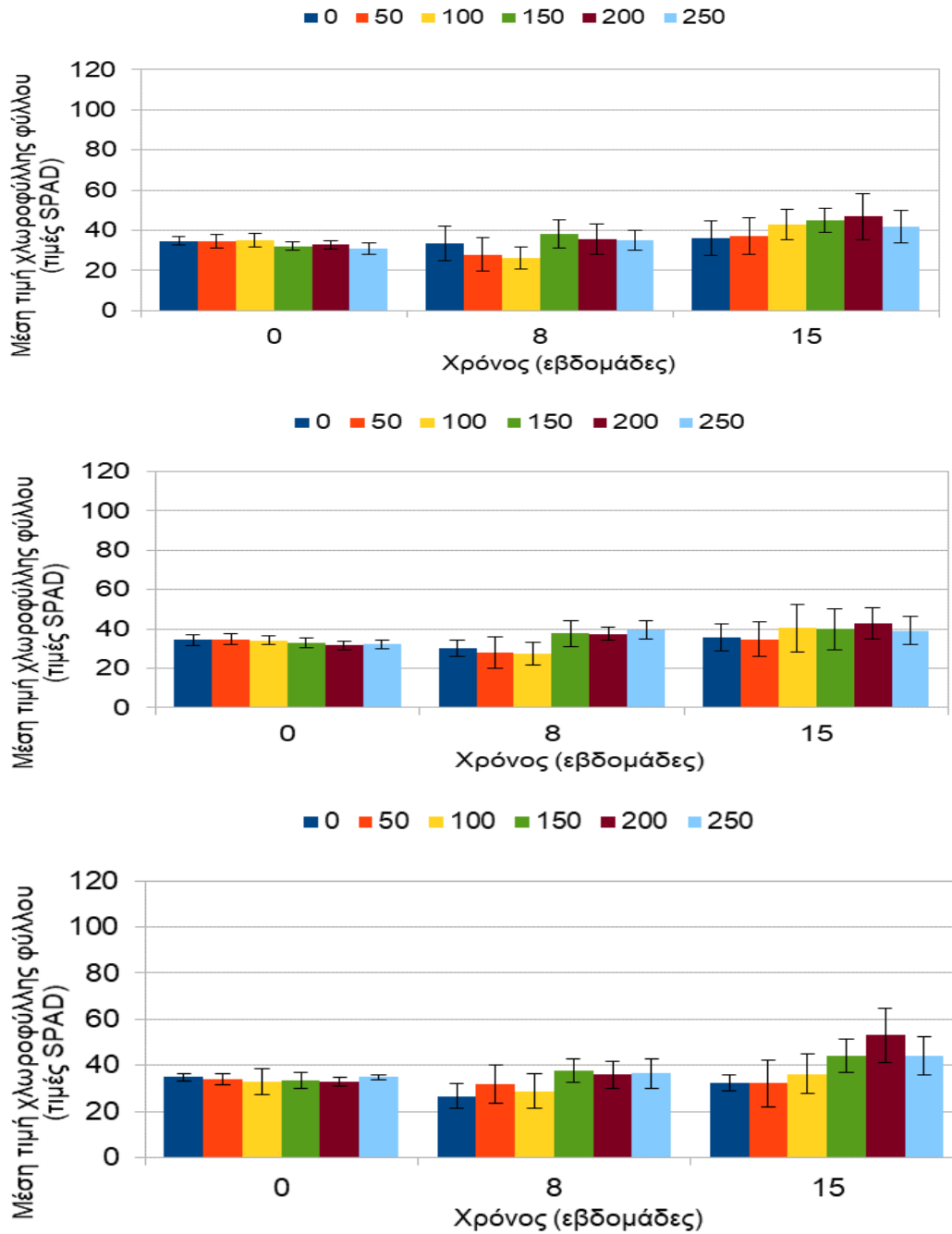
Γ. Δυο προσθήκες μυκόρριζας (2M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	0	8	15
0	34,8	26,51	32,26
50	33,91	31,71	32,17
100	33	28,79	36,23
150	33,29	37,77	44,04
200	32,87	36,01	52,97
250	34,74	36,43	44,09

Πίνακας 5: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη μέση τιμή χλωροφύλλης του επάνω φύλλου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

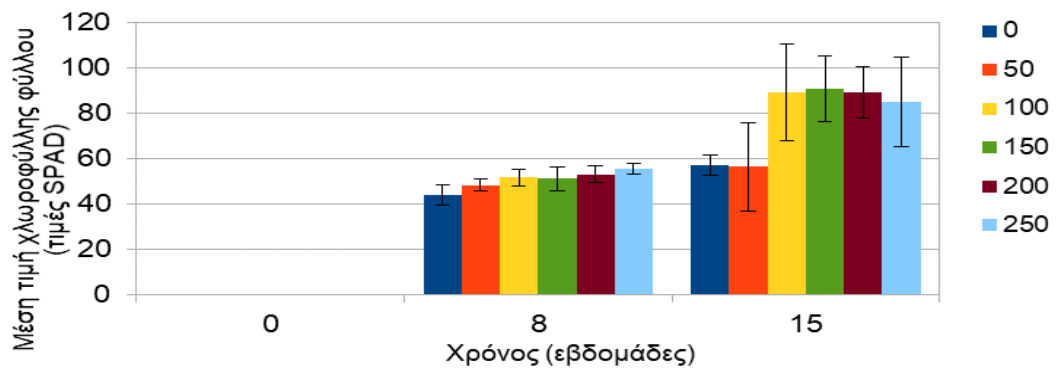
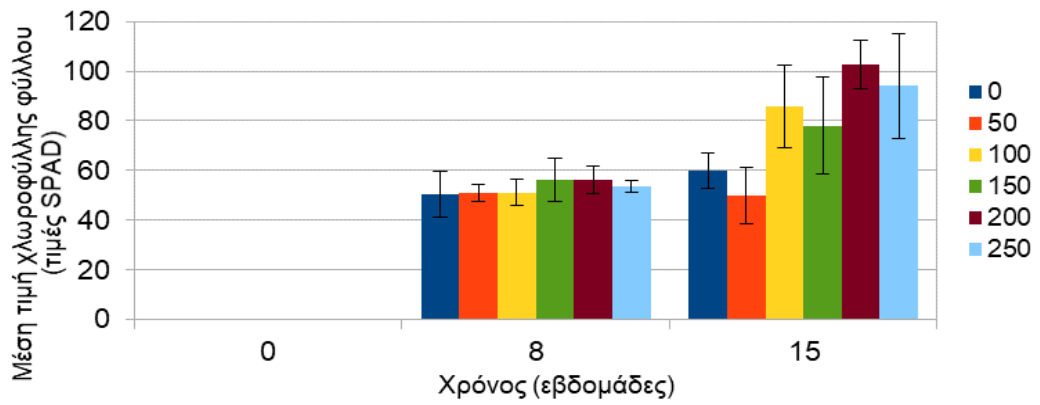
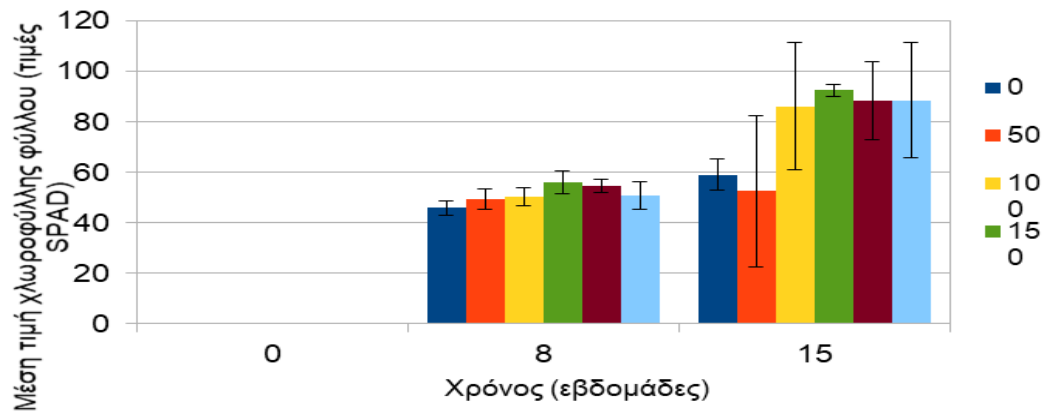
Α. Καμία προσθήκη μυκόρριζας (0M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	0	8	15
0	0	45,94	59,13
50	0	49,4	52,66
100	0	50,44	86,30
150	0	56,00	92,56
200	0	54,53	88,5
250	0	50,89	88,59

Β. Μια προσθήκη μυκόρριζας (1M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	0	8	15
0	0	50,64	60,11
50	0	50,90	49,83
100	0	51,17	85,69
150	0	56,27	78,09
200	0	56,3	102,74
250	0	53,61	93,97

Γ. Δυο προσθήκες μυκόρριζας (2M)			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	0	8	15
0	0	43,76	57,06
50	0	48,29	56,47
100	0	51,54	89,36
150	0	51,10	90,97
200	0	53,09	89,13
250	0	55,56	85,04



Εικόνα 6: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στη μέση τιμή χλωροφύλλης του κάτω φύλλου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 7: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στη μέση τιμή χλωροφύλλης του επάνω φύλλου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

3.1.5 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΒΑΡΟΥΣ 15^ΗΣ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ

Κατά την έκτη και τελευταία μέτρηση του πειράματος μας πήραμε κάποιες επιπλέον μετρήσεις ώστε να μας βοηθήσουν να καταλήξουμε στο συμπέρασμα αν η προσθήκη μυκόρριζας ή όχι επηρέασε τα φυτά τα οποία βρίσκονταν υπό το στρες αλατότητας.

- ✓ Μέσο βάρος βλαστού φυτών

Στη συγκεκριμένη μέτρηση το 0 παρουσιάζει το υψηλότερο μέσο βάρος βλαστού με το μάρτυρα με μία μυκόρριζα να ακολουθεί. Όσον αφορά την προσθήκη ή όχι μυκόρριζας αυτό δεν φαίνεται να επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα καμίας συγκέντρωσης.

Αξιοσημείωτο όμως είναι ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του αλατιού τόσο μειώνεται το μέσο βάρος. Με τα φυτά που βρίσκονται υπό τη συγκέντρωση του 250mM NaCl να έχουν τις χαμηλότερες τιμές. Από αυτή τη μέτρηση καταλήγουμε στο ότι τα φυτά του 0, του 0M1 και του 0M2 ήταν πιο εύρωστα συγκριτικά με τα υπόλοιπα.

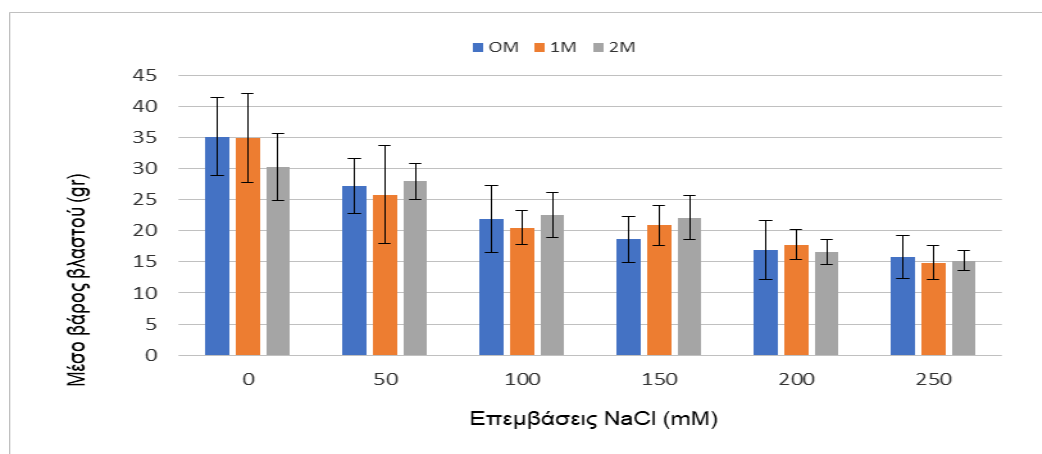
Τα αποτελέσματα της μέτρησης του μέσου βάρους του βλαστού των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 8.

Το βάρος των φυτών επηρεάστηκε αρνητικά από την αλατότητα, χωρίς η προσθήκη μυκόρριζας να επηρεάζει με την εξαίρεση της καταγραφής λίγο μεγαλύτερου βάρους των φυτών με μυκόρριζα μία ή δύο φορές, στη συγκέντρωση 150mM

Πίνακας 6: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος του βλαστού φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Συγκέντρωση NaCl (mM)	Επεμβάσεις μυκόρριζας		
	0M	1M	2M
0	35,13	34,96	30,24
50	27,21	25,81	27,96
100	21,90	20,50	22,59

150	18,64	20,92	22,11
200	16,91	17,79	16,58
250	15,75	14,89	15,20



Εικόνα 8: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος βλαστού φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

✓ Μέσο βάρος ελάσματος

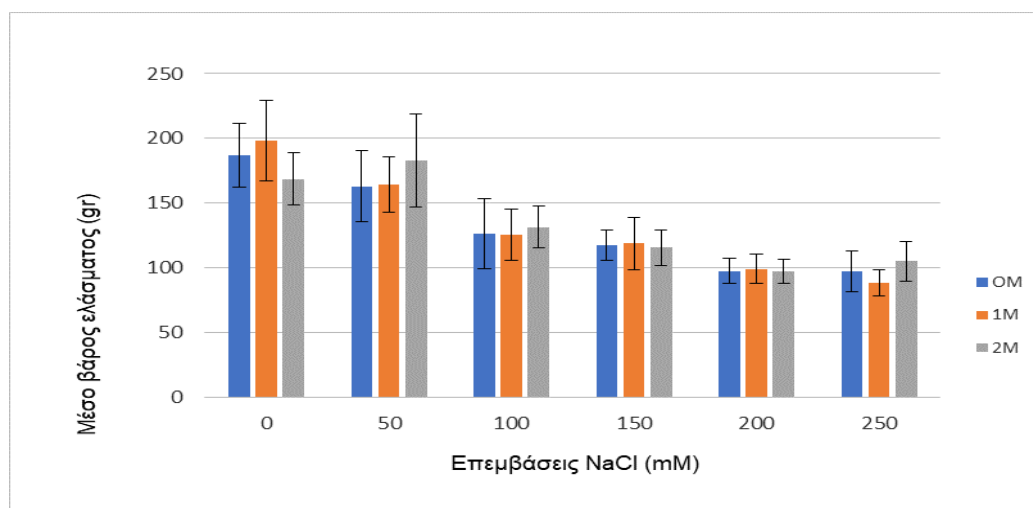
Φτάνοντας στο σημείο της μέτρησης του βάρους του ελάσματος βλέπουμε ότι τα φυτά που ποτίζονταν με νερό μας δίνουν καλύτερα αποτελέσματα, με το 0M1 να μας δίνει την υψηλότερη τιμή αφού το βάρος του ελάσματος επηρεάστηκε αρνητικά από την αλατότητα. Όμως όσον αφορά τη μυκόρριζα παρατηρούμε ότι η προσθήκη δύο μυκορριζών μας δίνει καλύτερα αποτελέσματα στις συγκεντρώσεις των 50mM, των 100 & 250mM. Ενώ σε όλες τις επεμβάσεις τα φυτά με μια μυκόρριζα και αυτά χωρίς έχουν σχεδόν τις ίδιες τιμές.

Γενικά η προσθήκη μυκόρριζας δύο φορές δίνει το συνολικά μεγαλύτερο βάρος ελάσματος σε σχέση με την προσθήκη μυκόρριζας μία φορά ή καμία.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του βάρους του ελάσματος των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 9.

Πίνακας 7: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος ελάσματος φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Συγκέντρωση NaCl (mM)	Επεμβάσεις μυκορριζας		
	0M	1M	2M
0	187,06	198,37	168,88
50	163,12	164,54	182,91
100	126,32	125,86	131,74
150	117,75	118,96	115,86
200	97,77	99,46	97,31
250	97,57	88,52	105,33



Εικόνα 9: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος ελάσματος φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

✓ Μέσο βάρος μίσχου φυτών

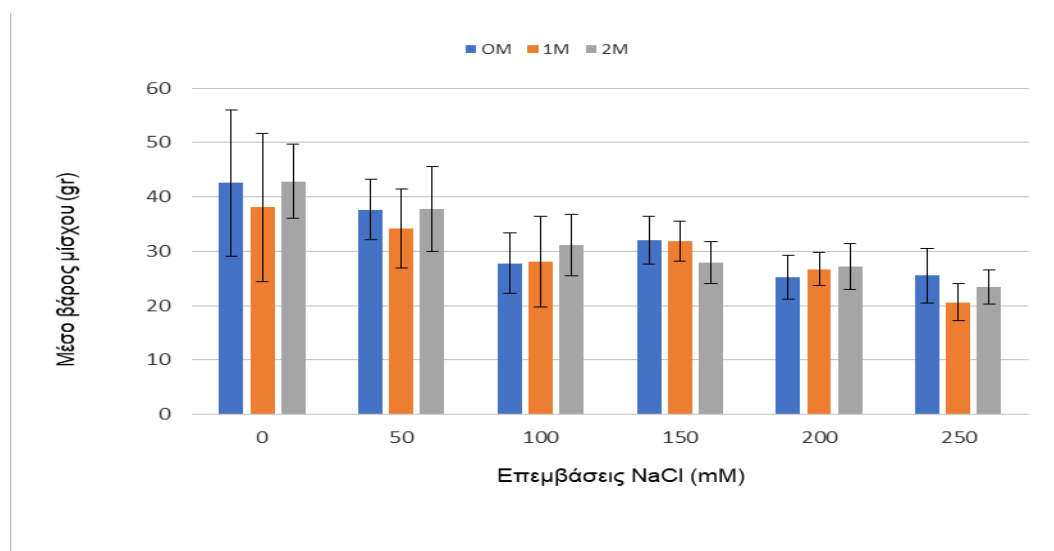
Φτάνοντας στη μέτρηση για το μέσο βάρος του μίσχου παρατηρούμε, ότι στα φυτά του 0 τα οποία δεν δεχτεί καμία προσθήκη μυκορριζας και εκείνα που είχαν δεχτεί δύο προσθήκες είχαν σχεδόν ίδια τιμή με το 0M2 (42,58γρ.) και περνάει λίγο το 0 (42,85γρ.). Αντίστοιχα το ίδιο συμβαίνει και στη συγκέντρωση του 50. Σε αυτή

του 100 το 100M2 έχει τη μεγαλύτερη τιμή. Ενώ στο 150 συνέβη το αντίθετο. Στη συγκέντρωση των 200mM η προσθήκη ή όχι μυκόρριζας δεν επηρέασε το αποτέλεσμα. Ενώ στα 250mM τα φυτά χωρίς μυκόρριζα είχαν το καλύτερο αποτέλεσμα. Σε αυτή τη μέτρηση φάνηκε ότι η διπλή παρουσία μυκόρριζας επηρέασε θετικά 0, το 50, το 100 και το 200. Η παρουσία άλατος δίνει φθίνοντα αποτελέσματα αυξανόμενης της συγκέντρωσης.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του μέσου βάρους του μίσχου των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 10.

Πίνακας 8: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος του μίσχου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Συγκέντρωση NaCl (mM)	Επεμβάσεις μυκόρριζας		
	0M	1M	2M
0	42,58	38,06	42,85
50	37,63	34,22	37,69
100	27,78	28,03	31,14
150	32,03	31,84	27,97
200	25,24	26,72	27,17
250	25,54	20,58	23,35



Εικόνα 10: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών

σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος του μίσχου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

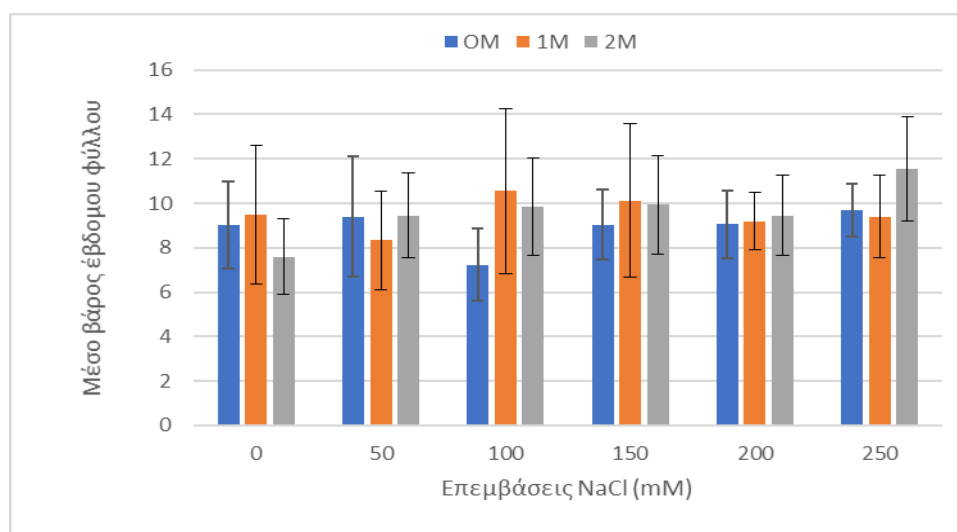
✓ Μέσο βάρος εβδομο φύλλου

Φτάνοντας στη μέτρηση που αφορά το μέσο βάρος του εβδομο φύλλου βλέπουμε ότι στα φυτά που ποτίζονται με νερό εκείνα που έχουν δεχτεί δύο προσθήκες μυκόρριζας είχαν λιγότερο βάρος (7,6gr) από εκείνα που είχαν δεχτεί μία (9,5gr). Τα φυτά που δεν είχαν καμία προσθήκη μυκόρριζας το βάρος τους ήταν λίγο πιο κάτω από το 0M1(9,03gr). Στα φυτά που ποτίζονται με αλατόνερο συγκέντρωσης 50mM NaCl εκείνα που δεν είχαν προσθήκη μυκόρριζας και εκείνα που είχαν δύο στο τέλος μας έδωσαν παραπλήσια αποτελέσματα με τα φυτά του 50M1 να μένουν πίσω. Φτάνοντας στη συγκέντρωση των 100 και 150mM τα φυτά που δεν είχαν καμία προσθήκη μυκόρριζας είχαν το μικρότερο βάρος (ιδιαίτερα αυτά των 100mM τα οποία μας έδωσαν το χαμηλότερο αποτέλεσμα όλου του πειράματος). Η μία προσθήκη μυκόρριζας ήταν εκείνη με την υψηλότερη τιμή της συγκεκριμένης επέμβασης. Από την άλλη πλευρά στα 200mM NaCl βλέπουμε μία ελαφριά αύξηση του βάρους όσο αυξάνεται και η παρουσία μυκόρριζας. Τέλος στα 250mM το 250M2 με διαφορά έχει την υψηλότερη τιμή (11,57gr) ενώ το 250M1 έχει την χαμηλότερη με 9,39gr.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του μέσου βάρους του εβδομο φύλλου των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 11.

Πίνακας 9: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος του εβδομοίου φύλλου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Συγκέντρωση NaCl (mM)	Επεμβάσεις μυκορριζας		
	0M	1M	2M
0	9,03	9,50	7,60
50	9,41	8,34	9,44
100	7,23	10,56	9,85
150	9,04	10,13	9,95
200	9,05	9,20	9,45
250	9,70	9,39	11,57



Εικόνα 11: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο βάρος του εβδομοίου φύλλου φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

3.1.6 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΦΥΛΛΟΥ

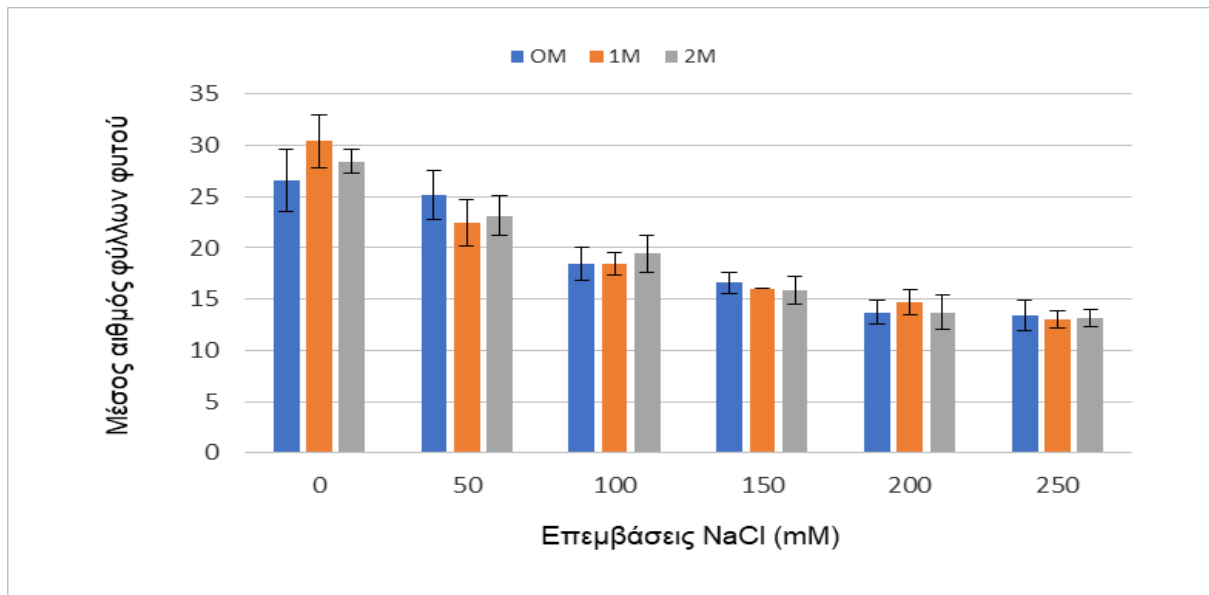
Αριθμός φύλλων

Το ίδιο γεγονός παρατηρούμε και στα αποτελέσματα που αφορούν τον μέσο αριθμό φύλλων που βρίσκονται στο φυτό. Δηλαδή τα φυτά τα οποία δεν ποτίζονταν με διάλυμα αλατιού είχαν τον υψηλότερο αριθμό φύλλων, με αυτό που είχε τη μία προσθήκη μυκόρριζας να την υψηλότερη τιμή. Επιπλέον παρατηρούμε ότι η προσθήκη ή όχι μυκόρριζας δεν επηρέασε ιδιαίτερα το τελικό αποτέλεσμα. Τέλος και εδώ βλέπουμε ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του άλατος τόσο μειώνεται ο αριθμός των φύλλων.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του μέσου αριθμού φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 12.

Πίνακας 10: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο αριθμό φύλλων φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

Συγκέντρωση NaCl (mM)	Επεμβάσεις μυκόρριζας		
	0M	1M	2M
0	26,57	30,43	28,43
50	25,14	22,43	23,14
100	18,43	18,43	19,43
150	16,57	16,00	15,86
200	13,71	14,71	13,71
250	13,43	13,00	13,14



Εικόνα 12: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο μέσο αριθμό φύλλων φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

3.1.7 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

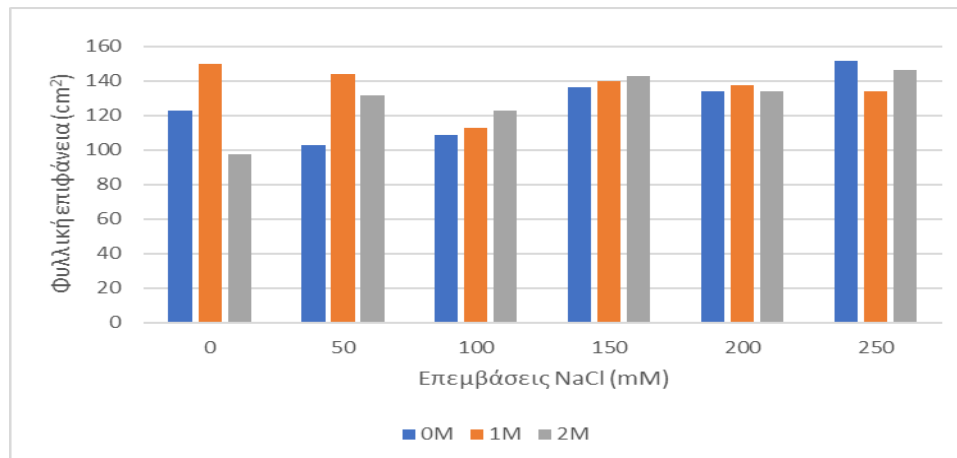
Παρατηρώντας το διάγραμμα και τον πίνακα της φυλλικής επιφάνειας του γογγυλιού βλέπουμε ότι το 250 έχει τη μεγαλύτερη τιμή $151,25\text{cm}^2$ ακολουθώντας τον 0M1 με 150cm^2 και έπειτα το 250M2 με $146,25\text{cm}^2$. Η μικρότερη τιμή παρουσιάζεται από το 0M2 με $97,5\text{cm}^2$ και πριν από αυτό είναι το 50 με $102,5\text{cm}^2$. Βλέποντας το ανά επέμβαση παρατηρούμε ότι για τα φυτά που ποτίζονται με νερό το 0M2 έχει τη μικρότερη τιμή $97,5\text{cm}^2$ ενώ το 0M1 έχει την υψηλότερη 150cm^2 . Με το 0 να βρίσκεται στη μέση με $122,5\text{cm}^2$. Άρα η μία μυκόρριζα συνέβαλε στο να μας δώσουν τα φυτά μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια. Στη συγκέντρωση των 50mM βλέπουμε το 50 να έχει τη μικρότερη τιμή και στη συνέχεια να ακολουθεί το 50M2, το καλύτερο αποτέλεσμα συναντάται στο 50M1. Άρα και εδώ η μία μυκόρριζα έδρασε ευεργετικά. Όσον αφορά τα 100mM βλέπουμε ότι όσο αυξάνεται μυκόρριζα τόσο καλύτερο είναι το αποτέλεσμα. Το ίδιο συμβαίνει και στα 150 mM. Στα 200mM τα αποτελέσματα δεν έχουν μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους αλλά η επέμβαση με την καλύτερη τιμή είναι το 200M1. Φτάνοντας στο 250mM όπου το 250M1 έχει την υψηλότερη τιμή όλου του πειράματος, ακολουθώντας το 250M2 με την τρίτη

υψηλότερη τιμή. Την χαμηλότερη την έχει το 250M1.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 13.

Πίνακας 11: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη φυλλική επιφάνεια φυτών γογγυλιού που βρίσκονται σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

Συγκέντρωση NaCl (mM)	Επεμβάσεις μυκορριζας		
	0M	1M	2M
0	122,5	150	97,5
50	102,5	143,75	131,25
100	108,75	112,5	122,5
150	136,25	140	142,5
200	133,75	137,5	133,75
250	151,25	133,75	146,25



Εικόνα 13: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150, 200 & 250 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη φυλλική επιφάνεια φυτών γογγυλιού στο θερμοκήπιο.

3.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ NEMESIS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

3.2.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΥΨΟΣ

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων φυτικής ανάπτυξης για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά τη 12^η & 15^η βδομάδα μεταξύ των επεμβάσεων 100 & 200 mM NaCl, με τη συγκέντρωση των 100 mM να δείχνει καλύτερη ανταπόκριση στο μέσο ύψος. Σαφώς η συγκέντρωση 0 mM (μάρτυρας) ήταν καλύτερη από 100, 150 & 200 mM και την 12^η και την 15^η βδομάδα. Επομένως, ο μάρτυρας χωρίς μυκορριζες, όσο περνούν οι βδομάδες, ανταποκρίνεται καλύτερα στο μέσο ύψος σε σχέση με τις επεμβάσεις αλατότητας. Λογικό αποτέλεσμα εφόσον το NaCl επηρεάζει τη φυσιολογία του φυτού, πράγμα που επιβεβαιώνεται και μεταξύ των συγκεντρώσεων 100 & 200 mM, με τη μεγαλύτερη να έχει τελικά φυτά με το χαμηλότερο μέσο ύψος.

Σχετικά με το μέσο ύψος των φυτών τομάτας με την προσθήκη μιας φοράς σκευάσματος μυκορριζών, ο μάρτυρας κι εδώ φαίνεται να έχει την καλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με τις επεμβάσεις αλατότητας και ειδικά με τη συγκέντρωση 150 & 200 mM, όπου οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές. Οι υπόλοιπες επεμβάσεις δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Σε σχέση με τη μη προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών η χορήγηση μυκορριζών μια φορά, φαίνεται να δίνει καλή ανάπτυξη στη συγκέντρωση των 100 mM NaCl.

Όσον αφορά τώρα την ανταπόκριση στο μέσο ύψος των φυτών με την προσθήκη δυο φορές σκευάσματος μυκορριζών, ο μάρτυρας φαίνεται καλύτερος μόνο σε σχέση με το 100 mM. Η προσθήκη μυκορριζών 2 φορές δίνει καλύτερη ανάπτυξη σχετικά με το μέσο ύψος των φυτών μόνο στη συγκέντρωση των 150 mM NaCl σε σχέση με την 100 mM. Τα υπόλοιπα δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συγκριτικά και με την χορήγηση καμίας και μίας φοράς σκευάσματος μυκορριζών, τα φυτά των 150 mM μεταξύ των αυξημένων συγκεντρώσεων NaCl, φαίνεται να ανταποκρίνονται καλύτερα στο μέσο ύψος με την προσθήκη μυκορριζών 2 φορές.

Εν κατακλείδι η επίδραση της αλατότητας στο ύψος είναι αρνητική εκτός από την περίπτωση της χρήσης μυκόρριζας δύο φορές, που μέχρι και την 9^η εβδομάδα το ύψος των φυτών στο 150 mM είναι σημαντικά μεγαλύτερο από τις μικρότερες συγκεντρώσεις NaCl.

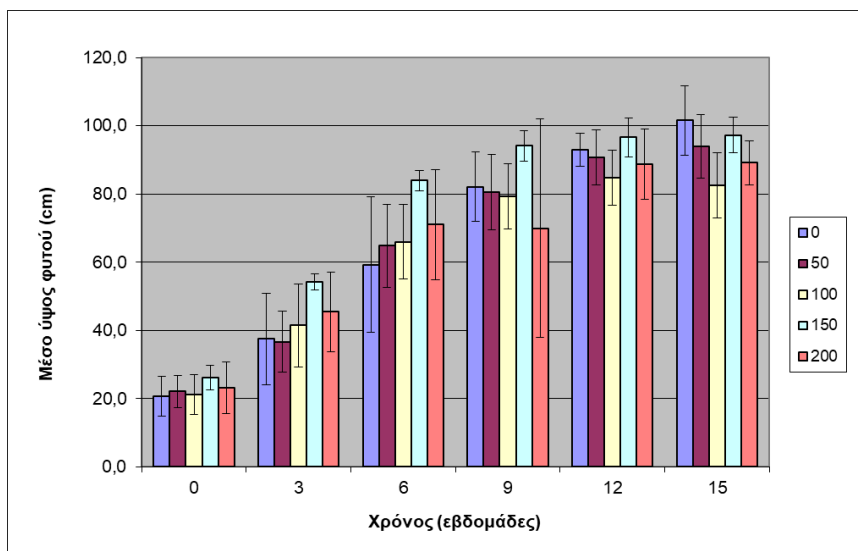
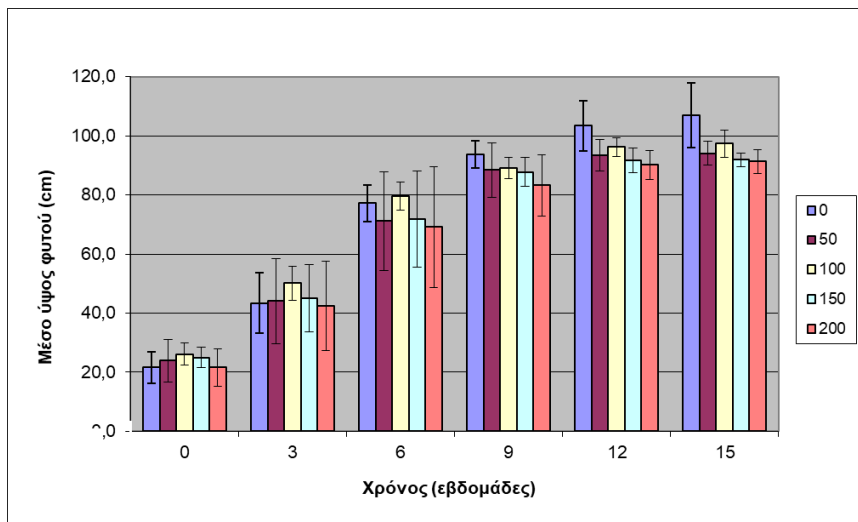
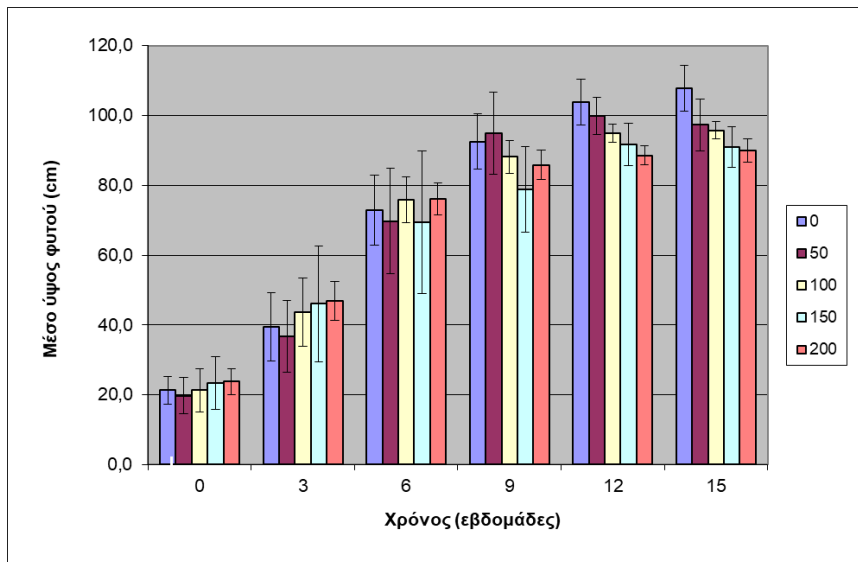
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου ύψους των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 14.

Πίνακας 13: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο ύψος φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

Α. M0						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	21,3	39,4	72,9	92,5	103,9	107,7
50	19,7	36,8	69,7	95,0	99,9	97,3
100	21,4	43,7	75,9	88,1	95,0	95,7
150	23,4	46,0	69,4	78,7	91,7	91,0
200	23,8	46,9	76,1	85,9	88,6	90,0

Β. M1						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	21,6	43,4	77,1	93,7	103,4	107,0
50	24,0	44,1	71,1	88,4	93,4	94,0
100	26,1	50,1	79,7	89,2	96,2	97,3
150	24,9	45,0	71,7	87,7	91,7	91,9
200	21,6	42,5	69,1	83,3	90,1	91,3

Γ. M2						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	20,8	37,5	59,3	82,1	93,0	101,6
50	22,1	36,7	64,9	80,6	90,7	94,0
100	21,3	41,5	66,0	79,3	84,7	82,5
150	26,2	54,1	83,9	94,1	96,6	97,3
200	23,2	45,5	71,0	70,0	88,7	89,1



Εικόνα 14: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε

τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στο ύψος φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

3.2.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΦΥΛΛΩΝ

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού φύλλων για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων 50 & 150 mM NaCl, με το 150 mM να μη ανταποκρίνεται τόσο καλά. Οριακή διαφορά φαίνεται μεταξύ 50 & 100 mM. Την 15^η βδομάδα σημαντική στατιστική διαφορά παρατηρείται μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων με NaCl (100, 150 & 200 mM), με τον μάρτυρα να έχει την καλύτερη ανταπόκριση.

Για τα φυτά τομάτας με προσθήκη μιας φοράς σκευάσματος μυκορριζών, με το πέρας των εβδομάδων δεν παρατηρούνται σημαντικές στατιστικές διαφορές εκτός από την 15^η και τελευταία βδομάδα, όπου η συγκέντρωση 200 mM NaCl φαίνεται να μην ανταποκρίνεται τόσο καλά όσο μάρτυρας και η μικρότερη συγκέντρωση NaCl 50 mM. Σε σχέση τώρα με τα φυτά χωρίς προσθήκη μυκορριζών φαίνεται ότι η προσθήκη μια φορά ευνοεί τη συγκέντρωση 100 & 150 mM NaCl.

Όσον αφορά τα φυτά με την προσθήκη 2 φορές σκευάσματος μυκορριζών αρχικά, την 3^η βδομάδα φαίνεται διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των 150 mM με την συγκέντρωση NaCl να δείχνει καλύτερη ανταπόκριση στον μέσο αριθμό φύλλων από ότι ο μάρτυρας. Στη συνέχεια, με το πέρας των εβδομάδων σημαντική διαφορά παρατηρείται μεταξύ μάρτυρα και 200 mM όπου η μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl δεν έχει καλή εικόνα.

Σε σχέση με την προσθήκη καμίας και μιας φοράς σκευάσματος μυκορριζών, οι 2 φορές φαίνεται να μη δίνουν σημαντικές στατιστικές διαφορές σε σχέση με τη μη χρήση μυκορριζας. Αντίθετα η χρήση μυκορριζας μία φορά έδωσε 1-2 περισσότερα φύλλα ειδικά προς το τέλος του πειράματος.

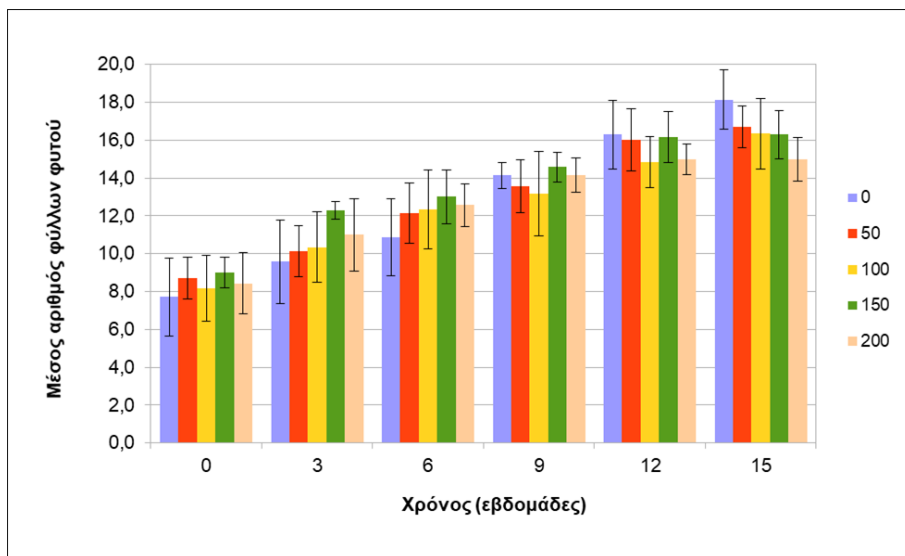
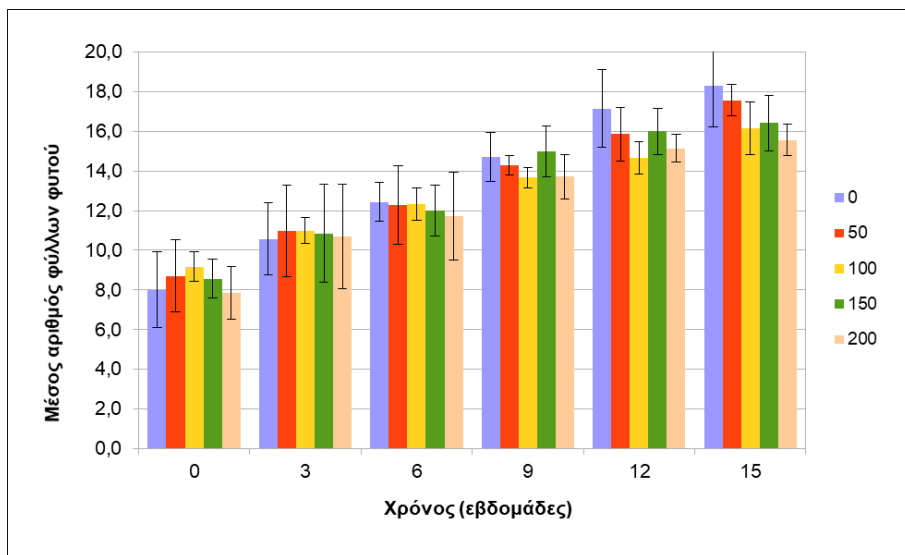
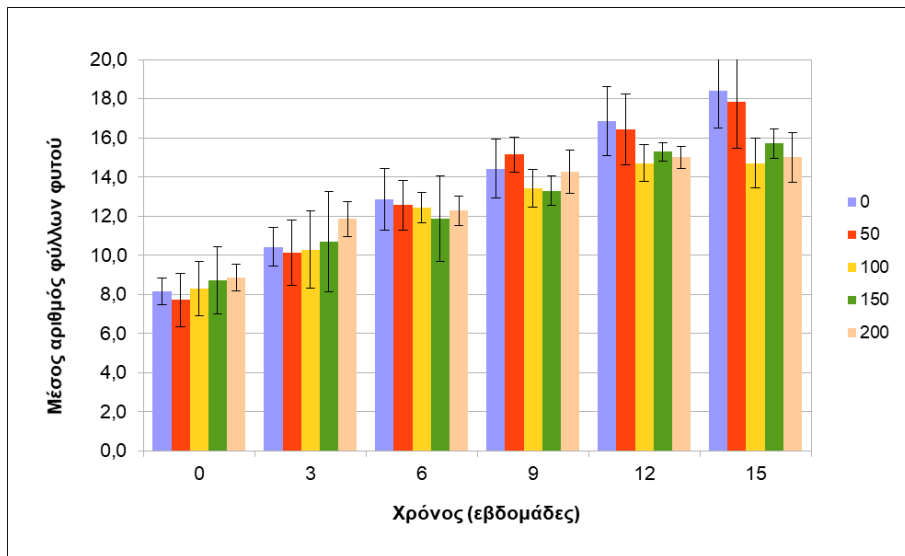
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 15.

Πίνακας 14: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στον αριθμό φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

Α. Μ0						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	8,1	10,4	12,9	14,4	16,9	18,4
50	7,7	10,1	12,6	15,1	16,4	17,9
100	8,3	10,3	12,4	13,4	14,7	14,7
150	8,7	10,7	11,9	13,3	15,3	15,7
200	8,9	11,9	12,3	14,3	15,0	15,0

Β. Μ1						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	8,0	10,6	12,4	14,7	17,1	18,3
50	8,7	11,0	12,3	14,3	15,9	17,6
100	9,2	11,0	12,3	13,7	14,7	16,2
150	8,6	10,9	12,0	15,0	16,0	16,4
200	7,9	10,7	11,7	13,7	15,1	15,6

Γ. Μ2						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0	3	6	9	12	15
0	7,7	9,6	10,9	14,1	16,3	18,1
50	8,7	10,1	12,1	13,6	16,0	16,7
100	8,2	10,3	12,3	13,2	14,8	16,3
150	9,0	12,3	13,0	14,6	16,1	16,3
200	8,4	11,0	12,6	14,1	15,0	15,0



Εικόνα 15: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε

τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στον αριθμό φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

3.2.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΞΕΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού ξερών φύλλων για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, στην αρχή την 9^η βδομάδα παρατηρείται αυξημένη ανταπόκριση του 100 & 200 mM σε σχέση με το μάρτυρα. Αυτό το γεγονός μας δείχνει ότι οι συγκεκριμένες συγκεντρώσεις NaCl επηρέασαν έντονα τα φυτά στο αρχικό στάδιο της ανάπτυξης. Στη συνέχεια, με το πέρας των εβδομάδων δεν φαίνεται κάποια σημαντική στατιστικά διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων.

Για τα φυτά με την προσθήκη μια φορά σκευάσματος μυκορριζών υπάρχει έντονη διαφορά την 15^η βδομάδα μεταξύ της μεγαλύτερης συγκέντρωσης των 200 mM NaCl και όλων των υπόλοιπων συγκεντρώσεων. Ο μάρτυρας επίσης είναι χαμηλότερα από τις συγκεντρώσεις 100 & 150 mM NaCl. Η προσθήκη μια φορά μυκορριζών δεν δείχνει να ωφελεί τις επεμβάσεις με NaCl. Σε σχέση με τη μη προσθήκη μυκορριζών ο μάρτυρας στην προσθήκη μιας φορές φαίνεται να ανταποκρίνεται καλύτερα.

Όσον αφορά τα φυτά με προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών 2 φορές, την 12^η βδομάδα σημαντική διαφορά φαίνεται μεταξύ 0 & 150 mM NaCl, με το μάρτυρα να ανταποκρίνεται καλύτερα, καθώς επίσης και μεταξύ 50 & 150 mM NaCl, με τη μικρότερη συγκέντρωση NaCl να ανταποκρίνεται καλύτερα. Στη συνέχεια, την 15^η βδομάδα ο μάρτυρας παραμένει χαμηλά σε σχέση με 100 & 150 mM. Η προσθήκη λοιπόν σκευάσματος μυκορριζών 2 φορές δείχνει να έχει μέτρια ανταπόκριση μεταξύ των επεμβάσεων με NaCl. Σε σχέση τώρα με την προσθήκη καμίας και μιας φορές μυκορριζών παρουσιάζεται στα φυτά με τις 2 φορές μια καλύτερη εικόνα μεταξύ μάρτυρα, 150 & 200 mM NaCl.

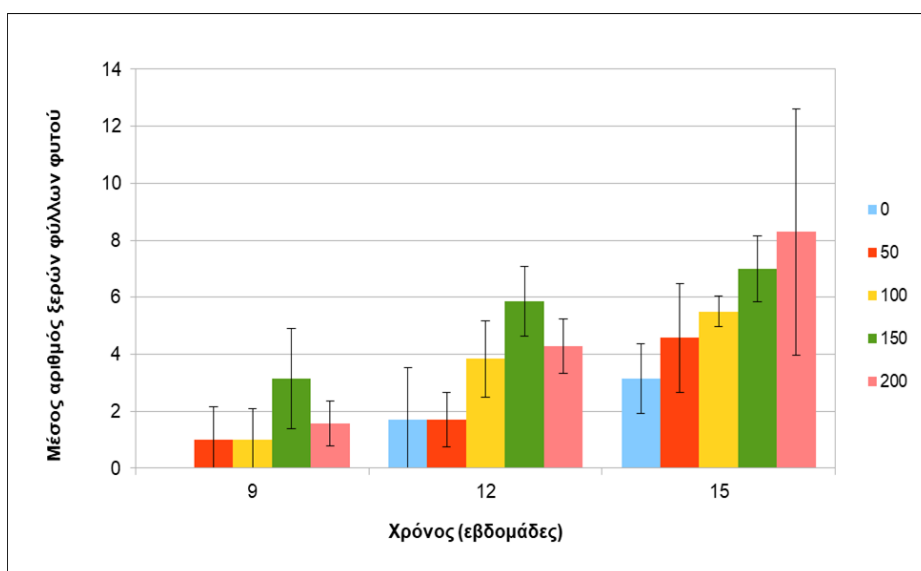
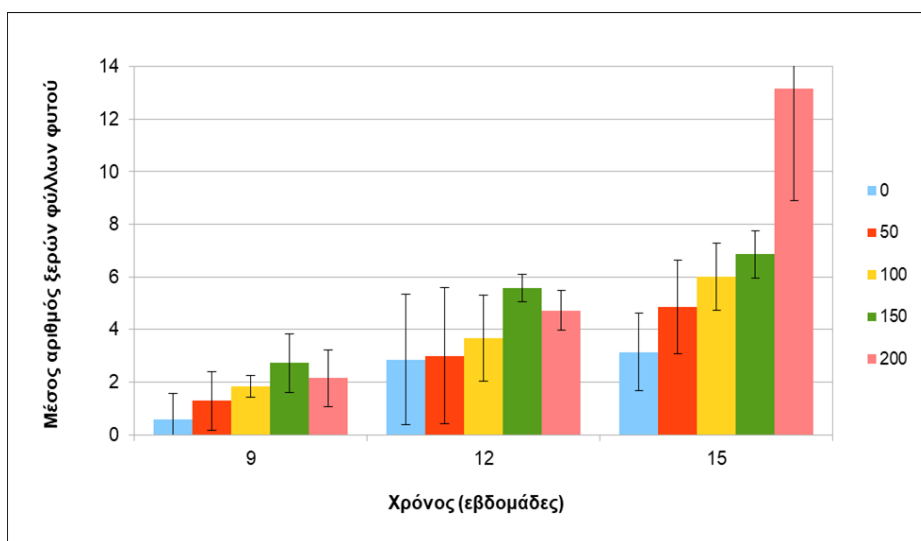
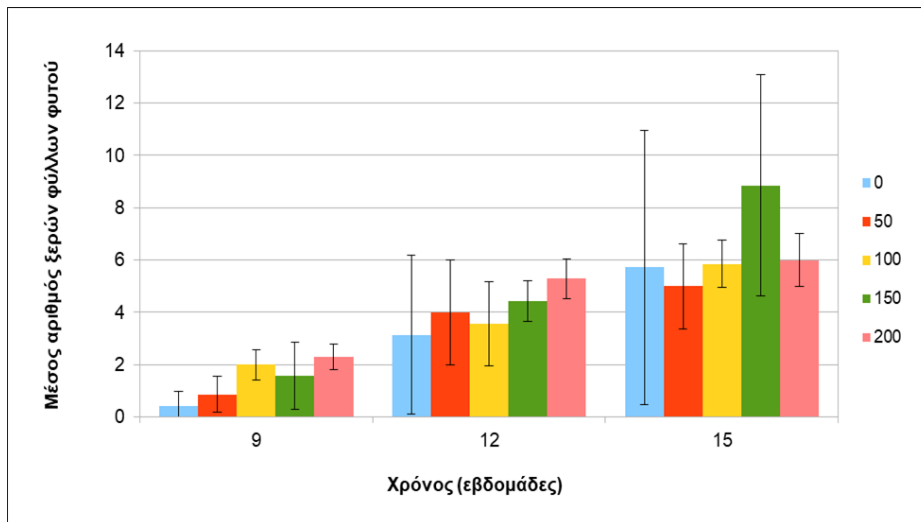
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού ξερών φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 16.

Πίνακας 15: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στον αριθμό ξερών φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

A. M0			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	9	12	15
0	0,4	3,1	5,7
50	0,9	4	5
100	2	3,6	5,9
150	1,6	4,4	8,9
200	2,3	5,3	6

B. M1			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	9	12	15
0	0,6	2,9	3,1
50	1,3	3,0	4,9
100	1,8	3,7	6,0
150	2,7	5,6	6,9
200	2,1	4,7	13,1

Γ. M2			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)		
	9	12	15
0	0	1,7	3,1
50	1	1,7	4,6
100	1	3,8	5,5
150	3,1	5,9	7,0
200	1,6	4,3	8,3



Εικόνα 16: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε

τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στον αριθμό ξερών φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

3.2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΑΝΘΕΩΝ & ΚΑΡΠΩΝ

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού ανθέων για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών αρχικά, την 3^η βδομάδα φαίνεται απότομη αύξηση με ασήμαντες όμως στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων με NaCl. Στη συνέχεια, με το πέρας των εβδομάδων η συγκέντρωση NaCl 50 mM φαίνεται να πλησιάζει τις διακυμάνσεις του μάρτυρα, καθώς επίσης, καλή ανταπόκριση δείχνει και το 200 mM με μια ικανοποιητική εικόνα όπως του 0 & 50 mM.

Για τα φυτά με χορήγηση σκευάσματος μυκορριζών μια φορά, την 3^η βδομάδα κι εδώ υπάρχει απότομη αύξηση με ασήμαντες στατιστικές διαφορές. Όσο περνούν οι βδομάδες οριακή διαφορά φαίνεται μεταξύ 100 & 200 mM με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl να είναι πιο χαμηλά. Σε σχέση με τη μη προσθήκη μυκορριζών στα φυτά με συγκέντρωση 100 & 150 mM NaCl, η προσθήκη μιας φοράς σκευάσματος μυκορριζών έχει δώσει καλύτερη εικόνα.

Όσον αφορά τα φυτά με προσθήκη δυο φορές μυκορριζών, κι εδώ φαίνεται απότομη αύξηση την 3^η βδομάδα αλλά με ασήμαντες στατιστικές διαφορές. Στην πορεία των εβδομάδων δεν φαίνονται σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων NaCl. Ούτε μεταξύ των άλλων δυο επεμβάσεων με σκεύασμα μυκορριζών παρατηρούνται διαφορές.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού ανθέων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 17.

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού καρπών για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών αρχικά, την 3^η βδομάδα η συγκέντρωση NaCl 200 mM φαίνεται να έχει καλύτερη ανταπόκριση από το μάρτυρα όπως επίσης οριακή διαφορά φαίνεται μεταξύ 0 & 50 mM. Στην πορεία δεν φαίνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές. Γενικά, ο μάρτυρας και η συγκέντρωση NaCl 150 mM φαίνεται να μην ανταποκρίνονται καλά όσο οι υπόλοιπες επεμβάσεις NaCl.

Για τα φυτά με την προσθήκη μιας φοράς σκευάσματος μυκορριζών, η συγκέντρωση NaCl 200 mM την 9^η και τελευταία βδομάδα δεν ανταποκρίνεται καλά στην παραγωγή καρπών σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις και ειδικά με τη συγκέντρωση 150 mM. Η προσθήκη μιας φοράς σκευάσματος μυκορριζών φαίνεται να δίνει καλύτερη εικόνα στα φυτά με συγκέντρωση 150 mM NaCl σε σχέση με τη μη προσθήκη μυκορριζών.

Όσον αφορά τα φυτά με προσθήκη 2 φορές σκευάσματος μυκορριζών, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συγκριτικά με την προσθήκη καμίας και μιας φοράς μυκορριζών η προσθήκη 2 φορές διατηρεί υψηλά τη συγκέντρωση 150 mM NaCl.

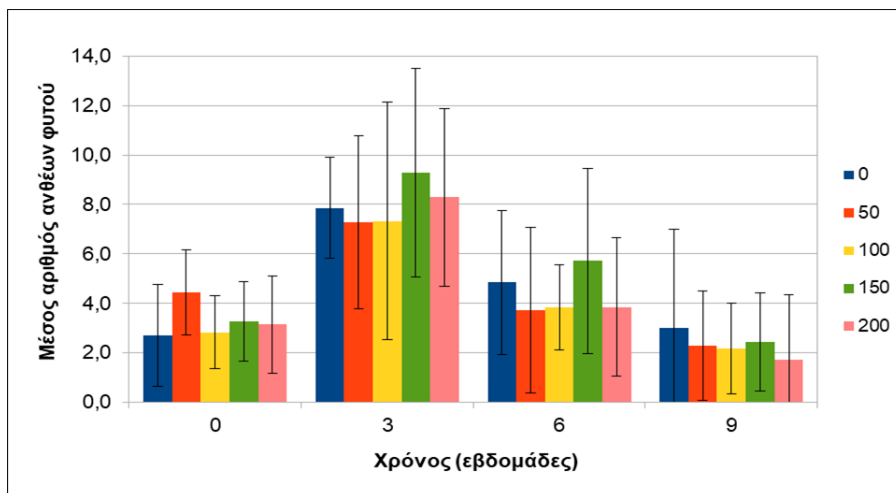
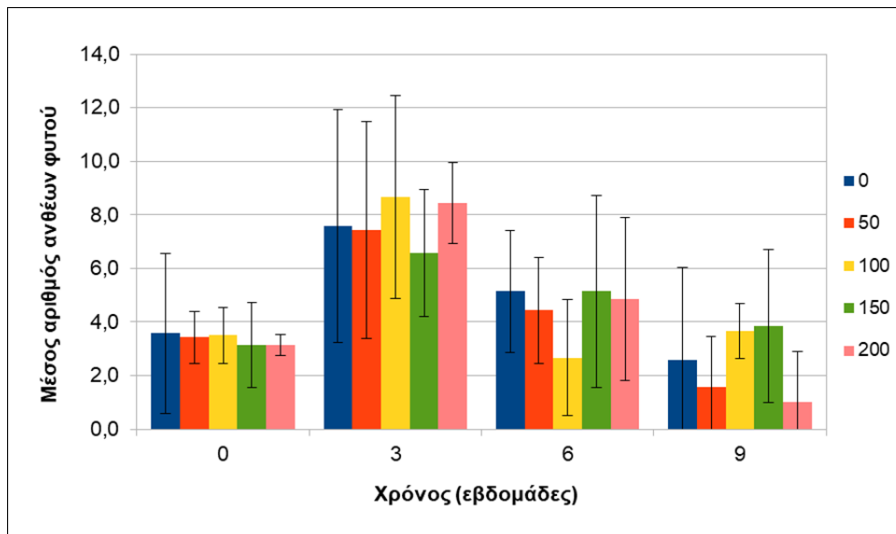
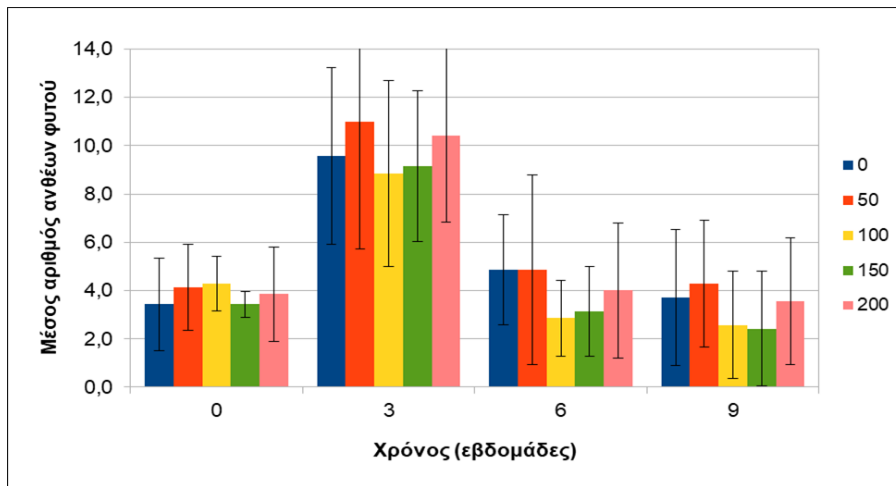
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού καρπών των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 18.

Πίνακας 16: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στην παραγωγή ανθέων και καρπών φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

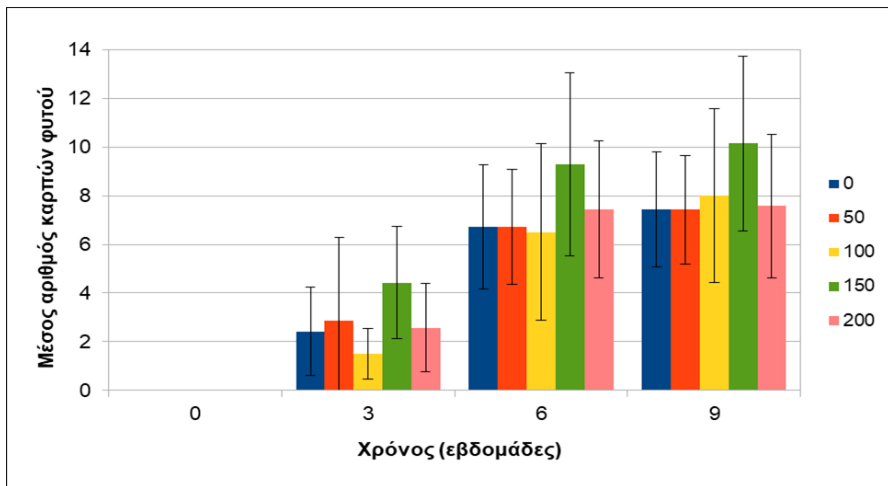
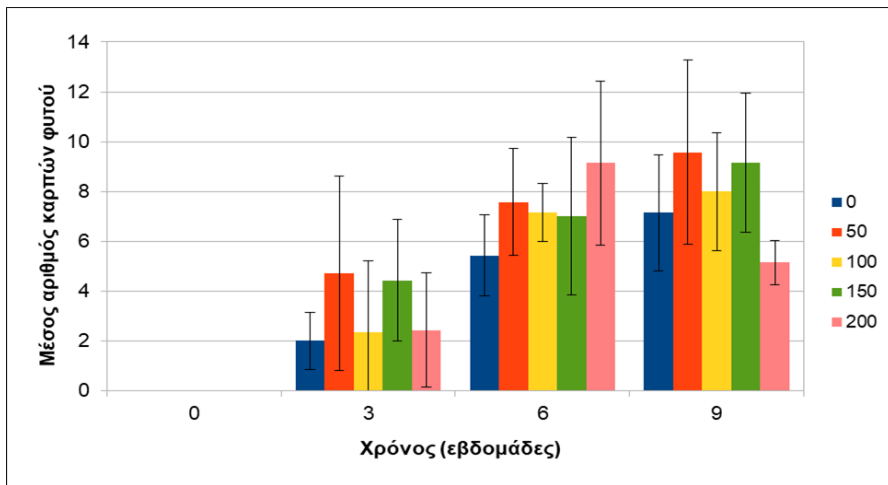
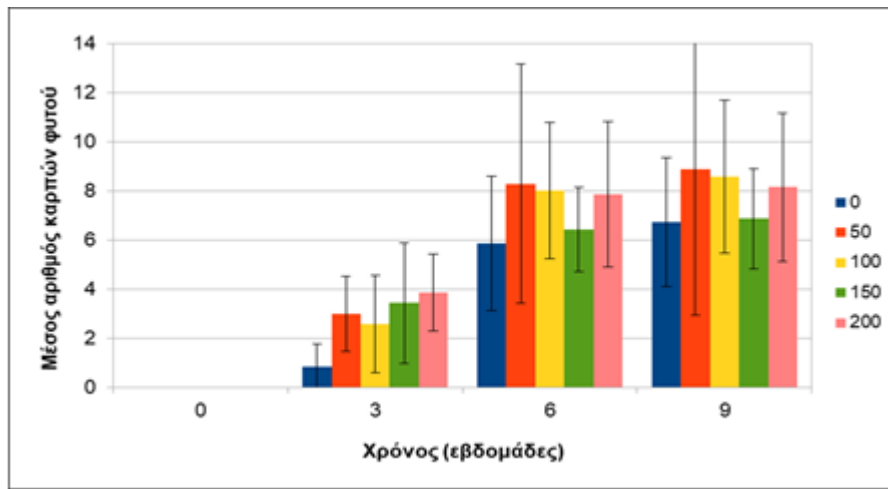
Α. Μ0								
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)							
	0		3		6		9	
	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί
0	3,4	0	9,6	0,9	4,9	5,9	3,7	6,7
50	4,1	0	11,0	3,0	4,9	8,3	4,3	8,9
100	4,3	0	8,9	2,6	2,9	8,0	2,6	8,6
150	3,4	0	9,1	3,4	3,1	6,4	2,4	6,9
200	3,9	0	10,4	3,9	4,0	7,9	3,6	8,1

Β. Μ1								
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)							
	0		3		6		9	
	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί
0	3,6	0	7,6	2,0	5,1	5,4	2,6	7,1
50	3,4	0	7,4	4,7	4,4	7,6	1,6	9,6
100	3,5	0	8,7	2,3	2,7	7,2	3,7	8,0
150	3,1	0	6,6	4,4	5,1	7,0	3,9	9,1
200	3,1	0	8,4	2,4	4,9	9,1	1,0	5,1

Γ. Μ2								
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)							
	0		3		6		9	
	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί	Άνθη	Καρποί
0	2,7	0	7,9	2,4	4,9	6,7	3,0	7,4
50	4,4	0	7,3	2,9	3,7	6,7	2,3	7,4
100	2,8	0	7,3	1,5	3,8	6,5	2,2	8,0
150	3,3	0	9,3	4,4	5,7	9,3	2,4	10,1
200	3,1	0	8,3	2,6	3,9	7,4	1,7	7,6



Εικόνα 17: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στην παραγωγή ανθέων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 18: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στην παραγωγή καρπών φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

3.2.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΙΜΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΦΥΛΛΩΝ

✓ Κάτω φύλλα

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων της μέσης τιμής χλωροφύλλης των κατώτερων φύλλων για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

Για τα φυτά με χορήγηση μιας φοράς μυκορριζών, τη 15^η βδομάδα παρατηρείται διαφορά μεταξύ των συγκεντρώσεων NaCl 50 & 200 mM με τη μεγαλύτερη να μην ανταποκρίνεται καλά, οπότε θεωρούμε ότι η προσθήκη μυκορριζών μια φορά δεν ωφέλησε. Σε σχέση με τη μη προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, η προσθήκη μια φορά δείχνει να ωφελεί τις συγκεντρώσεις 100 & 150 mM NaCl.

Όσον αφορά τα φυτά με προσθήκη 2 φορές μυκορριζών, δεν φαίνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων NaCl. Σε σχέση με την προσθήκη καμίας και μιας φοράς μυκορριζών η προσθήκη σκευάσματος 2 φορές φαίνεται να ωφελεί τη συγκέντρωση 150 mM NaCl.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της μέσης τιμής χλωροφύλλης των κατώτερων φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 19.

✓ Πάνω φύλλα

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων της μέσης τιμής χλωροφύλλης των ανώτερων φύλλων για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, διαφορά φαίνεται τη 15^η βδομάδα μεταξύ των συγκεντρώσεων 50 & 200 mM NaCl με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση να δείχνει κακή εικόνα. Πιθανόν η υψηλή συγκέντρωση NaCl στο πέρας των εβδομάδων δεν ωφελεί τα φυτά.

Για τα φυτά με προσθήκη μυκορριζών μια φορά, την 8^η βδομάδα παρατηρείται καλύτερη ανταπόκριση του 200 mM σε σχέση με το μάρτυρα. Στη συνέχεια όμως, αυτό αντιστρέφεται και τη 15^η βδομάδα φαίνεται η συγκέντρωση των 200 mM NaCl να έχει ραγδαία μείωση σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις NaCl. Παράλληλα σε σύγκριση με τα φυτά χωρίς μυκορριζα το 100 έχει μια καλύτερη ανταπόκριση.

Όσον αφορά τα φυτά με χορήγηση 2 φορές μυκορριζών την 8^η βδομάδα η

συγκέντρωση των 50 mM NaCl φαίνεται να μην ανταποκρίνεται τόσο καλά όσο οι συγκεντρώσεις 150 & 200 mM NaCl. Στην πορεία των εβδομάδων όμως αυτό αλλάζει και το 50 mM δείχνει καλύτερη εικόνα χωρίς όμως σημαντικές στατιστικές διαφορές με όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις NaCl. Γενικά όμως φαίνεται η προσθήκη δυο φορές σκευάσματος μυκορριζών να ωφελεί τα φυτά παρά τις υψηλές συγκεντρώσεις NaCl.

Συνοπτικά, στα παλαιά φύλλα παρατηρήθηκε γενικά σοβαρή μείωση της ποσότητας χλωροφύλλης σε όλες τις επεμβάσεις ανάμεσα στην 8^η και τη 15^η εβδομάδα., αντιστρόφως ανάλογη με την αλατότητα. Στα νέα φύλλα δεν εμφανίζεται μείωση λόγω αλατότητας την 8^η εβδομάδα σε καμία επέμβαση μυκόρριζας, ενώ τη 15^η εβδομάδα εμφανίζεται πολύ μικρή μείωση σε σχέση με τα παλαιά, στις συγκεντρώσεις μέχρι 150 mM NaCl, με το φαινόμενο να είναι εντονότερο όταν δεν χρησιμοποιήθηκε μυκόρριζας.

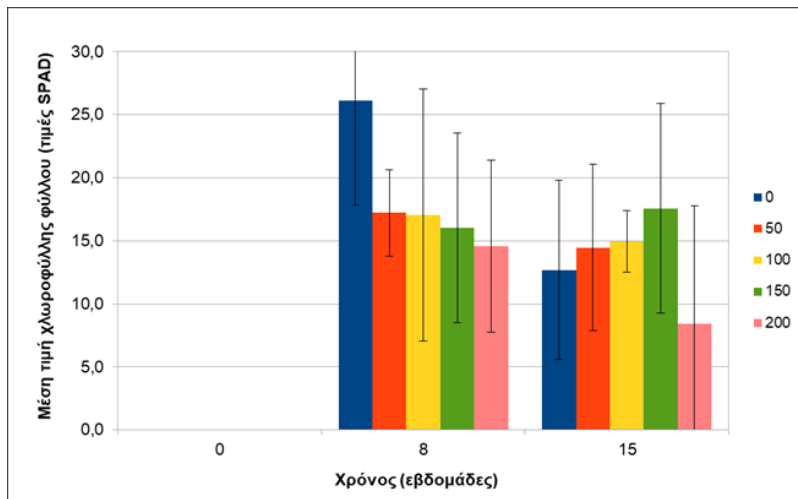
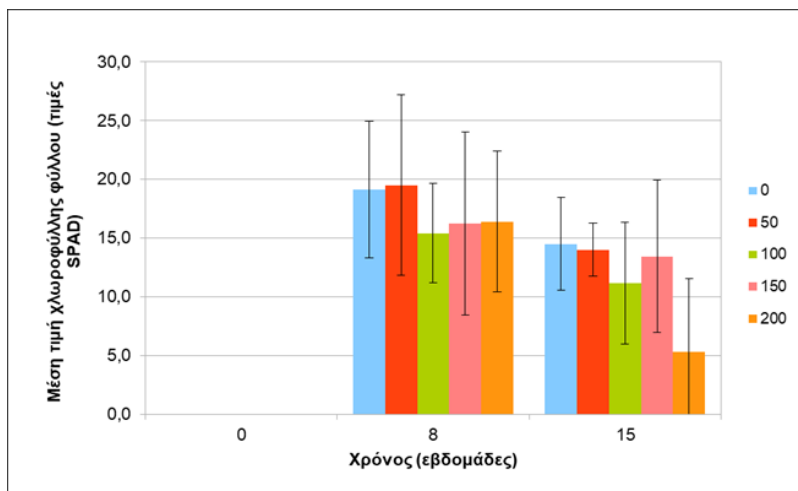
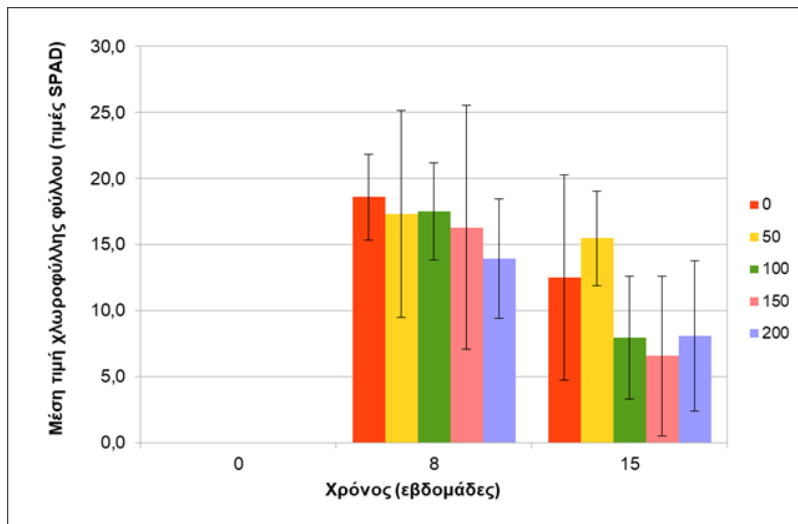
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της μέσης τιμής χλωροφύλλης των ανώτερων φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 20.

Πίνακας 17: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στην τιμή χλωροφύλλης κατώτερων και ανώτερων φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

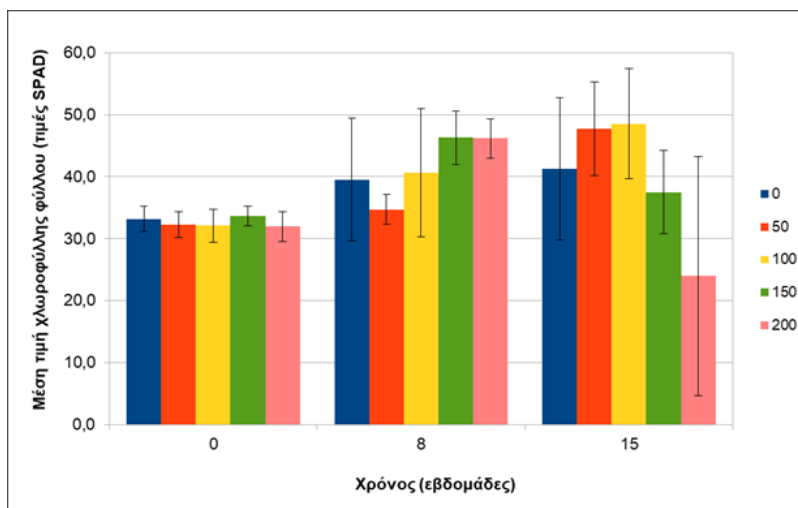
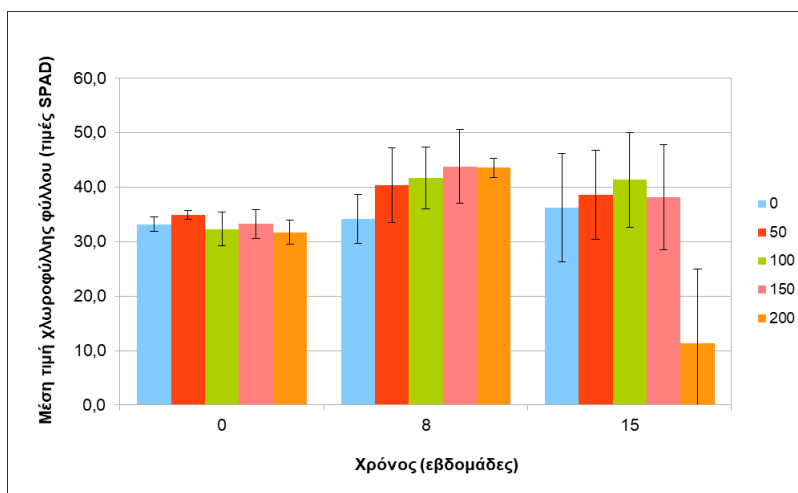
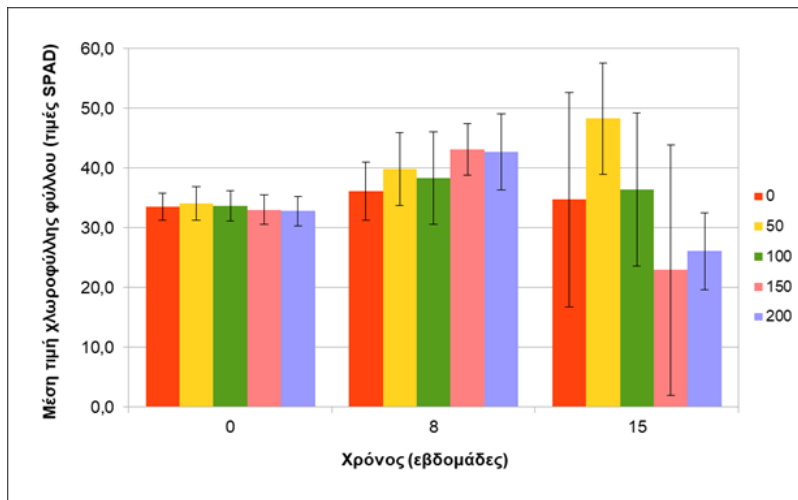
Α. M0						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0		8		15	
	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο
0	0,0	33,5	18,6	36,1	12,5	34,7
50	0,0	34,0	17,3	39,8	15,5	48,3
100	0,0	33,6	17,5	38,3	8,0	36,4
150	0,0	33,0	16,3	43,2	6,6	22,9
200	0,0	32,8	13,9	42,7	8,1	26,1

Β. M1						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0		8		15	
	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο
0	0,0	33,2	19,1	34,2	14,5	36,2
50	0,0	34,9	19,5	40,3	14,0	38,6
100	0,0	32,3	15,4	41,7	11,2	41,3
150	0,0	33,2	16,2	43,8	13,4	38,2
200	0,0	31,7	16,4	43,6	5,3	11,3

Γ. M2						
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Χρόνος (εβδομάδες)					
	0		8		15	
	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο	Κάτω φύλλο	Πάνω φύλλο
0	0,0	33,2	26,1	39,5	12,7	41,3
50	0,0	32,3	17,2	34,7	14,5	47,7
100	0,0	32,1	17,1	40,6	15,0	48,5
150	0,0	33,6	16,0	46,3	17,6	37,5
200	0,0	32,0	14,6	46,2	8,4	24,0



Εικόνα 19: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στη μέση τιμή χλωροφύλλης των κατώτερων φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 20: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στη μέση τιμή χλωροφύλλης των ανώτερων φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

3.2.6 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΡΠΩΝ ΤΗΣ 15^{ΗΣ} ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ

✓ Μέσος αριθμός καρπών και κόκκινο χρώμα

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου αριθμού καρπών για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Από την άλλη για τα φυτά με προσθήκη μυκορριζών μια φορά, σημαντική διαφορά παρατηρείται στη συγκέντρωση 200 mM NaCl η οποία δεν ανταποκρίθηκε τόσο καλά όσο η 150 mM. Όσον αφορά τα φυτά στα οποία χορηγήθηκε 2 φορές, σκεύασμα μυκορριζών δεν φαίνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σχετικά με το κόκκινο χρώμα των καρπών σε όλες τις επεμβάσεις δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του αριθμού και του κόκκινου χρώματος των καρπών των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 21.

✓ Μέσο νωπό βάρος φύλλων

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου νωπού βάρους φύλλων για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, η συγκέντρωση 200 mM NaCl είχε καλύτερη ανταπόκριση σε σχέση με το μάρτυρα και τη συγκέντρωση 50 mM. Από την άλλη στην προσθήκη μιας φοράς μυκορριζών σημαντική διαφορά παρατηρείται στη συγκέντρωση 150 mM NaCl η οποία ανταποκρίθηκε καλά σε σχέση με το μάρτυρα και τη συγκέντρωση 50 mM. Όσον αφορά τα φυτά στα οποία χορηγήθηκε 2 φορές σκεύασμα μυκορριζών η συγκέντρωση 150 mM NaCl είχε καλύτερη ανταπόκριση σε σχέση με τη συγκέντρωση 200 mM.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου νωπού βάρους των φύλλων των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 22.

✓ Μέσο βάρος καρπών

Στα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου βάρους καρπών, για την καλλιέργεια της τομάτας χωρίς προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών, ο μάρτυρα έχει την καλύτερη ανταπόκριση μεταξύ των συγκεντρώσεων 50, 150 & 200 mM NaCl, όπου η μικρότερη συγκέντρωση φαίνεται να ανταποκρίνεται καλύτερα από τις

μεγαλύτερες. Για τα φυτά με προσθήκη μια φορά μυκορριζών, παρατηρείται κι εδώ ο μάρτυρας να έχει την καλύτερη ανταπόκριση από τις υπόλοιπες επεμβάσεις NaCl. Όσον αφορά τα φυτά στα οποία χορηγήθηκε 2 φορές σκεύασμα μυκορριζών, οριακή διαφορά φαίνεται μεταξύ μάρτυρα και 50 mM με το μάρτυρα να έχει καλύτερη εικόνα. Επίσης σημαντική στατιστική διαφορά υπάρχει μεταξύ του μάρτυρα και των συγκεντρώσεων 100, 150 & 200 mM NaCl όπου το αλάτι φαίνεται να έχει επηρεάσει αρκετά την ανταπόκριση των φυτών. Σημαντική διαφορά επίσης φαίνεται μεταξύ των συγκεντρώσεων 100 & 150 mM NaCl με τη μικρότερη συγκέντρωση να έχει καλύτερη εικόνα. Συγκριτικά μεταξύ των επεμβάσεων με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών παρατηρείται ότι η χορήγηση μιας φοράς μυκορριζών ωφέλησε τα φυτά της συγκέντρωσης 150 mM NaCl.

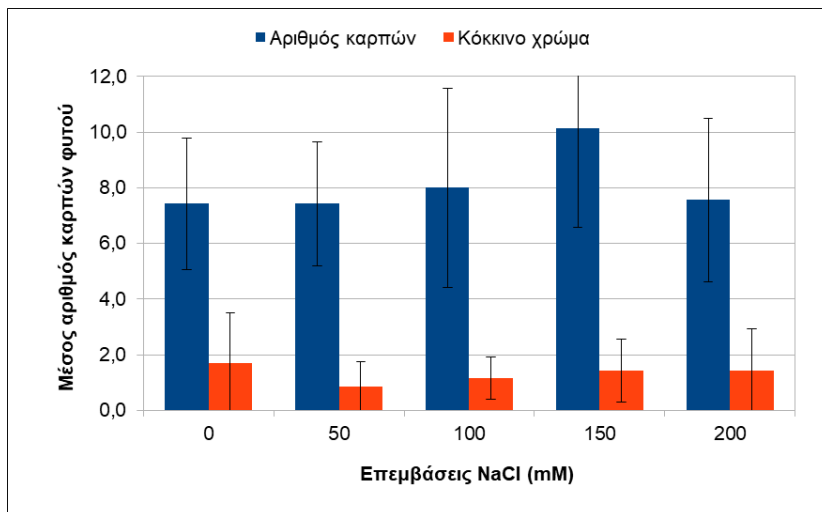
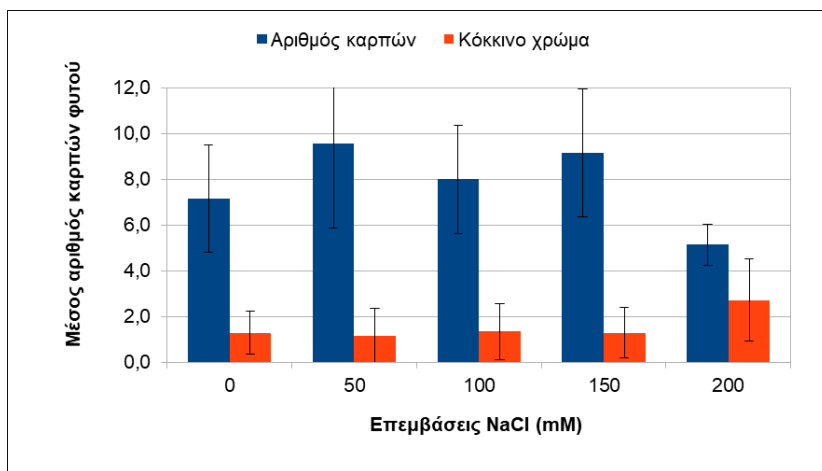
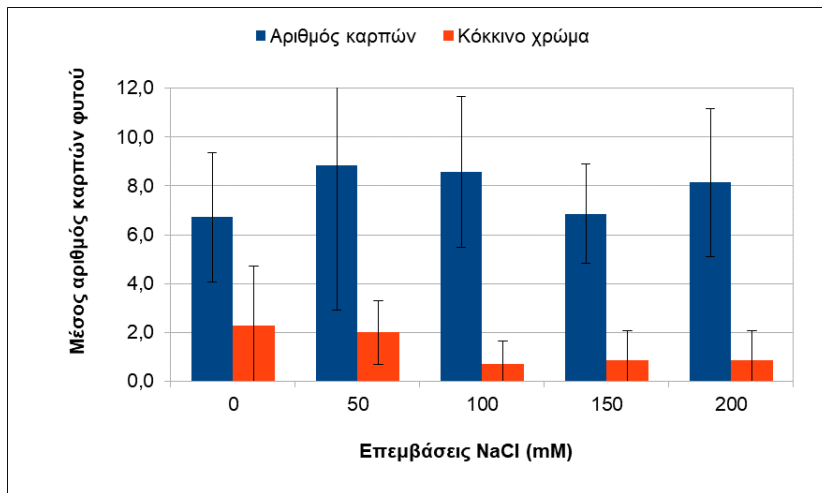
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μέσου βάρους των καρπών των φυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω στην Εικόνα 23.

Πίνακας 18: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο νωπό βάρος φύλλων, στο βάρος, στον αριθμό και το κόκκινο χρώμα των καρπών, φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

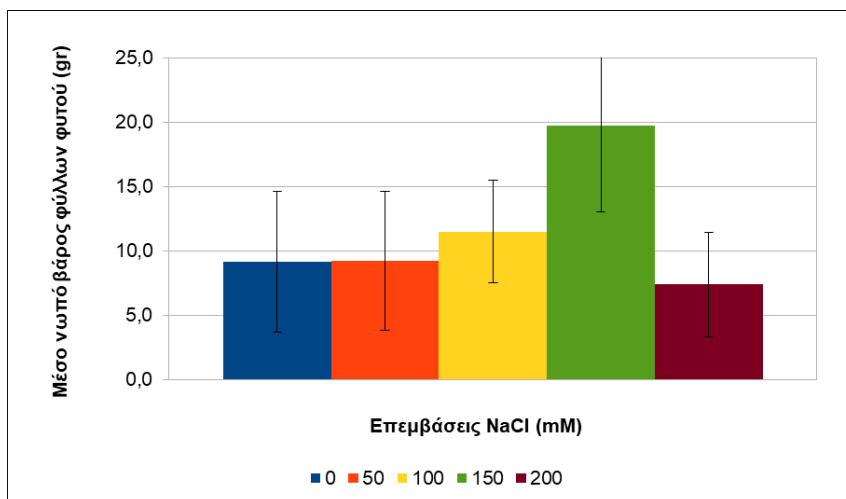
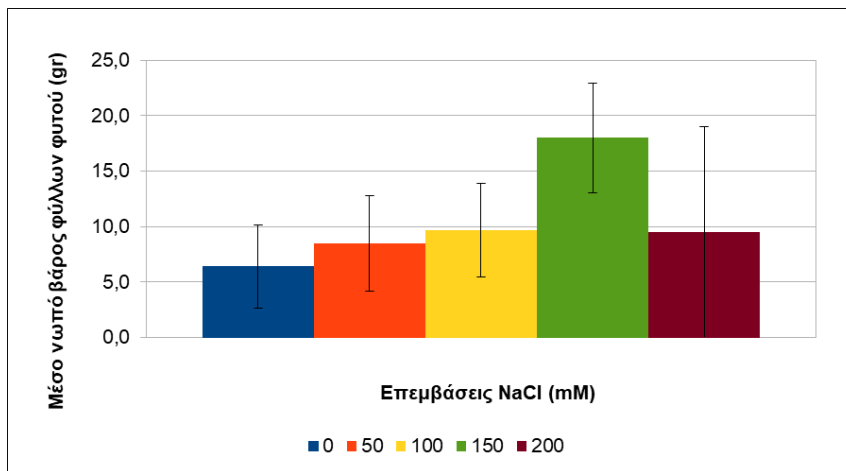
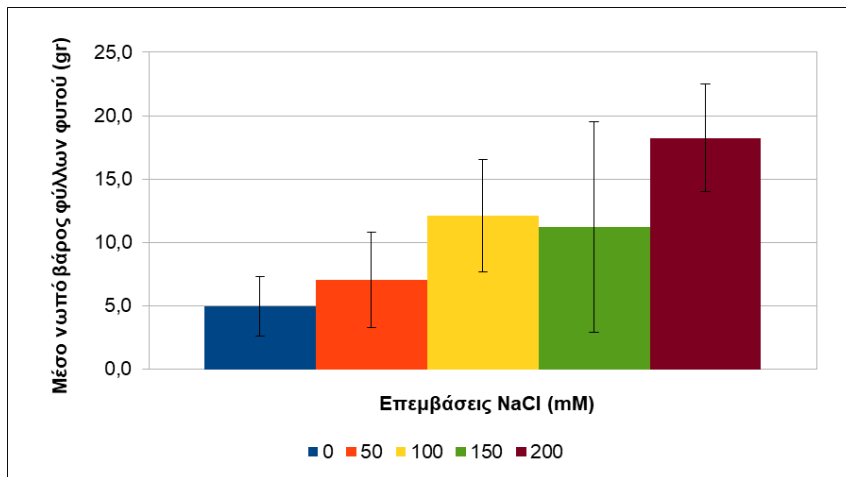
Α. M0				
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Νωπό βάρος φύλλων (gr)	Βάρος καρπών (gr)	Αριθμός καρπών	Κόκκινο χρώμα
0	4,9	292,3	6,7	2,3
50	7,1	158,2	8,9	2
100	12,1	103,2	8,6	0,7
150	11,2	67,7	6,9	0,9
200	18,3	60,3	8,1	0,9

Β. M1				
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Νωπό βάρος φύλλων (gr)	Βάρος καρπών (gr)	Αριθμός καρπών	Κόκκινο χρώμα
0	6,4	295,4	7,1	1,3
50	8,5	180,9	9,6	1,1
100	9,7	119,8	8,0	1,3
150	18,0	68,6	9,1	1,3
200	9,5	42,3	5,1	2,7

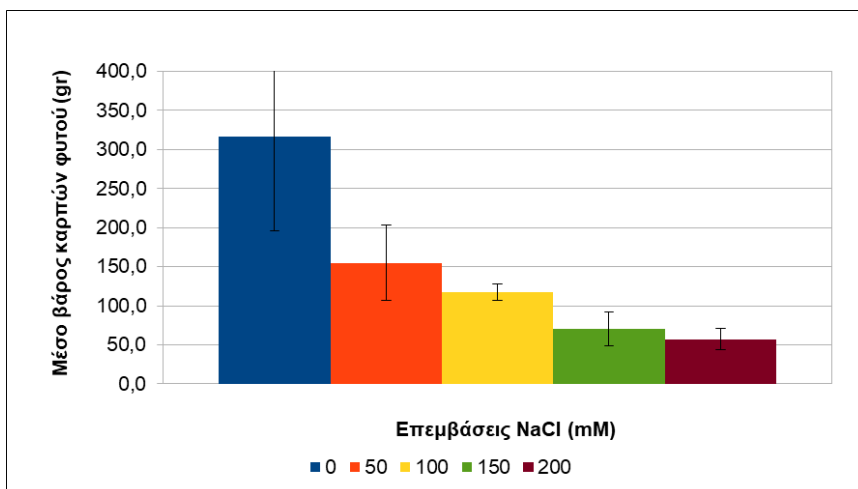
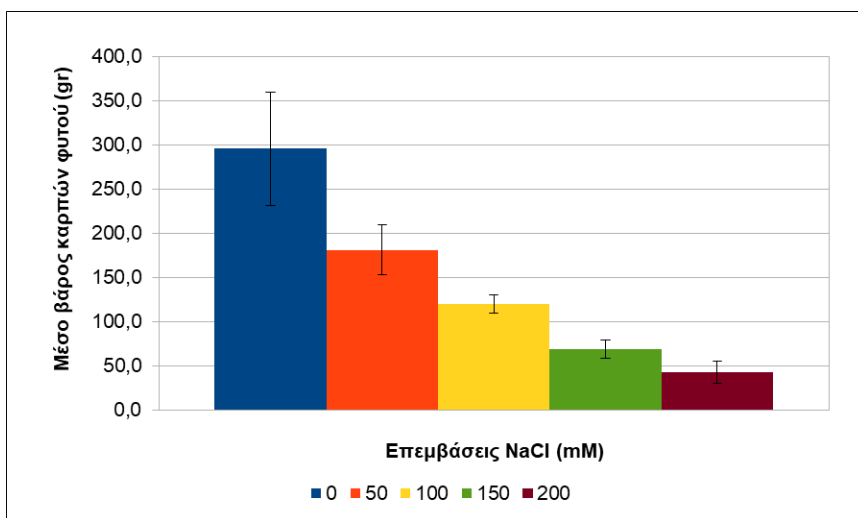
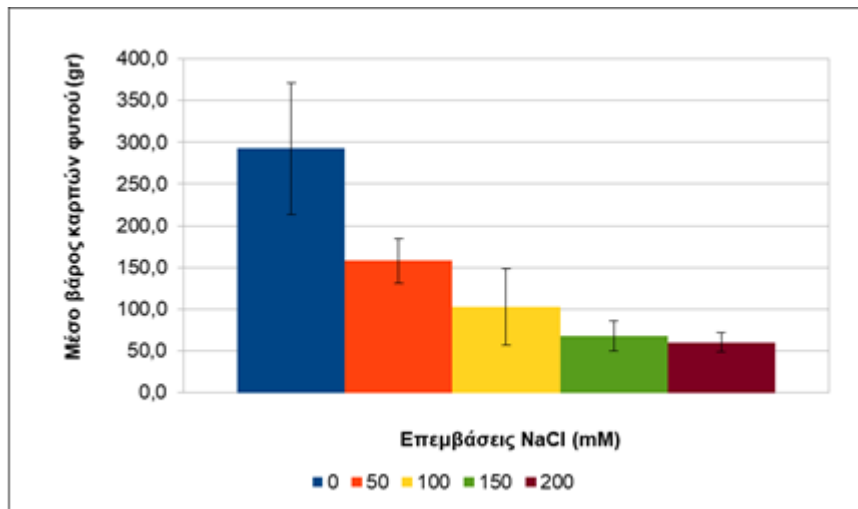
Γ. M2				
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Νωπό βάρος φύλλων (gr)	Βάρος καρπών (gr)	Αριθμός καρπών	Κόκκινο χρώμα
0	9,1	316,6	7,4	1,7
50	9,2	155,1	7,4	0,9
100	11,5	117,5	8,0	1,2
150	19,7	70,2	10,1	1,4
200	7,4	57,2	7,6	1,4



Εικόνα 21: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στον αριθμό και το κόκκινο χρώμα των καρπών φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 22: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές) κατά σειρά, στο νωπό βάρος φύλλων φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 23: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στο βάρος των καρπών φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΦΥΤΩΝ ΓΟΓΓΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΜΑΤΑΣ

Αρχικά, βλέποντας το διάγραμμα με την αγωγιμότητα των πρότυπων διαλυμάτων (Εικόνα 26) με τα οποία ποτίζαμε τα φυτά μας, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των αλάτων τόσο αυξάνεται και αυτή. Με την αγωγιμότητα του νερού της βρύσης να είναι η χαμηλότερη από όλες τις άλλες τιμές.

Στη συνέχεια, στο διάγραμμα των φυτών της τομάτας (Εικόνα 24) βλέπουμε ότι σε όλες τις μεταχειρίσεις υπάρχει μία αύξουσα πορεία των τιμών λόγω της ύπαρξης της μυκόρριζας. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις επεμβάσεις εκτός του 100 mM NaCl όπου το 100M1 (29,69) είναι μεγαλύτερο από το 100M2 (26,7). Η πλειοψηφία των επεμβάσεων με διπλή παρουσία μυκόρριζας μας δίνει το μεγαλύτερο αποτέλεσμα, με τη μία προσθήκη να είναι η αμέσως μικρότερη, άρα, όσο αυξάνεται η παρουσία μυκόρριζας αυξάνεται και η αγωγιμότητα.

Στα φυτά γογγυλιού (Εικόνα 25) που ποτίζονται με νερό βλέπουμε μια φθίνουσα πορεία στην αγωγιμότητα, δηλαδή ο μάρτυρας έχει τη μεγαλύτερη τιμή ενώ το 0M2 τη μικρότερη. Στις συγκεντρώσεις των 50, 100, 150 και 250mM NaCl συμβαίνει το αντίθετο δηλαδή η διπλή μυκόρριζα έχει το υψηλότερο αποτέλεσμα. Όπως συνέβη στο 0 έτσι και στο 200mM τα φυτά χωρίς μυκόρριζα έχουν την υψηλότερη τιμή. Όπως και στις τομάτες έτσι και στα γογγύλια όσο αυξάνεται η αλατότητα τόσο αυξάνεται και η τιμή της αγωγιμότητας ανά επέμβαση.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται συνοπτικά στις παρακάτω Εικόνες 24, 25 & 26.

Πίνακας 19: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα των διαλυμάτων απορροής φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

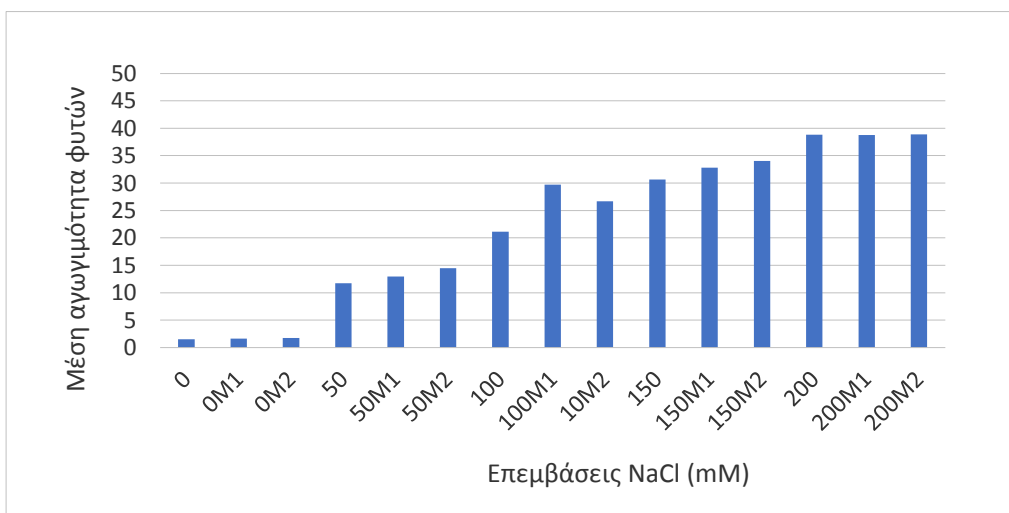
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ
0	1,521
0M1	1,627
0M2	1,7278
50	11,71
50M1	12,976
50M2	14,453
100	21,147
100M1	29,69
100M2	26,7
150	30,65
150M1	32,78
150M2	34,048
200	38,84
200M1	38,76
200M2	38,87

Πίνακας 20: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα των διαλυμάτων απορροής φυτών γογγυλιού σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.

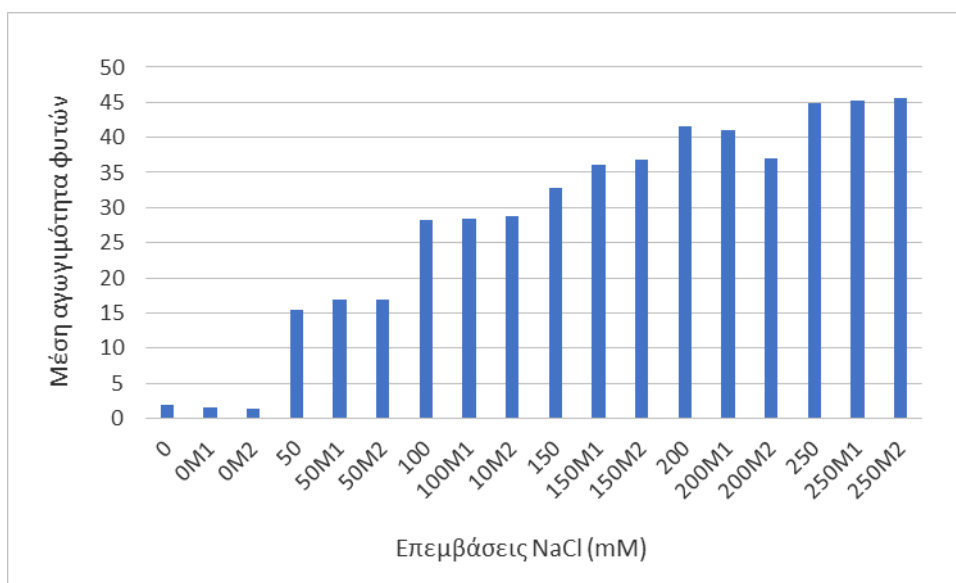
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ
0	1,86
0M1	1,58
0M2	1,33
50	15,44
50M1	16,88
50M2	16,91
100	28,302
100M1	28,43
10M2	28,75
150	32,82
150M1	36,113
150M2	36,89
200	41,54
200M1	41,09
200M2	37,01
250	44,856
250M1	45,17
250M2	45,59

Πίνακας 21: Αποτελέσματα μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος NaCl (50, 100, 150, 200 και 250mM), νερού βρύσης και διαλύματος λιπάσματος.

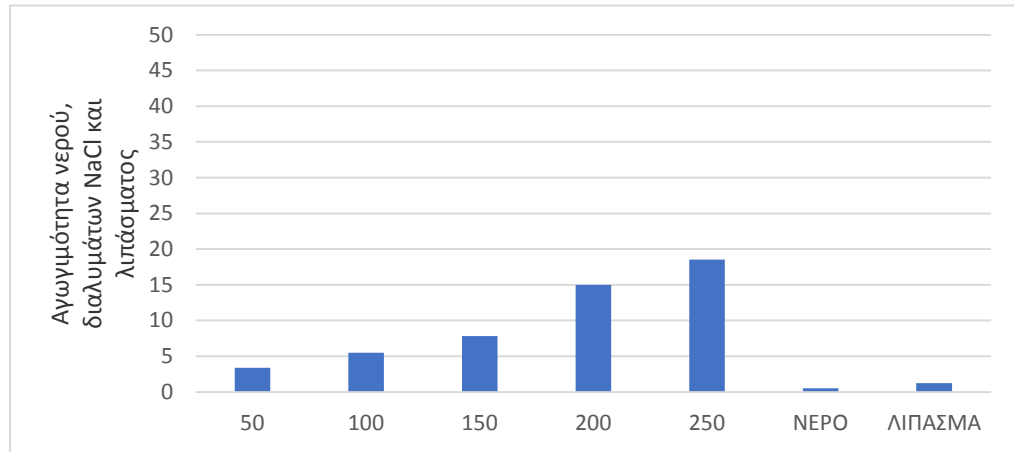
ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ
50	3,37
100	5,48
150	7,82
200	14,98
250	18,51
ΝΕΡΟ	0,51
ΛΙΠΑΣΜΑ	1,249



Εικόνα 24: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα των διαλυμάτων απορροής φυτών τομάτας σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 25: Επίδραση της συγκέντρωσης NaCl, (0, 50, 100, 150 & 200 mM) στο νερό άρδευσης σε συνδυασμό με την προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών σε τρεις επεμβάσεις (καμία, μια & 2 φορές), στη μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα των διαλυμάτων απορροής φυτών γογγυλιού σε γλάστρες στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 26: Αποτελέσματα μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος NaCl (50, 100, 150, 200 και 250 mM), νερού βρύσης και διαλύματος λιπάσματος.

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΓΟΓΓΥΛΙΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ MAXIMUS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Κοιτάζοντας τα αποτελέσματα μας καταλήξαμε στο ότι σε σύγκριση με τα φυτά χωρίς μυκόρριζα η παράμετρος του ύψους δεν επηρεάστηκε σε καμία επέμβαση. Τα φυτά είχαν μικρές διαφορές ύψους όπου ξεχώριζαν ελαφρώς τα φυτά των 200mM με μια μυκόρριζα. Στα φυτά χωρίς μυκόρριζα η συγκέντρωση των 100mM έδωσε τα χειρότερα αποτελέσματα στο μέσο αριθμό φύλλων. Σε γενικές γραμμές ή προσθήκη ή όχι μυκόρριζας δε φαίνεται να επηρέασε τη πορεία των αποτελεσμάτων πέραν από αυτή τη συγκέντρωση. Φτάνοντας στο μέσο αριθμό ξερών φύλλων παρατηρήθηκε ότι στα φυτά χωρίς μυκόρριζα το 0 είχε τη χαμηλότερη τιμή και το 150 την υψηλότερη. Στη μια μυκόρριζα το 200 ήταν υψηλότερα σε σχέση με της άλλες δυο επεμβάσεις. Στα αποτελέσματα της χλωροφύλλης παρατηρήθηκε ότι στις υψηλότερες συγκεντρώσεις η ποσότητα της ήταν αυξημένη, χωρίς όμως να υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις μυκόρριζας. Τα πάνω φύλλα παρουσιάζουν παρόμοια τάση με τη διαφορά ότι η ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα των 100, 150, 200 και 250mm NaCl, είναι σημαντικά υψηλότερη από τα φύλλα των χαμηλότερων συγκεντρώσεων, χωρίς και αυτά να παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις μυκόρριζας.

Τη 15^η εβδομάδα μετά την τελευταία μέτρηση το μέσο βάρος του βλαστού δεν επηρεάστηκε ιδιαίτερα από τη παρουσία ή όχι μυκόρριζας. Με ορισμένες εξαιρέσεις, όπου οι δύο μυκόρριζες επηρέασαν αρνητικά το 0 ενώ ωφέλησαν το 50, το 100 και το 150mM, καθώς και η μια προσθήκη δεν ευνόησε τις τιμές των 50 και των 100mM αλλά ωφέλησε το 150. Στο μέσο βάρος του ελάσματος η μία μυκόρριζα έδειξε να ωφελεί το 0 ενώ το 250 όχι. Οι δυο μυκόρριζες ζημίωσαν το 0 ενώ ωφέλησαν το 50. Από την άλλη η στο μέσο βάρος του μίσχου παρατηρήθηκε ότι στις συγκεντρώσεις των 50, 250 καθώς και στα φυτά του 0 η μια μυκόρριζα δεν ωφέλησε. Η προσθήκη δυο μυκορριζών έδωσε προβάδισμα στο 100, ενώ το 150 και το 250 είχαν

χαμηλότερη τιμή συγκριτικά με τα φυτά χωρίς μυκόρριζα. Στο μέσο βάρος του έβδομου φύλλου παρατηρήθηκε ότι στα φυτά με μια μυκόρριζα ευνοήθηκαν στο 0 το 100 και το 150, ενώ το 50 και το 250 είχαν χαμηλότερες, τιμές από τα φυτά χωρίς μυκόρριζα. Από την άλλη στα φυτά με δύο μυκόρριζες ωφελήθηκαν στις υψηλές συγκεντρώσεις των 100, 150 και 250, ενώ το 0 είχε πτωτική τάση. Φτάνοντας στις παραμέτρους των φύλλων παρατηρήθηκε ότι ο μέσος αριθμός τους δεν επηρεάστηκε με την παρουσία ή όχι μυκόρριζας. Δηλαδή όσο αυξανόταν η συγκέντρωση του άλατος τόσο μειωνόταν η τιμή του αποτελέσματος, με λίγες όμως εξαιρέσεις, όπως ότι και στις δυο επεμβάσεις μυκόρριζας ωφελήθηκε το 0 σε αντίθεση με το 50 και ότι στις δυο προσθήκες αυτής το 100 είχε ένα μικρό προβάδισμα. Τέλος, για τα γογγύλια στη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας είδαμε ότι στα φυτά όπου βρίσκονταν στη συγκέντρωση των 100mM οι τιμές τους ήταν χαμηλότερες σε σχέση με τις υπόλοιπες. Όμως η παρουσία μυκόρριζας βελτίωσε τα φυτά που είχαν δεχτεί δυο επεμβάσεις και είχαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια. Η μία προσθήκη επηρέασε θετικά το 0, το 50 και το 100, ενώ το 250 ζημιώθηκε. Από την άλλη το 0 και ελαφρός το 250 με δύο μυκόρριζες δεν ωφελήθηκαν, ενώ το 50 το 100 και το 150 είχαν καλύτερες τελικές τιμές.

Η μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μια ακόμη παράμετρος η οποία δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την παρουσία ή απουσία μυκόρριζας. Υπάρχει ανοδική πορεία στα αποτελέσματα όπως είναι αναμενόμενο λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του NaCl. Σε δυο μόνο συγκεντρώσεις φαίνεται να επηρεάζεται, στα 150mM όπου όσο αυξάνεται η ποσότητα της μυκόρριζας τόσο αυξάνεται η μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα καθώς και στα 200mM όπου συμβαίνει το αντίθετο. Μεταξύ των διαγραμμάτων στις Εικόνες 25 και 26 φαίνεται ότι οι τιμές που αφορούν μια συγκέντρωση έχουν διαφορά, με εκείνη του πρότυπου διαλύματος να είναι πολύ μικρότερη. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στη συνεχή συσσώρευση αλάτων στο εδαφικό υπόστρωμα γι' αυτό και υπάρχει η τόσο μεγάλη διαφορά.

Οι Zamani et al., το 2010 ανέφεραν ότι η υψηλή συγκέντρωση άλατος στο έδαφος και στο νερό άρδευσης μειώνει το ποσοστό βλάστησης σχεδόν όλων των ειδών *Brassica*. Το γεγονός αυτό παρατηρήθηκε και εδώ όπου στη πλειοψηφία των αποτελεσμάτων, όσο αυξανόταν η συγκέντρωση του άλατος τόσο μειωνόταν η τιμή του αποτελέσματος. Οι Sanoubar et al., το 2015 παρατήρησαν ότι κατά την επέμβαση των 100 mM η φυλλική επιφάνεια του Λευκού λάχανου είχε μειωθεί κατά 52% ενώ

του Σαβόι ήταν μείον κατά 25%. Στη συγκέντρωση των 200mM η πτώση της ήταν στο 60% και για τα δύο είδη. Στο πείραμα στη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας παρατηρήθηκε ότι στη συγκέντρωση των 100mM τα αποτελέσματα δεν ήταν υψηλά όμως η μια παρουσία μυκόρριζας και ειδικά οι δυο βελτίωσαν λίγο τα τελικά αποτελέσματα. Για την περίπτωση των 200mM δεν υπήρξε καμία παρόμοια ένδειξη.

Οι Hayat et al., το 2009 επισήμαναν ότι λόγω της αλατότητας επηρεάζεται ο δείκτης της χλωροφύλλης. Στην προκειμένη περίπτωση η χλωροφύλλη των φυτών ήταν σε υψηλό επίπεδο ακόμα και στις μεγάλες συγκεντρώσεις και δεν έδειξαν κάποια μείωση.

Σε έρευνα που έχει γίνει το 2018 από τους Oliveira et al., διαπιστώθηκε ότι η χρήση βιοδιεγερτών προώθησε το ύψος των φυτών και το νωπό βάρος του βλαστού. Στο πείραμα, όσον αφορά το ύψος δεν υπήρχε καμία τέτοια ένδειξη, τα φυτά δεν έδειξαν να επηρεάζονται ούτε από την ύπαρξη αυτών ούτε από την αλατότητα. Από την άλλη μεριά το μέσο βάρος του βλαστού επηρεάστηκε από τη συγκέντρωση του άλατος. Οι μόνες παρατηρήσεις ήταν στο 0 όπου οι δυο μυκόρριζες δεν το ωφέλησαν όπως και στο 100 της μιας παρουσίας μυκόρριζας. Όμως στο 150 των δύο μυκορριζών η τιμή του ήταν καλύτερη από τις άλλες δυο παρεμβάσεις μυκόρριζας.

Σε ένα γενικό πλαίσιο η πορεία ανάπτυξης των φυτών δεν φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Πίνακας 22: Συγκεντρωτικός πίνακας της επίδρασης των μυκορριζών σε σχέση με την αλατότητα σε φυτά γογγυλιού.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ	0M	1M	2M
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ		+200	
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ		+100	+100
ΑΡΙΘΜΟΣ ΞΕΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ		+0, 200 -150, 250	+0 -150, 250
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΚΑΤΩ ΦΥΛΛΟΥ			+200
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΕΠΑΝΩ ΦΥΛΛΟΥ		+200 -150	-0
ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ		+150, 200 -50, 100	+50, 100, 150 -0, 200
ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ		+0 -250	+50 -0
ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΜΙΣΧΟΥ		-0, 50, 250	+100 -150, 250
ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ 7 ^{ΟΥ} ΦΥΛΛΟΥ		+0, 100, 150 -50, 250	+100, 150, 250 -0, 100
ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗ)		+0 -50	+0, 100 -50
ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		+0, 50,100 -250	+50, 100,150 -0, 250
ΜΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ		+150 -200	+150 -200

4.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΜΗ, ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ NEMESIS ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα καταλήγουμε στο ότι η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη όσον αφορά το ύψος των φυτών ήταν δυσμενής ιδιαίτερα στις υψηλές συγκεντρώσεις NaCl με τις οποίες ποτίζαμε τα φυτά. Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα των φυτών χωρίς μυκόρριζα ο μάρτυρας είχε καλύτερη εικόνα από ότι το 200. Σε σχέση με τη μη προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών η χορήγηση μυκορριζών μια φορά, φαίνεται να δίνει καλή ανάπτυξη στη συγκέντρωση των 100 mM NaCl. Η προσθήκη μυκόρριζας 2 φορές δίνει καλύτερη ανάπτυξη σχετικά με το μέσο ύψος των φυτών μόνο στη συγκέντρωση των 150 mM NaCl μεταξύ των αυξημένων συγκεντρώσεων NaCl. Σχετικά αποτελέσματα αναφέρουν οι Manila and Nelson, (2013), όπου παρατήρησαν ότι σημειώθηκε μια σημαντική αύξηση στο ύψος των μυκορριζικών φυτών, περίπου 53% υψηλότερο από τα μη μυκορριζικά. Παράλληλα, βλέπουμε ότι υπάρχουν κοινά αποτελέσματα και σε πείραμα των Ferrer et al., (2017), όπου παρατηρήθηκε ότι ο διπλός και τριπλός εμβολιασμός μυκήτων παρήγαγε μια αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στατιστικώς χαμηλότερη ή παρόμοια από αυτή που παρήχθη από καθαρό εμβολιασμό. Αυτά τα αποτελέσματα, τονίζουν επίσης οι ίδιοι, υποδεικνύουν ότι η χρήση πολλαπλών εμβολίων μπορεί να είναι επιθυμητή αλλά πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τα είδη των μυκήτων. Στα φυτά που είχαν μια μυκόρριζα οι συγκεντρώσεις 100 & 150mM έδειξαν να έχουν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων από τα υπόλοιπα και από τις υπόλοιπες επεμβάσεις μυκόρριζας, αποτέλεσμα το οποίο συμφωνεί με όσα αναφέρουν και οι Manila and Nelson, (2013), όπου παρατήρησαν ότι σημειώθηκε μια σημαντική αύξηση στον αριθμό φύλλων των μυκορριζικών φυτών. Μελετώντας το μέσο αριθμό ξερών φύλλων γενικά παρατηρείται μια απότομη αύξηση των τιμών στις υψηλές συγκεντρώσεις NaCl (150 & 200) σε σχέση με το μάρτυρα και αυτό το γεγονός μας δείχνει ότι οι συγκεκριμένες συγκεντρώσεις NaCl επηρέασαν έντονα τα φυτά στο αρχικό στάδιο της ανάπτυξης τους. Για τα φυτά η μια μυκόρριζα δεν δείχνει να ωφελεί τις επεμβάσεις με NaCl, πιθανόν γιατί δεν ήταν σε θέση να ανταπεξέλθει απέναντι στις συγκεκριμένες συγκεντρώσεις άλατος. Σε σχέση με τη μη προσθήκη

μυκορριζών ο μάρτυρας στην προσθήκη μιας φοράς φαίνεται να ανταποκρίνεται καλύτερα. Σε σχέση τώρα με την προσθήκη καμίας και μιας φοράς μυκορριζών παρουσιάζεται στα φυτά με τις 2 φορές μια καλύτερη εικόνα μεταξύ μάρτυρα, 150 & 200 mM NaCl. Η προσθήκη λοιπόν σκευάσματος μυκορριζών 2 φορές δείχνει να έχει μέτρια ανταπόκριση μεταξύ των επεμβάσεων με NaCl. Για την παραγωγή ανθέων καλύτερη εικόνα παρουσίασαν τα φυτά με μια μυκόρριζα και με συγκέντρωση NaCl 100 & 150 mM ενώ όσον αφορά την παραγωγή καρπών για τα φυτά χωρίς προσθήκη μυκόρριζας δεν είχε καλή εικόνα ο μάρτυρας όπως επίσης και το 150. Αντίθετα, τα φυτά με μία και 2 μυκόρριζες που ποτίζονταν με 150 είχαν καλύτερη απόδοση στην παραγωγή καρπών. Τα προηγούμενα αποτελέσματα μας συμφωνούν με τους Bona et al., (2016), όπου διαπίστωσαν ότι οι μικροοργανισμοί που είχαν εμβολιαστεί σε φυτά είχαν θετική επίδραση στην παραγωγή ανθέων και καρπών. Στα αποτελέσματα της χλωροφύλλης των κάτω φύλλων παρατηρήθηκε αύξηση των τιμών στα φυτά με μια μυκόρριζα που ποτίζονταν με 100 και 150 mM. Αύξηση επίσης στην τιμή της χλωροφύλλης των φύλλων είχαν και τα φυτά με 2 μυκόρριζες που ποτίζοντας με 150 mM. Σε αντίθεση με τα κάτω φύλλα τα πάνω χωρίς προσθήκη μυκόρριζας είχαν καλύτερη εικόνα εκείνα με τη μικρότερη συγκέντρωση, 50 mM δηλαδή, σε σχέση με τη μεγαλύτερη των 200 mM. Στα φυτά με μια μυκόρριζα παρατηρήθηκε μείωση της τιμής της χλωροφύλλης των φύλλων που ποτίζονταν με 200 mM. Παράλληλα όμως αύξηση είχαν τα φυτά με 2 μυκόρριζες και 50 mM.

Τη 15η εβδομάδα, οι τελευταίες μετρήσεις του πειράματος έδειξαν ότι στα φυτά χωρίς μυκόρριζα το 200 είχε μεγαλύτερο νωπό βάρος φύλλων από τον μάρτυρα και το 50. Στα φυτά με μια μυκόρριζα το 150 είχε μεγαλύτερο νωπό βάρος φύλλων όπως και προηγουμένως, όμως τα φυτά με 2 μυκόρριζες που ποτίζονταν με 150 mM είχαν μεγαλύτερο από ότι των 200 mM. Οι παρατηρήσεις για τον αριθμό καρπών καθώς επίσης και για το κόκκινο χρώμα των καρπών δεν είχαν σημαντικές στατιστικές διαφορές οπότε καταλαβαίνουμε ότι δεν επηρεάστηκαν τα φυτά από την παρουσία ή όχι μυκόρριζας. Τέλος στα φυτά χωρίς μυκόρριζα το 50 είχε μεγαλύτερο βάρος καρπών σε σχέση με το 150 και το 200, παράλληλα όμως στα φυτά με μια μυκόρριζα ευνοήθηκαν εκείνα που ποτίζονταν με 150 mM NaCl. Τα προηγούμενα αποτελέσματα δείχνουν να συμφωνούν και με τις μετρήσεις από τους Katerji et al., (2000), όπου έδειξαν ότι η σταδιακή αύξηση της αλατότητας στο νερό άρδευσης προκαλεί και ανάλογη μείωση της ξηρής βιομάζας της βλάστησης, η οποία

αποδίδεται στη μείωση του αριθμού των παραγόμενων καρπών, καθώς και στη μείωση του βάρους και του όγκου τους. Παράλληλα όμως οι Chitarra et al., το 2016 επιβεβαίωσαν ότι η συμβίωση μυκήτων και φυτών (ξενιστών) επηρεάζει θετικά την ανοχή στην ξηρασία στην τομάτα με διαφορετική απόκριση των φυτών ανάλογα βέβαια και με τα εμπλεκόμενα είδη μυκήτων.

Η μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μια ακόμη παράμετρος η οποία δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την προσθήκη μυκόρριζας. Γενικά, υπάρχει ανοδική πορεία στα αποτελέσματα όπως είναι αναμενόμενο λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του NaCl, όμως στη μεγαλύτερη συγκέντρωση των 200 mM δεν φαίνεται αξιόλογη διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων με μυκόρριζες. Η συγκέντρωση 100M1 φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο αυξητικά από την 100M2, πιθανότατα λοιπόν η μια μυκόρριζα δεν ωφέλησε τη συγκεκριμένη συγκέντρωση NaCl. Μεταξύ των διαγραμμάτων στις Εικόνες 24 και 26 μπορούμε δούμε ότι οι τιμές έχουν διαφορά, με εκείνη του πρότυπου διαλύματος να είναι πολύ μικρότερη. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στη συνεχή συσσώρευση αλάτων στο εδαφικό υπόστρωμα γι' αυτό και υπάρχει η τόσο μεγάλη διαφορά.

Γενικά, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών η αλατότητα επηρέασε αρνητικά τα περισσότερα, με μεμονωμένες και ελάχιστες διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων με μυκόρριζα.

Πίνακας 23: Συγκεντρωτικός πίνακας της επίδρασης των μυκορριζών σε σχέση με την αλατότητα σε φυτά τομάτας.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ	0M	1M	2M
ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ		+ 100 mM	+ 150 Mm
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ		+ 100 & 150 mM	
ΑΡΙΘΜΟΣ ΞΕΡΩΝ ΦΥΛΛΩΝ		+0 mM	+0, 150 & 200 Mm
ΑΝΘΗ		+ 100 & 150 mM	
ΚΑΡΠΟΙ		+ 150 mM	+ 150 mM
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΚΑΤΩ ΦΥΛΛΟΥ		+ 100 & 150 mM	+ 150 mM
ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ ΠΑΝΩ ΦΥΛΛΟΥ		- 200 mM	+ 100 mM
ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ		+150 mM	+150 mM
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΠΩΝ			
ΚΟΚΚΙΝΟ ΧΡΩΜΑ ΚΑΡΠΩΝ			
ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ		+ 150 mM	-100, 150 & 200 mM
ΜΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ		- 100 mM	

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση του παρόντος πειράματος σημαντικά συμπεράσματα αποτελούν τα εξής:

Στα φυτά *Brassica oleracea* var. *gongyloides* (L.) ποικιλίας MAXIMUS:

- ✓ Το ύψος των φυτών δεν έδειξε να επηρεάστηκε με καμία επέμβαση μας. Τη μόνη διαφορά την έκαναν τα φυτά της συγκέντρωσης των 200mM με μια προσθήκη μυκόρριζας των οποίων το αποτέλεσμα ήταν πιο υψηλό.
- ✓ Ο αριθμός των φύλλων καθόλη τη διάρκεια του πειράματος δεν φάνηκε να επηρεάστηκε από το αν υπήρχε μυκόρριζα ή όχι. Εκτός από τα φυτά των 100mM όπου και οι δύο επεμβάσεις τα ωφέλησαν.
- ✓ Στα ξερά φύλλα των φυτών η χρήση μυκόρριζας μια και δυο φορές ευνόησαν το 0, ενώ οι συγκεντρώσεις των 150 και 250 ζημιώθηκαν.
- ✓ Η χορήγηση ή όχι μυκόρριζας δε φάνηκε να επηρέασε τη χλωροφύλλη των φυτών. Τα φυτά έδωσαν υψηλές ποσότητες αυτής στις υψηλές συγκεντρώσεις.
- ✓ Κατά την τελευταία μέτρηση το μέσο βάρος βλαστού δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις της μυκόρριζας. Με ελάχιστες εξαιρέσεις των οποίων η απόκλιση από τις άλλες τιμές δεν ήταν πολύ μεγάλη.
- ✓ Στο μέσο βάρος του ελάσματος τα φυτά με τις δυο μυκόρριζες έδωσαν συνολικά το μεγαλύτερο βάρος. Καλύτερες τιμές είχε το 50 και το 250 των δυο μυκορριζών και το 0 της μίας μυκόρριζας.
- ✓ Στο μέσο βάρος του μίσχου η μια μυκόρριζα δεν ωφέλησε στο 0, 50 και 250 των οποίων οι τιμές ήταν χαμηλές συγκριτικά με τις άλλες δυο επεμβάσεις. Στις δυο προσθήκες ευνοήθηκε το 0 ενώ το 150 και το 250 όχι.
- ✓ Στο μέσο βάρος του έβδομου φύλλου το 100 φάνηκε να ωφελείτε και από τις δυο προσθήκες μυκόρριζας. Στο 0 οι δυο προσθήκες δεν βοήθησαν ενώ στο 250, 100 και 150 ναι. Στα 50mM η μια προσθήκη δεν ωφέλησε.

- ✓ Ο μέσος αριθμός φύλλων κατά την τελευταία μέτρηση έδειξε ότι δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις μυκόρριζας. Με ελάχιστες εξαιρέσεις όπου βλέπουμε ένα μικρό προβάδισμα και στις δυο προσθήκες μυκόρριζας στο 0 με τα φυτά με τη μια προσθήκη να είναι υψηλότερα. Από την άλλη μεριά στη συγκέντρωση του 50 συνέβη το αντίθετο.
- ✓ Στη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας υπήρξαν μειωμένες τιμές στη συγκέντρωση του 100 ανεξαρτήτως μυκόρριζας. Η μία προσθήκη επηρεάζει θετικά το 0 και το 50 mM. Από την άλλη το 0 με δύο μυκόρριζες δεν τα πήγε καλά. Παρατηρήθηκε ακόμη, ότι στα φυτά χωρίς μυκόρριζα το 50 ήταν σε χαμηλά επίπεδα ενώ το 250 σε πολύ υψηλά.
- ✓ Με βάση τα αποτελέσματα της μέσης ηλεκτρικής αγωγιμότητας καταλήγουμε στο ότι είναι μια ακόμη παράμετρος η οποία δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τις επεμβάσεις μυκόρριζας.
- ✓ Τέλος, για ακόμη μια φορά τα φυτά δεν έδειξαν να επηρεάζονται στην ανάπτυξη τους λόγω της ύπαρξης μυκόρριζας. Σε ορισμένες μετρήσεις υπήρξαν κάποιες διαφοροποιήσεις στα φυτά και αιτία ήταν η παρουσία μυκόρριζας, αλλά ως επί το πλείστον η πορεία των φυτών επηρεάστηκε αρκετά από την παρουσία της αλατότητας. Όπως είδαμε και παραπάνω σε πολλές παραμέτρους όσο αυξανόταν η συγκέντρωση της αλατότητας τόσο επηρεαζόταν αρνητικά κυρίως, το τελικό αποτέλεσμα.

Στα φυτά τομάτας *Lycopersicon esculentum* (L.) ποικιλίας NEMESIS:

- ✓ Η αλατότητα όσον αφορά το ύψος των φυτών ήταν δυσμενής ιδιαίτερα στις υψηλές συγκεντρώσεις NaCl. Φαίνεται όμως ότι η χορήγηση μυκορριζών 2 φορές, έδωσε καλή ανάπτυξη στη συγκέντρωση 150 mM NaCl.
- ✓ Η αλατότητα επηρέασε αρνητικά τον αριθμό των φύλλων όμως στα φυτά που είχαν μια και 2 μυκόρριζες οι συγκεντρώσεις 100 & 150mM έδειξαν να έχουν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων.
- ✓ Η προσθήκη σκευάσματος μυκορριζών δείχνει να έχει μέτρια

ανταπόκριση στο μέσο αριθμό ξερών φύλλων μεταξύ των επεμβάσεων με NaCl καθώς φαίνεται να έχει ευνοηθεί μόνο το 150 με μια μυκόρριζα.

- ✓ Για την παραγωγή ανθέων καλύτερη εικόνα παρουσίασαν τα φυτά με μια μυκόρριζα και με συγκέντρωση NaCl 100 & 150 mM.
- ✓ Τα φυτά με μία και 2 μυκόρριζες που ποτίζονταν με 150 mM είχαν καλύτερη απόδοση στην παραγωγή καρπών.
- ✓ Στην τιμή της χλωροφύλλης των παλιών φύλλων η μυκόρριζα φαίνεται να είχε σημαντικά οφέλη στα φυτά με 2 μυκόρριζες και συγκέντρωση NaCl 150 mM.
- ✓ Η αλατότητα και η μυκόρριζα είχε μικρή επίδραση στην τιμή της χλωροφύλλης των νέων φύλλων.
- ✓ Γενικά η αλατότητα δεν επηρέασε σημαντικά τον αριθμό των καρπών και το κόκκινο χρώμα τους απλά φαίνεται η μια μυκόρριζα να ευνόησε λίγο παραπάνω τα φυτά της συγκέντρωσης NaCl 150 mM.
- ✓ Το νωπό βάρος φύλλων δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα απλά φαίνεται η προσθήκη μια και 2 φορές μυκόρριζας να ευνοεί το 150.
- ✓ Το βάρος των καρπών όσο αυξανόταν η αλατότητα επηρεάστηκε αρνητικά εκτός από την προσθήκη μιας φοράς μυκόρριζας που έδωσε καλύτερη ανταπόκριση στη συγκέντρωση NaCl 100 mM.
- ✓ Με βάση τα αποτελέσματα της μέσης ηλεκτρικής αγωγιμότητας καταλήγουμε στο ότι είναι μια ακόμη παράμετρος η οποία δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τις επεμβάσεις μυκόρριζας. Στην περίπτωση όμως της συγκέντρωσης NaCl 150 mM η μια μυκόρριζα δεν είχε καλή ανταπόκριση.

Τα παραπάνω συμπεράσματα θα αποτελέσουν έναυσμα για την περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης των μυκορριζών με τα φυτά υπό το στρες αλατότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbas, S. M. and Akladios, S. A., 2013. Application of carrot root extract induced salinity tolerance in cowpea (*Vigna sinensis* L.) seedlings. *Pak J Bot.* 45:795–806.
- Ahmad, P., Kumar, A., Ashraf, M., & Akram, N. A. 2012. Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(11), 2694-2703.
- Ali, M.H., 2011. Practices of Irrigation & On-farm Water Management: Volume 2. In New York, NY: Springer New York, pp. 271-325.
- Bakr, J., Pék, Z., Helyes, L., Posta, K., 2018. Mycorrhizal Inoculation Alleviates Water Deficit Impact on Field-Grown Processing Tomato *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 27, No. 5 (2018), 1949-1958 DOI: 10.15244/pjoes/78624.
- Benton Jones, J. Jr., 2007. *Tomato Plant Culture*. 2nd Edition. CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420007398>
- Biswas, A. K., Mannan, M. A., & Dash, P. K. 2016. Germination, growth and yield response of Kohlrabi, *Brassica oleracea* var. gongylodes L. to NaCl induced salinity stress. *Bioscience and Bioengineering Communications*, 2(1), 81-89.
- Bona, E., Cantamessa, S., Massa, N., Manassero, P., Marsano, F., Copetta, A., Lingual, G., D'Agostino, G., Gamalero, E., & Berta, G., 2016. Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting pseudomonads improve yield, quality and nutritional value of tomato: a field study. Springer-Verlag Berlin. DOI 10.1007/s00572-016-0727-y.
- Bowles, T. M., Barrios-Masias F. H., Carlisle, E. A., Cavagnaro, T. R., Jackson, L. E., 2016. Effects of arbuscular mycorrhizae on tomato yield, nutrient uptake, water relations, and soil carbon dynamics under deficit irrigation in field conditions. *Science of the Total Environment* 566–567 Elsevier B.V. Available online 5 June 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.178>
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P. & Ferrante, A., 2014. Biostimulants and crop responses: a review, *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*, DOI: 10.1080/01448765.2014.964649.
- Bybordi, A., Tabatabaei, S. J. & Ahmadev, A. 2010. Effects of salinity on fatty acid.

composition of canola (*Brassica napus* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment, 8(1), 113-115.

Chitarra, W., Maserti, B., Gambino, G., Guerrieri, E. & Balestrini, R. 2016. Arbuscular mycorrhizal symbiosis-mediated tomato tolerance to drought. Plant Signaling & Behavior, 11:7, Published online: 30 Jun 2016. DOI: 10.1080/15592324.2016.1197468.

Colla, G., Roupael, Y., 2015. Biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196, 1-2. On line 30 November 2015 at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815003428?via%3Dihub>

Dabrowska, G., Baum, C., Trejgell, A., Hryniewicz, K., 2014. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and expression of gene encoding stress protein – metallothionein *BnMT2* in the non-host crop *Brassica napus* L. J. Plant Nutr. Soil Sci., 000, 1–9. DOI: 10.1002/jpln.201300115.

Dehne, H.W., 1982. Interaction Between Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Pathogens, Institut für Pflanzenkrankheiten and Pflanzenschutz, University of Flannove 72:1115.

Dixon, G.R., 2006. Vegetable brassicas and related crucifers. Glasgow, UK.

Dorais, M., Papadopoulos, A. & Gosselin, A., 2001. Greenhouse tomato fruit quality. Horticultural Reviews 26: 239–319.

Ferrer, L. R., Gómez, F. E., Herrera-Peraza A. R. and Ley-Rivas, J. F., 2017. Influence of several arbuscular mycorrhizal fungi alone or combined on the growth of three varieties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Acta Botánica Cubana, Vol. 216, No. 1, pp. 38-46 On line January 2017 at <https://www.researchgate.net/publication/317887351>

GAIA ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ 2013-2015 Gaiapedia
<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%86%CF%81%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7_%CE%BD%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CF%84%CE%B1%CF%82_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%B7%CF%80%CE%AF%CE%BF%CF%85> Τελευταία τροποποίηση: 15 Νοεμβρίου 2013.

Giovannetti, M., Avio, L., Barale, R., Ceccarelli, N., Cristofani, R., Iezzi, A., Mignolli, F., Picciarelli, P., Pinto, B., Reali, D., Sbrana, C. and Scarpato, R., 2012. Nutraceutical value and safety of tomato fruits produced by mycorrhizal plants. Published online: 05

July 2011 at <https://doi.org/10.1017/S000711451100290X>

- Graham, J. H., Linderman, R. G., and Menge, J. A., 1982. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. In relation to root colonization and growth of Troyer Citrange. *New Phytologist* 91:183-189.
- Hao, X., Papadopoulos, A., Dorais, M., Ehret, D.L., Turcotte, G. & Gosselin, A., 2000. Improving tomato fruit quality by raising the EC of NFT nutrient solutions and calcium spraying: Effects on growth, photosynthesis, yield and quality. *Acta Hort.* 511., pp.213–224.
- Hayat, S., Masood, A., Yusuf, M., Fariduddin, Q., & Ahmad, A. 2009. Growth of Indian mustard (*Brassica Juncea*L.) in response to salicylic acid under high-temperature stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 21(3), 187-195.
- Huang, Z., He, C., He, Z., Zou, Z. & Zhang, Z., 2010. The Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Reactive Oxyradical Scavenging System of Tomato Under Salt Tolerance. *Agricultural Sciences in China.*, pp.1150—1159.
- Inal, A., Growth, proline accumulation and ionic relations of tomato as influenced by NaCl and NaSO₄. *TUBITAK Turk. J. Bot.* 26, 285–290. 2002.
- Jan, S. A., Shinwari, Z. K., & Rabbani, M. A. 2016. Agro-Morphological and Physiological Responses of *Brassica rapa*. Ecotypes to Salt Stress. *Pakistan Journal of Botany*, 48(4), 1379-1384.
- Kandil, A. A., Sharief, A. E., & Ola Shereif, S. A. 2016. Effect of salinity stress on seedlings parameters of some canola cultivars. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 8(2), 10-18.
- Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A. & Mastrorilli, M., 2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. *Agricultural Water Management*, 43(1), pp.99–109.
- Khalloufi, M., Mart´inez-And´ujar, C., Lachaˆal, M., Karray-Bouraoui, N., Perez-Alfocea, F., Albacete A., 2017. The interaction between foliar GA₃ application and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation improves growth in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants by modifying the hormonal balance. *Journal of Plant Physiology*. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.jplph.2017.04.012>
- Kunicki, E., Grabowska, A., Sekara, A., Wojciechowska, R., 2010. The effect of cultivar type,

time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Hortic.* 22:9–13.

Liebman, M. and Davis, A. S., 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Res.* 40:27– 47.

Maggio, A., Raimondi, G., Martino, A. & De Pascale, S., 2007. Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold. *Environmental and Experimental Botany*, 59(3), pp.276–282.

Manila, R. and Nelson, R., 2013. Nutrient uptake and promotion of growth by Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Tomato and their role in Bio-protection against the tomato wilt pathogen. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, 3 (4):42-46. Scholars Research Library. Available online at www.scholarsresearchlibrary.com

Marshner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press, London, pp 889.

Mattner, S. W., Wite, D., Riches, D. A., Porter, I. J., Arioli, T., 2013. The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biol Agric Hortic.* 29:258- – 270.

Nardi, S., Carletti, P., Ertani, A., Pizzeghello, D., 2006. Knowledge and evaluation of plant growth stimulants. *Inform Agrario.* 45:41–44.

Nebauer, S., Sánchez, M., Martínez, L., Lluch, Y. & Renau-Morata, B, et al., 2013. Differences in photosynthetic performance and its correlation with growth among tomato cultivars in response to different salts. *Plant Physiology and Biochemistry* 63: 61-69. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.11.006 PMID: 23232248.

Oliveira, A. R., Dos Santos Rocha, B. R., De Andrade, H. A. F., Chagas, J. L., Machado, N. A. F., De Farias, M. F., De Moraes Rego, C. A. R., Costa, B. P., Leite, M. R. L., Da Silva-Matos, R. R. S. 2018. Production of cabbage seedlings under doses of biostimulant. Article in *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary* June 2018.

Perez-Alfocea, F., Estan, M. T., Caro, M. and Bolarin, M. C., 1993. Response of tomato cultivars to salinity. *Plant and Soil*, ISO: 203-211.

Prager, K., Schuler, J., Helming, K., Zander, P., Ratering, T., Hagedorn, K., 2011. Soil degradation, farming practices, institutions and policy responses: An analytical framework. *Land degradation & development.* 22, 32–46.

- Sanoubar, R., Cellini, A., Veroni, A.M., Spinelli, F., Masia, A., Vittori Antisari, L., Orsini, F., Gianquinto, G., 2015. Salinity thresholds and genotypic variability of cabbage (*Brassica oleracea* L.) grown under saline stress. Department of Agricultural Sciences (DIPSA), University of Bologna. DOI: 10.1002/jsfa.7097
- Shannon M.C., Grieve C. M.,1999. Tolerance of vegetable crops to salinity, *Scientia Horticulturae* 5-38.
- Sharma, H. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., Martin, T., 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J Appl Phycol.* 26:465- – 490.
- Siddiqui, M. H., Mohammad, F., & Khan, M. N. 2009. Morphological and physio-biochemical characterization of *Brassica juncea* L. Czern. & Coss. genotypes under salt stress. *Journal of Plant Interactions*, 4(1), 67-80.
- Sorescu, A.A, Nuta, A., Ion, R.M., 2018. Pale-Green kohlrabi, a versatile *Brassica* vegetable.DOI: 10.5772/intechopen.76921
- Su, J., Wu, S., Xu, Z., Qiu, S., Luo, T., Yang, Y., & Huang, B. 2013. Comparison of salt tolerance in *Brassicac*s and some related species. *American Journal of Plant Sciences*, 4(10), 1911.
- The Food and Agriculture Organization (FAO). Crop information. Tomato. <<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/tomato/en/>>. Last access: 2/2/2019
- <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Last access: 23/4/2019
- Tuna, A., Kaya, C., Ashraf, M., Altunlu, H. & Yokas, I., 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *66 Environmental and Experimental Botany*, 59, pp.173–178.
- Vitti, A., Sofò, A., Scopa, A. & Nuzzaci, M., 2015. Sustainable Agricultural Practices in Disease Defence of Traditional Crops in Southern Italy: The Case Study of Tomato Cherry Protected by *Trichoderma harzianum* T-22 Against Cucumber Mosaic Virus (CMV), pp.133–143.
- Yuksel Seeds Inc Co. Nemesis F1. <<https://www.yukseltohum.com/en/products/tomato-seed/beef>> Last access: 30/3/2019
- Yurtseven, E. & Kesmez, G. D., 2005. The effects of water salinity and potassium levels on

yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*), 78, pp.128–135.

Zamani, Z., Nezami, M.T., Habibi, D., & Khorshidi, M. B., 2010. Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. *Advances in Environmental Biology*, 4(3), 422-427.

Zhai, Y., Yang, Q. & Hou, M., 2015. The effects of saline water drip irrigation on tomato yield, quality, and blossom-end rot incidence "a 3a case study in the South of China. *PLoS ONE*, 10(11), pp.1–17. Available at: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0142204>. Published on line: November 5, 2015.

Ziane, H., Meddad-Hamza, A., Beddiar, A. and Gianinazzi, S., 2017. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Fertilization Levels on Industrial Tomato Growth and Production. *INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY* Vol. 19, No. 2. Friends Science Publishers. DOI: 10.17957/IJAB/15.0287

Βλάχου, Γ., 2011. Επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της μπάμιας σε υδροπονική καλλιέργεια. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γ.Π.Α.

Θεριός, Ι., 1996. Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα. Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη. Σελ. 188-215.

Θεριός, Ι., 2005. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 177-185, 188-215.

Καραμπουρνιώτης, Γ.Α., 2003. Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών. Εκδόσεις ΕΜΒΡΥΟ.

Κόντης, Χ. Μ., 2009. Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (ΝαΟΙ) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας, Ερευνητική Εργασία Μεταπτυχιακού Διπλώματος, Γ.Π.Α

Ολύμπιος, Χ., 2009. Τα λαχανικά της οικογένειας των σταυρανθών. Χαρακτηριστικά, απαιτήσεις, καλλιεργητική τεχνική. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 10: 14-28.

Ολύμπιος, Χ., 2015. Η τεχνική της καλλιέργειας των υπαίθριων κηπευτικών, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Πανταλέων, Κ., 2012. Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας (συμβατικής και βιολογικής) και της αλατότητας στην ανάπτυξη, τα χαρακτηριστικά και στις αποδόσεις του φασολιού. (Μεταπτυχιακή μελέτη). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

- Πετρόπουλος, Σ., 2013. Επιδράσεις Του Αβιοτικού Και Βιοτικού Περιβάλλοντος Στην Παραγωγή Λαχανικών, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος 2^η Κατεύθυνση - Φυτική Παραγωγή και Περιβάλλον, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Πουλιός, Σ., 2010. Αλληλεπίδραση δενδρόμορφων μυκορριζικών στελεχών με τον ενδοσυμβιωτικό μύκητα *fusarium solani* στέλεχος fsk σε ρίζες τομάτας. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας: «Βιοτεχνολογία Ποιότητα Διατροφής & Περιβάλλοντος». Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα.
- Σάββας, Δ., 2007. Εισαγωγή στις καλλιέργειες εκτός εδάφους. Σημειώσεις εργαστηρίου κηπευτικών καλλιεργειών, Γ.Π.Α.
- Yuksel Seeds Inc Co. Nemesis F1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



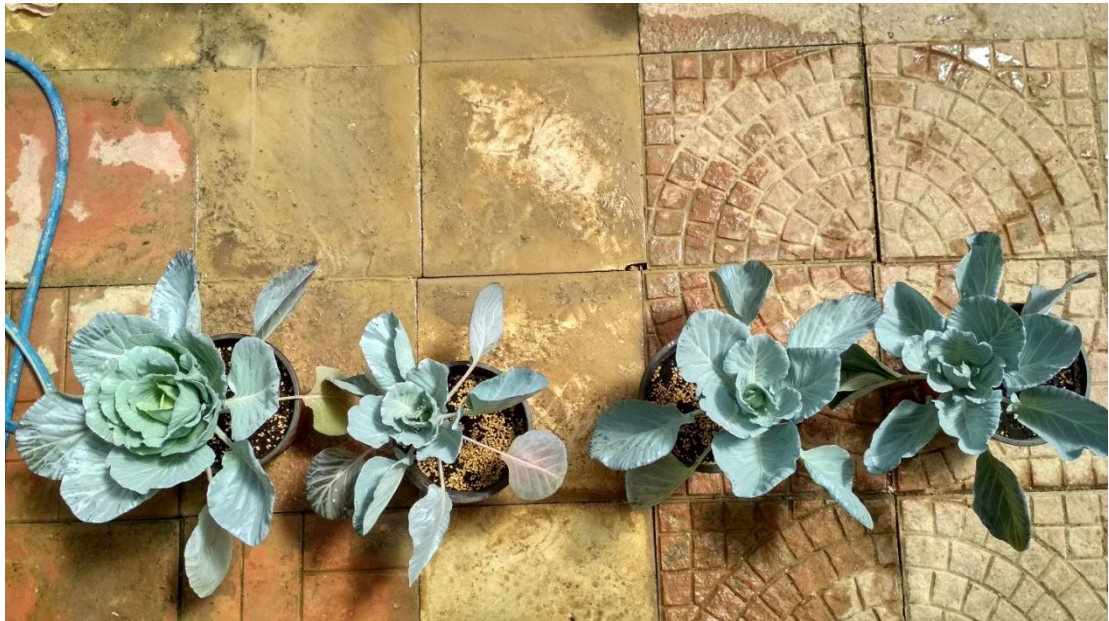
Εικόνα 27: Μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα, με μια μυκόρριζα και με 2 μυκόρριζες (0M0, 0M1, 0M2).



Εικόνα 28: Μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα, συγκέντρωση NaCl 50 mM χωρίς μυκόρριζα, με μια μυκόρριζα και με 2 μυκόρριζες (0M0, 50M0, 50M1, 50M2).



Εικόνα 29: Μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα, συγκέντρωση NaCl 100 mM χωρίς μυκόρριζα, με μια μυκόρριζα και με 2 μυκόρριζες (0M0, 100M0, 100M1, 100M2).



Εικόνα 30: Μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα, συγκέντρωση NaCl 150 mM χωρίς μυκόρριζα, με μια μυκόρριζα και με 2 μυκόρριζες (0M0, 150M0, 150M1, 150M2).



Εικόνα 31: Μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα, συγκέντρωση NaCl 200 mM χωρίς μυκόρριζα, με μια μυκόρριζα και με 2 μυκόρριζες (0M0, 200M0, 200M1, 200M2).



Εικόνα 32: Μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα, συγκέντρωση NaCl 250 mM χωρίς μυκόρριζα, με μια μυκόρριζα και με 2 μυκόρριζες (0M0, 250M0, 250M1, 250M2).



Εικόνα 33: Μάρτυρας με 2 μυκόρριζες, με μια μυκόρριζα και χωρίς μυκόρριζα (0M2, 0M1, 0M0).



Εικόνα 34: Συγκέντρωση NaCl 50 mM με 2 μυκόρριζες, με μια μυκόρριζα, χωρίς μυκόρριζα και μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα (50M2, 50M1, 50M0, 0M0).



Εικόνα 35: Συγκέντρωση NaCl 100 mM με 2 μυκόρριζες, με μια μυκόρριζα, χωρίς μυκόρριζα και μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα (100M2, 100M1, 100M0, 0M0).



Εικόνα 36: Συγκέντρωση NaCl 150 mM με 2 μυκόρριζες, με μια μυκόρριζα, χωρίς μυκόρριζα και μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα (150M2, 150M1, 150M0, 0M0).



Εικόνα 37: Συγκέντρωση NaCl 200 mM με 2 μυκόρριζες, με μια μυκόρριζα, χωρίς μυκόρριζα και μάρτυρας χωρίς μυκόρριζα (200M2, 200M1, 200M0, 0M0).