



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΥΚΟΡΡΙΖΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ, ΣΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ
ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ»**

ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΚΑΝΛΗ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
"Εφαρμοσμένη Επιστήμη και Τεχνολογία στη Γεωπονία"**

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2021

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΔΡΑΓΑΣΑΚΗ ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

ΙΔΙΟΤΗΤΑ: ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΙΔΡΥΜΑ/ΦΟΡΕΑΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ – ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

2. ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΛΟΥΛΑΚΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΙΔΙΟΤΗΤΑ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΙΔΡΥΜΑ/ΦΟΡΕΑΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ – ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

3. ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΚΟΝΤΑΞΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΙΔΙΟΤΗΤΑ: ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΙΔΡΥΜΑ/ΦΟΡΕΑΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ – ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος «Εφαρμοσμένη Επιστήμη και Τεχνολογία στη Γεωπονία» του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου.

Με την ολοκλήρωσή της θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν για την εκπόνησή της.

Ευχαριστώ την επιβλέπουσα καθηγήτρια κυρία Δραγασάκη Μαγδαληνή για την καθοδήγησή της τόσο στην επιλογή του θέματος όσο και στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Επίσης ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου για τη συμπαράσταση, την κατανόηση και την υποστήριξή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αλατότητα αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα υποβάθμισης των εδαφών και παρουσιάζεται σε εκτεταμένες περιοχές του πλανήτη, κυρίως σε ξηρές και ημι-ξηρές περιοχές. Σε όλο το κόσμο εκτιμάται ότι 932,2 εκατομμύρια εκτάρια καλλιεργήσιμης γης έχουν επηρεαστεί, ενώ η αυξανόμενη αλατότητα θα έχει ως αποτέλεσμα απώλεια των καλλιεργήσιμων εδαφών κατά 30% τα επόμενα 25 χρόνια και ως 50% το πρώτο μισό του 21^{ου} αιώνα. Η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στην εντατικοποίηση της γεωργίας καθώς το 10% των αρδευόμενων εκτάσεων παρουσιάζουν φαινόμενα υψηλής συγκέντρωσης αλάτων εξαιτίας της ευρείας χρήσης χημικών λιπασμάτων, της χρήσης αρδευτικού νερού κακής ποιότητας και της υιοθέτησης ακατάλληλων τεχνικών άρδευσης και αποστράγγισης του εδάφους. Η αντιμετώπιση της εδαφικής αλατότητας είναι κρίσιμη καθώς αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην εγκατάσταση, αύξηση και ανάπτυξη των φυτών σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Διάφορες πρακτικές έχουν εξεταστεί για την μείωση των απωλειών στην παραγωγή. Ανάμεσα στους εναλλακτικούς τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος είναι η χρήση ωφέλιμων μικροοργανισμών του εδάφους όπως οι μυκόρριζες. Ο ρόλος των μυκόρριζών στον εφοδιασμό των φυτών με θρεπτικά στοιχεία και νερό είναι σημαντικός, καθώς το εκτεταμένο δίκτυο των μυκηλιακών υφών τους, επιτρέπει την εξερεύνηση μεγαλύτερων περιοχών τους εδάφους, μακρύτερα από την ζώνη «εξάντλησης» του ριζικού συστήματος, με συνέπεια την αποτελεσματικότερη απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων, ιδίως θρεπτικών στοιχείων που ακινητοποιούνται εύκολα και δεν είναι διαθέσιμα στα φυτά, όπως ο φώσφορος. Η θετική επίδραση των μυκόρριζών στη πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων, η βελτίωση της δομής του εδάφους, οι σχέσεις που αναπτύσσουν με άλλους εδαφικούς μικροοργανισμούς, έχει αποδειχτεί από πολλές μελέτες ότι βελτιώνει την απόκριση των φυτών σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις όπως η αλατότητα. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική μελέτη δημοσιευμένων πειραματικών εργασιών, που εξετάζουν την επίδραση των μυκόρριζών, σε φυτά που αποτελούν κυρίαρχες καλλιέργειες κηπευτικών στη χώρα μας, όπως η τομάτα και η πιπεριά, και αναπτύσσονται σε συνθήκες καταπόνησης από αυξημένη αλατότητα. Για τον σκοπό αυτό, επιλέχθηκαν 30 πειραματικές εργασίες που αφορούν την επίδραση των μυκόρριζών στη μείωση των επιδράσεων του στρες αλατότητας στη τομάτα (*Solanum lycopersicum L./Lycopersicon esculentum Mill.*) και 12 πειραματικές εργασίες που αφορούσαν την επίδραση των μυκόρριζών στη μείωση του στρες αλατότητας σε φυτά πιπεριάς (*Capsicum annuum L.*). Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες περιορίζει τις επιπτώσεις της αλατότητας στα φυτά με το βαθμό επίδρασης να εξαρτάται από την ποικιλία, το είδος του μύκητα που χρησιμοποιήθηκε και τις συνθήκες του πειράματος.

Λέξεις κλειδιά: ενδομυκόρριζες, αλατότητα, αποικισμός, *Solanum lycopersicum L.*, *Capsicum annuum L.*

ABSTRACT

Soil salinization is considered to be one of the major soil degradation problems, that affects many lands globally, especially arid and semi-arid areas. It is estimated that 932.2 Mha of cultivating land has been affected worldwide while the increasing salinization will reduce the arable land by 30% during the next 25 years and 50% by the middle of the 21th century. High levels of soil salinity is the result of intensification of agriculture as 10% of irrigated land is affected by soil salinity due to intensive fertilization, irrigation with brackish water and the adoption of unsuitable irrigation practices in association with poor drainage conditions. The significance of soil salinity for agricultural yield is crucial because it affects the establishment, growth and development of plants leading to huge losses in productivity. To minimize the negative effects of salinity, various techniques have been used. Among them, the application of beneficial soil microorganisms like mycorrhizal fungi, has acquired a lot of interest as an alternative technique. The role of mycorrhizal fungi in acquisition of water and mineral nutrients by host plants is very significant, as their well-developed extraradical mycelium network exploits extended areas of the surrounding soil, beyond the “depletion” zone of the root system, enhancing the water and nutrient absorption, especially nutrients that can be immobilized easily, like phosphorus. Scientific research has shown that mycorrhizal fungi can alleviate effects of biotic and abiotic stress, like salinity, by improving the water and nutrient uptake, the soil structure and conduct synergistic relationships with other soil microorganisms. The aim of this research is a comparative study published experimental surveys that examine the impact of mycorrhizal fungi on two of the most important vegetable species, tomato and pepper, that develop in salinity stress conditions. For this purpose, they have been selected 30 published experimental studies regarding the effect of mycorrhizal inoculation in alleviating the salinity stress in tomato plants (*Solanum lycopersicum L./Lycopersicum esculentum Mill.*) and 12 published experimental studies regarding the effect of mycorrhizal inoculation in alleviating the salinity stress in pepper plants (*Capsicum annuum L.*). The results demonstrated that mycorrhizal fungi ameliorated the negative effects of salinity in plants with the degree of impact depending on the variety of plant, fungus species that are used and experimental conditions.

Keywords: endomycorrhizal fungi, salinity, colonization, *Solanum lycopersicum L.*, *Capsicum annuum L.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	14
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	15
ΣΥΝΩΝΥΜΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ	15
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
1.1 ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ.....	16
1.1.1 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας τομάτας.....	16
1.1.2 Επίδραση της αλατότητας στην καλλιέργεια τομάτας.....	17
1.1.3 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας πιπεριάς.....	18
1.1.4 Επίδραση της αλατότητας στην καλλιέργεια πιπεριάς.....	20
1.2 ΕΔΑΦΙΚΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	21
1.2.1 Αλατούχα εδάφη.....	21
1.2.2 Επίδραση της αλατότητας στα χαρακτηριστικά και τη γονιμότητα του εδάφους..	25
1.2.3 Επίδραση της αλατότητας στα φυτά – Μηχανισμοί αντιμετώπισης του στρες αλατότητας.....	26
1.2.4 Επίδραση της αλατότητας σε φυσιολογικές παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών.	29
1.3 ΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ.....	30
1.3.1 Είδη και δομή μυκορριζών.....	30
1.3.2 Επιδράσεις των μυκορριζών στα ανώτερα φυτά	33
1.3.3 Επίδραση της αλατότητας στις μυκορριζές.....	36
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	38
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	41
3.1 Πειραματικές εργασίες που αφορούν την τομάτα.....	41
3.1.1 Πειραματικά δεδομένα επιλεγμένων εργασιών.....	45
3.1.2 Αποικισμός.....	49
3.1.3 Αναπτυξιακές παράμετροι φυτικής βιομάζας.....	51
<i>Ξηρό βάρος βλαστού</i>	51
<i>Ξηρό βάρος ρίζας</i>	55
<i>Φυλλική επιφάνεια</i>	59
<i>Νωπό βάρος βλαστού</i>	61
<i>Νωπό βάρος ρίζας</i>	64

Υψος φυτού.....	66
3.1.4 Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων.....	68
<i>Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα.....</i>	68
<i>Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό.....</i>	74
<i>Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες.....</i>	80
3.1.5. Παράμετροι φωτοσύνθεσης.....	86
<i>Συγκέντρωση της χλωροφύλλης (ολική).....</i>	86
<i>Συγκέντρωση της χλωροφύλλης α.....</i>	88
<i>Συγκέντρωση της χλωροφύλλης β.....</i>	90
3.1.6 Αντιοξειδωτικά ένζυμα.....	92
3.1.7 Αγρονομικά χαρακτηριστικά.....	96
3.2 Πειραματικές εργασίες που αφορούν την πιπεριά.....	101
3.2.1 Πειραματικά δεδομένα επιλεγμένων εργασιών.....	104
3.2.2 Αποικισμός.....	106
3.2.3 Αναπτυξιακές παράμετροι φυτικής βιομάζας.....	108
<i>Ξηρό βάρος βλαστού.....</i>	108
<i>Ξηρό βάρος ρίζας.....</i>	110
<i>Ξηρό βάρος φυτού.....</i>	111
<i>Φυλλική επιφάνεια φυτού.....</i>	114
<i>Υψος φυτού.....</i>	116
3.2.4 Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων.....	119
<i>Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα.....</i>	119
<i>Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό.....</i>	122
3.2.5. Παράμετροι φωτοσύνθεσης.....	128
<i>Συγκέντρωση της χλωροφύλλης (ολική).....</i>	128
<i>Συγκέντρωση χλωροφύλλης α.....</i>	130
<i>Συγκέντρωση χλωροφύλλης β.....</i>	131
3.2.6 Ωσμωρρυθμιστικές ουσίες.....	132
<i>Συγκέντρωση προλίνης.....</i>	132
3.2.7 Αγρονομικά χαρακτηριστικά.....	135
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	139
4.1 Συμπεράσματα για την επίδραση των μυκορριζών στην απόκριση των φυτών τομάτας που αναπτύσσονται σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας.....	139
4.2 Συμπεράσματα για την επίδραση των μυκορριζών στην απόκριση των φυτών πιπεριάς που αναπτύσσονται σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας.....	151
5. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	161

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	163
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	177

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση της EC και TDS του νερού αναφορικά με τον κίνδυνο χρήσης του στις καλλιέργειες.	23
Πίνακας 2. Κατηγοριοποίηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αναφορικά με την επίδρασή της στις καλλιέργειες (Richards, 1954).	25
Πίνακας 3. Πειραματικές εργασίες επίδρασης των μυκορριζών σε φυτά τομάτας σε συνθήκες αλατότητας.	42
Πίνακας 4. Πειραματικά δεδομένα των επιλεγμένων ερευνητικών εργασιών για την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά τομάτας που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας.	45
Πίνακας 5. Τρόπος εφαρμογής της αλατότητας.	48
Πίνακας 6. Ποσοστά αποικισμού μυκορριζών σε φυτά τομάτας ανά εργασία.	49
Πίνακας 7. Μείωση του ποσοστού αποικισμού των μυκορριζών σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	50
Πίνακας 8. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	52
Πίνακας 9. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	53
Πίνακας 10. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	55
Πίνακας 11. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	57
Πίνακας 12. Μεταβολή της Φ.Ε. των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	59
Πίνακας 13. Μεταβολή της Φ.Ε. των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	60
Πίνακας 14. Μεταβολή του Ν.Β. του βλαστού των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	61
Πίνακας 15. Μεταβολή του Ν.Β. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	62
Πίνακας 16. Μεταβολή του Ν.Β. της ρίζας των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας. ...	64
Πίνακας 17. Μεταβολή του Ν.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	65
Πίνακας 18. Μεταβολή του ύψους των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	66
Πίνακας 19. Μεταβολή του ύψους των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	67
Πίνακας 20. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	68
Πίνακας 21. Μεταβολή του λόγου K/Na στα φύλλα των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	70
Πίνακας 22. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στα φύλλα των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	70
Πίνακας 23. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	70
Πίνακας 24. Μεταβολή του λόγου K/Na στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	72
Πίνακας 25. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	72
Πίνακας 26. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	74
Πίνακας 27. Μεταβολή του λόγου K/Na στο βλαστό των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	76

Πίνακας 28. Μεταβολή της συγκέντρωσης ιόντων Na στο βλαστό των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	76
Πίνακας 29. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	77
Πίνακας 30. Μεταβολή του λόγου K/Na στο βλαστό των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	78
Πίνακας 31. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στο βλαστό των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	78
Πίνακας 32. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	80
Πίνακας 33. Μεταβολή του λόγου K/Na στις ρίζες των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	81
Πίνακας 34. Μεταβολή της συγκέντρωσης ιόντων Na στις ρίζες φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	82
Πίνακας 35. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	82
Πίνακας 36. Μεταβολή του λόγου K/Na στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	83
Πίνακας 37. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	84
Πίνακας 38. Μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (ολική) στα φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	86
Πίνακας 39. Μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (ολική) των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	87
Πίνακας 40. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	88
Πίνακας 41. Μεταβολή της συγκέντρωσης της Chl a των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	89
Πίνακας 42. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl b σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	90
Πίνακας 43. Μεταβολή της συγκέντρωσης της Chl b στα εμβολιασμένα φυτά τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	91
Πίνακας 44. Μεταβολή της δραστηριότητας αντιοξειδωτικών ενζύμων σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	92
Πίνακας 45. Μεταβολή της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	93
Πίνακας 46. Μεταβολή αγρονομικών χαρακτηριστικών φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.	96
Πίνακας 47. Μεταβολή των αγρονομικών χαρακτηριστικών φυτών των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.	98
Πίνακας 48. Πειραματικές εργασίες επίδρασης των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς σε συνθήκες αλατότητας.	102
Πίνακας 49. Πειραματικά δεδομένα των επιλεγμένων ερευνητικών εργασιών για την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας.	104
Πίνακας 50. Ποσοστό αποικισμού μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς.	107
Πίνακας 51. Μείωση του ποσοστού αποικισμού των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	107
Πίνακας 52. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	109
Πίνακας 53. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.	109

Πίνακας 54. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας. .	110
Πίνακας 55. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.	111
Πίνακας 56. Μεταβολή του Ξ.Β. (ολικό) των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	112
Πίνακας 57. Μεταβολή του Ξ.Β. των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.	113
Πίνακας 58. Μεταβολή της Φ.Ε. φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	114
Πίνακας 59. Μεταβολή της Φ.Ε των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.	115
Πίνακας 60. Μεταβολή του ύψους των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	116
Πίνακας 61. Μεταβολή του ύψους των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.	117
Πίνακας 62. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων και ιόντων Na στα φύλλα φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	119
Πίνακας 63. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα.	120
Πίνακας 64. Μεταβολή της συγκέντρωσης ιόντων Na στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα.	121
Πίνακας 65. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, του λόγου K/Na και των ιόντων Na στους βλαστούς των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	122
Πίνακας 66. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, του λόγου K/Na και των ιόντων Na των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.	124
Πίνακας 67. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl σε φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	128
Πίνακας 68. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα.	129
Πίνακας 69. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a σε φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	130
Πίνακας 70. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα.	130
Πίνακας 71. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl b στα φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	131
Πίνακας 72. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a στα εμβολιασμένα φυτά πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.	132
Πίνακας 73. Μεταβολή της συγκέντρωση προλίνης στην υπέργεια βιομάζα και τις ρίζες φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	133
Πίνακας 74. Μεταβολή της συγκέντρωση προλίνης στην υπέργεια βιομάζα και τις ρίζες στα εμβολιασμένα φυτά πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.	133
Πίνακας 75. Μεταβολή των αγρονομικών χαρακτηριστικών φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.	135
Πίνακας 76. Μεταβολή των αγρονομικών χαρακτηριστικών εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.	137

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ποσοστό παραγωγής τομάτας ανά ήπειρο (FAOSTAT, 2019).	16
Εικόνα 2. Παραγωγή νωπών καρπών πιπεριάς ανά ήπειρο (FAOSTAT, 2019).	19
Εικόνα 3. Παραγωγή αποξηραμένων καρπών πιπεριάς ανά ήπειρο (FAOSTAT, 2019).	19
Εικόνα 4. Πρωτογενείς πηγές αλατότητας του εδάφους. (Daliakopoulos et al., 2016).	22

Εικόνα 5. Δευτερογενείς πηγές αλατότητας του εδάφους. (Daliakopoulos et al., 2016).	22
Εικόνα 6. Περιοχές της Ελλάδας στις οποίες εντοπίστηκε εισροή θαλασσινού νερού (Daskalaki & Voudouris, 2008).	23
Εικόνα 7. Περιοχές στις οποίες παρατηρείται μόλυνση των υπόγειων υδροφορέων από νιτρικά εξαιτίας αγροτικών δραστηριοτήτων (Daskalaki & Voudouris, 2008).	24
Εικόνα 8. Σχηματική παρουσίαση των δυο τύπων μυκορριζών (μιας ενδομυκορριζας αριστερά και μιας εκτομυκορριζας δεξιά) (Παπαθεοδώρου & Στάμου, 2015).	31
Εικόνα 9. Ανάπτυξη φυτών πιπεριάς (Α : μη εμβολιασμένα φυτά, Β: φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα <i>G. constrictum</i>), σε διαφορετικά επίπεδα αλατότητας (μάρτυρας, άρδευση με διάλυμα θαλασσινού νερού S1: 10%, S2: 20% και S3:40%). (Al-Amri, 2019).....	35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Αριθμός εργασιών (τομάτας) στις οποίες χρησιμοποιήθηκε κάθε είδος μύκητα.	47
Γράφημα 2. Ποσοστό χρήσης κάθε είδους μύκητα ανά εργασία.	47
Γράφημα 3. Αριθμός εργασιών (πιπεριάς) στις οποίες χρησιμοποιήθηκε κάθε είδος μύκητα.	105
Γράφημα 4. Ποσοστό χρήση κάθε είδους μύκητα ανά εργασία.....	105

ΣΥΝΩΝΥΜΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ

Solanum lycopersicum L./ Lycopersicon esculentum Mill/ Lycopersicon lycopersicum L.
Glomus intraradices / Rhizoglomus irregulare/ Rhizophagus irregularis / Rhizophagus intraradices
Glomus mosseae / Funneliformis mosseae
Piriformospora indica / Serendipita indica
Glomus etunicatum / Claroideoglomus etunicatum

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ

1.1.1 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας τομάτας.

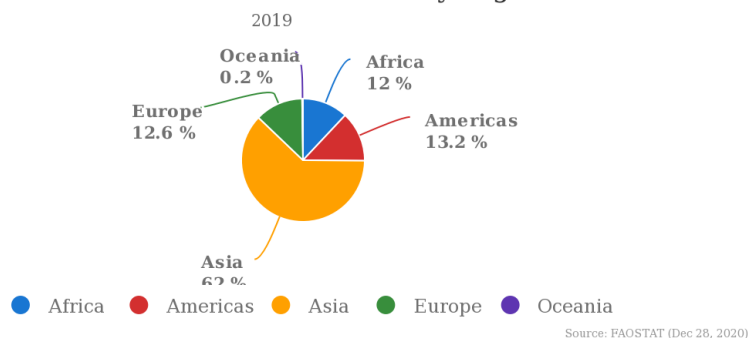
Η τομάτα (*Solanum lycopersicum* L., ή *Lycopersicon esculentum* Mill) είναι το δεύτερο πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο λαχανοκομικό είδος της οικογένειας Solanaceae, μετά την πατάτα. Η τομάτα καλλιεργείται για τους βρώσιμους καρπούς της, οι οποίοι είναι πλούσιοι σε βιταμίνες (A, C, B₁, B₂), ανόργανα άλατα (Ca, P, Mg, K), αντιοξειδωτικές ουσίες (λυκοπένιο, β-καροτένιο) και φυτικές ίνες. Οι καρποί της καταναλώνονται είτε νωποί είτε επεξεργασμένοι για την παραγωγή πολτού, χυμού ή άλλων βιομηχανικών προϊόντων.

Ο τόπος καταγωγής της τομάτας είναι περιοχές της Τροπικής Αμερικής (Περού, Ισημερινός, Β. Χιλή) όπου απαντώνται αυτοφυή άγρια είδη τομάτας, όπως τα *L. cheesmanii*, *L. parviflorum*, *L. hirsutum*, *L. chilense* και *L. peruvianum*, τα οποία χρησιμοποιούνται ως γενετικό υλικό για τη βελτίωση των καλλιεργούμενων ποικιλιών, σε καταπονήσεις από βιοτικούς (έντομα και ασθένειες) και αβιοτικούς παράγοντες (ψύχος, ξηρασία, αλατότητα) (Ντόγρας, 2001).

Η τομάτα καλλιεργήθηκε αρχικά στο Μεξικό από τους Αζτέκους και τους Ίνκας πολύ πριν την έλευση των Ευρωπαίων. Στην Ευρώπη η καλλιέργειά της εισήχθη στα μέσα του 16^{ου} αιώνα, ενώ η διάδοσή της στις διάφορες περιοχές της γης ήταν βραδεία γιατί αρχικά ο καρπός της θεωρήθηκε τοξικός. Στην Ελλάδα η καλλιέργειά της φαίνεται ότι άρχισε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, αλλά η ραγδαία εξάπλωσή της παρατηρήθηκε μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο.

Σήμερα, η καλλιέργεια της τομάτας έχει επεκταθεί σε όλο τον κόσμο, αποτελώντας το δέκατο πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο λαχανικό στο σύνολο όλων των βρώσιμων καλλιεργούμενων φυτών. Η παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση σύμφωνα με στοιχεία της FAOSTAT για το έτος 2019 ανέρχεται σε 5,030 εκατομμύρια εκτάρια και η ετήσια παραγωγή σε 180,766 εκατομμύρια τόνους. Η μεγαλύτερη παραγωγή τομάτας εντοπίζεται στην Ασία με ποσοστό 62%, ακολουθεί η Αμερική (13,2%) και η Ευρώπη (12,6%) (Εικ.1).

Production share of Tomatoes by region



Εικόνα 1. Ποσοστό παραγωγής τομάτας ανά ήπειρο (FAOSTAT, 2019).

Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η Κίνα (62,764 εκατ. τόνους), η Ινδία (19,007 εκατ. τόνους), η Τουρκία (12,845 εκατ. τόνους), οι Η.Π.Α. (10,858 εκατ. τόνους) και η Αίγυπτος (6,751 εκατ. τόνοι). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η καλλιεργούμενη έκταση για την παραγωγή τομάτας το 2019, ανήλθε σε 235,10 χιλιάδες εκτάρια (EUROSTAT, 2019). Οι πέντε χώρες της Ε.Ε. με την μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Ιταλία (91,41 χιλ. ha), η Ισπανία (56,94 χιλ. ha), η Ρουμανία (23,78 χιλ. ha), η Πορτογαλία (16,13 χιλ. ha) και η Ελλάδα (15,01 χιλ. ha).

Η καλλιέργεια της τομάτας γίνεται στην ύπαιθρο ή στο θερμοκήπιο. Η καλλιέργεια στην ύπαιθρο περιλαμβάνει την παραγωγή βιομηχανικής τομάτας, που κατατάσσεται στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, και την παραγωγή καρπών "νωπής κατανάλωσης" (επιτραπέζια τομάτα). Στην Ελλάδα η συνολική παραγωγή τομάτας για το 2019 ανήλθε σε 784.205 τόνους, από τους οποίους το 73,2% αφορούσε υπαίθριες καλλιέργειες (49,8% βιομηχανική τομάτα, 23,4% επιτραπέζια) και το 26,8% καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Τη μεγαλύτερη παραγωγή βιομηχανικής τομάτας έχουν οι νομοί Λάρισας και Ηλείας ενώ τη μεγαλύτερη παραγωγή επιτραπέζιας τομάτας έχουν η Πελοπόννησος και η Κρήτη (κυρίως ο νομός Ηρακλείου). Τη μεγαλύτερη παραγωγή τομάτας θερμοκηπίου (50%) έχει η Κρήτη, κυρίως ο νομός Λασιθίου (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).

1.1.2 Επίδραση της αλατότητας στην καλλιέργεια τομάτας.

Η τομάτα είναι θερμοαπαιτητικό φυτό καθώς σε θερμοκρασίες κάτω από 15° C μειώνεται σημαντικά η ανάπτυξη του φυτού και η καρπόδεση. Σε βόρειες περιοχές με ηπειρωτικό κλίμα η παραγωγή γίνεται κυρίως υπό κάλυψη ενώ υπαίθριες καλλιέργειες απαντώνται κυρίως σε περιοχές με ήπιο ξηρό κλίμα, όπως η λεκάνη της Μεσογείου. Υγρές τροπικές περιοχές δεν ευνοούν την παραγωγή εξαιτίας σοβαρών προσβολών από ασθένειες.

Η απόδοση της καλλιέργειας της τομάτας περιορίζεται σημαντικά από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. Αβιοτικές καταπονήσεις όπως η ξηρασία, ακραίες θερμοκρασίες και αλατότητα επηρεάζουν κάθε στάδιο ανάπτυξης των φυτών, με την επίδραση να εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και την ένταση της καταπόνησης, προκαλώντας απώλειες στην παραγωγή που φτάνουν το 70% (Krishna et al., 2019). Ένας σημαντικός αβιοτικός παράγοντας που περιορίζει την εγκατάσταση και την απόδοση της καλλιέργειας είναι και η αλατότητα. Η εντατική καλλιέργεια της τομάτας, καθώς μεγάλο μέρος της παραγωγής αφορά υπό κάλυψη καλλιέργειες με σημαντικές εισροές σε αρδευτικό νερό και λιπάσματα, η καλλιέργεια σε ξηρές, ημί-ξηρές και παράκτιες περιοχές με αυξημένες απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό, συχνά κακής ποιότητας, λόγω των μειωμένων κατακρημνίσεων και της εισροής θαλασσινού νερού σε υπόγειους υδροφορείς, σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της κλιματικής αλλαγής, εντείνει το πρόβλημα.

Παρά το γεγονός ότι η τομάτα θεωρείται μέτρια ευαίσθητο φυτό στην αλατότητα, η αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων στο εδαφικό διάλυμα αναστέλλει την βλάστηση των σπόρων και την αύξηση των νεαρών φυτών, που είναι και τα πιο ευαίσθητα στάδια ανάπτυξης του φυτού στην αλατότητα, ενώ τα ώριμα φυτά είναι πιο ανθεκτικά. Εκτός από την ανάπτυξη των φυτών αρνητικά επηρεάζεται και η απόδοση της καλλιέργειας καθώς υπάρχει μείωση της παραγωγής λόγω του μειωμένου

αριθμού και του βάρους των καρπών, με την επίδραση να διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών.

Έρευνα έδειξε ότι αύξηση της αλατότητας, πέρα του κρίσιμου ορίου ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) 2,5dS/m, προκάλεσε μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας τομάτας κατά 6% για κάθε μονάδα αύξησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδαφικού διαλύματος, μέχρι της τιμής 9,6 dS/m πέρα από την οποία η απόδοση μειώνεται κατά 1,4% (Maggio et al., 2007). Η ευαισθησία διαφόρων ποικιλιών τομάτας στην αλατότητα σχετίζεται με την τοξικότητα των ιόντων Na⁺ και Cl⁻ και τη θρεπτική ανισορροπία που προκαλείται από την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων στο εδαφικό διάλυμα, καθώς η ανάπτυξη των φυτών σχετίζεται θετικά με την περιεκτικότητα του σε K και Ca, και αρνητικά με την περιεκτικότητα σε Na και Cl (Alfocea et al., 1993).

Αντίθετα με την απόδοση, διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι η αλατότητα επιδρά θετικά στην ποιότητα των καρπών της τομάτας, αυξάνοντας τους πρωτογενείς και δευτερογενείς μεταβολίτες. Έρευνα σε τρεις ποικιλίες (δύο μεσογειακές τοπικές ποικιλίες και μια εμπορική) τομάτας σε συνθήκες μέσης αλατότητας (50 mM NaCl), αύξησε τα διαλυτά στερεά, τα ελεύθερα αμινοξέα, τα συνολικά αμινοξέα, ενώ παρατηρήθηκε και σημαντική αύξηση της α-τοκοφερόλης χωρίς να παρατηρηθεί μείωση της παραγωγής (Meza et al., 2020).

Μια από τις πιο συνηθισμένες φυσιολογικές ανωμαλίες που παρατηρείται στους καρπούς της τομάτας η οποία συνδέεται με την ξηρασία και την υψηλή αλατότητα του εδάφους, είναι η σήψη της κορυφής του καρπού. Η φυσιολογική αυτή ανωμαλία συνδέεται με την έλλειψη ασβεστίου στα κύτταρα της κορυφής των αναπτυσσόμενων καρπών, λόγω χαμηλής συγκέντρωσής του στο εδαφικό διάλυμα ή λόγω μειωμένης πρόσληψης του, εξαιτίας του ανταγωνισμού του με άλλα στοιχεία και της μειωμένης απορρόφησης νερού ως συνέπεια του ωσμωτικού στρες. Η εμφάνιση και η σοβαρότητα του φαινομένου εξαρτάται από την ευαισθησία της κάθε ποικιλίας καθώς και από τον βαθμό αλατότητας. Ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας με σκληρούς συμπαγείς καρπούς είναι πιο επιρρεπείς στην εμφάνιση αυτής της φυσιολογικής ανωμαλίας.

1.1.3 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας πιπεριάς

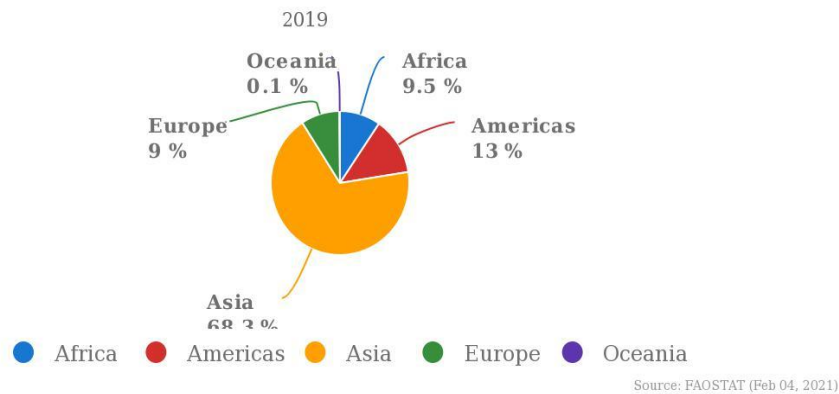
Η πιπεριά (*Capsicum annuum* L.) είναι από τα πιο διαδομένα καλλιεργούμενα λαχανοκομικά είδη της οικογένειας Solanaceae στον κόσμο, το οποίο καλλιεργείται για τους εδάδιμους καρπούς του. Οι καρποί της πιπεριάς αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών (A, C και φολικού οξέους) και αντιοξειδωτικών ουσιών όπως η λουτεΐνη, το β-καροτένιο, η κρυπτοξανθίνη, η καψαϊκίνη και η καψορουβίνη. Οι καρποί της πιπεριάς καταναλώνονται νωποί ή αποξηραμένοι σε μορφή καρυκεύματος, ενώ ορισμένες μικρόκαρπες ποικιλίες χρησιμοποιούνται ως καλλωπιστικά.

Η πιπεριά κατάγεται από περιοχές της τροπικής και υποτροπικής Αμερικής και η καλλιέργεια της αρχικά εντοπίζεται στο Μεξικό και το Περού. Στις περιοχές αυτές υπάρχει αυτοφυές το άγριο είδος *Capsicum annuum* var. *aviculare*, το οποίο θεωρείται ότι είναι πρόδρομος των καλλιεργούμενων ειδών. Μετά την ανακάλυψη της Αμερικής η καλλιέργεια της διαδόθηκε στην Ευρώπη και σε πολλές άλλες περιοχές της γης. Το κύριο καλλιεργούμενο είδος είναι το *Capsicum annuum* var.

annuum, το οποίο είναι και το είδος που καλλιεργείται και στην Ελλάδα, σε ορισμένες περιοχές όμως καλλιεργούνται και τα είδη *Capsicum frutescens L.*, το οποίο περιλαμβάνει και την γνωστή ποικιλία Tabasco, *Capsicum chinese*, *Capsicum pubescens L.* και *Capsicum baccatum L.*

Σήμερα η πιπεριά καλλιεργείται σε ολόκληρο τον κόσμο, με τη συνολική καλλιεργούμενη έκταση για το 2019 να καλύπτει 3.719 Mha από τα οποία το 53,5% αφορά την παραγωγή πράσινων νωπών πιπεριών (1.990 Mha) και το 46,5% αφορά την παραγωγή αποξηραμένων πιπεριών. Η συνολική παραγωγή για το 2019 ανήλθε σε 42,28 εκατομμύρια τόνους, 38,03 εκατομμύρια τόνους νωπών προϊόντων και 4,26 εκατομμύρια τόνους αποξηραμένων (FAOSTAT, 2019). Τη μεγαλύτερη παραγωγή νωπών καρπών πιπεριάς έχει η Ασία (68,3%), ακολουθεί η Αμερική (13%) και η Αφρική (9,5%) (Εικ. 2).

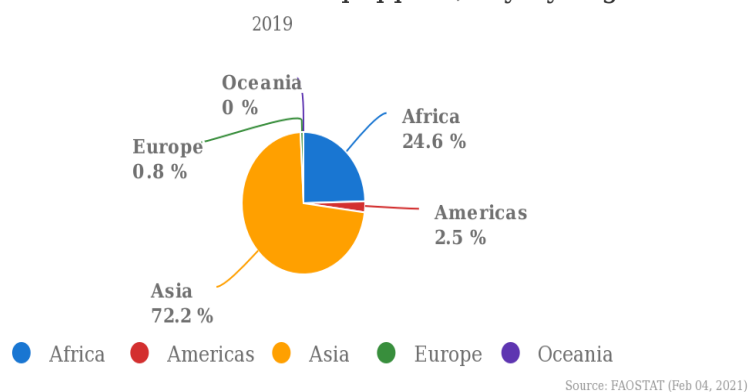
Production share of Chillies and peppers, green by region



Εικόνα 2. Παραγωγή νωπών καρπών πιπεριάς ανά ήπειρο (FAOSTAT, 2019).

Όσο αφορά τους αποξηραμένους καρπούς τη μεγαλύτερη παραγωγή έχει η Ασία (72,2%) και ακολουθεί η Αφρική (24,6%) ενώ στις άλλες ηπείρους η παραγωγή είναι αμελητέα. (Εικ. 3).

Production share of Chillies and peppers, dry by region



Εικόνα 3. Παραγωγή αποξηραμένων καρπών πιπεριάς ανά ήπειρο (FAOSTAT, 2019).

Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή νωπών καρπών είναι η Κίνα (18,98 εκατ. τόνους), το Μεξικό (3,24 εκατ. τόνοι), η Τουρκία (2,63 εκατ. τόνοι), η Ινδονησία (2,59 εκατ. τόνους) και η Ισπανία (1,40 εκατ. τόνοι), ενώ οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή αποξηραμένων καρπών είναι η Ινδία (1,74 εκατ. τόνους), η Ταϊλάνδη (0,35

εκατ. τόνους), η Κίνα (0,33 εκατ. τόνους), η Αιθιοπία (0,31 εκατ. τόνους) και η Ακτή Ελεφαντοστού (0,18 εκατ. τόνους) (FAOSTAT, 2019).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η συνολική καλλιεργούμενη έκταση για παραγωγή νωπών καρπών πιπεριάς το 2019 ήταν 59,9 Mha και η συνολική παραγωγή ανήλθε στους 2,8 εκατ. τόνους. Η Ελλάδα είναι η τρίτη χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε παραγωγή πιπεριάς με πρώτη την Ισπανία που παράγει το 50% της συνολικής παραγωγής και δεύτερη την Ιταλία (EUROSTAT, 2019).

Στην Ελλάδα το 2019 καλλιεργήθηκαν 41χιλ. στρέμματα πιπεριάς από τα οποία το 76% αφορούσε υπαίθριες καλλιέργειες και το 24% καλλιέργειες υπό κάλυψη. Η συνολική παραγωγή για το 2019 ανήλθε σε 142 χιλ. τόνους από τους οποίους το 46,2% προήλθε από υπαίθριες καλλιέργειες και το 53,8% από θερμοκηπιακές. Οι περιοχές της Ελλάδας με τη μεγαλύτερη παραγωγή πιπεριάς από υπαίθριες καλλιέργειες ήταν οι νομοί Ξάνθης, Καρδίτσας και Ηλείας, ενώ τη μεγαλύτερη παραγωγή από θερμοκηπιακές καλλιέργειες είχε η Κρήτη με ποσοστό 78,7% και κυρίως ο νομός Λασιθίου (68,2%) (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).

1.1.4 Επίδραση της αλατότητας στην καλλιέργεια πιπεριάς

Η καλλιέργεια της πιπεριάς είναι αποδοτική μόνο σε περιβάλλον με ήπιο κλίμα, δεδομένου ότι πρόκειται για ευπαθές φυτό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Το φυτό είναι πιο ευαίσθητο στην καταπόνηση από χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με την τομάτα. Θερμοκρασίες κάτω από 12°C, περιορίζουν την ανάπτυξη του φυτού, ενώ σε θερμοκρασίες κάτω από 15°C σταματά η παραγωγή χρωστικών ενώ παρατηρείται ανθόπτωση και καρπόπτωση των νεαρών καρπών.

Για την ικανοποιητική απόδοση της καλλιέργειας απαραίτητη είναι μακρά περίοδος βλάστησης με ευνοϊκές θερμοκρασίες, γι' αυτό το λόγο και ένα μεγάλο ποσοστό της παραγωγής προέρχεται από καλλιέργειες υπό κάλυψη. Οι υπαίθριες καλλιέργειες εντοπίζονται σε περιοχές με ήπιο κλίμα όπως η λεκάνη της Μεσογείου, οι οποίες όμως συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα από αλατότητα των εδαφών. Η εντατική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο αλλά και η υπαίθρια καλλιέργεια κατά τους θερινούς μήνες απαιτεί αυξημένες εισροές σε λιπάσματα και αρδευτικό νερό, που επιτείνουν το πρόβλημα.

Η πιπεριά θεωρείται όπως και η τομάτα μέτρια ευαίσθητο φυτό στην αλατότητα. Η ανθεκτικότητά της ωστόσο είναι μικρότερη από την τομάτα, καθώς η κρίσιμη τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας πάνω από την οποία μειώνεται η απόδοση είναι 1,5dS/m για την πιπεριά ενώ για την τομάτα είναι 2,5dS/m. Η απόδοση της καλλιέργειας μειώνεται 14% για κάθε μονάδα αύξησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, με την επίδραση όμως να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών.

Έρευνα σε δυο ποικιλίες πιπεριάς (*Capsicum annuum L.*, Sonar & Lamuyo) έδειξε καθυστέρηση στη βλάστηση των σπόρων για σε χαμηλές τιμές αλατότητας (50Mm NaCl), ενώ περαιτέρω αύξηση της αλατότητας μείωσε σημαντικά τη βλάστηση. Το ύψος, η φυλλική επιφάνεια και το ξηρό βάρος των φυτών μειώθηκε σημαντικά, όπως και η απόδοση που σε υψηλό επίπεδο αλατότητας (150mM) μειώθηκε κατά 95% (Katsoulakis & Klapanaki, 2000).

Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η έρευνα των Navarro et al., (2001) στην οποία παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας κατά 23% (εφαρμογή θεικών

ιόντων) και 15% (εφαρμογή ιόντων χλωρίου) σε έδαφος με ηλεκτρική αγωγιμότητα 3dS/m. Η αλατότητα μείωσε το βάρος των καρπών και την εμπορευσιμότητα τους καθώς πολλοί καρποί εμφάνισαν την φυσιολογική ανωμαλία, σήψη της κορυφής του καρπού που συνδέεται με την έλλειψη ασβεστίου κατά το στάδιο ανάπτυξης του καρπού. Σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (8dS/m) η συγκέντρωση ασβεστίου στους βλαστούς των φυτών μειώθηκε κατά 30%. Η αύξηση της αλατότητας σε αντίθεση με την τομάτα δεν βελτίωσε την ποιότητα των καρπών πιπεριάς, καθώς μείωσε την συνεκτικότητα τους (η εφαρμογή ιόντων χλωρίου) και την συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων. Η μείωση στη συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων αποδόθηκε στην αυξημένη αναπνοή των φυτών που παρατηρήθηκε από την αύξηση της αλατότητας.

1.2 ΕΔΑΦΙΚΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

1.2.1 Αλατούχα εδάφη

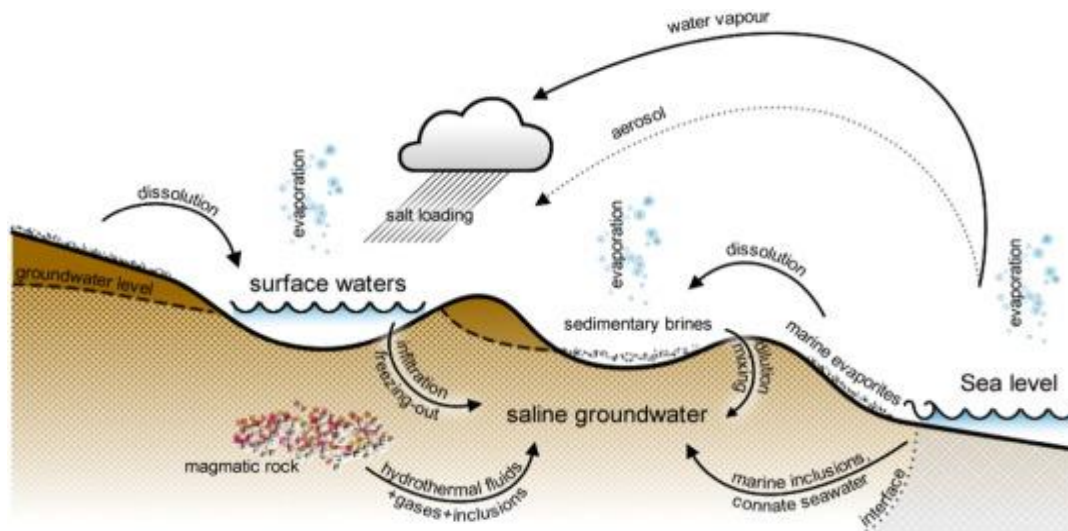
Το έδαφος αποτελεί έναν σημαντικό φυσικό πόρο καθώς ρυθμίζει τους βιοχημικούς και υδρολογικούς κύκλους της γης. Είναι ζωτικής σημασίας για ένα υγιές περιβάλλον, αλλά είναι και απαραίτητο για τη γεωργία καθώς και για ολόκληρο το σύστημα παραγωγής τροφίμων. Η αλατότητα αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα υποβάθμισης του εδάφους, που επηρεάζει κυρίως ξηρές και ημίξηρες παράκτιες περιοχές, περιορίζοντας την αγροτική παραγωγή και αυξάνοντας τη πιθανότητα ερημοποίησης.

Η εδαφική αλατότητα περιλαμβάνει αλατούχα, νατριομένα και αλκαλικά εδάφη, τα οποία χαρακτηρίζονται από α) υψηλή συγκέντρωση NaCl, β) υψηλή συγκέντρωση ιόντων Na⁺ και γ) υψηλό pH, συχνά λόγω υψηλής συγκέντρωσης ιόντων CO₃⁻, στο έδαφος. Η αλατότητα του εδαφικού διαλύματος μπορεί να μετρηθεί είτε άμεσα ως ολική συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων (g/l ή mM/l ή meq/l), είτε έμμεσα ως ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων προκαλεί μεταβολές στα χαρακτηριστικά και στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, επηρεάζοντας το πορώδες, τον αερισμό και την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος.

Η αλατότητα είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο, με τα αλατούχα και νατριομένα εδάφη να καλύπτουν έκταση 932,2 Mha (Rengasamy, 2006) παγκοσμίως, ενώ τα αντίστοιχα εδάφη στην Ευρώπη καλύπτουν έκταση 30,7 Mha με το μεγαλύτερο ποσοστό να εντοπίζεται στη λεκάνη της Μεσογείου. Η άρδευση με νερό κακής ποιότητας αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα υποβάθμισης του εδάφους, καθώς επηρεάζει 34,19 Mha παγκοσμίως ή το 10% περίπου της συνολικής αρδευόμενης έκτασης (Rengasamy, 2006).

Η αλάτωση των εδαφών προκαλεί μείωση της αξίας της αρόσιμης γης, η οποία υπολογίζεται ότι φτάνει το 50% (Schiefer et al., 2016). Το κόστος της αλάτωσης των εδαφών από μελέτες σε τρεις χώρες (Ισπανία, Ουγγαρία και Βουλγαρία) εκτιμήθηκε σε 158-321 Μ€, συνυπολογίζοντας το κόστος από την απώλεια αρόσιμων εκτάσεων, την καταστροφή σε υποδομές και στο περιβάλλον (Montanarella, 2007).

Η αλατότητα διακρίνεται σε δυο τύπους, τη πρωτογενή και τη δευτερογενή. Η πρωτογενής οφείλεται στην ανάπτυξη αλάτων στο έδαφος λόγω μεταφοράς τους από μητρικά πετρώματα και υπόγεια ύδατα (Daliakopoulos et al, 2016) (Εικ. 4).

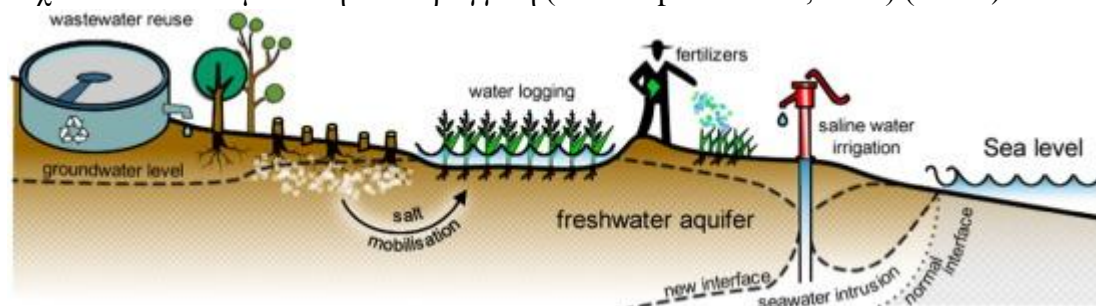


Εικόνα 4. Πρωτογενείς πηγές αλατότητας του εδάφους. (Daliakopoulos et al., 2016).

Εδάφη πλούσια σε τεκτοπυριτικά ορυκτά όπως οι άστριοι, ή σε πετρώματα πλούσια σε ανθρακικά άλατα, αποτελούν πηγές αλάτων των επιφανειακών στρωμάτων των εδαφών, μέσω τριχοειδούς μεταφοράς τους ή μέσω της εξατμισοδιαπνοής από τα υπόγεια ύδατα. Η συγκέντρωση των αλάτων στα επιφανειακά στρώματα επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους όπως το πορώδες, η περιεκτικότητα σε άργιλο, η υδραυλική αγωγιμότητα, η διήθηση καθώς και η περιεκτικότητα σε άλατα του υδατικού διαλύματος. Φυσικά αλατούχα εδάφη απαντώνται και στην Ελλάδα (Daliakopoulos et al, 2016).

Εκτός όμως από την μακροπρόθεσμη εναπόθεση αλάτων από την αποσάθρωση φυσικών πετρωμάτων, φαινόμενα αλατότητας παρατηρούνται σε εδάφη που βρίσκονταν βυθισμένα σε θαλασσίνο νερό ή και σε παράκτια εδάφη τα οποία κατά διαστήματα καλύπτονται από θαλασσίνο νερό λόγω της εισχώρησης της θάλασσας ή υδραυλικής της σύνδεσης με τις παράκτιες περιοχές.

Η δευτερογενής αλατότητα οφείλεται σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, κυρίως στην άρδευση με νερό κακής ποιότητας (υφάλμυρο) ή σε κακές πρακτικές άρδευσης που συχνά συνδέονται με κακή αποστράγγιση (Daliakopoulos et al, 2016) (Εικ. 5).



Εικόνα 5. Δευτερογενείς πηγές αλατότητας του εδάφους. (Daliakopoulos et al., 2016).

Η ποιότητα του αρδευτικού νερού σε συνάρτηση με την ηλεκτρική του αγωγιμότητα (EC) και τη συνολική συγκέντρωση διαλυτών αλάτων (TDS) παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 1).

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση της EC και TDS του νερού αναφορικά με τον κίνδυνο χρήσης του στις καλλιέργειες. (Daliakopoulos et al, 2016)

EC (dS/m)	TDS (ppm)	Κίνδυνος αλατότητας
0 – 0,25	< 160	Χαμηλός – ασφαλής χρήση
0,25 – 0,75	160 – 480	Μέτριος – οριακή ποιότητα νερού
0,75 – 2,25	480 – 1470	Υψηλός – ακατάλληλο προς χρήση νερό
> 2,25	> 1470	Πολύ υψηλός

Η αλατότητα του εδάφους αποτελεί σημαντικό παράγοντα ερημοποίησης σε ξηροθερμικές περιοχές, όπως συμβαίνει σε πολλές περιοχές της Ελλάδας στις οποίες επικρατούν συνθήκες χαμηλής βροχόπτωσης και υψηλής εξατμισοδιαπνοής και η ανάγκη για άρδευση είναι επιτακτική. Η γεωργία αποτελεί στη χώρα μας άλλωστε και τον μεγαλύτερο καταναλωτή νερού, με ποσοστό 86% της συνολικής κατανάλωσης (Mimikou, 2005), με το μεγαλύτερο ποσοστό να προέρχεται από υπόγειους υδάτινους πόρους, γεγονός που επιβεβαιώνεται από το μεγάλο αριθμό πηγαδιών και γεωτρήσεων (~300.000 σε ολόκληρη την Ελλάδα) (Daskalaki and Voudouris, 2006). Η υπερεκμετάλευση των υπόγειων υδάτινων πόρων σε παράκτιες περιοχές τις τελευταίες δεκαετίες εξαιτίας της αστικοποίησης, της τουριστικής ανάπτυξης, της επέκτασης της αρδευόμενης γεωργικής έκτασης οδήγησε σε υποβάθμιση της ποιότητας τους λόγω της εισχώρησης θαλασσινού νερού. Στην Ελλάδα περίπου το 9% των 1,4Μha της αρδευόμενης γης παρουσιάζει υποβάθμιση λόγω αλατότητας από την εισροή θαλασσινού νερού (Jones et al, 2003) (Εικ. 6) .



Εικόνα 6. Περιοχές της Ελλάδας στις οποίες εντοπίστηκε εισροή θαλασσινού νερού (Daskalaki & Voudouris, 2008).

Πολλοί υπόγειοι υδροφορείς παρουσίασαν φαινόμενα αλατότητας από την δεκαετία του 1980 ως συνέπεια της εντατικής εκμετάλλευσης. Η υποβάθμιση ενός υδροφορέα από την εισροή θαλασσινού νερού μπορεί να διαρκέσει για μεγάλο

χρονικό διάστημα (50-600 χρόνια) (Lambrakis and Kallergis, 2001). Εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε άλατα του θαλασσινού νερού, η εισροή μιας μικρής ποσότητας 2% σε γλυκό νερό, είναι ικανή για να το καταστήσει ακατάλληλο για χρήση, ενώ οι συμβατικές μέθοδοι διαχείρισης δεν περιορίζουν τα ιόντα χλωρίου (Daskalaki and Voudouris, 2008). Η συνολική περιοχή του υδροφορέα που επηρεάζεται από την εισροή θαλασσινού νερού υπολογίζεται σε 1.500 km² (Voudouris et al., 2004a).

Μια ακόμη ανθρωπογενής παρέμβαση που αποτελεί σοβαρή αιτία αλάτωσης είναι η μόλυνση του εδάφους. Η ευρύτατη χρήση λιπασμάτων, η διαχείριση των λυμάτων, η βιομηχανική και εξορυκτική δραστηριότητα προκαλούν υψηλή απόθεση αλάτων ειδικά σε περιοχές με συνεκτικά εδάφη και χαμηλή αποστράγγιση. Περιοχές εντατικής καλλιέργειας παρουσιάζουν συχνά φαινόμενα αλάτωσης των εδαφών και μόλυνσης των υπόγειων υδάτων, κυρίως με νιτρικά, λόγω της εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων (Εικ. 7).



Εικόνα 7. Περιοχές στις οποίες παρατηρείται μόλυνση των υπόγειων υδροφορέων από νιτρικά εξαιτίας αγροτικών δραστηριοτήτων (Daskalaki & Voudouris, 2008).

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά το φαινόμενο κυρίως στις ξηροθερμικές περιοχές της Μεσογείου. Οι κύριες αιτίες επιδείνωσης του φαινομένου οφείλονται κυρίως α) στην άνοδο της θερμοκρασίας, β) στην άνοδο της επιφάνειας της θάλασσας και γ) στην έλλειψη αρδευτικού νερού (Szabolcs, I., 1990). Αλλαγές στον υδρολογικό κύκλο μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση πλημμυρών προκαλώντας αύξηση της μεταφοράς αλάτων στα ανώτερα στρώματα του εδάφους από περιοχές με ορυκτά που ελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες αλάτων (Daskalaki and Voudouris, 2008).

1.2.2 Επίδραση της αλατότητας στα χαρακτηριστικά και τη γονιμότητα του εδάφους

Η αλατότητα αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα υποβάθμισης της αρόσιμης γης καθώς μειώνει τη γονιμότητα του εδάφους. Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων επηρεάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και τη συγκέντρωση και τη δραστηριότητα των εδαφικών μικροοργανισμών (Paix et al., 2013, Zhang et al., 2019).

Σε νατριωμένα εδάφη, η υψηλή συγκέντρωση ιόντων Na^+ διαταράσσει τη σχέση μεταξύ των κατιόντων, καθώς δρα ανταγωνιστικά με τα ιόντα Ca^{2+} και Mg^{2+} , τα οποία εκτοπίζονται από το υδατικό διάλυμα προς τα σωματίδια της αργίλου σχηματίζοντας ισχυρούς δεσμούς. Η παραπάνω διαδικασία προκαλεί σημαντική υποβάθμιση της δομής του εδάφους καθώς οι δεσμοί μεταξύ των σωματιδίων εξασθενούν, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα διάβρωσης από τον αέρα και το νερό (Paix et al., 2013). Τα ξηρά νατριωμένα εδάφη αποκτούν έντονα συνεκτική δομή με απώλεια της φυσικής συσσωμάτωσης, δημιουργώντας ένα αδιαπέραστο φλοιό που εμποδίζει τη βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη των σπορόφυτων. Τα εδάφη αυτά παρουσιάζουν μειωμένη ικανότητα αποθήκευσης νερού, μειωμένη αποστράγγιση και κακό αερισμό.

Η αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) που παρουσιάζουν τα αλατούχα εδάφη επηρεάζει αρνητικά, φυσικές ιδιότητες των εδαφών όπως η αναπνοή, η αποδόμηση της οργανικής ουσίας, η νιτροποίηση και η απονιτροποίηση λόγω μείωσης της βιοποικιλότητας και της δραστηριότητας των μικροοργανισμών του εδάφους. Τα αλατούχα εδάφη παρουσιάζουν μειωμένη συγκέντρωση οργανικής ουσίας, εξαιτίας της μειωμένης φυτικής κάλυψης αλλά και της αυξημένης δράσης των εξωκυτταρικών ενζύμων αποδόμησης του άνθρακα, καθώς και των αυξημένων ρυθμών μικροβιακής αποσύνθεσης (Morrissey et al., 2014). Άλλη έρευνα (Setia et al., 2013) υποστηρίζει ότι η μειωμένη συγκέντρωση οργανικής ουσίας που παρατηρείται στα αλατούχα εδάφη οφείλεται κατά κύριο λόγο στα μειωμένα φυτικά αποθέματα και όχι στον αυξημένο ρυθμό αποδόμησης.

Η μείωση της οργανικής ουσίας και της δραστηριότητας των μικροοργανισμών του εδάφους οδηγεί σε μείωση του γόνιμου και παραγωγικού εδάφους μέχρι βαθμού εξάλειψης όλης της βλάστησης. Η επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των εδαφών στην φυτική βιομάζα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 2).

Πίνακας 2. Κατηγοριοποίηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αναφορικά με την επίδρασή της στις καλλιέργειες (Richards, 1954).

EC _e (dS/m)	Κατηγορία εδάφους	Επίδραση
0 – 2	Μη αλατώδες	Αμελητέα
2 – 4	Ελαφρά αλατώδες	Μείωση παραγωγής σε ευαίσθητες καλλιέργειες
4 – 8	Μέτρια αλατώδες	Μείωση παραγωγής σε πολλές καλλιέργειες.
8 – 16	Έντονα αλατώδες	Καλλιέργεια φυτών ανθεκτικά στην αλατότητα.
>16 αλατότητα	Πολύ έντονα αλατώδες	Καλλιέργεια πολύ ανθεκτικών φυτών στην

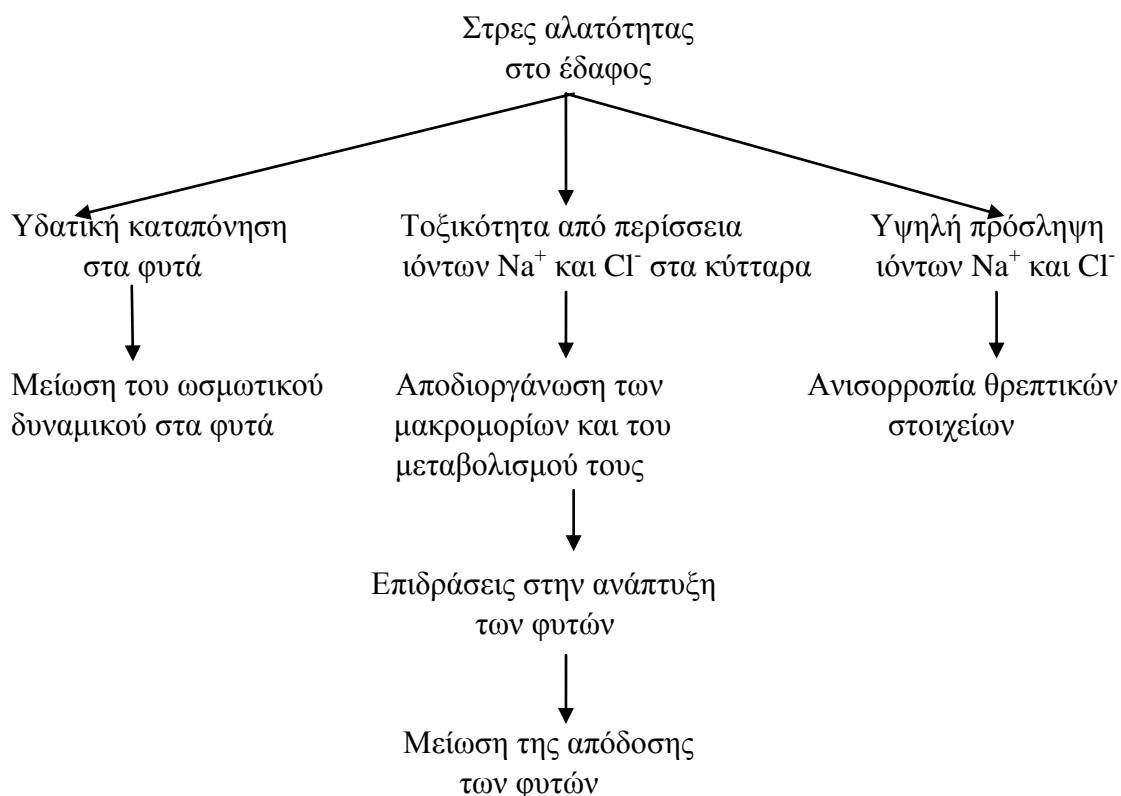
Οι μικροοργανισμοί του εδάφους αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα που καθορίζει τη γονιμότητα, καθώς είναι σημαντική πηγή διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά. Η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά τη βιομάζα των μικροοργανισμών, ο ρόλος των οποίων είναι ουσιώδης στην ανοργανοποίηση και τη

συγκέντρωση άνθρακα (Zhang et al., 2019). Σε αλατούχα εδάφη παρατηρήθηκε και μείωση του αζώτου της μικροβιακής βιομάζας. Η μείωση αυτή, εκτός από τον περιορισμό της βιομάζας των μικροοργανισμών, αποδόθηκε και στην ακινητοποίηση του στοιχείου ως συνέπεια της αλατότητας (Zhou et al., 2017).

1.2.3 Επίδραση της αλατότητας στα φυτά – Μηχανισμοί αντιμετώπισης του στρες αλατότητας.

Η αλάτωση των εδαφών επηρεάζει την εγκατάσταση, αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, προκαλώντας μεγάλες απώλειες στην παραγωγή, που ξεπερνούν το 20% (Evelin et al., 2019). Η επίδραση της καταπόνησης, στην ανάπτυξη των φυτών, διαφέρει αρκετά και εξαρτάται από την ανοχή τους στην αλατότητα. Τα φυτά ανάλογα με την ανοχή τους στην αλατότητα διακρίνονται σε γλυκόφυτα, σε ανθεκτικά μη αλόφυτα και σε αλόφυτα. Τα πρώτα είναι ευαίσθητα ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις αλάτων (< 50mM NaCl) ενώ τα αλόφυτα αναπτύσσονται ακόμα και σε εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων (> 200mM NaCl). Τα αλόφυτα αποτελούν μόνο ένα μικρό ποσοστό της χλωρίδας του πλανήτη, μόλις το 1%, ενώ η πλειονότητα των φυτών οικονομικής σημασίας ανήκουν στα γλυκόφυτα και είναι ευαίσθητα ή μέτρια ευαίσθητα στην αλατότητα.

Τα φυτά που αναπτύσσονται σε αλατώδη εδάφη υπόκεινται σε τρεις διακριτές φυσιολογικές καταπονήσεις (Σχ. 1), (Evelin et al., 2009).



Σχ. 1. Επίδραση τους στρες αλατότητας στα φυτά. (Evelin et al., 2009).

Αρχικά τα φυτά υφίστανται συνθήκες έλλειψης νερού, καθώς τα ιόντα Na^+ και Cl^- σχηματίζουν ισχυρούς δεσμούς με τα μόρια του νερού στο εδαφικό διάλυμα, που

είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα φυτά να εμφανίζουν συμπτώματα αφυδάτωσης καθώς υποχρεούνται να διατηρήσουν χαμηλό υδατικό δυναμικό, χαμηλότερο από αυτό του εδάφους, για να αποτρέψουν τη διαρροή νερού από το εσωτερικό του φυτού. Προκειμένου να αντιμετωπίσουν την επίδραση αυτή, τα φυτά αναπτύσσουν μηχανισμούς ωσμωρρύθμισης, συγκεντρώνοντας στο κυτταρόπλασμά τους ωσμωλύτες, όπως η προλίνη, η βεταΐνη, η τρεαλόζη, πολυαμίνες, σάκχαρα, οργανικά οξέα και αμινοξέα. Οι ωσμωλύτες είναι οργανικές υδατοδιαλυτές ουσίες μικρού μοριακού βάρους, οι οποίες δεν είναι τοξικές ακόμα και σε μεγάλες συγκεντρώσεις (Chen & Murata, 2011). Ο ρόλος τους είναι σημαντικός καθώς εκτός από την ρύθμιση του ωσμωτικού δυναμικού, συμμετέχουν και στη διατήρηση της ακεραιότητας της κυτταρικής μεμβράνης, στη μείωση του οξειδωτικού στρες και στη σταθεροποίηση των πρωτεϊνών και ενζύμων (Ashraf & Foolad, 2007). Σε αλόφυτα και φυτά ανθεκτικά στην αλατότητα, η αυξημένη συγκέντρωση ωσμωλυτών αποτελεί έναν από τους μηχανισμούς αντοχής του υδατικού στρες. Σε δυο διαφορετικές ποικιλίες μουριάς (*Morus alba L.*), μια ανθεκτική και μια ευαίσθητη στην αλατότητα, οι οποίες υποβλήθηκαν σε στρες αλατότητας, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση προλίνης καθώς και αυξημένη δραστηριότητα του ενζύμου προλίνη – 5 καρβοξυλικού ρεδοκτάση (P-5-GR), κρίσιμου ενζύμου στη βιοσύνθεση της προλίνης (Kumar et al., 2003). Εφαρμογή εξωγενούς προλίνης στο φύλλωμα φυτών μάραθου (*Foeniculum vulgare Mill.*) σε συνθήκες υδατικού στρες, μείωσε τις επιπτώσεις της καταπόνησης, καθώς αύξησε τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης και την σχετική περιεκτικότητα των φυτών σε νερό (Zali & Ehsanzadeh, 2018).

Εκτός από τους ωσμωλύτες σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του υδατικού δυναμικού έχουν και οι υδατοπορίνες. Οι υδατοπορίνες είναι διαμεμβρανικές πρωτεΐνες χαμηλού μοριακού βάρους (24-30 kDa), οι οποίες αποτελούν κανάλια νερού καθώς διευκολύνουν και ελέγχουν την παθητική κίνηση των μορίων του νερού και μικρών ουδέτερων μορίων μεταξύ των κυττάρων. Οι φυτικές υδατοπορίνες χωρίζονται σε πέντε κύριες υποοικογένειες, οι οποίες περιλαμβάνουν τις εγγενείς πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης (PIPs – Plasma membrane Intrinsic Proteins), τις εγγενείς πρωτεΐνες της μεμβράνης του τονοπλάστη (TIPs – Tonoplast Intrinsic Proteins), τις πρωτεΐνες των φυματίων (NIPs – Nodulin26-like Intrinsic Proteins), τις μικρές βασικές εγγενείς πρωτεΐνες (SIPs – Small basic Intrinsic Proteins) και τις εγγενείς πρωτεΐνες (XIPs – X uncharacterized Intrinsic Proteins) . Οι υδατοπορίνες απαντώνται σε όλες τις κυτταρικές μεμβράνες και σε όλα τα ζωντανά κύτταρα. Στα φυτικά κύτταρα εντοπίζονται κυρίως στη κυτταρική μεμβράνη και στη μεμβράνη του τονοπλάστη. Η ρύθμιση της δραστηριότητας των υδατοπορινών καθώς και της έκφρασης των αντίστοιχων γονιδίων αποτελεί μηχανισμό προσαρμογής σε συνθήκες καταπόνησης υδατικού δυναμικού (Kapilan et al., 2018). Διαγονιδιακά φυτά *Arabidopsis thaliana* με υπερέκφραση του γονιδίου PgTIP₁ από φυτό πιπερόριζας (*Panax ginseng*) που κωδικοποιεί μια υδατοπορίνη του τονοπλάστη, παρουσίασαν σε συνθήκες καταπόνησης από υψηλή συγκέντρωση αλάτων, καλύτερη ανάπτυξη βλαστού και φύτευση σπόρων (Peng et al., 2007).

Η δεύτερη φυσιολογική καταπόνηση που παρουσιάζουν τα φυτά σε συνθήκες αλατότητας, είναι η τοξικότητα από τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ τα οποία κυριαρχούν σε αλατούχα εδάφη και διαταράσσουν τη δομή των ενζύμων και άλλων μακρομορίων,

καταστρέφουν κυτταρικά οργανίδια, αναστέλλουν τη σύνθεση πρωτεϊνών, τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή και προκαλούν ελλείψεις ιόντων (Juniper & Abbott, 1993). Υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων Na^+ και Cl^- στο εδαφικό διάλυμα μεταβάλλουν τη διαθεσιμότητα ιόντων όπως το K^+ και το Ca^{2+} , διαταράσσοντας την αναλογία $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$, και $\text{K}^+:\text{Na}^+$, στο κύτταρο. Τα ιόντα νατρίου και καλίου παρουσιάζουν παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με αποτέλεσμα να ανταγωνίζονται στις θέσεις μεταφοράς, την είσοδό τους στον συμπλάστη. Σε αλατούχα εδάφη όπου η συγκέντρωση Na^+ στο εδαφικό διάλυμα είναι υψηλή, η πρόσληψη K^+ περιορίζεται εξαιτίας του έντονου ανταγωνισμού από τα ιόντα νατρίου, μεταβάλλοντας την αναλογία $\text{K}^+:\text{Na}^+$ στο κυτταρόπλασμα. Χαμηλός λόγος $\text{K}^+:\text{Na}^+$ στο κύτταρο αναστέλλει την ενεργότητα των ενζύμων, τη σύνθεση των πρωτεϊνών, τη φωτοσύνθεση, την σπαργή των κυττάρων και την κίνηση των στοματίων (Maathuis & Amtmann, 1999). Η περίσσεια ιόντων νατρίου στο εδαφικό διάλυμα παρεμποδίζει και την απορρόφηση του ασβεστίου, ενός μακροστοιχείου απαραίτητου για την διατήρηση της συνεκτικότητας της κυτταρικής μεμβράνης αλλά και ενός δευτερογενούς μεταφορέα μηνυμάτων. Υψηλός λόγος $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$ μειώνει την υδραυλική αγωγιμότητα, την σπαργή των κυττάρων και διαταράσσει τη μεταγωγή του σήματος από το Ca^{2+} (Evelin et al., 2019).

Ένας από τους μηχανισμούς μείωσης της αυξημένης συγκέντρωσης Na^+ από το κυτταρόπλασμα των κυττάρων είναι μέσω της ρύθμισης της έκφρασης γονιδίων που κωδικοποιούν πρωτεΐνες μεταφοράς των κυτταρικών μεμβρανών, υπεύθυνες για την πρόσληψη, διαμερισματοποίηση και μετατόπιση των ιόντων καλίου και νατρίου. Αύξηση της έκφρασης των γονιδίων *NHX* (Na^+/H^+ antiporters), που σχετίζονται με την δραστηριότητα των αντιμεταφορέων $\text{Na}^+:\text{H}^+$ στη μεμβράνη του τονοπλάστη, καθώς και των γονιδίων *SOS1* (Salt Overly Sensitive), που σχετίζονται με τη δραστηριότητα των αντιμεταφορέων της κυτταρικής μεμβράνης, επηρεάζουν την εκκροή ιόντων νατρίου από το κύτταρο, διατηρώντας χαμηλή τη συγκέντρωσή τους στο κυτταρόπλασμα. Διαγονιδιακά φυτά καπνού (*Nicotiana tabacum L. cv Wisconsin*) με υπερέκφραση γονιδίου (*AtNHX1*) που κωδικοποιεί τον αντιμεταφορέα Na^+/H^+ στον τονοπλάστη, παρουσίασαν μεγαλύτερη αντοχή στην αλατότητα ακόμα και όταν εκτέθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων (300mM NaCl), (Soliman et al., 2008). Υπερέκφραση του *SOS1* γονιδίου που κωδικοποιεί έναν αντιμεταφορέα Na^+/H^+ της κυτταρικής μεμβράνης, αύξησε την αντοχή στην αλατότητα σε διαγονιδιακά φυτά καπνού (*Nicotiana tabacum cv Xanthi-nc*) διατηρώντας υψηλή αναλογία $\text{K}^+:\text{Na}^+$. Τα φυτά παρουσίασαν υψηλότερη συγκέντρωση ιόντων καλίου και μικρότερη συγκέντρωση ιόντων νατρίου ακόμα και όταν εκτέθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl (150mM), (Yue et al., 2012).

Τοξικότητα σε φυτά παρουσιάζεται και από υψηλή συγκέντρωση ιόντων Cl^- . Η πρόσληψη των ιόντων χλωρίου γίνεται από τα κύτταρα της ρίζας είτε μέσω των μεταφορέων Cl^-/H^+ , σε φυσιολογικές συνθήκες, είτε μέσω των καναλιών μεταφοράς ανιόντων σε συνθήκες αλατότητας. Τα ιόντα χλωρίου μεταφέρονται μέσω του συμπλάστη από τα κύτταρα της ρίζας στη στήλη και στη συνέχεια μεταφέρονται μέσω του ξυλώματος στο βλαστό και τα φύλλα, όπου συσσωρεύονται, ενώ η συγκέντρωσή τους στη ρίζα παραμένει σταθερή (Evelin et al., 2009, White & Broadley, 2002). Υψηλή συγκέντρωση ιόντων χλωρίου δρα τοξικά αναστέλλοντας την ανάπτυξη των φυτών και την απόδοση των καλλιεργειών.

Τέλος, η αλατότητα προκαλεί έλλειψη θρεπτικών στοιχείων είτε λόγω μειωμένης πρόσληψής τους από τη ρίζα ή μειωμένης μεταφοράς τους στο βλαστό (Adiku et al., 2001). Η περίσσεια συγκέντρωσης ιόντων Na^+ και Cl^- στο εδαφικό διάλυμα επηρεάζει τη διαθεσιμότητα πολλών μακροστοιχείων όπως το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το κάλιο (K) και το ασβέστιο (Ca) καθώς και ιχνοστοιχείων όπως ο χαλκός (Cu), ο ψευδάργυρος (Zn) και ο σίδηρος (Fe).

Σε συνθήκες αλατότητας μειώνεται η πρόσληψη του αζώτου καθώς τα ιόντα Cl^- και Na^+ ανταγωνίζονται τη νιτρική και αμμωνιακή ρίζα αντίστοιχα, που αποτελούν τις κύριες μορφές απορρόφησης του αζώτου από τα φυτά. Σε αλατούχα εδάφη ο διαθέσιμος φώσφορος σχηματίζει αδιάλυτα άλατα με ιόντα Ca^{2+} , Mg^{2+} και Zn^{2+} , με αποτέλεσμα συχνά να εμφανίζονται τροφопενίες φωσφόρου στα φυτά (Evelin et al., 2009).

1.2.4 Επίδραση της αλατότητας σε φυσιολογικές παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών

Το στρες αλατότητας διαταράσσει διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς των φυτών όπως τη φωτοσύνθεση, την ανταλλαγή αερίων, τη διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης, το υδατικό δυναμικό καθώς και το ορμονικό ισοζύγιο, οδηγώντας σε μείωση της ανάπτυξής τους και περιορισμένη απόδοση της καλλιέργειας.

Η μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης οφείλεται στην περιορισμένη διάχυση του CO_2 στον χλωροπλάστη εξαιτίας της μείωσης του ανοίγματος των στοματίων καθώς και στη μεταφορά του στο μεσόφυλλο εξαιτίας αλλαγών στο μεταβολισμό του άνθρακα (Chaves & Pinheiro, 2009). Έρευνα σε φυτά καλαμποκιού που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας, έδειξε μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, εξαιτίας μείωσης της δραστηριότητας συγκεκριμένων ενζύμων, υπεύθυνων για την σύνθεση φωτοσυνθετικών χρωστικών (Sheng et al., 2008). Η ίδια μελέτη έδειξε και μείωση του φθορισμού της χλωροφύλλης, που αποτελεί μέτρο της αποδοτικότητας της φωτοσύνθεσης καθώς μετράει την δραστηριότητα του φωτοσυστήματος PSII, το οποίο είναι ευαίσθητο σε συνθήκες καταπόνησης αλατότητας. Η μείωση του φωτοσυνθετικού ρυθμού μπορεί να οφείλεται και στην έλλειψη θρεπτικών στοιχείων απαραίτητων για τη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης (π.χ. Mg^{2+}) αλλά και στη μείωση της επιφάνειας των φύλλων εξαιτίας της περιορισμένης ανάπτυξης των φυτών σε συνθήκες αλατότητας (Murkute et al., 2006).

Στα φυτά υπό συνθήκες καταπόνησης αλατότητας, όπως και σε οποιαδήποτε άλλη αβιοτική καταπόνηση, παράγονται ενεργές ρίζες οξυγόνου (ROS – Reactive Oxygen Species), που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση του οξυγόνου με ηλεκτρόνια που διαρρέουν από τις αλυσίδες μεταφοράς ηλεκτρονίων του χλωροπλάστη και του μιτοχονδρίου. Οι μορφές αυτές οξυγόνου αντιδρούν με το DNA, τις πρωτεΐνες και τα λιπίδια προκαλώντας βλάβες στη δομή και τη λειτουργία του κυττάρου. Τα φυτά αναπτύσσουν διάφορους μηχανισμούς ενζυματικούς και μη, για να αντιμετωπίσουν τις συνέπειες του οξειδωτικού στρες. Τα ένζυμα που αποτελούν τον αντιοξειδωτικό μηχανισμό του κυττάρου είναι η υπεροξειδική δυσμουτάση (SOD- Superoxide Dismutase), η καταλάση (CAT- Catalase), η ασκορβική υπεροξειδάση (APX- Ascorbate Peroxidase) και η ρεδοκτάση της γλουταθειόνης (GR- Glutathione

Reductase) ενώ ο μη ενζυμικός αντιοξειδωτικός μηχανισμός περιλαμβάνει ενώσεις όπως το ασκορβικό οξύ (AsA – Ascorbic Acid), η γλουταθειόνη (GSH - Glutathione), καροτενοειδή και η α-τοκοφερόλη. Η ανοχή στην αλατότητα σε κάποια ανθεκτικά είδη σχετίζεται με την εισαγωγή αντιοξειδωτικών μηχανισμών για την μείωση των βλαβών από τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (Porcel et al., 2012).

Η αντιμετώπιση της εδαφικής αλατότητας είναι επιβεβλημένη καθώς αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην εγκατάσταση, αύξηση και ανάπτυξη των φυτών σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Διάφορες πρακτικές έχουν αναζητηθεί για την αντιμετώπιση του προβλήματος, όπως η αναζήτηση και ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών, η ανάπτυξη διαγονιδιακών φυτών ανθεκτικών στην αλατότητα, η έκπλυση των εδαφών για την απομάκρυνση της περίσσειας των αλάτων και η αφαλάτωση. Οι παραπάνω μέθοδοι όμως χαρακτηρίζονται από υψηλό οικονομικό κόστος και είναι συχνά πρακτικά μη εφαρμόσιμοι.

Τα τελευταία χρόνια πολλές μελέτες έχουν γίνει αναφορικά με την επίδραση ευεργετικών εδαφικών μικροοργανισμών, βακτηρίων και μυκήτων, στην αύξηση της ανοχής των φυτών σε αβιοτικές καταπονήσεις. Η ικανότητα βελτίωσης της θρέψης και του υδατικού δυναμικού από τις μυκόρριζες, καθώς και η δυνατότητα αποικισμού τους με μεγάλο αριθμό φυτών – ξενιστών τις καθιστά έναν εναλλακτικό, οικονομικό τρόπο βελτίωσης της ανάπτυξης των φυτών και αντιμετώπισης των αβιοτικών καταπονήσεων όπως η αλατότητα.

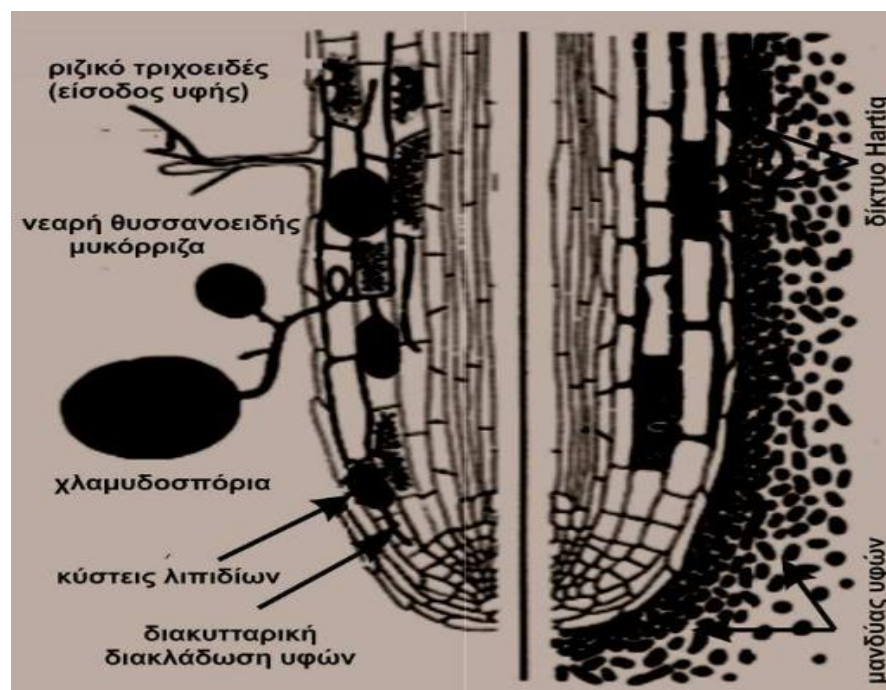
1.3 ΜΥΚΟΡΡΙΖΕΣ

1.3.1 Είδη και δομή μυκορριζών.

Ο όρος μυκόρριζες χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Bernhardt Frank το 1885, για να περιγράψει την συμβιωτική σχέση μεταξύ των φυτών και συγκεκριμένων ειδών μυκήτων του εδάφους. Η συμβιωτική σχέση που αναπτύσσεται ανάμεσα στις μυκόρριζες είναι συνήθως αμοιβαία επωφελής. Ο μύκητας παρέχει στο φυτό, νερό και θρεπτικά στοιχεία, καθώς το εκτεταμένο δίκτυο υφών του επεκτείνεται πέρα από τη ζώνη ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, ενώ το φυτό εφοδιάζει τον μύκητα με φωτοσυνθετικά προϊόντα, σάκχαρα και λιπαρά οξέα, σε ποσοστό που φτάνει μέχρι και το 20% (Keymer et al., 2017). Δεν αναγνωρίζονται, ωστόσο, όλες οι σχέσεις των μυκορριζών ως αμοιβαία επωφελείς καθώς έρευνες έχουν δείξει, ότι ακόμα και σ' έναν απλό τύπο μυκόρριζας, υπάρχει μια συνεχής μεταβολή στην αλληλεπίδραση μεταξύ των δυο οργανισμών, που κυμαίνεται από παρασιτική σε αμοιβαία επωφελή, και μπορεί να μεταβληθεί στη διάρκεια ζωής των δυο οργανισμών (Smith & Read, 2010).

Περίπου 6000 είδη μυκήτων που ανήκουν στις τάξεις των Γκλομερομυκήτων, Ασκομυκήτων και Βασιδιομυκήτων έχουν καταγραφεί ως μυκόρριζες μέχρι σήμερα (Bonfante & Anca, 2009). Η συμβιωτική σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ των μυκορριζών διαφέρει μορφολογικά και φυσιολογικά και η δομή και λειτουργία της, εξαρτάται από το είδος του μύκητα και φυτού – ξενιστή. Μια από τις βασικές ταξινομήσεις των μυκορριζών, είναι σε εκτο- και ενδομυκόρριζες, ανάλογα με το αν οι υφές του μυκηλίου εισέρχονται εντός των κυττάρων της ρίζας ή αν αναπτύσσονται στους μεσοκυττάρους χώρους και εξωτερικά της ρίζας. Στην παρακάτω εικόνα

παρατίθεται σχηματικά η δομή μιας ενδο- και μιας εκτομυκόρριζας (Παπαθεοδώρου & Στάμου, 2015).



Εικόνα 8. Σχηματική παρουσίαση των δυο τύπων μυκορριζών (μιας ενδομυκόρριζας αριστερά και μιας εκτομυκόρριζας δεξιά) (Παπαθεοδώρου & Στάμου, 2015).

Οι εκτομυκόρριζες περιλαμβάνουν μύκητες που ανήκουν σχεδόν σε όλες τις τάξεις των Βασιδιομυκήτων και πολλές των Ασκομυκήτων. Τα φυτά ξενιστές περιλαμβάνουν κυρίως δέντρα και θάμνους και σπάνια πόες (Smith & Read, 2010). Στις εκτομυκόρριζες, ο μύκητας αναπτύσσει μια δομή που ονομάζεται μανδύας, η οποία περικλείει το ριζικό τριχίδιο. Από τη δομή αυτή σχηματίζονται οι υφές ή τα ριζόμορφα, οι οποίες επεκτείνονται στο εδαφικό υπόστρωμα και στο εσωτερικό του φυτού. Στο εσωτερικό του φυτού, οι υφές αναπτύσσονται στους μεσοκυττάριους χώρους των κυττάρων της ρίζας, σχηματίζοντας ένα πολύπλοκο δίκτυο που ονομάζεται δίκτυο Harting, ενώ υπάρχει μικρή ή καθόλου ενδοκυτταρική διείδυση (Smith & Read, 2010).

Οι ενδομυκόρριζες περιλαμβάνουν κυρίως τις δενδροειδής μυκόρριζες (AMF- Arbuscular Mycorrhizal Fungi) που αποτελούν το πιο συνηθισμένο τύπο μυκόρριζας. Οι μύκητες αυτοί είναι υποχρεωτικά συμβιωτικοί και ανήκουν σε ξεχωριστό φύλο, τους Glomeromycota. Αποικίζουν ένα ευρύ φάσμα φυτών-ξενιστών σχηματίζοντας συμβιωτικές σχέσεις με το 80% των φυτών. Συγκεκριμένα αποικίζουν το 86% των Αγγειόσπερμων, το 100% των Γυμνόσπερμων, το 53% των Πτεριδόφυτων και το 46% των Βρυόφυτων. Υπάρχουν όμως και σημαντικές οικογένειες φυτών όπως οι Chenopodiaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, Juncaceae και Proteaceae, οι οποίες δεν σχηματίζουν συμβιωτικές σχέσεις με μυκόρριζες, το γεγονός αυτό, ωστόσο δεν είναι απόλυτο, καθώς έχει διαπιστωθεί αποικισμός και στις ρίζες φυτών των παραπάνω οικογενειών (Smith & Read, 2010).

Οι δενδροειδής μυκόρριζες αποτελούνται από τρία βασικά στοιχεία: α) τη ρίζα, β) τις μυκηλιακές δομές εντός και εκτός των κυττάρων τις ρίζας και γ) τις υφές που επεκτείνονται στο εδαφικό υπόστρωμα. Παρόλο που το δίκτυο υφών τους στο

εδαφικό υπόστρωμα είναι αρκετά εκτεταμένο δεν σχηματίζει τις μυκηλιακές δομές ή τα ριζόμορφα που αναπτύσσουν οι εκτομυκόρριζες. Η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων στο φυτό είναι πιο ουσιαστική στη συμβίωση με εκτομυκόρριζες σε σχέση με τις δενδροειδείς μυκόρριζες. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι οι εκτομυκόρριζες σε αρκετές περιπτώσεις αποικίζουν αγλωρόφυλλα φυτά, όπως είδη της οικογένειας *Monotropaceae*, στα οποία παρέχουν το σύνολο των θρεπτικών στοιχείων που απαιτούνται για την επιβίωσή τους (Smith & Read, 2010).

Ειδικές μορφές μυκορριζών αποτελούν οι ερικοειδείς μυκόρριζες, οι οποίες σχηματίζονται μεταξύ ασκομυκήτων και φυτών της οικογένειας *Ericaceae*, και οι ορχειοειδείς μυκόρριζες οι οποίες σχηματίζονται μεταξύ Βασιδιομυκήτων και φυτών της οικογένειας *Orhidaceae*.

Οι μυκόρριζες έχουν εκτεταμένη εξάπλωση και απαντώνται σε κάθε χερσαίο οικοσύστημα, από τροπικά και εύκρατα δάση και λιβάδια, τα βόρεια δάση και την Τούνδρα ως την έρημο (Sturmer et al., 2018), ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μυκορριζών εντοπίστηκαν σε τροπικά λιβάδια και σαβάνες. Μεγαλύτερη ποικιλία ειδών μυκήτων παρατηρήθηκε σε αδιατάραχτα εδάφη αποδεικνύοντας ότι οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις επηρεάζουν τους μικροοργανισμούς του εδάφους σε σημαντικό βαθμό (Partel et al., 2017). Σε κάθε περίπτωση, σε αδιατάρακτα εδάφη οι μύκητες των μυκορριζών αποτελούν το 70% της μικροβιακής βιομάζας. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφορετικών γενών μυκήτων επηρεάζουν τη διασπορά σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο (Kivlin et al., 2011). Η μυκητιακή βιομάζα επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους, την φυτική κοινότητα, την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, την χρήση μυκητοκτόνων και την διαταραχή του εδάφους. (Kivlin et al., 2011, Παπαθεοδώρου & Στάμου, 2015).

Μια γενική παραδοχή είναι ότι οι δενδροειδείς μυκόρριζες απαντώνται σε οικοσυστήματα πλούσια σε αριθμό ειδών ενώ οι εκτομυκόρριζες κυριαρχούν σε δασικά οικοσυστήματα όπου υπάρχει μικρός αριθμός ξενιστών. Η παραδοχή αυτή βασίστηκε σε παλαιότερες μελέτες οι οποίες θεωρούσαν ότι οι δενδροειδείς μυκόρριζες σχημάτιζαν συμβιωτικές σχέσεις κυρίως με ποώδη φυτά και λιγότερο με δένδρα. Με εξαίρεση όμως, την οικογένεια *Pinaceae* που σχηματίζει συμβιωτικές σχέσεις κυρίως με εκτομυκόρριζες, τα υπόλοιπα κωνοφόρα καθώς και πολλά ακόμα δασικά είδη σχηματίζουν συμβιωτικές σχέσεις με δενδροειδείς μυκόρριζες (Smith & Read, 2010).

Ο μικρός αριθμός γενών μυκορριζών σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό φυτών – ξενιστών υποδεικνύει έλλειψη εξειδίκευσης μεταξύ μύκητα-ξενιστή. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς το ποσοστό και την αποτελεσματικότητα του αποικισμού. Σε ένα οικοσύστημα η επίδραση του αποικισμού των φυτών με μυκόρριζες διαφέρει από υψηλά παρασιτική σε υψηλά ωφέλιμη, με την επίδραση να εξαρτάται από τον συνδυασμό μύκητα και φυτού (Klironomos, 2003). Στην ίδια εργασία οι συμβιωτικές σχέσεις που αναπτύχθηκαν μεταξύ φυτών των τοπικών φυτικών κοινοτήτων και μυκήτων ήταν περισσότερο επωφελείς, σε σχέση αυτών που αναπτύχθηκαν μεταξύ εισαγόμενων φυτικών ειδών και μυκήτων. Η διαφορά της επίδρασης του αποικισμού στην ανάπτυξη των φυτών αποτελεί σημαντικό παράγοντα συνύπαρξης των φυτικών ειδών σε ένα οικοσύστημα και στη δομή των φυτικών κοινοτήτων.

1.3.2 Επιδράσεις των μυκορριζών στα ανώτερα φυτά

Το μεγαλύτερο ποσοστό των φυτών (90%) σχηματίζει συμβιωτικές σχέσεις με μύκητες. Η επιβίωση και η εξάπλωση των φυτών στα χερσαία οικοσυστήματα βασίστηκε σε αντίστοιχες συμβιωτικές σχέσεις. Ο ρόλος τους στον εφοδιασμό των φυτών με θρεπτικά στοιχεία είναι κρίσιμος, καθώς πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι οι μυκόρριζες είναι τα κύρια όργανα πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων και όχι οι ρίζες (Smith & Read, 2010). Το εκτεταμένο δίκτυο των μυκηλιακών υφών των μυκήτων, επιτρέπει την εξερεύνηση μεγαλύτερων περιοχών τους εδάφους, μακρύτερα από την ζώνη «εξάντλησης» γύρω από τις ρίζες των φυτών, με αποτέλεσμα την αποτελεσματικότερη απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων, ιδίως θρεπτικών στοιχείων που ακινητοποιούνται εύκολα και δεν είναι διαθέσιμα στα φυτά όπως ο φώσφορος.

Η απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων από τις μυκόρριζες είναι αποτελεσματικότερη εξαιτίας και της χημικής σύστασης των μεμβρανών των μυκηλιακών υφών και των ενζύμων που παράγουν. Σε πειράματα *in vitro* σε θαλάμους ανάπτυξης οι μυκόρριζες παρείχαν στα φυτά σημαντικές ποσότητες N, K, P, Zn και Cu. Συγκεκριμένα το 80% του P, το 25% του N, το 10% του K, το 25% του Zn και το 60% του Cu των φυτών προήλθε από τις μυκόρριζες (Marschner & Dell, 1994). Σε πείραμα που έγινε στον αγρό ο εμβολιασμός των φυτών με δενδροειδείς μυκόρριζες (*F. mosseae*, *C. etunicatum*), αύξησε την συγκέντρωση P σε φυτά πιπεριάς και μελιτζάνας, κυρίως σε συνθήκες έλλειψης P, την συγκέντρωση Zn σε όλα τα εξεταζόμενα φυτά (τομάτα, πιπεριά, μελιτζάνα, αγγούρι) και την συγκέντρωση Cu σε φυτά πιπεριάς (Rafique & Ortas, 2018). Στο παραπάνω πείραμα, η αύξηση της συγκέντρωσης P στα φυτά από τις δενδροειδείς μυκόρριζες ενισχύθηκε από την παρουσία ακτινομυκήτων στη ριζόσφαιρα. Η παρουσία ακτινομυκήτων αύξησε την απελευθέρωση σιδηροφόρων στο έδαφος με αποτέλεσμα την αύξηση της απελευθέρωσης P στο εδαφικό διάλυμα.

Η θετική επίδραση των μυκορριζών στην πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων, η βελτίωση της δομής του εδάφους, οι βιοτικές σχέσεις που αναπτύσσονται με άλλους εδαφικούς μικροοργανισμούς, έχει αποδειχτεί από πολλές μελέτες ότι βελτιώνει την απόκριση των φυτών σε αβιοτικές και βιοτικές καταπονήσεις όπως η ξηρασία, θερμικές καταπονήσεις, βαρέα μέταλλα, αλατότητα, νηματώδεις και παθογόνους μύκητες του εδάφους.

Φυτά τομάτας (*S. lycopersicum L.*) εμβολιασμένα με τον μύκητα *R. intraradices*, που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες έλλειψης νερού είχαν μεγαλύτερη απόδοση καλλιέργειας κατά 27% σε σχέση με τον μάρτυρα (Fracasso et al., 2020). Φυτά του είδους *Poncirus trifoliata* εμβολιασμένα με δενδροειδείς μυκόρριζες που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες ξηρασίας είχαν μεγαλύτερη αύξηση βιομάζας σε σχέση με τον μάρτυρα, με θετικότερα αποτελέσματα σε φυτά που εμβολιάστηκαν με τον μύκητα *G. mosseae*. Στην εργασία αυτή, η επίδραση των μυκορριζών στη βελτίωση της απόκρισης των φυτών στη ξηρασία ήταν έμμεση, με την διατήρηση της εδαφικής υγρασίας που οφείλεται στην παραγωγή γκλομαλίνης από τους μύκητες, μια γλυκοπρωτεΐνης, που συμβάλλει στη δημιουργία εδαφικών συσσωματωμάτων (Wu et al., 2008).

Ο εμβολιασμός φυτών τομάτας (*L. esculentum* Mill) με τον μύκητα *G. mosseae*, βελτίωσε την απόκριση των φυτών σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μεγαλύτερη ανάπτυξη και μεγαλύτερη συγκέντρωση βιομάζας σε σχέση με τον μάρτυρα, καθώς παρουσίασαν αυξημένη συγκέντρωση φωτοσυνθετικών χρωστικών και ωσμορρυθμιστικών ουσιών, ενώ παρατηρήθηκε και αύξηση της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων (Latef & Chaoping, 2010). Εκτός όμως από την καταπόνηση από χαμηλές θερμοκρασίες, θετική είναι η επίδραση των μυκορριζών και στην καταπόνηση από υψηλές θερμοκρασίες. Φυτά κυκλάμινου (*Cyclamen persicum* Mill) εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum*, ανταποκρίθηκαν καλύτερα στην καταπόνηση υψηλών θερμοκρασιών σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά. Η συμβίωση των φυτών με τον μύκητα προώθησε την παραγωγή βιομάζας, ενώ παράλληλα μείωσε το καφέτιασμα των φύλλων το οποίο έφτασε σε ποσοστό 80-100% στα μη εμβολιασμένα φυτά (Maya & Matsubara, 2013).

Η αύξηση της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων στα φυτά εμβολιασμένα με μυκόρριζες βελτίωσε την απόκρισή τους στην καταπόνηση από βαρέα μέταλλα σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά. Ο εμβολιασμός φυτών τομάτας (*Solanum lycopersicum*) με μυκόρριζες, μείωσε τις αρνητικές επιπτώσεις της έκθεσης των φυτών σε κάδμιο, καθώς τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μεγαλύτερη ανάπτυξη και δεν παρατηρήθηκαν έντονα φαινόμενα νέκρωσης των φύλλων, σε σχέση με τον μάρτυρα (Hashem et al., 2016). Αντίστοιχα, φυτά τομάτας εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae* που υποβλήθηκαν σε καταπόνηση από την προσθήκη αρσενικού στο έδαφος, παρουσίασαν αύξηση του ξηρού βάρους του βλαστού και της ρίζας κατά 30% σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ σε φυσιολογικές συνθήκες η απόδοση των εμβολιασμένων φυτών ήταν μικρότερη (Liu et al., 2005). Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση αρσενικού στους βλαστούς και τα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τον μάρτυρα, με εξαίρεση μόνο στην μεγαλύτερη συγκέντρωση αρσενικού στο έδαφος. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με αντίστοιχες παρατηρήσεις σε φυτά σόγιας εμβολιασμένα με μυκόρριζες, τα οποία σε χαμηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο έδαφος είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών σε σχέση με τον μάρτυρα, στα φύλλα τους, ενώ το αντίθετο παρατηρήθηκε σε υψηλές συγκεντρώσεις (Heggo et al., 1990).

Ο εμβολιασμός φυτών πιπεριάς που αρδεύτηκαν με διάλυμα θαλασσινού νερού, με τον μύκητα *G. constrictum*, περιόρισε τις αρνητικές επιπτώσεις της καταπόνησης από την αλατότητα. Τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση βιομάζας, αυξημένη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς τους, αυξημένο ποσοστό φωτοσύνθεσης και ανταλλαγής αερίων. Παρουσίασαν μεγαλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με τον μάρτυρα, τα φύλλα τους είχαν πιο έντονο πράσινο χρώμα και ήταν λιγότερο γηρασμένα (Al-Amri, 2019). (Εικ. 9).



Εικόνα 9. Ανάπτυξη φυτών πιπεριάς (A : μη εμβολιασμένα φυτά, B: φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum*), σε διαφορετικά επίπεδα αλατότητας (μάρτυρας, άρδευση με διάλυμα θαλασσινού νερού S1: 10%, S2: 20% και S3:40%). (Al-Amri, 2019).

Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και ο εμβολιασμός φυτών σιταριού (*Triticum aestivum* L.) που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες καταπόνησης αλατότητας (απουσία αλατότητας, 4,7 και 9,4 dS/m) με δενδροειδείς μυκόρριζες. Τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας κατά 75.0, 85.1 και 96.1% σε σχέση με τον μάρτυρα (Talaat & Shawky, 2014).

Οι μυκόρριζες αναπτύσσουν ποικίλες βιοτικές σχέσεις με τους υπόλοιπους μικροοργανισμούς τους εδάφους επηρεάζοντας τη σύσταση της εδαφικής μικροβιακής κοινότητας. Η παρουσία μυκορριζών ευνοεί την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων ενώ αντίθετα περιορίζει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, πιθανόν λόγω της αυξημένης παραγωγής αντιβιοτικών (Παπαθεοδώρου & Στάμου, 2015). Συγκριτική έρευνα έδειξε ότι οι μυκόρριζες περιόρισαν την σοβαρότητα της προσβολής των φυτών από παθογόνους μύκητες κατά 30-42% και την προσβολή από νηματώδεις κατά 44-57% (Veresoglou & Rillig, 2011). Η ικανότητα των μυκορριζών να προστατεύουν τα φυτά από τα παθογόνα εξαρτάται από το είδος του μύκητα και την ευαισθησία του φυτού στο παθογόνο. Ο αποικισμός των μυκορριζών σε φυτά κρεμμυδιού (*Allium cepa*) που είναι ανθεκτικά στην προσβολή από τον μύκητα *Fusarium oxysporum* δεν επηρέασε την απόκριση του φυτού στο παθογόνο, σε αντίθεση με το ευαίσθητο είδος *Setaria glauca*, στο οποίο ο αποικισμός με μυκόρριζες περιόρισε την προσβολή (Sikes, 2010). Στην ίδια εργασία αποδείχτηκε ότι μόνο μύκητες του γένους *Glomus* παρείχαν προστασία από τα παθογόνα, ενώ αντίθετα μύκητες της οικ. Gigasporaceae δεν προσέφεραν προστασία έναντι του παθογόνου, παρά το γεγονός ότι είναι περισσότερο ευεργετικοί σε φυτά με φτωχό ριζικό σύστημα. Στα ίδια συμπεράσματα κατέληξε και η έρευνα των Veresoglou & Rillig, (2010), στην οποία ο πιο αποτελεσματικός μύκητας στην περιορισμό των

προσβολών ήταν ο μύκητας *Glomus mosseae*, ενώ τη μικρότερη προστασία παρείχαν μύκητες της οικ. Acaulosporaceae.

Ο εμβολιασμός φυτών τομάτας (*Solanum lycopersicum* cv. Marmande) με τον μύκητα *Glomus mosseae*, αν και δεν είχε θετική επίδραση στα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των φυτών, περιορίσε την προσβολή από τον νηματώδη *Meloidogyne incognita*. Στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών η συγκέντρωση των προνυμφών δεύτερου και τρίτου σταδίου ήταν 59% μικρότερη σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά και αντίστοιχα 74% μικρότερη ήταν και η συγκέντρωση προνυμφών τετάρτου σταδίου (Vos et al., 2013).

Σύγκριση της ικανότητας αντιμετώπισης του παθογόνου μύκητα *Fusarium solani*, σε φυτά φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) από τον εμβολιασμό με τους μύκητες *Glomus intraradices*, *Glomus hoi*, *Gigaspora margarita* και *Scutellospora gigantea*, έδειξε ότι ο μύκητας *Glomus hoi*, είχε την μεγαλύτερη επίδραση μειώνοντας την προσβολή κατά 70% και την σοβαρότητα των συμπτωμάτων κατά 60% (Eke et al., 2016).

Οι θετικές επιδράσεις των μυκορριζών στην ανάπτυξη των φυτών καθώς και η ικανότητά τους να σχηματίζουν συμβιωτικές σχέσεις με τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά αύξησαν το ενδιαφέρον μελετητών και καλλιεργητών. Τα τελευταία χρόνια κυκλοφορούν στην αγορά εμπορικά σκευάσματα που περιέχουν μυκορριζες και άλλους ωφέλιμους μικροοργανισμούς ως βιολιπάσματα ή βιοδιεγερτικά σκευάσματα για την βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών.

1.3.3 Επίδραση της αλατότητας στις μυκορριζες

Οι μυκορριζες απαντώνται στο σύνολο σχεδόν των εδαφών, ακόμα και σε φυσικά αλατούχα εδάφη, παρά την περιορισμένη ικανότητα σχηματισμού συμβιωτικών σχέσεων με αλόφυτα. Πολλά είδη αλοφύτων ανήκουν στην οικογένεια Chenopodiaceae, φυτά της οποίας δεν αποτελούν ξενιστές των μυκορριζών (Juniper & Abbot, 1993). Πιο πρόσφατη έρευνα, όμως σε αλόφυτα που αναπτύσσονται σε φυσικά αλατούχες περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης, έδειξε ότι σχηματίζουν συμβιωτικές σχέσεις με μυκορριζες με τον βαθμό του αποικισμού να εξαρτάται από το είδος του φυτού και τον μύκητα (Hildebrandt et al., 2001). Στην ίδια εργασία βρέθηκε αποικισμός των μυκορριζών σε αλόφυτα όπως η *Armeria maritima* (Plumbaginaceae) και η *Salicornia europaea* (Chenopodiaceae) που ανήκουν σε οικογένειες μη ξενιστών. Στο έδαφος των περιοχών αυτών βρέθηκαν σπόρια μυκήτων με κυρίαρχα του γένους *Glomus*, με το 80% να ανήκει στο είδος *G. geosporum*.

Παρά την ικανότητα των μυκορριζών να αποικίζουν αλατούχα εδάφη, η ύπαρξη αλάτων στο έδαφος περιορίζει την ανάπτυξή τους, λόγω της τοξικότητας των ιόντων Na^+ και Cl^- , που κυριαρχούν στο εδαφικό διάλυμα και του ωσμωτικού στρες. Η αλατότητα επηρεάζει την βλάστηση των σπορίων του μύκητα, την ανάπτυξη των υφών και τον αποικισμό, με το βαθμό επίδρασης να διαφέρει σε κάθε είδος μύκητα.

Σε *in vitro* πείραμα των Delvian & Rambey (2019), στο οποίο αξιολογήθηκε και συγκρίθηκε η ανταπόκριση των μυκήτων *Gigaspora margarita* και *Glomus etunicatum*, στην αλατότητα, αποδείχτηκε ότι η αύξηση των επιπέδων αλατότητας μείωσε σημαντικά το ποσοστό βλάστησης των σπορίων ενώ αύξησε σημαντικά και τον χρόνο έναρξης της βλάστησης. Η επίδραση ήταν σημαντικότερη στον μύκητα *G.*

margarita, τα σπόρια του οποίου δεν βλάστησαν καθόλου σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (10.000 ppm). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η έρευνα των Juniper & Abbott, (2005), όπου σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (300mM), βλάστηση σπορίων παρατηρήθηκε μόνο στο είδος *Scutellospora calospora*.

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας επηρέασε και την ανάπτυξη των υφών των μυκήτων. Στην έρευνα των Delvian & Rambey (2019), η ανάπτυξη των υφών ήταν αυτή που επηρεάστηκε περισσότερο, από την αύξηση της αλατότητας. Η επίδραση ήταν σημαντικότερη στον μύκητα *Gi. margarita* σε σχέση με τον *G. etunicatum*, κανένας ωστόσο από τους δυο μύκητες δεν ανέπτυξε υφές σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Στην εργασία των Juniper & Abbott, (2005), παρατηρήθηκε μείωση της ανάπτυξης των υφών σε όλα τα εξεταζόμενα είδη, στα είδη όμως του γένους *Glomus* η αλατότητα είχε τη μικρότερη επίδραση.

Η αύξηση της αλατότητας μειώνει και τα ποσοστά αποικισμού των μυκορριζών. Αύξηση του επιπέδου της αλατότητας στα 10.000 ppm, μείωσε το ποσοστό αποικισμού στις ρίζες του φυτού *Sorghum bicolor* κατά 69,07% για τον μύκητα *Gi. margarita* και κατά 37,78% για τον μύκητα *G. etunicatum*. Τα ποσοστά μείωσης του αποικισμού ωστόσο ήταν σημαντικά μικρότερα σε σχέση με την επίδραση της αλατότητας στην βλάστηση των σπορίων και στην ανάπτυξη των υφών, καθώς παρατηρήθηκε αποικισμός 20,05% για τον μύκητα *Gi. margarita* και 47,65% για τον μύκητα *G. etunicatum* ακόμα και σε πολύ υψηλό επίπεδο αλατότητας (Delvian & Rambey, 2019). Τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι η παρουσία των φυτών και η ριζόσφαιρα ευνοεί την ανάπτυξη των σπορίων και τον αποικισμό των φυτών ακόμα και σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας.

Πολλές μελέτες έδειξαν ότι και ο αποικισμός με των φυτών με μυκορριζες βελτιώνει την ανάπτυξη και την ανοχή τους στην αλατότητα, επηρεάζοντας διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς όπως α) η παραγωγή αντιοξειδωτικών ενζύμων, β) η αύξηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας, γ) η αποδοτικότερη χρήση νερού και η αύξηση της απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων, δ) η βελτίωση της γονιμότητας τους εδάφους και του περιβάλλοντος της ριζόσφαιρας, και ε) η παραγωγή ορμονών ανάπτυξης.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική μελέτη δημοσιευμένων πειραματικών εργασιών, που αφορούν την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά τομάτας και πιπεριάς, που αναπτύσσονται σε συνθήκες καταπόνησης από αυξημένη αλατότητα. Στόχος είναι η σύγκριση των επιμέρους αποτελεσμάτων κάθε εργασίας, ώστε να προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τα αποτελέσματα της χρήσης των μυκορριζών σε θρεπτικά, φυσιολογικά, βιοχημικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά των παραπάνω φυτών που αποτελούν κυρίαρχες καλλιέργειες κηπευτικών στη χώρα μας, και αναπτύσσονται σε συνθήκες καταπόνησης από αυξημένη αλατότητα. Για το σκοπό αυτό αναζητήσαμε δημοσιευμένες εργασίες σε διάφορα ηλεκτρονικά αρχεία (Science, Nature, Elsevier, Science Direct, Springer, Sustec, κτλ) με αναζήτηση στις βάσεις Google Scholar και Scopus, ώστε να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων.

Από την αναζήτηση επιλέχθηκαν 30 πειραματικές εργασίες που αφορούν την επίδραση των μυκορριζών στη μείωση των επιδράσεων του στρες αλατότητας στη τομάτα (*Solanum lycopersicum L./Lycopersicum esculentum Mill.*) και 12 πειραματικές εργασίες που αφορούν την επίδραση των μυκορριζών στη μείωση του στρες αλατότητας σε φυτά πιπεριάς (*Capsicum annuum L.*). Τα άρθρα που επιλέχθηκαν αφορούσαν εργασίες με πειραματικά δεδομένα, σχετικά με την επίδραση των μυκορριζών σε βιοχημικά, φυσιολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών που αναπτύσσονταν σε συνθήκες αλατότητας. Τα αποτελέσματα των ερευνών θεωρήθηκαν ανεξάρτητα μεταξύ τους, ενώ αν μια εργασία περιλάμβανε περισσότερες από μια τιμές για κάθε παράμετρο, αυτές θεωρήθηκαν ως ανεξάρτητες παρατηρήσεις. Χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα μόνο από τους πίνακες που περιλάμβαναν οι εργασίες και όχι από τα διαγράμματα καθώς η εξαγωγή τους ενδέχεται να οδηγούσε σε επισφαλή αποτελέσματα. Τα περιγραφικά αποτελέσματα των διαγραμμάτων χρησιμοποιήθηκαν στα συμπεράσματα της εργασίας. Η συγκριτική ανάλυση ενός παράγοντα περιλαμβάνει αποτελέσματα από τουλάχιστον τρεις ξεχωριστές παρατηρήσεις, ώστε να υπάρχει ικανό μέτρο σύγκρισης.

Για κάθε δημοσίευση, λήφθηκαν υπόψη όλες οι πληροφορίες τόσο για τη πειραματική διαδικασία, όσο και τα αποτελέσματα του πειράματος, καθώς και στατιστικά δεδομένα, όπως η τυπική απόκλιση. Για τους σκοπούς της ανάλυσης, το φυτικό είδος θεωρήθηκε ενιαίο, παρόλο που χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές ποικιλίες, με διαφορετικά χαρακτηριστικά και ανθεκτικότητα στην καταπόνηση από την υψηλή συγκέντρωση αλάτων. Για την αποφυγή σφαλμάτων λόγω του διαφορετικού μεγέθους του φυτικού υλικού, των μονάδων μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν και τις διαφορετικές συνθήκες διεξαγωγής των πειραμάτων, η σύγκριση των αποτελεσμάτων έγινε με βάση το ποσοστό μείωσης εξαιτίας της επίδρασης της αλατότητας τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα καθώς και το ποσοστό μεταβολής της κάθε παραμέτρου στα εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα. Για την στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τύποι $\% X_{A.A.} - X_{X.A./M.A./Y.A.} / X_{A.A.}$, $\% X_{AMF} -$

$X_{N,AMF}/X_{N,AMF}$ (όπου X η τιμή της παραμέτρου, A.A, X.A, M.A, Y.A απουσία, χαμηλή, μέση και υψηλή αλατότητα, AMF - εμβολιασμένα φυτά, N.AMF-μάρτυρας).

Οι εργασίες που επιλέχθηκαν περιλάμβαναν διάφορα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των φυτών με σημαντικότερα, το ξηρό βάρος του φυτού, του βλαστού και της ρίζας καθώς και την φυλλική επιφάνεια εκφρασμένα κυρίως σε gr/φυτό και cm^2 /φυτό. Άλλα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν ήταν το νωπό βάρος βλαστού και ρίζας καθώς και το ύψος του φυτού εκφρασμένα σε gr/φυτό και cm.

Η συγκέντρωση θρεπτικών περιλάμβανε μετρήσεις μακροστοιχείων και μικροστοιχείων σε φύλλα, βλαστούς και ρίζες. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν τη συγκέντρωση των στοιχείων στους φυτικούς ιστούς εκφρασμένη σε mg/g Ξ.Β., μg/g Ξ.Β., mmol/kg, μmol/kg, g/kg, mg/prot και το περιεχόμενο στο φυτό εκφρασμένο σε ποσοστό mmol/φυτό, μmol/φυτό, mg/φυτό, μg/φυτό καθώς και ως ποσοστό (%).

Η επίδραση στη φωτοσύνθεση παρουσιάζεται με την μεταβολή στη συγκέντρωση της ολικής χλωροφύλλης, καθώς και στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης a και b. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν τη συγκέντρωση των φωτοσυνθετικών χρωστικών εκφρασμένη σε mg/g Ξ.Β., mg/g N.B., $μg/cm^2$ και g/φυτό.

Η δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων ασκορβική υπεροξειδάση (APX), καταλάση (CAT), υπεροξειδική δυσμουτάση (SOD) και υπεροξειδάση (POD) παρουσιάζεται με την μεταβολή της ενεργότητάς τους. Οι μετρήσεις εκφράζονται σε $μmol Asc/mg protein/min$ για την APX, σε $μmol H_2O_2/mg πρωτεΐνης/min$ και $μmol/kg N.B./s$ για την CAT, σε $unit/mg N.B./s$ και σε $unit/mg πρωτεΐνης$ για την SOD και σε $μmol Guaiacol/mg πρωτεΐνης/min$ για την POD. Σε αρκετές εργασίες δεν υπήρχαν απόλυτες τιμές μέτρησης αλλά οι μεταβολές λόγω αλατότητας και επίδρασης των μυκορριζών δίνονταν σε ποσοστά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στους συγκριτικούς πίνακες.

Ο ωσμωρρυθμιστικός μηχανισμός των φυτών εκφράζεται με την συγκέντρωση της προλίνης στην υπέργεια βιομάζα (φύλλα και βλαστούς) και στις ρίζες των φυτών. Οι μετρήσεις εκφράζονται σε $μmol/g$ και mg/g .

Από τα αγρονομικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών επιλέχτηκε η απόδοση της καλλιέργειας εκφρασμένη σε g ή kg/φυτό και kg/m^2 , ο αριθμός των καρπών εκφρασμένος ως αριθμός καρπών/φυτό ή m^2 , το βάρος του καρπού εκφρασμένο σε g καθώς και η συνολική συγκέντρωση διαλυτών στερεών (TSS) στους καρπούς.

Δεν υπήρξε κατηγοριοποίηση των εργασιών σε σχέση με το χώρο διεξαγωγής τους, καθώς σχεδόν στο σύνολό τους αφορούσαν πειράματα που έγιναν σε ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκήπιο ή θάλαμο ανάπτυξης). Αναφορικά με την καταπόνηση αλατότητας τα αποτελέσματα χωρίστηκαν σε τέσσερις κατηγορίες, απουσία αλατότητας, χαμηλή, μέση και υψηλή αλατότητα, ανάλογα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος (EC). Χαμηλή αλατότητα όταν $EC \leq 4$ dS/m, μέση αλατότητα $4 \leq EC \leq 7$ dS/m και υψηλή αλατότητα με EC μεγαλύτερη από 7 dS/m. Για την μετατροπή της συγκέντρωσης του εδαφικού διαλύματος NaCl που εκφράζεται σε gr/L, mol/L ή ppm σε ECex χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τύποι του (Richards, 1954):

EC_{ex} σε mmho/cm ή dS/m) $\times 10 = meq/L$ ή $mmol(\pm)/L$ υδατοδιαλυτών κατιόντων ή ανιόντων

EC_{ex} σε dS/m $\times 640 = mg/L$ υδατοδιαλυτών αλάτων

$EC_{ex} = 2 \cdot EC_e$ (EC_e ηλεκτρική αγωγιμότητα κορεσμού του υδατικού διαλύματος)

(Σινάνης Κ., 2015).

Για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιήθηκε μόνο η συγκέντρωση των ιόντων NaCl καθώς η συγκέντρωση των υπολοίπων ιόντων ήταν αυστηρά ελεγχόμενη.

Αναφορικά με την επίδραση των μυκορριζών τα αποτελέσματα χωρίστηκαν σε δυο κατηγορίες, στα εμβολιασμένα φυτά με μυκόρριζες και στον μάρτυρα (μη εμβολιασμένα φυτά).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η παρούσα συγκριτική εργασία περιλαμβάνει 1982 ανεξάρτητες παρατηρήσεις που έχουν ληφθεί από 42 δημοσιευμένες πειραματικές εργασίες, οι οποίες εξετάζουν την επίδραση των μυκορριζών σε βιοχημικά, φυσιολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά φυτών τομάτας (*Solanum lycopersicum L.*) και πιπεριάς (*Capsicum annuum L.*) που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας του εδάφους.

3.1 Πειραματικές εργασίες που αφορούν την τομάτα.

Επιλέχθηκαν 30 δημοσιευμένες πειραματικές εργασίες που αφορούν την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά τομάτας (*Solanum lycopersicum L./Lycopersicon esculentum Mill*) που αναπτύσσονται σε συνθήκες αυξημένης συγκέντρωσης αλάτων και συνοπτικά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 3). Αναλύθηκαν τα πειραματικά δεδομένα, όπως το εύρος της αλατότητας, ο μύκητας που χρησιμοποιήθηκε, ο τρόπος εφαρμογής της αλατότητας καθώς και ο τύπος διεξαγωγής του πειράματος. Επιπλέον αναλύθηκε το ποσοστό αποικισμού του μύκητα που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε εργασία καθώς και την επίδραση της αυξανόμενης αλατότητας σ' αυτόν. Από τους αναπτυξιακούς παράγοντες επιλέχθηκαν και συγκρίθηκαν, αυτοί που αφορούσαν το ξηρό και νωπό βάρος του βλαστού και της ρίζας, την φυλλική επιφάνεια και το ύψος του φυτού. Εξετάστηκε η μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων και ιόντων Na^+ σε φύλλα, βλαστούς και ρίζες εξαιτίας της επίδρασης της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών καθώς και η μεταβολή του λόγου K/Na που αποτελεί έναν φυσιολογικό δείκτη που διαταράσσεται από την άνοδο της αλατότητας. Η επίδραση της αλατότητας και της εφαρμογής των μυκορριζών στη φωτοσύνθεση παρουσιάζεται με τη μεταβολή στη συνολική συγκέντρωση της χλωροφύλλης καθώς και στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης a και b. Η δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων ασκορβική υπεροξειδάση (APX), καταλάση (CAT), υπεροξειδική δυσμουτάση (SOD) και υπεροξειδάση (POD) που αναπτύσσονται σε συνθήκες καταπόνησης καθώς και η επίδραση των μυκορριζών σ' αυτά παρουσιάζεται ως μεταβολή στην ενεργότητά τους. Αναλύθηκε τέλος και η επίδραση στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών όπως η απόδοση της καλλιέργειας, ο αριθμός και το βάρος των καρπών και η συγκέντρωση διαλυτών στερεών στους καρπούς.

Η επίδραση της αλατότητας στα παραπάνω χαρακτηριστικά συγκρίθηκε σε τρία επίπεδα αλατότητας, απουσία αλατότητας, μέση αλατότητα και υψηλή αλατότητα με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών, όπως δόθηκε από τους συγγραφείς ή όπως υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τους τύπους του Richards (1954).

Πίνακας 3 .Πειραματικές εργασίες επίδρασης των μυκορριζών σε φυτά τομάτας σε συνθήκες αλατότητας.

	Φυτικό είδος	Μύκητας	Θετικές επιδράσεις	Εργασία
1	<i>L. esculentum L. cv Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους της ρίζας, του βλαστού και των φύλλων και αύξηση της φυλλικής επιφάνειας. Αύξηση της δράσης των αντιοξειδωτικών ενζύμων SOD, POD, ASA-POD, CAT.	Huang et al., 2010
2	<i>L. esculentum L cv Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae -2</i>	Αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης, της στοματικής αγωγιμότητας, της απόδοσης της καρβοξυλίωσης του CO ₂ στα φύλλα και βελτίωση του ρυθμού φωτοφωσφορλίωσης στον χλωροπλάστη.	Xie et al., 2019
3	<i>L. esculentum Mill cv Tamina</i>	<i>Glomus geosporum & Glomus intraradices</i>	Αύξηση της μεταγραφής των γονιδίων των υδατοπορινών του τονοπλάστη και της κυτταρικής μεμβράνης.	Ouziad et al., 2006
4	<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους του βλαστού, της ρίζας και αύξηση της φυλλικής επιφάνειας. Αύξηση της συγκέντρωσης P, Zn, Fe και Cu, και μείωση της συγκέντρωσης Na στους βλαστούς.	Al-Karaki G. N., 2000
5	<i>L. esculentum Mill cv Pello & Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους του βλαστού, της ρίζας και αύξηση της φυλλικής επιφάνειας. Αύξηση της συγκέντρωσης P, K, Zn, Cu και Fe στους βλαστούς.	Al-Karaki et al, 2001
6	<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας, του ξηρού βάρους του βλαστού, αύξηση της συγκέντρωσης P, K, Zn, Cu και Fe και μείωση της συγκέντρωσης Na στους βλαστούς.	Al- Karaki G. N., 2006
7	<i>S. lycopersicum cv HULK F1</i>	<i>Glomus iranicum var tenuipharum</i>	Δεν είχε επίδραση στην πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, στο υδατικό δυναμικό των φύλλων και στην απόδοση της καλλιέργειας.	Gomez-Bellot et al., 2020
8	<i>S. lycopersicum L. cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	Αύξηση της βιομάζας, καθώς και του αντιοξειδωτικού μηχανισμού του φυτού.	Ghorbani et al., 2018
9	<i>L. esculentum Mill cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	Αύξηση της βιομάζας, αύξηση της συγκέντρωσης N, P, K και Ca και μείωση της συγκέντρωσης Na σε φύλλα και ρίζες. Αύξηση της μεταγραφής των ενζύμων των υδατοπορινών του τονοπλάστη και της κυτταροπλάσματικής μεμβράνης.	Ghorbani et al., 2019

10	<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους του φυτού, της πρόσληψης K, P, N και αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης.	Anoshee and Sepehr, 2016
11	<i>L. esculentum</i> Mill cv F1 Betavila	<i>Glomus spp</i>	Αύξηση του ύψους του φυτού, της φυλλικής επιφάνειας, του αριθμού των φύλλων και της συγκέντρωσης προλίνης.	Damaiyanti et al., 2015
12	<i>S. lycopersicon</i> L., cvs Sultana-7 & Super strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	Αύξηση της φωτοσύνθεσης και της παραγωγικότητας, μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της αλατότητας.	Ebrahim & Saleem, 2017
13	<i>L. esculentum</i> L., cvs Aspendos F1 & Donna F1	<i>Glomus spp</i>	Αύξηση του ύψους των φυτών, του νεπού βάρους του βλαστού και της ρίζας, αύξηση της χλωροφύλλης και της φύτευσης των σπόρων.	Demir et al., 2010
14	<i>L. esculentum</i> L., cv Zhongzha 105	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους και της επιφάνειας των φύλλων. Αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης και της φωτοσυνθετικής ικανότητας, της συγκέντρωσης P και K. Μείωση της συγκέντρωσης Na και βελτίωση του αντιοξειδωτικού μηχανισμού των φυτών.	Latef &Chaoxing, 2010
15	<i>S. lycopersicum</i> L., cvs Behta & Piazar	<i>Glomus intraradices</i>	Προώθηση της ανάπτυξης, βελτίωση της συγκέντρωσης P, K και Ca, καθώς και του ισοζυγίου K/Na και Ca/Na. Βελτίωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας και του αντιοξειδωτικού μηχανισμού του φυτού.	Hajiboland et al, 2009
16	<i>S. lycopersicum</i> L. cv Moneymaker	<i>Funneliformis mosseae</i> , <i>Rhizophagus irregularis</i> & <i>Claroideoglomus etunicatum</i>	Αύξηση του νεπού βάρους βλαστού και ρίζας. Βελτίωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας και του αντιοξειδωτικού μηχανισμού του φυτού.	Rivero et al., 2018
17	<i>S. lycopersicum</i> L cv Syta F1	<i>Glomus spp.</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους της ρίζας, της απόδοσης της καλλιέργειας και της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών.	Balliu et al., 2015
18	<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp.</i>	Αύξηση του ύψους και της βιομάζας των φυτών, αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, αντιοξειδωτικών ενζύμων και οσμωλυτών.	Hashem et al., 2015
19	<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello & Marriha	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους των βλαστών και της απόδοσης της καλλιέργειας. Αύξηση της συγκέντρωσης P, K, Zn, Cu και Fe και μείωση της συγκέντρωσης Na.	Al-Karaki & Hammad, 2001
20	<i>S. lycopersicum</i> L cv Pixel F1	<i>Glomus spp.</i>	Αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας και της ποιότητας των καρπών. Αύξηση του ξηρού βάρους των καρπών, των διαλυτών στερεών, της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων.	Sellitto et al., 2019

21	<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>	Προώθηση της ανάπτυξης, μεγαλύτερη πρόσληψη K, βελτίωση του λόγου K/Na.	Khalloufi et al., 2017
22	<i>S. lycopersicum</i> L.cv Super Strain B	<i>Piriformospora indica</i>	Αύξηση του ξηρού και νερού βάρους και της επιφάνειας της ρίζας. Αύξηση της χλωροφύλλης και των αντιοξειδωτικών ενζύμων. Αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας.	Abdelaziz et al., 2019
23	<i>S. lycopersicum</i> L. cv Super Strain B	<i>Rhizophagus irregularis</i> , <i>Serendipita indica</i> , <i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>	Αύξηση της φυτικής βιομάζας. Αύξηση της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων. Μείωση της συγκέντρωσης ιόντων Na και Cl στις ρίζες.	Heidarianpour et al., 2020
24	<i>S. lycopersicum</i> L. cv TSS7 & TCAV10	<i>Claroideoglossum etunicatum</i> & <i>Funneliformis mosseae</i>	Αύξηση της περιεκτικότητας σε N, P, K, Ca, σε καρπούς, βλαστούς και ρίζες. Μείωση της περιεκτικότητας Na στους καρπούς. Αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας και της ποιότητας των καρπών.	Huang et al., 2013
25	<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	Προώθηση της ανάπτυξης, μείωση του ωσμωτικού δυναμικού της μεμβράνης, αύξηση της συγκέντρωσης των αντιοξειδωτικών ενζύμων.	He et al., 2007
26	<i>L. esculentum</i> Mill cv Tatroo & Donato	<i>Glomus mosseae</i> , <i>Glomus agrugigatal</i> , <i>Glomus spp</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους βλαστού και ρίζας, της περιεκτικότητας σε P, του αριθμού και του βάρους των καρπών.	Hadad et al., 2012
27	<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ύψους του βλαστού, του μήκους της ρίζας, του ξηρού βάρους βλαστού, ρίζας, φύλλων και των καρπών. Αύξηση της πρόσληψης N, P, K καθώς και μείωση της πρόσληψης Na. Αύξηση της συγκέντρωσης αντιοξειδωτικών ενζύμων.	El – Khateeb N.M., 2018
28	<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocaprium</i>	Αύξηση του νερού βάρους της ρίζας και του βλαστού, της επιφάνειας των φύλλων και της περιεκτικότητάς τους σε χλωροφύλλη, της συγκέντρωσης N, P, K.	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
29	<i>L. esculentum</i> L.	<i>Glomus fasciculatum</i>	Μείωση της συγκέντρωσης Na και αύξηση της συγκέντρωσης K σε βλαστούς και ρίζες. Αύξηση του ύψους του βλαστού, και του μήκους της ρίζας, του ξηρού βάρους βλαστού και ρίζας, της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη και φωσφορικά άλατα.	Sivakumar et al., 2019
30	<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση της επιφάνειας των φύλλων, του ξηρού βάρους του βλαστού και της ρίζας, μείωση της συγκέντρωσης Na στους βλαστούς και τις ρίζες.	He & Huang, 2012

3.1.1 Πειραματικά δεδομένα επιλεγμένων εργασιών

Τα πειραματικά δεδομένα των επιλεγμένων εργασιών που περιλαμβάνουν το εύρος της αλατότητας, τον μύκητα που χρησιμοποιήθηκε, τον τρόπο εφαρμογής της αλατότητας καθώς και τον χώρο διεξαγωγής του πειράματος, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πιν.4).

Πίνακας 4. Πειραματικά δεδομένα των επιλεγμένων ερευνητικών εργασιών για την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά τομάτας που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας.

Εύρος αλατότητας σε EC (dS/m)	Μύκητας	Τρόπος εφαρμογής αλατότητας	Χώρος διεξαγωγής πειράματος	Εργασία
0-2% ή 20g/L (0- 3,1 dS/m)*	<i>Claroideoglo mus etunicatum</i> , <i>Funneliformis mosseae</i>	Εφαρμογή διαλύματος NaCl στο έδαφος φύτευσης.	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Huang et al., 2013
0,9- 3,4- 4,2 -7,1 dS/m (0 -0,3- 0,6 -1%)	<i>Glomus mosseae</i> – 2	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Φύτευση σε γλάστρες	Xie et al., 2019
0 - 0,8% (0 - 12,5 dS/m)**	<i>Glomus intraradices</i> & <i>Glomus geosporum</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θάλαμος ανάπτυξης - Φύτευση σε γλάστρες	Ouziad et al., 2006
1,4 - 4,7 - 7,4 dS/m	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Al-Karaki G. N., 2000
1,4 - 4,9 - 7,1 dS/m	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή διαλύματος NaCl : CaCl ₂ στο έδαφος φύτευσης.	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Al-Karaki et al, 2001
1,7 - 4,4 dS/m	<i>Glomus mosseae</i>	Άρδευση με αλατούχο νερό (2,4 dS/m)	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε τσιμεντένια δοχεία. (4 φυτά /δοχείο)	Al- Karaki G. N., 2006
(0 - 6 dS/m)*	<i>Glomus iranicum var. tenuipharum</i>	Άρδευση με αλατούχο νερό (EC 3dS/m) από μονάδα επεξεργασίας λυμάτων	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γραμμές.	Gomez-Bellot et al., 2020
0- 50-100 -150 mM (0 -4,6 - 9,1- 13,7 dS/m)*	<i>Piriformospora indica</i>	Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Ghorbani et al., 2018
0 - 150 mM (0 - 13,7 dS/m)*	<i>Piriformospora indica</i>	Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Ghorbani et al., 2019
0-50-100-200mM (0-4,6-9,1-18,2dS/m)*	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	Θάλαμος ανάπτυξης - Φύτευση σε γλάστρες	Anoshee and Sepehr, 2016
2500 -5000 – 7500 ppm (3,9 - 7,8 - 11,7 dS/m)*	<i>Glomus spp</i>	Δεν προσδιορίζεται	Θερμοκήπιο	Damaiyanti et al., 2015
0 - 50 -100 mM (0-4,6 - 9,1dS/m)*	<i>Glomus fasciculatum</i>	Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	Θάλαμος ανάπτυξης - Φύτευση σε γλάστρες	Ebrahim & Saleem, 2017
0 - 100 mM (0- 9,1 dS/m)*	<i>Glomus spp</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Demir et al., 2010
0 -50 -100 mM (2,2 – 7 – 12 dS/m)	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Latif &Chaoxing, 2010
0,63 - 5 - 10 dS/m	<i>Glomus intraradices</i>	Εφαρμογή NaCl στο έδαφος	Θάλαμος ανάπτυξης - Φύτευση σε γλάστρες	Hajiboland et al, 2009
0 - 75 - 150 mM (0 - 6,8 - 13,7 dS/m)*	<i>Funneliformis mosseae</i> , <i>Rhizoglo mus irregulare</i> , <i>Claroideoglo mus etunicatum</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θάλαμος ανάπτυξης - Φύτευση σε γλάστρες	Rivero et al., 2018
0 - 50 -100 mM (0-4,6 - 9,1dS/m)*	<i>Glomus spp</i>	Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Balliu et al., 2015

0 - 75 - 150 mM (0 - 6,8 - 13,7 dS/m)*	<i>Glomus spp</i>	Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	Θάλαμος ανάπτυξης - Φύτευση σε γλάστρες	Hashem et al., 2015
1,4 - 4,9 dS/m	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή διαλύματος NaCl : CaCl ₂ στο έδαφος φύτευσης.	Θερμοκήπιο - Φύτευση στο έδαφος	Al-Karaki & Hammad, 2001
1,5 - 3,0 - 4,5 - 6,0dS/m	<i>Glomus spp (Rizotech Plus, Myco Apply Dr)</i>	Εφαρμογή θρεπτικών διαλυμάτων υψηλής αγωγιμότητας (EC 1,2 -4,8dS/m)	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Sellitto et al., 2019
0 - 100 mM (0- 9,1dS/m)*	<i>Rhizophagus irregularis</i>	Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	Θάλαμος ανάπτυξης - Φύτευση σε γλάστρες	Khalloufi et al., 2017
0 - 200 mM (0 - 18,2dS/m)**	<i>Piriformospora indica</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Abdelaziz et al., 2019
1,2 - 5 - 10 dS/m	<i>Rhizophagus irregularis, Serendipita indica, Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	Εφαρμογή διαλύματος NaCl στο έδαφος φύτευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Heidarianpour et al., 2020
0,9- 4,2 - 7,1 dS/m (0 - 0,5 -1% διάλυμα NaCl)	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Huang et al., 2010
0,9- 4,2 - 7,1 dS/m (0 - 0,5 -1% διάλυμα NaCl)	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	He et al., 2007
(0 - 8 dS/m)*	<i>Glomus mosseae, Glomus agrugigatal, Glomus spp</i>	Άρδευση με αλατούχο νερό (4dS/m)	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Hadad et al., 2012
0 -3 - 6 - 9 - 12 dS/m	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή διαλύματος NaCl : CaCl ₂ στο έδαφος φύτευσης	Φύτευση σε γλάστρες	El - Khateeb N.M., 2018
2800 - 3800 ppm (4,38 -5,94 dS/m) (6,1 - 7,7 dS/m)*	<i>Glomus macrocarpium</i>	Άρδευση με αλατούχο νερό	Αγρός - Φύτευση σε γραμμές	Abdelhameid & El- Shazly, 2020
0 - 1% διάλυμα NaCl (0 - 7,1dS/m)*	<i>Glomus fasciculatum</i>	Δεν προσδιορίζεται	Φύτευση σε γλάστρες	Sivakumar et al., 2019
0,9- 4,2 - 7,1 dS/m (0 - 0,5 -1% διάλυμα NaCl)	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	He & Huang, 2013

*Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας που υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας τους τύπους Richards (1954).

** Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας όπως υπολογίστηκαν μετά το πέρας του πειράματος.

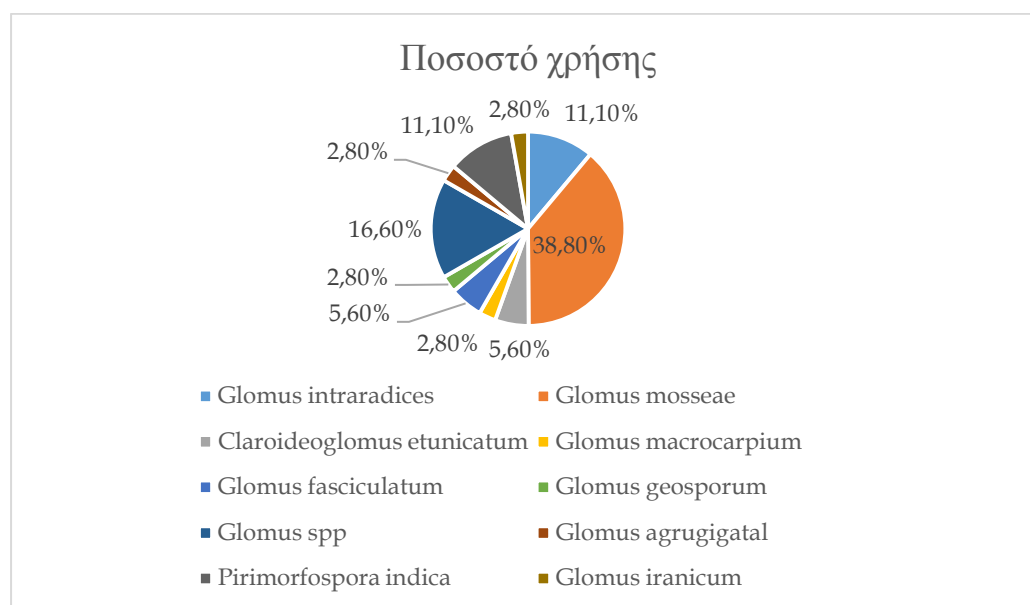
Από τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το σύνολο σχεδόν των πειραμάτων πραγματοποιήθηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες σε θερμοκήπιο ή θάλαμο ανάπτυξης, με εξαίρεση την έρευνα των Abdelhameid & El-Shazly (2020), στην οποία τα νεαρά σπορόφυτα μεταφυτεύτηκαν στον αγρό. Στις περισσότερες εργασίες τα νεαρά φυτά, φυτεύτηκαν σε γλάστρες με εξαίρεση την προηγούμενη εργασία την εργασία των Gomez-Bellot et al. (2020) και Al-Karaki & Hammad (2001), στις οποίες τα νεαρά σπορόφυτα φυτεύτηκαν σε γραμμές στο έδαφος.

Χρησιμοποιήθηκαν 8 μείγματα μυκήτων, 6 μείγματα *Glomus spp*, 1 μείγμα *Glomus intraradices* & *Glomus geosporum*, καθώς 1 μείγμα *Rhizophagus irregularis* & *Serendipita indica* στην εργασία των Heidarianpour et al. (2020) που χρησιμοποιήθηκε σε σύγκριση με τα μονά στελέχη. Στην εργασία των Hashem et al., (2015), από το μείγμα μυκήτων που απομονώθηκε, επιλέχτηκαν σπόρια από τα τρία είδη, *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* και *Claroideoglomus etunicatum*. Από τα στελέχη των μυκήτων, αυτός που χρησιμοποιήθηκε στις περισσότερες εργασίες, ήταν ο *Glomus mosseae* (38,80%). Στην εργασία Sellitto et al. (2019), χρησιμοποιήθηκαν τα βιομηχανικά μείγματα Rizotech και Myco Plus τα οποία περιείχαν σε μεγάλο

ποσοστό μύκητες του γένους *Glomus spp* καθώς και άλλους ωφέλιμους μικροοργανισμούς. Στα παρακάτω γραφήματα απεικονίζεται ο αριθμός και το ποσοστό των εργασιών στις οποίες χρησιμοποιήθηκε ο κάθε μύκητας.



Γράφημα 1. Αριθμός εργασιών (τομάτας) στις οποίες χρησιμοποιήθηκε κάθε είδος μύκητα.



Γράφημα 2. Ποσοστό χρήσης κάθε είδους μύκητα ανά εργασία.

Στις περισσότερες εργασίες η αλατότητα προκλήθηκε κυρίως από τη προσθήκη ιόντων χλωριούχου νατρίου στο εδαφικό διάλυμα. Ο τρόπος εφαρμογής της αλατότητας των παραπάνω εργασιών συγκεντρωτικά παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 5).

Πίνακας 5. Τρόπος εφαρμογής της αλατότητας .

Τρόπος εφαρμογής αλατότητας	Αριθμός εργασιών
Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	10
Εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα	7
Άρδευση με νερό από υφάλμυρες πηγές	4
Εφαρμογή διαλύματος NaCl: CaCl ₂ (1:1) στο έδαφος	3
Εφαρμογή NaCl στο έδαφος	3
Εφαρμογή θρεπτικών διαλυμάτων υψηλής αλατότητας	1
Δεν προσδιορίστηκε	2

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η εφαρμογή του NaCl έγινε κυρίως μέσω του νερού άρδευσης ή μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Σε τρεις εργασίες εφαρμόστηκε διάλυμα NaCl ή διάλυμα NaCl : CaCl₂, στο έδαφος της καλλιέργειας ώστε να αυξηθεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος. Σε τρεις εργασίες χρησιμοποιήθηκε νερό άρδευσης από υφάλμυρες πηγές, ενώ στην εργασία των Gomez-Bellot et al., (2020), χρησιμοποιήθηκε νερό υψηλής συγκέντρωσης αλάτων από μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Στην εργασία των Sellitto et al., (2019) η αλατότητα προκλήθηκε από την χρήση θρεπτικών διαλυμάτων υψηλής αγωγιμότητας, ενώ σε δυο περιπτώσεις (Damaiyanti et al., 2015, Sivakumar et al., 2019) χρησιμοποιήθηκε διάλυμα NaCl, χωρίς να προσδιορίζεται ο τρόπος με τον οποίο έγινε η εφαρμογή. Στις εργασίες των Ouziad et al., (2006) και Abdelaziz et al., (2019), η αύξηση του επιπέδου αλατότητας έγινε σταδιακά προκειμένου να αποφευχθεί η περίπτωση καταστροφής των νεαρών σπορόφυτων από την πολύ υψηλή συγκέντρωση αλάτων στο εδαφικό διάλυμα.

Πολλές από τις εργασίες εκτός από την επίδραση των μυκορριζών στον περιορισμό των επιπτώσεων του στρες αλατότητας σε φυτά τομάτας, εξέτασαν και άλλες παραμέτρους. Στις εργασίες των Al-Karaki & Hammad, (2001), Al-Karaki et al, (2001) και Hajiboland et al., (2009) έγινε σύγκριση μεταξύ δυο ποικιλιών τομάτας, μιας ευαίσθητης και μια ανθεκτικής στην αλατότητα υπό την επίδραση των μυκήτων *G. mosseae* και *G. intraradices*. Αντίστοιχα και οι Huang et al., (2013) εξέτασαν την επίδραση δυο ειδών μυκήτων, του *F. mosseae* και *C. etunicatum*, στις ποικιλίες TSS7 και TCAV10, ενώ οι Ebrahim & Saleem, (2017), μελέτησαν την επίδραση του μύκητα *G. fasciculatum* στη βλάστηση των σπόρων των ανθεκτικών στην αλατότητα ποικιλιών Sultana 7 και Super Strain B. Την επίδραση διαφορετικών στελεχών μυκήτων, εξέτασαν και οι Rivero et al. (2018), οι οποίοι συνέκριναν την επίδραση των μυκήτων *F. mosseae*, *R. irregularis* και *C. etunicatum*, στο στρες αλατότητας και ξηρασίας, οι Heidarianpour et al., (2020) που συνέκριναν την επίδραση του *R. irregularis*, *S. indica* καθώς και τον συνδυασμό τους και τέλος οι Hadad et al., (2012) που συνέκριναν την επίδραση γηγενών ειδών *Glomus spp*, σε σχέση με τα εισαγόμενα είδη *G. mosseae* και *G. agrugigatal*, στις ποικιλίες Tatoo και Donato σε δυο διαφορετικά επίπεδα φωσφορικής λίπανσης. Αντίστοιχα και η εργασία των Abdelhameid & El-Shazly, (2020) μελέτησε επιπλέον και την επίδραση δυο διαφορετικών επιπέδων αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης (50% και 75% της άριστης δόσης) σε δυο διαδοχικές χρονιές. Οι Demir et al., (2010) και Damaiyanti et al., (2015) μελέτησαν και τη σχέση μεταξύ της ποσότητας των εφαρμοζόμενων μυκορριζών σε σχέση με την αποδοτικότητά τους.

Στην εργασία των Sivakumar et al., (2019) έγινε σύγκριση μεταξύ της δράσης του μύκητα *G. fasciculatum* και του φωσφορο-διαλυτικού βακτηρίου *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, καθώς και ο συνδυασμός των δυο, στην εργασία των Khalloufi et al., (2017) συγκρίθηκε η δράση του μύκητα *R. irregularis*, με την εφαρμογή γιββεριλίνης καθώς και ο συνδυασμός τους, στην μείωση των επιπτώσεων του στρες αλατότητας, ενώ στην εργασία των Gomez-Bellot et al., (2020) γίνεται σύγκριση μεταξύ δυο διαφορετικών εδαφικών υποστρωμάτων, ενός παραδοσιακού και ενός οργανικού με μεγάλη υδατοχωρητικότητα. Τέλος στην εργασία των Anoshee & Sepehrr εξετάστηκε η επίδραση της επεξεργασίας των μυκορριζών με διάφορα επίπεδα αλατότητας πριν από τον αποικισμό.

3.1.2 Αποικισμός

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τα ποσοστά αποικισμού των μυκορριζών σε φυτά τομάτας, ανά εργασία σε συνάρτηση με την αλατότητα, όπως δόθηκαν από τους συγγραφείς, καθώς και την επίδραση της αλατότητας στα ποσοστά αποικισμού (Πιν.6, Πιν.7).

Πίνακας 6. Ποσοστά αποικισμού μυκορριζών σε φυτά τομάτας ανά εργασία.

Ποσοστό αποικισμού των μυκορριζών.				
ΜΥΚΗΤΑΣ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Glomus mosseae</i>	49,00%	42,00%	36,00%	Al-Karaki, 2000
<i>Glomus mosseae</i>	55,00%	39,00%	27,00%	Huang et al., 2010
<i>Glomus mosseae</i>	48,70%	23,60%		Al-Karaki, 2006
<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	51,60%	38,90%	33,40%	Al-Karaki et al., 2001
<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	47,30%	36,90%	27,00%	Al-Karaki et al., 2001
<i>Glomus geosporum</i> & <i>Glomus intraradices</i>	74,00%		84,00%	Ouziad et al., 2006
<i>Glomus intraradices</i> ⁽³⁾	49,00%	43,00%	34,00%	Hajiboland et al., 2009
<i>Glomus intraradices</i> ⁽⁴⁾	48,00%	43,00%	38,00%	Hajiboland et al., 2009
<i>Glomus mosseae</i>	55,00%	39,00%	27,00%	Latef & Chaoxing, 2011
<i>Rhiphagus irregularis</i>	34,58%		24,83%	Khalloufi et al., 2017
<i>Glomus fasciculatum</i>	42,00%	27,00%	21,00%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>Funneliformis mosseae</i>	59,83%	59,67%	52,83%	Rivero et al., 2018
<i>Rhizogloium irregularis</i>	51,33%	52,50%	53,50%	Rivero et al., 2018
<i>Claroideogloium etunicatum</i>	48,83%	48,00%	49,33%	Rivero et al., 2018
<i>Glomus spp</i>	38,75%	28,96%	19,58%	Damaiyanti et al., 2015
<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	53,60%	27,80%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	48,70%	23,60%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>Glomus mosseae</i>	60,80%	44,90%	32,30%	He et al., 2007
<i>Glomus mosseae</i>	60,80%	44,90%	32,30%	He & Huang, 2013
<i>Glomus fasciculatum</i>	48,60%		24,80%	Sivakumar et al., 2019
<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		62,50%	58,60%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020

<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁶⁾		69,40%	61,40%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		74,40%	67,50%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁶⁾		68,60%	63,70%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>Glomus spp</i>	34,60%	37,20%	27,30%	Hashem et al., 2015
<i>Glomus mosseae</i>	48,00%	32,00%	26,00%	El-Khateeb, 2018
<i>Piriformospora indica</i>	61,00%	56,00%	43,00%	Ghorbani et al., 2018

Πίνακας 7. Μείωση του ποσοστού αποικισμού των μυκορριζών σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

ΜΥΚΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Glomus mosseae</i>	14,30%	26,50%	Al-Karaki, 2000
<i>Glomus mosseae</i>	29,10%	50,90%	Huang et al., 2010
<i>Glomus mosseae</i>	51,50%		Al-Karaki, 2006
<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	24,60%	35,30%	Al-Karaki et al., 2001
<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	22,00%	42,90%	Al-Karaki et al., 2001
<i>Glomus geosporum & Glomus intraradices</i>		-13,50%	Ouziad et al., 2006
<i>Glomus intraradices</i> ⁽³⁾	12,20%	30,60%	Hajiboland et al., 2009
<i>Glomus intraradices</i> ⁽⁴⁾	10,40%	20,80%	Hajiboland et al., 2009
<i>Glomus mosseae</i>	29,10%	50,90%	Latef & Chaoxing, 2011
<i>Rhizophagus irregularis</i>		28,20%	Khalloufi et al., 2017
<i>Glomus fasciculatum</i>	35,70%	50,00%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>Funneliformis mosseae</i>	0,30%	11,70%	Rivero et al., 2018
<i>Rhizogloium irregularis</i>	-2,30%	-4,20%	Rivero et al., 2018
<i>Claroideogloium etunicatum</i>	1,70%	-10,30%	Rivero et al., 2018
<i>Glomus spp</i>	25,30%	49,50%	Damaiyanti et al., 2015
<i>Glomus mosseae</i>	48,10%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>Glomus mosseae</i>	51,50%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>Glomus mosseae</i>	26,20%	46,90%	He et al., 2007
<i>Glomus mosseae</i>	26,20%	46,90%	He & Huang, 2013
<i>Glomus fasciculatum</i>		49,00%	Sivakumar et al., 2019
<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		6,20%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁶⁾		11,50%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		12,00%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁶⁾		7,10%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>Glomus spp</i>	-7,50%	21,00%	Hashem et al., 2015
<i>Glomus mosseae</i>	33,30%	45,80%	El-Khateeb, 2018
<i>Piriformospora indica</i>	8,00%	29,50%	Ghorbani et al., 2018

(1) Επίδραση του μύκητα *G. mosseae* στην ποικιλία Pello. (2) Επίδραση του μύκητα *G. mosseae* στην ποικιλία Marriha. (3) Επίδραση του μύκητα *G. intraradices* στην ποικιλία Behta. (4) Επίδραση του μύκητα *G. intraradices* στην ποικιλία Piazar. (5) Επίδραση του μύκητα *G. intraradices* σε δυο διαδοχικές χρονιές με επίπεδο αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης 50% της άριστης δόσης. (6) Επίδραση του μύκητα *G. intraradices* σε δυο διαδοχικές χρονιές με επίπεδο αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης 75% της άριστης δόσης.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα διακρίνεται αυξημένο ποσοστό αποικισμού σε όλα τα είδη μυκορριζών σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Τα υψηλότερα ποσοστά αποικισμού (74%) παρατηρήθηκαν στο μείγμα *G. geosporum* & *G. intraradices* (Ouziad et al., 2006), ενώ και η χρήση μεμονωμένων στελεχών είχε θετικά αποτελέσματα όπως ο μύκητας *G. mosseae* με ποσοστό αποικισμού 60,80% (Latef & Chaoxing, 2011) και ο ενδοφυτικός μύκητας *P. indica* με ποσοστό 61,00%. Το μικρότερο ποσοστό αποικισμού (34,58%) παρατηρήθηκε στον μύκητα *R. irregularis* (Khalloufi et al., 2017).

Η αύξηση της αλατότητας στις περισσότερες περιπτώσεις μείωσε σημαντικά τα ποσοστά αποικισμού, με τη μείωση να φτάνει σε ποσοστό 50,90% στον μύκητα *G. mosseae*, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Ακόμα και στην εργασία των Abdelhameid & El-Shazly, (2020), στην οποία χρησιμοποιήθηκαν δυο διαφορετικές πηγές αλατούχου νερού με μικρή διαφορά μεταξύ τους, όσο αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα, το ποσοστό αποικισμού του μύκητα παρουσίασε μείωση που κυμάνθηκε από 6,20 – 12,00% όταν αρδεύτηκε με το νερό υψηλότερης αλατότητας. Εξαιρέση αποτελούν το μείγμα των *G. geosporum* & *G. intraradices*, και ο μύκητας *C. etunicatum* (Rivero et al., 2018), οι οποίοι σε συνθήκες υψηλής αλατότητας παρουσίασαν αύξηση του ποσοστού αποικισμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην πρώτη περίπτωση ο μύκητας *G. geosporum* απομονώθηκε από τις ρίζες του ανθεκτικού στην αλατότητα φυτού *A. trifolium*, και ο μύκητας *C. etunicatum* απομονώθηκε από έδαφος υψηλής αλατότητας. Αντίστοιχα και στην περίπτωση της εργασίας των Hashem et al. (2015), στην οποία το μείγμα των μυκήτων *Glomus spp* λήφθηκε από έδαφος υψηλής αλατότητας, δεν παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού αποικισμού, σε συνθήκες μέσης αλατότητας αλλά υπήρξε μείωση σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Στην έρευνα των Al-Karaki et al., (2001) καθώς και των Al-Karaki & Hammad (2001) παρατηρήθηκε μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού του μύκητα *G. mosseae* στην ανθεκτική στην αλατότητα ποικιλία Pello, σε σχέση με την ευαίσθητη Marriha. Η επίδραση της ανοχής των ποικιλιών στην αλατότητα στο ποσοστό αποικισμού, δεν επιβεβαιώθηκε από την έρευνα των Hajiboland et al., (2009) καθώς τα ποσοστά αποικισμού του μύκητα *G. intraradices* δεν είχαν διαφορά μεταξύ της ανθεκτικής ποικιλίας Piazar και της ευαίσθητης Behta.

3.1.3 Αναπτυξιακές παράμετροι φυτικής βιομάζας

Ξηρό βάρος βλαστού

Αναλύθηκαν 126 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο ξηρό βάρος (Ξ.Β.) του βλαστού των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στο ξηρό βάρος του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.8) και την μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 9).

Πίνακας 8. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του ξηρού βάρους του βλαστού εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	32,60%	74,00%	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	35,00%	72,80%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	25,30%	65,80%	Al-Karaki et al, 2001
	Μάρτυρας	31,00%	64,70%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	26,30%	65,20%	Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	43,50%	73,50%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	41,50%		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	64,40%		
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	36,80%	55,70%	He & Huang, 2013
	Μάρτυρας	37,80%	55,60%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	3,00%	60,30%	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	24,60%	58,00%	
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	10,00%	14,00%	He et al., 2007
	Μάρτυρας	11,00%	15,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	37,50%		Al-Karaki & Hammad, 2006
	Μάρτυρας	43,00%		
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	41,50%		Al-Karaki & Hammad, 2006
	Μάρτυρας	64,40%		
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		-15,80%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		10,70%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		28,90%	
	Μάρτυρας		-32,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		23,00%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		28,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		21,40%	
	Μάρτυρας		-33,30%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Tatoo</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾		5,40%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽³⁾		23,70%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽²⁾		26,80%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽³⁾		4,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		14,60%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		1,20%	
	Μάρτυρας		21,50%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾		10,50%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽³⁾		19,80%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽²⁾		10,80%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽³⁾		8,80%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		23,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		14,30%	

	Μάρτυρας	20,20%		
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	29,00%		Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας	28,20%		
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	36,80%	56,10%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	44,10%	76,50%	
<i>L. esculentum Mill cv Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	34,50%	54,60%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	21,70%	54,60%	
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	41,30%	49,90%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	27,20%	63,60%	

Πίνακας 9. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του ξηρού βάρους βλαστού των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	44,00%	50,00%	36,00%	Al-Karaki, 2000	
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	21,40%	31,30%	17,80%	Al-Karaki et al, 2001	
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	20,90%	57,60%	58,80%		
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	25,60%	106,40%		Al-Karaki, 2006	
<i>L. esculentum L. cv Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	17,80%	19,60%	23,00%	He & Huang, 2013	
<i>L. esculentum L., cv Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	76,90%	127,70%	67,30%	Latef & Chaoxing, 2011	
<i>L. esculentum L. cv Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	4,70%	6,00%	6,00%	He et al., 2007	
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	22,70%	34,40%		Al-Karaki & Hammad, 2001	
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	25,60%	106,40%			
<i>L. esculentum L., cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	46,20%		15,80%	Demir et al., 2011	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	115,40%		31,60%		
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	208,30%		42,10%		
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	8,30%		-37,50%		
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	108,30%		12,50%		
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	133,30%		37,50%		
<i>L. esculentum Mill cv Tatoon</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	-3,50%		16,30%		Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	36,90%		24,90%		
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	20,70%		12,60%		
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	29,10%		58,00%		
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	1,70%		10,60%		
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	18,70%		49,40%		

<i>L. esculentum</i> Mill cv Donato	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	13,40%		27,30%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	21,90%		22,30%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	11,70%		24,90%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	27,70%		45,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	32,40%		27,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	26,20%		27,40%	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>	10,20%		9,00%	Sivakumar et al., 2019
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	67,60%	89,50%	212,50%	Hashem et al., 2015
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus mosseae</i>	78,40%	99,30%	61,50%	El-Khateeb, 2018
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	13,60%	18,75%	27,30%	Ebrahim & Saleem, 2017

(1), (2), (3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10, 50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(5) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Από τους παραπάνω πίνακες, προκύπτει ότι η αλατότητα μείωσε σημαντικά το ξηρό βάρος του βλαστού, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά, όσο και στον μάρτυρα, με τη μεγαλύτερη μείωση να παρατηρείται σε μη εμβολιασμένα φυτά της ευαίσθητης στην αλατότητα ποικιλίας Marriha (Al- Karaki, 2006), με ποσοστό 64,40% σε συνθήκες μέσης αλατότητας και σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Castlerock, με ποσοστό μείωσης 76,50% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Εξάιρεση αποτελούν τα μη εμβολιασμένα σπορόφυτα των ποικιλιών Donna F1 και Aspendos F1 (Demir et al., 2011), τα οποία παρουσίασαν αύξηση του Ξ.Β. του βλαστού σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Στην ίδια εργασία ωστόσο, σε απόλυτες τιμές τα εμβολιασμένα φυτά είχαν σημαντικά υψηλότερο Ξ.Β. σε σχέση με τον μάρτυρα, σε ποσοστό που έφτανε ακόμη και το 208,30% σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο παραπάνω πείραμα, η ποσότητα της εφαρμοζόμενης μυκόρριζας επηρέασε σημαντικά την απόκριση των φυτών, με τη διαφορά να είναι σημαντική με την εφαρμογή ποσότητας 50 και 100 σπορίων, ενώ η εφαρμογή της μικρότερης ποσότητας (10 σπορίων) δεν είχε θετικά αποτελέσματα στην ποικιλία Donna F1. Αντίστοιχα αποτελέσματα, παρατηρήθηκαν και στην εργασία των Hajiboland et al., (2009), στην οποία η εφαρμογή του μύκητα *Glomus intraradices* στην ανθεκτική στην αλατότητα ποικιλία τομάτας Piazar, διπλασίασε το Ξ.Β. βλαστού σε συνθήκες απουσίας αλατότητας, σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά .

Η επίδραση των μυκορριζών στην αύξηση του Ξ.Β. του βλαστού, όπως προκύπτει από τα παραπάνω αποτελέσματα, είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης αλατότητας, καθώς στις συνθήκες αυτές, η αναστολή της αύξησης ήταν μικρότερη στα εμβολιασμένα φυτά, στο σύνολο σχεδόν των εργασιών και αντίστοιχα η προώθηση της αύξησης του Ξ.Β. σε σχέση με τον μάρτυρα, ήταν σημαντική. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, η αναστολή της αύξησης ήταν σημαντική και στα εμβολιασμένα φυτά ενώ η προώθηση της ανάπτυξης ήταν μειωμένη με τη διαφορά σε

σχέση με τον μάρτυρα να μην είναι στατιστικά σημαντική σε αρκετές περιπτώσεις (Al-Karaki, 2000, Demir et al., 2011, Sellitto et al., 2019, Balliu et al., 2015).

Η θετική δράση του εμβολιασμού με μυκόρριζες, στην αύξηση του Ξ.Β., σε συνθήκες αλατότητας εξαρτάται και από την καλλιεργούμενη ποικιλία. Στην εργασία των Al-Karaki et al., (2001) η ευαίσθητη ποικιλία *Mariha* είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την ανθεκτική *Pello*, στην οποία ο εμβολιασμός με τον μύκητα *Glomus mosseae*, δεν επέφερε σημαντική αύξηση στο Ξ.Β. του βλαστού, παρόλο που η τελευταία είχε μεγαλύτερα ποσοστά αποικισμού. Αντίστοιχα στην εργασία των Hadad et al., (2012), υπήρξε αύξηση του ξηρού βάρους στα εμβολιασμένα φυτά στην ποικιλία *Donato*, ενώ αντίθετα δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην ποικιλία *Tatoo*. Αναφορικά με το επίπεδο της φωσφορικής λίπανσης στην παραπάνω εργασία, οι μύκητες *G. mosseae* και *G. agrugigatal* είχαν θετικότερα αποτελέσματα στην εφαρμογή της μεγαλύτερης συγκέντρωσης P (250mg/kg εδάφους), ενώ αντίστοιχα το γηγενές μείγμα μυκήτων του γένους *Glomus spp* είχε καλύτερα αποτελέσματα σε απόλυτες τιμές, στη μικρότερη συγκέντρωση P (50mg/kg εδάφους).

Διαφορές διακρίνονται και στην αλληλεπίδραση του μύκητα με την ποικιλία. Η θετικότερη μεταβολή στην αύξηση του ξηρού βάρους του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα, παρατηρήθηκε στην ποικιλία *Zhongzha 105* από τον μύκητα *Glomus mosseae*, με ποσοστό 127,70% και 67,30% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα, (Latef and Chaoxing, 2011) και στην ποικιλία *Super Strain B* από τον ίδιο μύκητα, με ποσοστό 99,30% και 61,50% (El-Khateeb, 2018). Αντίθετα εμφανώς μικρότερη επίδραση είχε ο μύκητας *Glomus mosseae* στην ποικιλία *Zhongzha 9*, με ποσοστό αύξησης 6% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας (He et al., 2007), καθώς και ο μύκητας *Glomus fasciculatum* στην ποικιλία *Super Strain B* με ποσοστό αύξησης, του Ξ.Β. του βλαστού, σε σχέση με τον μάρτυρα, 9% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Sivakumar et al., 2019).

Ξηρό βάρος ρίζας.

Αναλύθηκαν 108 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο ξηρό βάρος (Ξ.Β.) της ρίζας των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στο ξηρό βάρος της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.10) και την μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν.11).

Πίνακας 10. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του ξηρού βάρους της ρίζας εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	35,70%	67,90%	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	50%	60%	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	51,20%	67,40%	Al-Karaki et al, 2001
	Μάρτυρας	31%	71,00%	
<i>L. esculentum</i>	<i>Glomus mosseae</i>	60,90%	83,90%	

<i>Mill cv Marriha</i>	Μάρτυρας	26,20%	85,70%	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	45,40%		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	75,40%		
<i>L. esculentum L.</i> <i>cv Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	34,70%	69,50%	He & Huang, 2013
	Μάρτυρας	39,20%	75,70%	
<i>L. esculentum</i> <i>L., cv Zhongzha</i> <i>105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	52,00%	83,00%	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	37,70%	76,80%	
<i>L. esculentum L.</i> <i>cv Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	37,20%	69,30%	He et al., 2007
	Μάρτυρας	39,10%	74,50%	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	44,70%		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	46,20%		
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv M</i>	<i>Glomus mosseae</i>	45,40%		
	Μάρτυρας	75,40%		
<i>L. esculentum L.</i> <i>cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		33,30%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		25,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		36,40%	
	Μάρτυρας		0,00%	
<i>L. esculentum L.</i> <i>cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		60,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		50,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		60,00%	
	Μάρτυρας		40,00%	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Tatoo</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾		-4,90%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾		40,10%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾		1,80%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾		18,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾		22,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾		1,20%	
	Μάρτυρας		25,00%	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾		17,70%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾		-15,40%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾		-12,40%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾		-34,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾		-2,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾		-13,30%	
	Μάρτυρας		-28,40%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	41,40%		Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας	57,90%		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	31,90%	43,80%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	39,10%	42,90%	
<i>L. esculentum Mill</i> <i>cv Super Strain</i> <i>B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	57,40%	64,00%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	49,10%	56,30%	

Πίνακας 11. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του ξηρού βάρους της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	40,00%	80,00%	12,50%	Al-Karaki, 2000
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	91,10%	35,50%	211,10%	Al-Karaki et al, 2001
<i>L. esculentum</i> Mill cv Marriha	<i>Glomus mosseae</i>	107,10%	9,70%	133,30%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Marriha	<i>Glomus mosseae</i>	42,50%	216,50%		Al-Karaki, 2006
<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	28,40%	37,80%	61,10%	He & Huang, 2013
<i>L. esculentum</i> L., cv Zhongzha 105	<i>Glomus mosseae</i>	181,10%	116,30%	106,25%	Latef & Chaoxing, 2011
<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	24,50%	28,30%	50,00%	He et al., 2007
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	29,80%	33,30%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>L. esculentum</i> Mill cv Marriha	<i>Glomus mosseae</i>	42,50%	216,50%		
<i>L. esculentum</i> L., cv Aspendos F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	50,00%		0,00%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	100,00%		50,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	150,00%		75,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv Donna F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,00%		-33,33%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	60,00%		33,33%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	100,00%		33,33%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Tatioo	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	3,10%		44,10%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	85,50%		48,20%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	16,60%		52,70%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	27,50%		39,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	38,90%		44,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	10,00%		44,70%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Donato	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	57,30%		0,80%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	9,70%		-1,30%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	33,10%		16,60%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	30,00%		36,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	38,90%		44,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	64,00%		44,90%	

<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>	7,90%		50,00%	Sivakumar et al., 2019
<i>S. lycopersicum</i> L cv <i>Castile rock</i>	<i>Glomus spp</i>	104,00%	128,60%	125,00%	Hashem et al., 2015
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	94,80%	89,40%	86,30%	El-Khateeb, 2018

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10, 50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(5) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Από τους παραπάνω πίνακες, προκύπτει σημαντική αναστολή του Ξ.Β. της ρίζας με την αύξηση των επιπέδων αλατότητας, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, με τη μείωση να ανέρχεται σε ποσοστό 75,40% και 85,70% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας, σε μη εμβολιασμένα φυτά της ευαίσθητης ποικιλίας Marriha (Al-Karaki, 2006, Al-Karaki et al., 2001). Εξαίρεση αποτελεί η ποικιλία Donato (Hadad et al., 2012) η οποία σε συνθήκες υψηλής αλατότητας δεν παρουσίασε μείωση του Ξ.Β. της ρίζας.

Η επίδραση των μυκορριζών είχε θετικά αποτελέσματα στο σύνολο σχεδόν των εξεταζόμενων περιπτώσεων, με τη μεγαλύτερη αύξηση του Ξ.Β. της ρίζας σε σχέση με τον μάρτυρα, να παρατηρείται στην ποικιλία Marriha τόσο σε συνθήκες μέσης αλατότητας, με ποσοστό αύξησης 216,50% (Al-Karaki, 2006), όσο και σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Al-Karaki et al., 2001) με ποσοστό 133,30%. Αντίθετα στην εργασία των Hadad et al., (2012) στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε μόνο στην ποικιλία Tatro σε φυσιολογικές συνθήκες, όπου ο μύκητας *Glomus mosseae* προκάλεσε αύξηση του Ξ.Β. της ρίζας κατά 85,50%. Αντίστοιχα όπως και στην περίπτωση του Ξ.Β. του βλαστού στην ίδια εργασία, οι μύκητες *G. mosseae* και *G. agrugigatal* είχαν καλύτερα αποτελέσματα και σ' αυτή την περίπτωση, στην εφαρμογή υψηλής ποσότητας φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg εδάφους) ενώ αντίστοιχα το γηγενές μείγμα μυκήτων *Glomus spp* στην χαμηλή (50mg/kg εδάφους).

Η επίδραση των μυκορριζών στην αύξηση του Ξ.Β. της ρίζας, όπως προκύπτει από τα παραπάνω αποτελέσματα, είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης αλατότητας, καθώς στις συνθήκες αυτές η αναστολή της αύξησης ήταν μικρότερη στα εμβολιασμένα φυτά στο σύνολο σχεδόν των εργασιών και αντίστοιχα σημαντική ήταν η προώθηση της αύξησης του Ξ.Β. της ρίζας σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας η αναστολή της αύξησης ήταν σημαντική και στα εμβολιασμένα φυτά ενώ η προώθηση της ανάπτυξης ήταν μειωμένη με τη διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα να μην είναι στατιστικά σημαντική σε διάφορες εργασίες (Al-Karaki, 2000, Demir et al., 2011, Hadad et al., 2012).

Η επίδραση του εμβολιασμού με μυκόρριζες, στην αύξηση του Ξ.Β. της ρίζας σε συνθήκες αλατότητας, εξαρτάται και από την καλλιεργούμενη ποικιλία. Στην εργασία των Al-Karaki et al., (2001), η ευαίσθητη ποικιλία Marriha είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την ανθεκτική Pello, στην οποία ο εμβολιασμός με τον μύκητα *Glomus mosseae*, δεν επέφερε θετικά αποτελέσματα στο Ξ.Β. της ρίζας, παρόλο που η τελευταία είχε μεγαλύτερα ποσοστά αποικισμού. Στην εργασία των Demir et al., (2011), η ποικιλία Aspendos F1, παρουσίασε σημαντική αύξηση του Ξ.Β. της ρίζας σε αντίθεση με την ποικιλία Donna F1 που δεν παρουσίασε στατιστικά

σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίστοιχα, στην εργασία των Huang et al., (2013), ο μύκητας *Glomus mosseae* αύξησε περισσότερο το Ξ.Β. της ρίζας στη ποικιλία TCAV10, σε σχέση με την ποικιλία TSS7.

Διαφορές διακρίνονται και στην αλληλεπίδραση του μύκητα με την ποικιλία. Η θετικότερη μεταβολή αναφορικά με την αύξηση του ξηρού βάρους της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα παρατηρήθηκε στην ποικιλία Zhongzha 105 από τον μύκητα *Glomus mosseae*, με ποσοστό αύξησης 116,30% και 106,25% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα (Latef and Chaoxing, 2011). Αντίθετα η εφαρμογή του ίδιου μύκητα στην ποικιλία Zhongzha 9 είχε μικρότερη θετική επίδραση με ποσοστό αύξησης 28,30 και 50,00% στις ίδιες συνθήκες (He et al., 2007).

Φυλλική επιφάνεια

Αναλύθηκαν 80 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στην φυλλική επιφάνεια (Φ.Ε.) των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στην αύξησης της φυλλικής επιφάνειας των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.12) και την μεταβολή της αύξησης της Φ.Ε. των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 13).

Πίνακας 12. Μεταβολή της Φ.Ε. των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης της φυλλικής επιφάνειας εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	31,80%	68,60%	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	53,50%	83,20%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	47,80%	78,90%	Al-Karaki et al, 2001
	Μάρτυρας	46,00%	75,40%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Marriha	<i>Glomus mosseae</i>	53,50%	82,70%	
	Μάρτυρας	51,30%	79,70%	
<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	27,60%	37,80%	He & Huang, 2013
	Μάρτυρας	29,50%	35,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv Zhongzha 105	<i>Glomus mosseae</i>	29,30%	64,80%	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	47,60%	72,60%	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>		24,20%	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας		24,80%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv F1 Betavila	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	37,30%	50,90%	Damaiyanti et al., 2015
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	39,20%	58,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	22,50%	35,90%	
	Μάρτυρας	9,00%	18,10%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	34,40%	38,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	4,00%	3,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	-4,00%	25,60%	

	Μάρτυρας	20,60%	35,30%	
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		6,60%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		12,10%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		7,20%	
	Μάρτυρας		7,80%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		7,50%	
	Μάρτυρας		12,40%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁴⁾		6,10%	
<i>L. esculentum Mill cv Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	28,10%	36,60%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	41,40%	44,80%	

Πίνακας 13. Μεταβολή της Φ.Ε. των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης της φυλλικής επιφάνειας των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	7,60%	36,00%	102,00%	Al-Karaki, 2000
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	51,10%	46,20%	29,50%	Al-Karaki et al, 2001
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	64,00%	56,80%	39,70%	
<i>L. esculentum L. cv Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	13,00%	16,00%	8,00%	He & Huang, 2013
<i>L. esculentum L., cv Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	20,70%	63,10%	55,20%	Latef & Chaoxing, 2011
<i>S. esculentum Mill cv TT-115</i>	<i>Rhizophagus irregularis</i>	9,60%		10,50%	Khalloufi et al., 2017
<i>L. esculentum Mill cv F1 Betavila</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	76,80%	21,70%	6,00%	Damaiyanti et al., 2015
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	136,90%	58,30%	18,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	109,70%	78,50%	88,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	18,30%	-2,20%	11,70%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	-10,30%	8,30%	34,05%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	22,70%	61,80%	41,20%	
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽³⁾		10,00%	16,80%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		10,00%	12,10%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽³⁾		9,40%	16,50%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		11,40%	15,00%	
<i>L. esculentum Mill cv Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	8,10%	32,60%	24,40%	El-Khateeb, 2018

(1) Φυλλική επιφάνεια 28 ημέρες μετά την σπορά με την επίδραση 5, 10 και 20 g μυκόρριζας.

- (2) Φυλλική επιφάνεια 42 ημέρες μετά την σπορά με την επίδραση 5, 10 και 20 g μυκόρριζας.
 (3) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.
 (4) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι η αλατότητα μείωσε σημαντικά την φυλλική επιφάνεια, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στο μάρτυρα, με τη μείωση να φτάνει το 53,50% και το 83,20% σε μη εμβολιασμένα φυτά της ευαίσθητης στην αλατότητα ποικιλίας Marriha (Al-Karaki, 2000) σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα. Σημαντική αύξηση της φυλλικής επιφάνειας παρατηρήθηκε στην ίδια ποικιλία από τον εμβολιασμό της με τον μύκητα *Glomus mosseae* σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, με ποσοστό αύξησης 102%, ενώ αντίθετα απουσία αλατότητας δεν υπήρξε διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα (Al-Karaki, 2000). Θετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στην ποικιλία Zhongzha 105 από τον ίδιο μύκητα, ο οποίος αύξησε τη Φ.Ε. στα εμβολιασμένα φυτά, κατά 63,10% και 55,20% (Latef & Chaoxing, 2011), καθώς και στην ποικιλία Betavilla από μείγμα των μυκήτων *Glomus spp*, με ποσοστό 78,50% και 88,40% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα (Damaiyanti et al., 2015). Στην εργασία των Damaiyanti et al., (2015) σημαντική επίδραση είχε και η ποσότητα του μύκητα που εφαρμόστηκε, καθώς η θετική επίδραση αφορούσε την επέμβαση με τη μεγαλύτερη ποσότητα (20 g) μυκόρριζας, ενώ αντίθετα η επέμβαση με τη μικρότερη ποσότητα (5 g), δεν επέφερε σημαντική διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα.

Στην εργασία των Abdelhameid & El-Shazly, (2020), ο μύκητας *G. macrocarpium*, αύξησε την φυλλική επιφάνεια σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, χωρίς να παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των δυο επιπέδων λίπανσης στα δυο έτη διεξαγωγής του πειράματος.

Νωπό βάρος βλαστού

Αναλύθηκαν 52 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο νωπό βάρος (N.B.) του βλαστού των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στο νωπό βάρος του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.14) και την μεταβολή του N.B. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν.15).

Πίνακας 14. Μεταβολή του N.B. του βλαστού των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του νωπού βάρους του βλαστού εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>		49,86%	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας		51,14%	
<i>L. esculentum</i> L., cv Aspendos F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		-42,00%	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		0,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		-4,50%	
	Μάρτυρας		-49,70%	
<i>L. esculentum</i> L., cv Donna F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		-3,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		-9,00%	

	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		-7,80%	
	Μάρτυρας		-59,40%	
<i>S. lycopersicum L. cv Moneymaker</i>	<i>Glomus mosseae</i>	28,80%	72,80%	Rivero et al., 2018
	<i>Rhizogloium irregularis</i>	33,50%	65,00%	
	<i>Claroideogloium etunicatum</i>	15,30%	54,90%	
	Μάρτυρας	47,40%	80,60%	
<i>L. esculentum Mill cv Tamina</i>	<i>Glomus geosporum & Glomus intraradices</i>		-14,40%	Ouziad et al., 2006
	Μάρτυρας		-3,00%	
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		61,50%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		69,00%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		67,00%	
	Μάρτυρας		67,60%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		61,30%	
	Μάρτυρας		68,90%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		66,60%	
	Μάρτυρας		66,90%	

Πίνακας 15. Μεταβολή του N.B. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του νεπού βάρους του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	52,00%		59,30%	Ghorbani et al., 2019
<i>L. esculentum L., cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	64,20%		17,40%	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	164,20%		33,50%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	174,00%		17,40%	
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	13,00%		-22,70%	Rivero et al., 2018
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	118,80%		41,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	182,60%		63,60%	
<i>S. lycopersicum L. cv Moneymaker</i>	<i>Glomus mosseae</i>	26,30%	70,90%	77,50%	Ouziad et al., 2006
	<i>Rhizogloium irregulare</i>	5,80%	33,90%	91,40%	
	<i>Claroideogloium etunicatum</i>	29,20%	108,00%	201,00%	
<i>L. esculentum Mill cv Tamina</i>	<i>Glomus geosporum & Glomus intraradices</i>	-10,00%		0,00%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		24,90%	54,80%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		43,90%	46,20%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		25,50%	56,10%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		43,10%	44,50%	

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4)Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(5) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει σημαντική μείωση του N.B. του βλαστού σε συνθήκες υψηλής αλατότητας τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, με τη μεταβολή να ανέρχεται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, σε ποσοστό

69,00% σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super hybrid (Abdelhameid & El-Shazly, 2020) και 80,60% σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Moneymaker (Rivero et al., 2018). Εξάιρεση αποτελούν τα μη εμβολιασμένα σπορόφυτα των ποικιλιών Donna F1 και Aspendos F1 (Demir et al., 2011), τα οποία παρουσίασαν αύξηση του N.B. σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Παρά τη θετική επίδραση της αλατότητας στις παραπάνω ποικιλίες, τα σπορόφυτα στα οποία εφαρμόστηκε εμβολιασμός με μυκόρριζες είχαν σημαντικά υψηλότερο N.B. βλαστού, σε ποσοστό που έφτανε ακόμη και το 182,60% σε φυσιολογικές συνθήκες, στην ποικιλία Donna F1. Σε συνθήκες όμως υψηλής αλατότητας, στην ίδια εργασία η θετική επίδραση από τον εμβολιασμό, περιορίστηκε στην ίδια ποικιλία ενώ η ποικιλία Aspendos F1 δεν είχε σημαντικά στατιστική διαφορά. Η θετική επίδραση αφορούσε την εφαρμογή με τη μεγαλύτερη ποσότητα μυκόρριζας (20g), ενώ η εφαρμογή με την μικρότερη ποσότητα (5g) είχε αρνητικά αποτελέσματα.

Η επίδραση των μυκορριζών στο N.B. του βλαστού, όπως προκύπτει από τα παραπάνω αποτελέσματα, είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης αλατότητας, καθώς στις συνθήκες αυτές η αναστολή της αύξησης ήταν μικρότερη στα εμβολιασμένα φυτά στο σύνολο σχεδόν των εργασιών και αντίστοιχα η προώθηση της αύξησης του N.B. σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας η αναστολή της αύξησης ήταν σημαντική και στα εμβολιασμένα φυτά ενώ η προώθηση της ανάπτυξης ήταν μειωμένη με τη διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα να μην είναι στατιστικά σημαντική σε κάποιες εργασίες (Demir et al., 2010, Ouziad et al., 2006).

Διαφορές διακρίνονται και στην αλληλεπίδραση του μύκητα με την ποικιλία. Η θετικότερη μεταβολή, στην αύξηση του νωπού βάρους του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα, παρατηρήθηκε στην ποικιλία Moneymaker από τον μύκητα *Claroideoglossum etunicatum*, με ποσοστό 108,00% και 201,00% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα (Rivero et al., 2018). Στην ίδια εργασία η σύγκριση μεταξύ των στελεχών των μυκήτων έδειξε ότι ο παραπάνω μύκητας είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τους μύκητες *Glomus mosseae* και *Rhizoglossum irregularis*, με τον τελευταίο να έχει τις χαμηλότερες επιδόσεις. Αντίστοιχα μείγμα του μύκητα *Rhizoglossum irregularis* (*Glomus intraradices*) με τον *Glomus geosporum* δεν είχε καμία επίδραση στο νωπό βάρος βλαστού στην ποικιλία Tamina, παρά το μεγάλο ποσοστό αποικισμού του μείγματος (Ouziad et al., 2006). Ο ίδιος μύκητας όμως, στην ποικιλία TT-115 αύξησε το νωπό βάρος του βλαστού κατά 30% σε σχέση με τον μάρτυρα (Khalloufi et al., 2017). Θετική επίδραση σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας είχε και ο μύκητας *Glomus macrosprium*, ο οποίος αύξησε το νωπό βάρος του βλαστού σε ποσοστό που κυμαίνονταν από 44,50% - 56,10% στην ποικιλία Super hybrid (Abdelhameid & El-Shazly, 2020). Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε διαφορά στην επίδραση μεταξύ των δυο επιπέδων λίπανσης στην αύξηση του N.B. του βλαστού. Σε συνθήκες μέσης αλατότητας η επίδραση του μύκητα *G. macrosprium* ήταν μικρότερη στη μειωμένη ποσότητα λίπανσης (50% της άριστης δόσης) και στα δυο έτη διεξαγωγής του πειράματος. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων.

Σημαντική αύξηση (59,30%) του νωπού βάρους του βλαστού σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, παρατηρήθηκε και στην ποικιλία Super 2270 από την επίδραση του ενδοφυτικού βασιδιομύκητα *Piriformospora indica*,

παρόλο που η αλατότητα είχε ανασταλτική δράση και στα εμβολιασμένα φυτά (Ghorbani et al., 2019). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε η επίδραση του ίδιου μύκητα και στην ποικιλία Super Strain B, στην οποία προκάλεσε αύξηση του νωπού βάρους σε σχέση με τον μάρτυρα, κατά 26% παρά την σημαντική μείωση εξαιτίας της αλατότητας που έφτανε το 84% (Abdelaziz et al., 2019).

Νωπό βάρος ρίζας

Αναλύθηκαν 52 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο νωπό βάρος (N.B.) των ριζών των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στο νωπό βάρος της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.16) και τη μεταβολή του N.B. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν.17).

Πίνακας 16. Μεταβολή του N.B. της ρίζας των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του νωπού βάρους της ρίζας εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>		30,60%	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας		56,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv Aspendos F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		-4,70%	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		28,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		45,50%	
	Μάρτυρας		-37,20%	
<i>L. esculentum</i> L., cv Donna F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		29,80%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		26,50%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		44,80%	
	Μάρτυρας		11,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv Moneymaker	<i>Glomus mosseae</i>	46,40%	86,20%	Rivero et al., 2018
	<i>Rhizoglomus irregulare</i>	53,60%	82,00%	
	<i>Claroideoglomus etunicatum</i>	30,90%	65,10%	
	Μάρτυρας	40,90%	84,10%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Tamina	<i>Glomus geosporum</i> & <i>Glomus intraradices</i>		38,20%	Ouziad et al., 2006
	Μάρτυρας		42,00%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		51,10%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		69,70%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		53,40%	
	Μάρτυρας		60,40%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		50,40%	
	Μάρτυρας		68,30%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		52,00%	
Μάρτυρας		59,40%		

Πίνακας 17. Μεταβολή του N.B. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του νεπού βάρους της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	28,50%		102,90%	Ghorbani et al., 2019
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	46,50%		11,90%	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	165,10%		37,30%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	283,70%		52,50%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	11,80%		-11,10%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	100,00%		66,67%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	145%		53,33%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Moneymaker</i>	<i>Glomus mosseae</i>	70,40%	54,70%	48,00%	Rivero et al., 2018
	<i>Rhizoglomus irregulare</i>	34,30%	5,60%	49,30%	
	<i>Claroideoglomus etunicatum</i>	72,80%	102,00%	280,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Tamina</i>	<i>Glomus geosporum</i> & <i>Glomus intraradices</i>	-17,60%		-12,50%	Ouziad et al., 2006
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		25,20%	50,50%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		45,30%	71,10%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		25,70%	96,80%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		44,80%	70,90%	

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4)Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(5) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει σημαντική αναστολή του N.B. της ρίζας σε συνθήκες υψηλής αλατότητας τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, με τη μείωση να ανέρχεται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, σε ποσοστό 69,70% σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super hybrid (Abdelhameid & El-Shazly, 2020) και 86,20% σε φυτά της ποικιλίας Moneymaker εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae* (Rivero et al., 2018). Εξάιρεση μόνο αποτελούν τα μη εμβολιασμένα σπορόφυτα της ποικιλίας Aspendos F1, (Demir et al., 2011), τα οποία παρουσίασαν αύξηση του N.B. της ρίζας, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Παρά τη θετική επίδραση της αλατότητας, στα σπορόφυτα της παραπάνω ποικιλίας, στα οποία εφαρμόστηκε εμβολιασμός με μυκόρριζες είχαν σημαντικά υψηλότερο N.B. ρίζας σε σχέση με τον μάρτυρα, σε ποσοστό που έφτανε ακόμη και το 283,70% σε φυσιολογικές συνθήκες. Αντίστοιχα και σε συνθήκες υψηλής αλατότητας παρατηρήθηκε προώθηση της αύξησης και στις δυο ποικιλίες (Aspendos F1 και Donna F1) με την επίδραση να μην είναι σημαντική μόνο στην περίπτωση εφαρμογής μικρής ποσότητας μυκόρριζας (10 σπόρια).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η επίδραση των μυκορριζών στο N.B. της ρίζας είναι σημαντική τόσο σε συνθήκες μέσης όσο και υψηλής αλατότητας, καθώς στις συνθήκες αυτές η προώθηση της αύξησης του N.B. της ρίζας ήταν σημαντική, με μόνη εξάιρεση την εργασία των Ouziad et al., (2006) όπου παρατηρήθηκε μείωση της αύξησης του N.B. της ρίζας και σημαντική αναστολή της ανάπτυξης εξαιτίας της αλατότητας, στα εμβολιασμένα φυτά.

Διαφορές διακρίνονται και στην αλληλεπίδραση του μύκητα με την ποικιλία. Η θετικότερη μεταβολή αναφορικά με την αύξηση του νωπού βάρους της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα παρατηρήθηκε στη ποικιλία Moneymaker από τον μύκητα *Claroideoglomus etunicatum*, με ποσοστό 102,00% και 280,00% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα (Rivero et al., 2018). Στην ίδια εργασία η σύγκριση μεταξύ των μυκήτων έδειξε ότι ο παραπάνω μύκητας είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τους μύκητες *Glomus mosseae* και *Rhizoglomus irregularis*, με τον τελευταίο να έχει τις χαμηλότερες επιδόσεις. Μείγμα του μύκητα *Rhizoglomus irregularis* (*Glomus intraradices*) με τον *Glomus geosporum* μείωσε σημαντικά το νωπό βάρος της ρίζας στην ποικιλία Tamina, παρά το μεγάλο ποσοστό αποικισμού του μύκητα (Ouziad et al., 2006). Ο ίδιος μύκητας όμως στην ποικιλία TT-115 αύξησε το νωπό βάρος της ρίζας σε σχέση με τον μάρτυρα σε όλα τα επίπεδα αλατότητας (Khalloufi et al., 2017). Θετική επίδραση σε συνθήκες υψηλής αλατότητας είχε και ο μύκητας *Glomus macrocarpium*, ο οποίος αύξησε το νωπό βάρος της ρίζας σε ποσοστό που κυμαίνονταν από 25,20% - 96,80% στην ποικιλία Super hybrid (Abdelhameid & El-Shazly, 2020). Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε διαφορά στην επίδραση μεταξύ των δυο επιπέδων λίπανσης στην αύξηση του Ν.Β. της ρίζας. Σε συνθήκες μέσης αλατότητας η επίδραση του μύκητα *G. macrocarpium* ήταν μικρότερη στη μειωμένη ποσότητα λίπανσης (50% της άριστης δόσης) και στα δυο έτη διεξαγωγής του πειράματος. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Σημαντική αύξηση του νωπού βάρους της ρίζας, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, παρατηρήθηκε και στην ποικιλία Super 2270 από την επίδραση του ενδοφυτικού βασιδιομύκητα *Piriformospora indica*, σε ποσοστό 102,90%, παρόλο που η αλατότητα είχε ανασταλτική δράση και στα εμβολιασμένα φυτά (Ghorbani et al., 2019).

Ύψος φυτού

Αναλύθηκαν 48 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο ύψος των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 6 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στο ύψος των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.18) και τη μεταβολή του ύψους των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν.19).

Πίνακας 18. Μεταβολή του ύψους των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του ύψους του φυτού εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	-5,10%	5,30%	Ghorbani et al., 2018
	Μάρτυρας	8,70%	7,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		18,70%	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		15,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		33,60%	

	Μάρτυρας		-3,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		2,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		14,30%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		15,00%	
	Μάρτυρας		-23,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L cv <i>Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	29,00%	56,50%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	43,00%	67,90%	
<i>S. esculentum</i> Mill cv <i>TT-115</i>	<i>Rhizophagus irregularis</i>		21,50%	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας		25,10%	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>		20,50%	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας		27,00%	
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	50,40%	54,20%	He et al., 2007
	Μάρτυρας	45,30%	14,30%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	28,70%	34,90%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	27,80%	39,10%	

Πίνακας 19. Μεταβολή του ύψους των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του ύψους των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	16,00%	23,00%	18,10%	Ghorbani et al., 2018
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	26,30%		0%	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	22,80%		7,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	71,70%		11,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	6,90%		-15,70%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	30,80%		-9,50%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	48,70%		2,00%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	59,50%	98,60%	116,00%	Hashem et al., 2015
<i>S. esculentum</i> Mill cv <i>TT-115</i>	<i>Rhizophagus irregularis</i>	4,20%		9,20%	Khalloufi et al., 2017
<i>L. esculentum</i> L.	<i>Glomus fasciculatum</i>	5,00%		14,60%	Sivakumar et al., 2019
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	20,00%	13,30%	22,20%	He et al., 2007
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	18,40%	16,80%	26,40%	El-Khateeb, 2018

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκορριζίας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι η αλατότητα μείωσε το ύψος, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στο μάρτυρα, με τη διαφορά να φτάνει το 50,40% σε φυτά της ποικιλίας *Zhongzha 9*, εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae*, σε συνθήκες μέσης αλατότητας (He et al., 2007) και το 67,90% σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας *Castlerock* (Hashem et al, 2015) σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Στα σπορόφυτα της ίδιας ποικιλίας η επίδραση των μυκορριζών προκάλεσε σημαντική αύξηση του ύψους τους σε όλες τις συνθήκες με το ποσοστό να φτάνει το

116% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα τα σπορόφυτα των ποικιλιών Aspendos F1 και Donna F1 δεν παρουσίασαν αύξηση του ύψους των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ αντίστοιχα ούτε το ύψος των μη εμβολιασμένων φυτών επηρεάστηκε από την αλατότητα (Demir et al., 2010).

Από τα ξεχωριστά στελέχη μυκήτων, η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε από τον μύκητα *G. mosseae*, ο οποίος είχε θετικά αποτελέσματα τόσο στην ποικιλία Super Strain B (El-Khateeb, 2018), όσο και στην ποικιλία Zhongzha 9 (He et al., 2007). Και στις δυο ποικιλίες ο μύκητας είχε μεγαλύτερη επίδραση σε σχέση με τον μάρτυρα, σε φυσιολογικές συνθήκες και συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ σε συνθήκες μέσης αλατότητας η επίδραση ήταν πιο περιορισμένη. Αντίθετα ο μύκητας *P. indica* είχε τη μεγαλύτερη επίδραση, σε συνθήκες μέσης αλατότητας στην ποικιλία Super 2270 (Ghorbani et al., 2018). Τη μικρότερη επίδραση τόσο σε φυσιολογικές συνθήκες όσο και σε συνθήκες υψηλής αλατότητας παρατηρήθηκε από τον μύκητα *R. irregularis* στην ποικιλία TT-115 (Khalloufi et al., 2017).

3.1.4 Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα

Αναλύθηκαν 144 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 7 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (N, P, K, Mg και του λόγου K/Na) και ιόντων Na στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.20, 21, 22) καθώς και τη μεταβολή της συγκέντρωσης των παραπάνω θρεπτικών στοιχείων και των ιόντων νατρίου στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν.23, 24, 25).

Πίνακας 20. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της συγκέντρωσης N εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	7,90%	30,60%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	11,50%	37,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>		18,20%	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας		45,60%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	32,50%	56,60%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	43,40%	51,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		8,10%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		3,60%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		4,40%	
	Μάρτυρας		8,40%	

	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		7,50%	
	Μάρτυρας		2,90%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		3,30%	
	Μάρτυρας		7,90%	
Μείωση της συγκέντρωσης Ρ εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	21,70%	52,50%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	25,20%	62,20%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>		32,80%	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας		53,80%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus mosseae</i>	38,00%	64,00%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	41,90%	55,50%	
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	6,20%	36,90%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	9,50%	46,70%	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>		-55,80%	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας		77,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		-9,60%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		15,80%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		10,60%	
	Μάρτυρας		2,40%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		10,00%	
	Μάρτυρας		17,60%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		7,60%	
Μάρτυρας		6,10%		
Μείωση της συγκέντρωσης Κ εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	2,50%	4,10%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	3,30%	5,90%	
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	11,70%	39,00%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	34,80%	59,10%	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>		28,50%	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας		60,60%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		5,80%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		4,00%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		8,50%	
	Μάρτυρας		3,20%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		4,70%	
	Μάρτυρας		1,90%	

	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾			7,50%
	Μάρτυρας			1,70%
Μείωση της συγκέντρωσης Mg εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	6,60%	31,10%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	12,10%	32,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	45,40%	58,40%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	41,60%	165,70%	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>		-102,70%	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας		-18,00%	

Πίνακας 21. Μεταβολή του λόγου K/Na στα φύλλα των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση του λόγου K/Na εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	22,70%	31,80%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	18,70%	33,20%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus mosseae</i>	27,10%	33,90%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	28,20%	35,30%	
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	50,00%	76,50%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	70,20%	86,00%	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>		84,90%	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας		84,80%	

Πίνακας 22. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στα φύλλα των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αύξηση της συγκέντρωσης Na εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	17,80%	40,70%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	18,90%	40,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	77,40%	160,50%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	119,10%	190,00%	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>		383,80%	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας		166,70%	

Πίνακας 23. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της συγκέντρωσης N των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>		3,80%	8,10%	14,50%
					Ebrahim & Saleem, 2017

<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>	-1,80%		47,90%	Ghorbani et al., 2019
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus mosseae</i>	103,30%	142,70%	81,50%	El-Khateeb, 2018
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		8,90%	3,80%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		9,00%	8,80%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		7,80%	2,70%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		2,90%	8,00%	
Αύξηση της συγκέντρωσης P των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	8,10%	13,20%	35,70%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>	19,60%		74,00%	Ghorbani et al., 2019
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus mosseae</i>	156,40%	173,90%	106,90%	El-Khateeb, 2018
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	181,00%	191,10%	232,90%	Hashem et al., 2015
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>	-89,20%		-23,80%	Khalloufi et al., 2017
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		13,30%	47,50%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		24,20%	13,80%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		9,10%	47,10%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		19,60%	17,80%	
Αύξηση της συγκέντρωσης K των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	2,40%	3,50%	4,50%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	19,60%	42,80%	78,70%	Hashem et al., 2015
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>	-27,80%		31,10%	Khalloufi et al., 2017
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		4,60%	2,60%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		6,60%	0,00%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		4,40%	2,00%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		6,40%	0,00%	
Αύξηση της συγκέντρωσης Mg των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus fasciculatum</i>	5,20%	11,80%	7,70%	Ebrahim & Saleem, 2017

<i>S. lycopersicum L</i> cv <i>Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	120,20%	105,80%	143,30%	Hashem et al., 2015
<i>S. esculentum Mill</i> cv <i>TT-115</i>	<i>Rhizophagus</i> <i>irregularis</i>	-57,80%		-27,40%	Khalloufi et al., 2017

Πίνακας 24. Μεταβολή του λόγου K/Na στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση του λόγου K/Na των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill</i> cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	6,70%	1,40%	8,90%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>L. esculentum Mill</i> cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	41,70%	43,80%	44,60%	El-Khateeb, 2018
<i>S. lycopersicum L</i> cv <i>Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	-32,40%	13,30%	13,30%	Hashem et al., 2015
<i>S. esculentum Mill</i> cv <i>TT-115</i>	<i>Rhizophagus</i> <i>irregularis</i>	39,00%		37,50%	Khalloufi et al., 2017

Πίνακας 25. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Μείωση της συγκέντρωσης Na των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill</i> cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	3,80%	4,70%	3,70%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>S. lycopersicum L</i> cv <i>Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	-76,30%	-42,80%	-54,80%	Hashem et al., 2015
<i>S. esculentum Mill</i> cv <i>TT-115</i>	<i>Rhizophagus</i> <i>irregularis</i>	48,20%		6,00%	Khalloufi et al., 2017

(1) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(2) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αλατότητα μείωσε τη συγκέντρωση N στα φύλλα των φυτών, στο σύνολο των εργασιών, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση στη συγκέντρωση του N στα φύλλα των φυτών παρατηρήθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, στα μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super 2270 με ποσοστό 45,60% (Ghorbani et al., 2019) καθώς και σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae* με ποσοστό 42,50% (El-Khateeb, 2018). Παρά τη σημαντική μείωση που παρατηρήθηκε στην τελευταία εργασία τα εμβολιασμένα φυτά είχαν πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση N στα φύλλα, σε σχέση με τον μάρτυρα σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Αντίθετα στην ίδια ποικιλία ο μύκητας *G. fasciculatum* είχε μικρότερη επίδραση στην αύξηση της συγκέντρωσης N σε σχέση με τον μάρτυρα ειδικά σε συνθήκες απουσίας και μέσης αλατότητας. Αλλά και ο μύκητας *P. indica*, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση του N στα φύλλα της ποικιλίας Super 2270 σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, παρόλο που σε φυσιολογικές συνθήκες, η συγκέντρωση N στα εμβολιασμένα φυτά ήταν ελαφρώς μικρότερη. Στην

εργασία των Abdelhameid & El-Shazly, (2020), ο μύκητας *G. macrocarpium*, αύξησε τη συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα των φυτών, σε συνθήκες όμως υψηλής αλατότητας η αύξηση ήταν περιορισμένη όταν εφαρμόστηκε η μικρότερη ποσότητα λίπανσης και στα δυο έτη διεξαγωγής του πειράματος.

Η αλατότητα μείωσε σημαντικά και τη συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα των φυτών στο σύνολο σχεδόν των εργασιών με τη μείωση να είναι σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας TT-115 με ποσοστό 77,80% (Khalloufi et al., 2017) καθώς και σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super 2270 με ποσοστό 53,80%. Η μόνη εργασία στην οποία παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης P με την άνοδο του επιπέδου αλατότητας ήταν σε φυτά της ποικιλίας TT-115 εμβολιασμένα με τον μύκητα *R. irregularis* (Khalloufi et al., 2017). Παρά τη θετική αυτή όμως επίδραση τα εμβολιασμένα φυτά είχαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση (89,20%) P σε σχέση με τον μάρτυρα σε φυσιολογικές συνθήκες. Ακόμη και η επίδραση της αλατότητας η οποία μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση P στον μάρτυρα, ενώ αντίθετα την αύξησε στα εμβολιασμένα φυτά, δε στάθηκε αρκετή να αντιστρέψει την παραπάνω σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά να παρουσιάζουν μικρότερη συγκέντρωση κατά 23,80%. Αντίθετα σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η επίδραση των μυκορριζών αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, με την θετικότερη επίδραση να παρουσιάζουν τα φυτά της ποικιλίας Castle rock από μείγμα μυκήτων *Glomus spp.* (Hashem et al., 2015), καθώς και στα φυτά της ποικιλίας Super Strain B από την επίδραση του μύκητα *G. mosseae* (El-Khateeb, 2018). Στην ίδια ποικιλία, η εφαρμογή του μύκητα *G. fasciculatum*, αύξησε τη συγκέντρωση φωσφόρου σε σχέση με τον μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, η επίδρασή του όμως, ήταν μειωμένη σε σχέση με την επίδραση του *G. mosseae* (Ebrahim & Saleem, 2017). Θετικά αποτελέσματα είχε και η εφαρμογή του μύκητα *G. macrocarpium*, στην αύξηση της συγκέντρωσης φωσφόρου στα φύλλα της ποικιλίας Super hybrid, σε συνθήκες όμως υψηλής αλατότητας η επίδραση του ήταν μειωμένη όταν εφαρμόστηκε η μεγαλύτερη ποσότητα λίπανσης και στα δυο έτη διεξαγωγής του πειράματος (Abdelhameid & El-Shazly, 2020).

Η επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση του K^+ στα φύλλα των φυτών δεν ήταν ίδια σε όλες τις περιπτώσεις. Στις εργασίες των Ebrahim & Saleem (2017) και Abdelhameid & El-Shazly (2020), η αλατότητα δεν επηρέασε σημαντικά την συγκέντρωση K^+ στα φύλλα των φυτών, ενώ αντίστοιχα δεν ήταν σημαντική ούτε η επίδραση των μυκορριζών. Αντίθετα στα εργασίες των Hashem et al., (2015) και Khalloufi et al., (2017) παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της συγκέντρωσης K^+ εξαιτίας της αλατότητας. Στην πρώτη εργασία υπήρξε θετική επίδραση των μυκορριζών στην συγκέντρωση K^+ , ενώ στην εργασία των Khalloufi et al., (2017) υπήρξε μείωση (27,80%) σε φυσιολογικές συνθήκες σε σύγκριση με τον μάρτυρα, αλλά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση.

Αντίστοιχα και οι μετρήσεις της συγκέντρωσης Mg^{2+} στα φύλλα παρουσίασαν διαφορές. Στις εργασίες των Ebrahim & Saleem (2017) και Hashem et al., (2015), παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης μαγνησίου κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ η επίδραση των μυκορριζών ήταν θετική στην τελευταία εργασία, σε

όλα τα επίπεδα αλατότητας, ενώ στην εργασία των Ebrahim & Saleem (2017), η επίδραση του *G. fasciculatum*, δεν είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα στην εργασία των Khalloufi et al., (2017), η αύξηση του επιπέδου της αλατότητας, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση Mg^{2+} στα φύλλα, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, με τα εμβολιασμένα φυτά να παρουσιάζουν μικρότερη συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

Η συγκέντρωση Na^+ στα φύλλα των φυτών αυξήθηκε σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας, στο σύνολο των εργασιών. Σημαντική μείωση στην συγκέντρωση του Na^+ παρατηρήθηκε από τον μύκητα *R. irregularis* στην ποικιλία TT-115 (Khalloufi et al., 2017). Η θετική του επίδραση εμφανίζεται και στον λόγο K^+/Na^+ , που είναι σημαντικά αυξημένος στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα παρόλο που η συγκέντρωση K^+ σε συνθήκες απουσίας αλατότητας ήταν μικρότερη. Αντίθετα στην εργασία των Hashem et al. (2015) η επίδραση των μυκορριζών του γένους *Glomus spp.*, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση Na^+ στα φύλλα των φυτών ακόμα και σε φυσιολογικές συνθήκες. Το παραπάνω γεγονός είχε ως αποτέλεσμα ο λόγος K^+/Na^+ , να είναι σημαντικά μειωμένος και στα εμβολιασμένα φυτά, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας παρόλο που είχαν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση των ιόντων K^+ . Αντίθετα στην εργασία των Ghorbani et al., (2019) ο λόγος K^+/Na^+ των εμβολιασμένων φυτών με τον μύκητα *P. indica*, ήταν σημαντικά μεγαλύτερος, καθώς η συγκέντρωση Na^+ στα φύλλα ήταν μειωμένη, σε σχέση με τον μάρτυρα, κατά 15% σε συνθήκες απουσίας αλατότητας και κατά 42% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ αντίστοιχα υπήρξε και αύξηση της συγκέντρωσης K^+ . Θετική επίδραση στο λόγο K^+/Na^+ είχε και η εφαρμογή του μύκητα *G. mosseae* σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B (El-Khateeb, 2018), ενώ μικρότερη θετική επίδραση στην αύξηση του λόγου K^+/Na^+ , είχε σε φυτά της ίδιας ποικιλίας ο μύκητας *G. fasciculatum* (Ebrahim & Saleem, 2017).

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό.

Αναλύθηκαν 160 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους βλαστούς των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 8 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (P, K και του λόγου K/Na) και ιόντων Na^+ στους βλαστούς των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 26, 27, 28) και την μεταβολή της συγκέντρωσης των παραπάνω θρεπτικών στοιχείων και των ιόντων νατρίου στους βλαστούς των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν.29, 30, 31).

Πίνακας 26. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της συγκέντρωσης P εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill cv</i>	<i>Glomus mosseae</i>	22,70%		Al-Karaki,

<i>Marriha</i>	Μάρτυρας	39,00%		2006
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		-3,30%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		7,40%	
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		-3,30%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		-10,50%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	28,00%	55,70%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	28,60%	59,20%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	27,00%	60,00%	
	Μάρτυρας	28,30%	29,80%	
<i>L. esculentum Mill cv Tatio</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾		-92,90%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾		-104,00%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽¹⁾		-28,90%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽²⁾		-5,10%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		-266,70%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		-766,60%	
	Μάρτυρας		-54,80%	
<i>L. esculentum Mill cv Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾		-35,30%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾		-35,30%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽¹⁾		-52,00%	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽²⁾		-95,60%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		13,60%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		14,30%	
	Μάρτυρας		-95,00%	
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	4,80%	31,70%	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	9,10%	11,40%	
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	32,80%	81,20%	Al-Karaki et al., 2001
	Μάρτυρας	48,60%	78,70%	
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	32,00%	82,50%	Al-Karaki et al., 2001
	Μάρτυρας	62,90%	86,70%	
Μείωση της συγκέντρωσης Κ εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	18,20%		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	25,00%		
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		10,20%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		9,20%	
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		8,50%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		7,80%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	11,20%	47,70%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	6,80%	34,30%	

	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>	-1,50%	44,20%	
	Μάρτυρας	18,20%	2,40%	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>		21,30%	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας		44,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	20,00%	42,50%	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	34,30%	42,40%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	38,20%	79,00%	Al-Karaki et al., 2001
	Μάρτυρας	41,10%	78,30%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	34,50%	78,20%	
	Μάρτυρας	58,20%	85,40%	

Πίνακας 27. Μεταβολή του λόγου Κ/Να στο βλαστό των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση του λόγου Κ/Να εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	82,00%	92,20%	Hajiboland et al., 2010
	Μάρτυρας	88,10%	95,00%	
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	82,70%	90,80%	
	Μάρτυρας	79,80%	93,90%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	84,80%	91,40%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	88,60%	90,70%	
	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>	41,80%	84,40%	
	Μάρτυρας	86,50%	45,40%	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>		77,10%	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας		85,20%	

Πίνακας 28. Μεταβολή της συγκέντρωσης ιόντων Na στο βλαστό των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αύξηση της συγκέντρωσης Na εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	148,70%		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	270,20%		
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		76,20%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		32,10%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		35,70%	
	Μάρτυρας		81,30%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	450,90%	478,60%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	688,50%	578,10%	
	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>	72,70%	246,80%	
	Μάρτυρας	448,50%	81,20%	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>		220,00%	Sivakumar et

	Μάρτυρας		257,10%	al., 2019
--	----------	--	---------	-----------

Πίνακας 29. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της συγκέντρωσης P των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	12,50%	44,70%		Al-Karaki, 2006
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	10,00%		24,00%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	36,70%		47,60%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	192,80%	193,80%	84,70%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	221,50%	220,40%	86,60%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	237,90%	243,60%	92,70%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Tatoo</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	-9,70%		12,50%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	-19,40%		6,20%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽¹⁾	45,20%		20,80%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽²⁾	90,30%		29,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	-61,30%		-8,30%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	-80,60%		8,30%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	8,20%		37,80%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	11,50%		-22,70%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽¹⁾	-18,00%		-36,10%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽²⁾	-24,60%		-24,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	68,90%		-25,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	72,10%		-24,40%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	43,20%	50,00%	10,30%	Al-Karaki, 2000
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	100,50%	162,10%	76,60%	Al-Karaki et al., 2001
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	100,30%	266,40%	164,70%	
Αύξηση της συγκέντρωσης K των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	5,80%	15,40%		Al-Karaki, 2006
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	9,80%		7,70%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	7,40%		6,60%	

<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	110,00%	128,00%	12,40%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	111,40%	140,70%	42,40%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	95,00%	142,00%	11,60%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	-21,90%		9,70%	Sivakumar et al., 2019
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	5,30%	28,00%	4,80%	Al-Karaki, 2000
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	33,10%	39,80%	29,00%	Al-Karaki et al., 2001
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	24,70%	95,50%	87,00%	

Πίνακας 30. Μεταβολή του λόγου K/Na στο βλαστό των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση του λόγου K/Na των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	30,90%	97,70%	104,00%	Hajiboland et al., 2010
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	86,80%	60,30%	181,70%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	-42,90%	60,70%	-77,60%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	-97,20%	65,70%	-66,20%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	-3,90%	75,80%	-72,60%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	11,60%		72,10%	Sivakumar et al., 2019

Πίνακας 31. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στο βλαστό των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Μείωση της συγκέντρωσης Na των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	5,00%	36,20%		Al-Karaki, 2006
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	-10,50%		-32,10%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	12,50%		34,50%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	-41,40%	-42,00%	-351,50%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	-1,70%	-42,00%	-280,30%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	-90,90%	39,90%	-265,30%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	28,60%		36,00%	Sivakumar et al., 2019

(1) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(2) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Η επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση του P στους βλαστούς των φυτών δεν ήταν ίδια σε όλες τις περιπτώσεις. Στις εργασίες των Al-Karaki, (2000), Al-Karaki, (2006), Al-Karaki et al., (2001) και Heidarianpour et al., (2020), η συγκέντρωση P στους βλαστούς μειώθηκε σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας, με το ποσοστό να ξεπερνά το 80% τόσο στην ευαίσθητη ποικιλία Marriha όσο και στην ανθεκτική Pello (Al-Karaki et al., 2001) στα εμβολιασμένα φυτά και στον μάρτυρα. Αντίθετα στην εργασία των Hadad et al., (2012), η αύξηση της αλατότητας, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P στα νεαρά σπορόφυτα, με την αύξηση της συγκέντρωσης να είναι 8 φορές περίπου μεγαλύτερη στους βλαστούς των φυτών της ποικιλίας Tatroo. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε σε φυτά εμβολιασμένα με μείγμα μυκήτων *Glomus spp.*, στα οποία εφαρμόστηκε υψηλή ποσότητα φωσφορικής λίπανσης. Η αύξηση της αλατότητας δεν επηρέασε τη συγκέντρωση P στους βλαστούς των φυτών των ποικιλιών TSS7 και TCAV10, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα.

Η εφαρμογή μυκορριζών βελτίωσε τη συγκέντρωση P στο σύνολο σχεδόν των εργασιών, κυρίως σε συνθήκες μέσης αλατότητας. Ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. mosseae* αύξησε την συγκέντρωση P στους βλαστούς σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, με την επίδραση να είναι περισσότερο σημαντική σε σχέση με τον μάρτυρα, στην ποικιλία Marriha, σε συνθήκες μέσης αλατότητας, με ποσοστό αύξησης 266,40%. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και ο εμβολιασμός με μείγμα μυκήτων *R. irregularis* & *S. indica* σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B (Heidarianpour et al., 2020). Αντίθετα στην εργασία των Hadad et al., (2012), σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, θετική ήταν η επίδραση του μύκητα *G. agrugigatal* στην ποικιλία Tatroo, ενώ στην ποικιλία Donato η συγκέντρωση P στα εμβολιασμένα φυτά ήταν μικρότερη σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίστοιχα και στην εργασία των Huang et al., (2013), θετικά αποτελέσματα είχε ο εμβολιασμός με τον μύκητα *F. mosseae* (*G. mosseae*) στην ποικιλία TCAV10 ενώ δεν επηρέασε σημαντικά την ποικιλία TSS7.

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση K^+ στους βλαστούς των φυτών στο σύνολο των εργασιών. Η μεταβολή ήταν ιδιαίτερα σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, με το ποσοστό μείωσης να φτάνει το 85,40% σε μη εμβολιασμένα φυτά της ευαίσθητης ποικιλίας Marriha (Al-Karaki et al., 2001). Θετική επίδραση των μυκορριζών παρατηρήθηκε μόνο σε δυο περιπτώσεις. Στην εργασία των Heidarianpour et al., (2020) όπου παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης K^+ , σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B, σε συνθήκες απουσίας και μέσης αλατότητας, τόσο από τον εμβολιασμό με μονά στελέχη μυκήτων *S. indica* (*P. indica*) και *R. irregularis*, καθώς και από το μείγμα αυτών. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας η επίδραση ήταν πιο περιορισμένη. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. mosseae* στην εργασία των Al-Karaki et al., (2001), με την επίδραση να είναι σημαντική για την ευαίσθητη ποικιλία Marriha και λιγότερο για την ανθεκτική Pello. Αντίθετα οι μύκητες *G. mosseae*/*F. mosseae* στις εργασίες των Al-Karaki, (2006), Huang et al., (2013), Al-Karaki, (2000) καθώς και *G. fasciculatum* στην εργασία Sivakumar et al., (2019) δεν αύξησαν σημαντικά τη συγκέντρωση καλίου στους βλαστούς των φυτών, σε σχέση με τον μάρτυρα.

Σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης ιόντων Na^+ στους βλαστούς των φυτών παρατηρήθηκε σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις από την αύξηση της

αλατότητας. Πολύ μεγάλη αύξηση της συγκέντρωσης νατρίου παρατηρήθηκε στα φυτά της ποικιλίας Super Strain B εμβολιασμένα με τον μύκητα *R. irregularis*, τόσο σε συνθήκες μέσης όσο και υψηλής αλατότητας. Στην ίδια εργασία (Heidarianpour et al., 2020) μεγάλη αύξηση υπήρξε και στα φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *S. indica*, καθώς και από το μείγμα των δυο μυκήτων με τα αποτελέσματα στην τελευταία περίπτωση να είναι καλύτερα από τα μονά στελέχη. Επιπλέον η επίδραση των μυκορριζών στην παραπάνω εργασία, δεν είχε θετικά αποτελέσματα στη μείωση της συγκέντρωσης Na^+ στους βλαστούς των φυτών, σε σχέση με τον μάρτυρα, καθώς τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση. Αυτό αποτυπώνεται και στο λόγο K^+/Na^+ , ο οποίος είναι μικρότερος σε σχέση με τον μάρτυρα παρά την αύξηση της συγκέντρωσης ιόντων καλίου στα εμβολιασμένα φυτά.

Αντίθετα ο ίδιος μύκητας *G. intraradices/R. irregularis* είχε θετικά αποτελέσματα στις ποικιλίες Piazar και Behta αυξάνοντας σημαντικά το λόγο K^+/Na^+ σε σχέση με τον μάρτυρα, με την ανθεκτική ποικιλία Piazar να έχει πιο θετικά αποτελέσματα σε σχέση με την ευαίσθητη Behta (Hajiboland et al., 2010). Θετικά αποτελέσματα στη μείωση της συγκέντρωσης Na^+ , είχε και η επίδραση του μύκητα *G. mosseae* σε φυτά της ποικιλίας Marriha σε συνθήκες μέσης αλατότητας (Al-Karaki, 2006), καθώς και ο μύκητας *G. fasciculatum*, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Sivakumar et al., 2019). Θετικά αποτελέσματα είχε η εφαρμογή του μύκητα *G. mosseae* και σε φυτά της ποικιλίας Zhongzha 9, με τα εμβολιασμένα φυτά να έχουν 1,57 και 1,11 φορές μικρότερη συγκέντρωση Na^+ στους βλαστούς, σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα (He & Huang, 2013). Ο ίδιος μύκητας μείωσε τη συγκέντρωση νατρίου και στους βλαστούς των φυτών της ποικιλίας TCAV10, ενώ δεν είχε θετική επίδραση στα φυτά της ποικιλίας TSS7 (Huang et al., 2013).

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες.

Αναλύθηκαν 124 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες των φυτών τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 9 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (P, K, Ca και του λόγου K/Na) και ιόντων Na στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 32, 33, 34) και την μεταβολή της συγκέντρωσης των παραπάνω θρεπτικών στοιχείων και των ιόντων νατρίου στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 35, 36, 37).

Πίνακας 32. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της συγκέντρωσης P εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>		27,90%	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας		52,70%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv TSS7	<i>Funneliformis mosseae</i>		7,10%	Huang et al., 2013

	Μάρτυρας		-8,30%	
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		0,00%	
	Μάρτυρας		8,30%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	-51,70%	32,30%	<i>Heidarianpour et al., 2020</i>
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	-16,50%	53,90%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	-23,60%	50,10%	
	Μάρτυρας	29,50%	12,70%	
Μείωση της συγκέντρωσης K εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		6,60%	<i>Huang et al., 2013</i>
	Μάρτυρας		6,50%	
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		4,60%	
	Μάρτυρας		1,30%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	33,10%	64,50%	<i>Heidarianpour et al., 2020</i>
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	20,40%	71,50%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	20,20%	50,00%	
	Μάρτυρας	40,00%	20,00%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		19,50%	<i>Sivakumar et al., 2019</i>
	Μάρτυρας		41,70%	
Μείωση της συγκέντρωσης Ca εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>		6,00%	<i>Ghorbani et al., 2019</i>
	Μάρτυρας		31,70%	
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		16,90%	<i>Huang et al., 2013</i>
	Μάρτυρας		14,30%	
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		0,00%	
	Μάρτυρας		-3,30%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	16,00%	6,10%	<i>Heidarianpour et al., 2020</i>
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	-2,00%	56,60%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	4,20%	51,60%	
	Μάρτυρας	14,30%	21,40%	

Πίνακας 33. Μεταβολή του λόγου K/Na στις ρίζες των φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση του λόγου K/Na εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ

<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	72,10%	89,00%	Hajiboland et al., 2010
	Μάρτυρας	79,40%	92,30%	
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	54,40%	79,70%	Hajiboland et al., 2010
	Μάρτυρας	65,00%	90,80%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	89,20%	87,60%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	88,50%	56,30%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	83,60%	88,40%	
	Μάρτυρας	88,20%	62,70%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		62,70%	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας		82,40%	

Πίνακας 34. Μεταβολή της συγκέντρωσης ιόντων Na στις ρίζες φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αύξηση της συγκέντρωσης Na εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		140,90%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		362,50%	
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>		392,90%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		333,30%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	472,50%	417,40%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	666,00%	531,60%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	355,10%	300,60%	
	Μάρτυρας	376,00%	117,60%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		107,10%	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας		213,30%	

Πίνακας 35. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της συγκέντρωσης P των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum Mill cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	31,30%		100,00%	Ghorbani et al., 2019
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	16,70%		0,00%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	0,00%		9,10%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	79,20%	285,80%	39,00%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	174,90%	354,70%	45,00%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	221,90%	464,80%	84,00%	

Αύξηση της συγκέντρωσης K των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super 2270</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	8,30%		7,60%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	13,10%		9,30%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	212,00%	247,90%	38,30%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	169,30%	257,20%	-4,20%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	115,00%	186,10%	34,20%	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>	6,40%		47,10%	Sivakumar et al., 2019
Αύξηση της συγκέντρωσης Ca των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	1,80%		40,10%	Ghorbani et al., 2019
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	22,20%		18,50%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	8,30%		4,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	191,60%	185,80%	46,00%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	160,20%	209,50%	43,70%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	137,20%	165,10%	46,30%	

Πίνακας 36. Μεταβολή του λόγου K/Na στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση του λόγου K/Na των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	46,80%	98,70%	110,30%	Hajiboland et al., 2010
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	38,30%	80,20%	203,60%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	169,40%	145,90%	-10,20%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	191,40%	183,80%	241,90%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	58,90%	121,60%	-50,40%	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>	15,10%		143,30%	Sivakumar et al., 2019

Πίνακας 37. Μεταβολή της συγκέντρωσης Na στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Μείωση της συγκέντρωσης Na των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	37,50%		28,40%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	22,20%		11,50%	
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	-18,60%	-42,60%	-182,00%	Heidarianpour et al., 2020
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	9,10%	-46,30%	-163,80%	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	-38,40%	-32,30%	-154,80%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	6,70%		38,30%	Sivakumar et al., 2019

Η συγκέντρωση του P στις ρίζες παρουσίασε μείωση σε συνθήκες υψηλής αλατότητας στο σύνολο σχεδόν των φυτών. Εξάιρεση αποτελούν οι ποικιλίες TCAV10 και TSS7 στις οποίες η συγκέντρωση P στις ρίζες παρέμεινε σταθερή τόσο στον μάρτυρα όσο και στα εμβολιασμένα φυτά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Huang et al., 2013). Σε συνθήκες μέσης αλατότητας, στα εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super Strain B με στελέχη των μυκήτων *S. indica*, *R. irregularis* καθώς και μείγμα αυτών, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης P στις ρίζες σε αντίθεση με τον μάρτυρα. Περαιτέρω αύξηση της αλατότητας όμως, μείωσε τη συγκέντρωση P στις ρίζες, στο σύνολο των επεμβάσεων.

Η εφαρμογή των μυκορριζών αύξησε τη συγκέντρωση του P στις ρίζες, σε σχέση με τον μάρτυρα, στο σύνολο των εργασιών με εξαίρεση την εργασία των Huang et al., (2013), στην οποία ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. mosseae*, δεν αύξησε τη συγκέντρωση του P στις ρίζες σε καμία από τις δυο εξεταζόμενες ποικιλίες. Η μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τον μάρτυρα, παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B εμβολιασμένα με τον μύκητα *R. irregularis*, κυρίως σε συνθήκες μέσης και απουσίας αλατότητας (Heidarianpour et al., 2020). Θετικά αποτελέσματα στις ίδιες συνθήκες είχε και ο εμβολιασμός με τον μύκητα *S. indica* καθώς και με το μείγμα *R. irregularis* και *S. indica*. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε η εφαρμογή του μύκητα *P. indica/S.indica*, σε φυτά της ποικιλίας Super 2270, στα οποία αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P στις ρίζες σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Ghorbani et al., 2019).

Η συγκέντρωση K^+ στις ρίζες, μειώθηκε προοδευτικά με την αύξηση της αλατότητας στο σύνολο σχεδόν των φυτών. Εξάιρεση αποτελούν οι ποικιλίες TCAV10 και TSS7 στις οποίες η συγκέντρωση K^+ στις ρίζες δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή με την αύξηση της αλατότητας ούτε στα εμβολιασμένα φυτά ούτε στον μάρτυρα. Η μεγαλύτερη μείωση (71,50%) παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B εμβολιασμένα με τον μύκητα *R. irregularis*, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η επίδραση των μυκορριζών στην αύξηση της συγκέντρωσης του K^+ ήταν θετική σχεδόν στο σύνολο των εξεταζόμενων περιπτώσεων κυρίως σε

συνθήκες μέσης και απουσίας αλατότητας. Στις συνθήκες αυτές σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε με την επίδραση των μυκήτων *S. indica* και *R. irregularis* καθώς και το μείγμα αυτών. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, η επίδραση ήταν περιορισμένη. Ειδικά τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα *R. irregularis* είχαν ελαφρώς μειωμένη συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη θετική διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας παρατηρήθηκε σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum* (Sivakumar et al., 2019). Αντίθετα ο μύκητας *F. mosseae* δεν είχε επίδραση στην συγκέντρωση K^+ στις ρίζες των ποικιλιών TCAV10 και TSS7 καθώς δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα, σε κανένα επίπεδο αλατότητας.

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας προκάλεσε μείωση της συγκέντρωσης Ca στις ρίζες των φυτών, με τη μεγαλύτερη μείωση (56,60%) να παρατηρείται σε εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super Strain B με τον μύκητα *R. irregularis* σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Το σύνολο των εργασιών έδειξε θετική επίδραση στη συγκέντρωση Ca, με τη συγκέντρωση στα εμβολιασμένα φυτά να υπερβαίνει αυτή του μάρτυρα. Τη σημαντικότερη επίδραση είχαν οι μύκητες *R. irregularis* και *S. indica* καθώς και το μείγμα αυτών σε συνθήκες απουσίας και μέσης αλατότητας. Σε συνθήκες υψηλής αλατότητας ο εμβολιασμός φυτών της ποικιλίας Super 2270, με τον μύκητα *P. indica/S. indica*, αύξησε τη συγκέντρωση ασβεστίου στις ρίζες, σε σχέση με τον μάρτυρα, παρόλο που σε συνθήκες απουσίας αλατότητας η συγκέντρωση ήταν ίδια. Αντίθετα, σε φυτά της ποικιλίας TCAV10 δεν παρατηρήθηκε επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση Ca στις ρίζες των φυτών, ούτε ο εμβολιασμός με τον μύκητα *F. mosseae* προκάλεσε κάποια διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα.

Η συγκέντρωση Na^+ στις ρίζες των φυτών παρουσίασε πολύ μεγάλη αύξηση σε όλα τα επίπεδα αλατότητας ενώ αντίστοιχα μειώθηκε ο λόγος K^+/Na^+ . Ο εμβολιασμός με τον μύκητα *F. mosseae*, σε φυτά των ποικιλιών TCAV10 και TSS7 μείωσε τη συγκέντρωση Na^+ στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα, με την επίδραση να είναι πιο σημαντική στην ποικιλία TSS7. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε η επίδραση του ίδιου μύκητα σε φυτά της ποικιλίας Zhongzha 9, τα οποία παρουσίασαν μικρότερη συγκέντρωση Na^+ στις ρίζες τους κατά 1,26 φορές σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας (He & Huang, 2013). Αντίθετα τα εμβολιασμένα φυτά, με τους μύκητες *R. irregularis* και *S. indica* καθώς και το μείγμα αυτών, είχαν σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση νατρίου στις ρίζες τους σε σχέση με τον μάρτυρα, ειδικά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίστοιχα και ο λόγος K^+/Na^+ στις συνθήκες υψηλής αλατότητας ήταν μειωμένος σε σχέση με τον μάρτυρα με εξαίρεση τα εμβολιασμένα φυτά, με τον μύκητα *R. irregularis*. Η αύξηση του λόγου που παρατηρήθηκε στην περίπτωση αυτή, οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση K^+ και όχι στη μείωση της συγκέντρωσης Na^+ από την εφαρμογή του μύκητα. Θετική επίδραση είχε η εφαρμογή του ίδιου μύκητα στο λόγο K^+/Na^+ και στα φυτά των ποικιλιών Behta και Piazar με την τελευταία να παρουσιάζει μεγαλύτερη αύξηση. Αντίθετα με τα αποτελέσματα της εργασίας των Heidarianpour et al., (2020), στην εργασία των Abdelaziz et al., (2019) τα φυτά της ίδιας ποικιλίας (Super Strain B) που εμβολιάστηκαν με τον μύκητα *S. indica* συγκέντρωσαν περισσότερο K^+ και λιγότερο Na^+ στις ρίζες τους και ο λόγος K/Na ήταν 4 φορές μεγαλύτερος σε σχέση με τον μάρτυρα.

3.1.5. Παράμετροι φωτοσύνθεσης

Συγκέντρωση της χλωροφύλλης (ολική).

Αναλύθηκαν 62 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 10 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 38) και την μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 39).

Πίνακας 38. Μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (ολική) στα φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της συγκέντρωσης Chl εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	12,70%	19,30%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	4,90%	17,70%	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		24,00%	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας		47,70%	
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		-3,20%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		11,90%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		-22,10%	
	Μάρτυρας		-23,40%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		0,00%	
	Μάρτυρας		12,40%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		-22,60%	
	Μάρτυρας		-20,90%	
<i>L. esculentum L., cv Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	4,00%	32,70%	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	18,90%	62,30%	
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	29,80%	38,00%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	27,00%	43,30%	
<i>L. esculentum L., cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		23,80%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾		14,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾		12,50%	
	Μάρτυρας		35,90%	
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		51,80%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾		22,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾		31,80%	
	Μάρτυρας		8,50%	
<i>L. esculentum L cv Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	6,90%	9,40%	Xie et al., 2019
	Μάρτυρας	8,00%	13,60%	

	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁷⁾	15,80%	22,20%
	Μάρτυρας	15,90%	30,10%
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁸⁾	21,70%	31,10%
	Μάρτυρας	37,20%	48,80%

Πίνακας 39. Μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (ολική) των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της συγκέντρωσης Chl εξαιτίας της δράσης των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	10,20%	1,20%	8,00%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>L. esculentum L.</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	6,70%		55,10%	Sivakumar et al., 2019
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		15,40%	35,20%	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		34,90%	33,60%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		16,80%	33,30%	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		35,30%	37,20%	
<i>L. esculentum L., cv Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	23,00%	45,50%	119,60%	Latef & Chaoxing, 2011
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	24,60%	19,70%	36,10%	El-Khateeb, 2018
<i>L. esculentum L., cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	4,60%		24,50%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	36,40%		44,80%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	40,60%		92,10%	
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	28,60%		-32,30%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	37,60%		15,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	56,30%		16,40%	
<i>L. esculentum L cv Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	4,10%	5,40%	9,20%	Xie et al., 2019
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁷⁾	4,50%	4,60%	16,30%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁸⁾	-9,10%	13,20%	22,10%	

(1)Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(2) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(3),(4),(5) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(6),(7),(8) Συγκέντρωση Chl στα φύλλα, 5, 15 και 30 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η συγκέντρωση χλωροφύλλης μειώθηκε προοδευτικά με την αύξηση των επιπέδων αλατότητας. Εξαιρέση αποτελούν τα φυτά της ποικιλίας Super hybrid, στα οποία εφαρμόστηκε το υψηλότερο επίπεδο αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης, τα οποία παρουσίασαν αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στο υψηλότερο επίπεδο αλατότητας. Το μεγαλύτερο ποσοστό (62,30%) μείωσης της συγκέντρωσης χλωροφύλλης παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Zhongzha 105, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης μειώθηκε προοδευτικά με τον χρόνο εφαρμογής της καταπόνησης. Στην εργασία των Xie et al., (2019) η μικρότερη μείωση παρατηρήθηκε 5 ημέρες μετά την εφαρμογή αλατότητας και η μεγαλύτερη 30 ημέρες μετά.

Η επίδραση των μυκορριζών ήταν θετική στο σύνολο σχεδόν των εξεταζόμενων περιπτώσεων, αυξάνοντας σημαντικά την συγκέντρωση χλωροφύλλης σε όλα τα επίπεδα αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα. Η μεγαλύτερη αύξηση (119,60%) παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Zhongzha 105 που εμβολιάστηκαν με τον μύκητα *G. mosseae* σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Εξαίρεση αποτελούν τα φυτά της ποικιλίας Donna F1 που εμβολιάστηκαν με μείγμα μυκήτων *Glomus spp* τα οποία παρουσίασαν μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταβολή αυτή αφορούσε τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε η μικρότερη ποσότητα μυκορριζας (10 σπόρια μύκητα), ενώ αντίθετα τα αποτελέσματα ήταν θετικά στα φυτά που εφαρμόστηκε μεγαλύτερη ποσότητα (50, 100 σπόρια).

Θετική επίδραση είχε στην αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης και ο ενδοφυτικός μύκητας *P. indica*. Σε φυτά της ποικιλίας Super 2270 η εφαρμογή του μύκητα αύξησε την συγκέντρωση Chl κατά 33,13%, 33,17% και 48,09% σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας, μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα (Ghorbani et al., 2018). Ανάλογα αποτελέσματα είχε και η εργασία των Abdelaziz et al., (2019) με τον ίδιο μύκητα, σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B, με τη διαφορά να είναι σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Στην ίδια έρευνα δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας.

Συγκέντρωση της χλωροφύλλης α

Αναλύθηκαν 46 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α στα φυτά τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 10 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 40) και την μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 41).

Πίνακας 40. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl α σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της περιεκτικότητας Chl α εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	30,20%	37,80%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	31,70%	43,10%	
<i>L. esculentum L., cv Apendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		22,00%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		13,30%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		11,10%	
	Μάρτυρας		41,70%	
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		47,40%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		21,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		26,20%	
	Μάρτυρας		8,90%	

<i>S. lycopersicum L</i> <i>cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	17,90%	45,50%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	46,00%	72,40%	
<i>L. esculentum L cv</i> <i>Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	0,85%	1,40%	Xie et al., 2019
	Μάρτυρας ⁽⁴⁾	1,90%	1,90%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	6,30%	12,00%	
	Μάρτυρας ⁽⁵⁾	8,50%	17,40%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	21,00%	28,60%	
	Μάρτυρας ⁽⁶⁾	25,40%	37,00%	

Πίνακας 41. Μεταβολή της συγκέντρωσης της Chl a των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	19,30%	30,10%	39,40%	El-Khateeb, 2018
<i>L. esculentum L., cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	7,70%		44,00%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	34,60%		100,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	37,80%		109,90%	
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	22,30%		-29,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	33,80%		16,10%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	43,30%		16,10%	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	28,70%	95,70%	154,20%	Hashem et al., 2015
<i>L. esculentum L cv Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	3,40%	4,50%	4,00%	Xie et al., 2019
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	5,50%	8,00%	12,20%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	3,30%	9,30%	17,10%	

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκορριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4),(5),(6) Συγκέντρωση Chl a στα φύλλα, 5, 15 και 30 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώθηκε προοδευτικά με την αύξηση της αλατότητας στο σύνολο των εξεταζόμενων φυτών. Το μεγαλύτερο ποσοστό (72,40%) μείωσης της συγκέντρωσης χλωροφύλλης a παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Castle rock, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μείωση της συγκέντρωσης επηρεάστηκε εκτός από το επίπεδο αλατότητας και από την διάρκεια της καταπόνησης. Σε φύλλα φυτών της ποικιλίας Zhong 9, σημαντική μείωση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης a παρατηρήθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας 30 ημέρες μετά την εφαρμογή (Xie et al., 2019).

Η επίδραση των μυκορριζών ήταν θετική στο σύνολο σχεδόν των εξεταζόμενων περιπτώσεων, αυξάνοντας σημαντικά την συγκέντρωση χλωροφύλλης a σε όλα τα επίπεδα αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα. Η μεγαλύτερη αύξηση (154,20%) παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Castle rock που εμβολιάστηκαν με το μείγμα μυκήτων *Glomus spp.* σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Εξάιρεση αποτελούν και σε αυτή την περίπτωση τα φυτά της ποικιλίας Donna F1 που εμβολιάστηκαν με μείγμα

μυκήτων *Glomus spp.*, τα οποία παρουσίασαν μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη α σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταβολή αυτή αφορούσε τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε η μικρότερη ποσότητα μυκόρριζας (10 σπόρια μύκητα), ενώ αντίθετα, τα αποτελέσματα ήταν θετικά στα φυτά που εφαρμόστηκε μεγαλύτερη ποσότητα (50, 100 σπόρια). Στην ίδια εργασία ανάμεσα στις δυο ποικιλίες που εξετάστηκαν, η ποικιλία Aspendos F1 είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την ποικιλία Donna F1, καθώς είχε μικρότερη μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α ως συνέπεια της αυξανόμενης αλατότητας, ενώ αντίστοιχα η επίδραση των μυκορριζών αύξησε σημαντικά την συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα.

Θετική επίδραση είχε στην αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α και ο ενδοφυτικός μύκητας *P. indica*, σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B, με τη διαφορά να είναι σημαντική σε συνθήκες αλατότητας. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας (Abdelaziz et al., 2019).

Συγκέντρωση της χλωροφύλλης β

Αναλύθηκαν 46 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β στα φυτά τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 12 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης β των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πίν. 42) και την μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης β των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πίν. 43).

Πίνακας 42. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl b σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μεταβολή της περιεκτικότητας Chl b εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	27,40%	35,60%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	8,70%	37,20%	
<i>L. esculentum L., cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		28,80%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		18,60%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		15,60%	
	Μάρτυρας		21,30%	
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		62,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		29,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾		43,90%	
	Μάρτυρας		7,10%	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	16,90%	33,90%	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	-14,60%	41,40%	

<i>L. esculentum</i> L cv <i>Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	16,50%	21,60%	Xie et al., 2019
	Μάρτυρας ⁽⁴⁾	17,70%	26,70%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	30,80%	38,20%	
	Μάρτυρας ⁽⁵⁾	32,70%	49,60%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	54,00%	62,60%	
	Μάρτυρας ⁽⁶⁾	57,80%	69,30%	

Πίνακας 43. Μεταβολή της συγκέντρωσης της Chl b στα εμβολιασμένα φυτά τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl b των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon</i> L., cv <i>Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	29,10%	2,70%	32,50%	El-Khateeb, 2018
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	-3,30%		-12,50%	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	41,00%		45,80%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	47,50%		58,30%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	46,40%		-40,30%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	51,80%		15,40%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	91,10%		15,40%	
<i>S. lycopersicum</i> L cv <i>Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	43,90%	4,30%	62,50%	Hashem et al., 2015
<i>L. esculentum</i> L cv <i>Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	5,30%	6,90%	12,60%	Xie et al., 2019
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	3,30%	6,00%	26,40%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	14,90%	25,30%	39,80%	

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4),(5),(6) Συγκέντρωση Chl b στα φύλλα, 5, 15 και 30 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αύξηση των επιπέδων αλατότητας μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β, στο σύνολο των εξεταζόμενων φυτών. Το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης (62,20%) παρατηρήθηκε σε εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Donna F1 με μείγμα μυκήτων *Glomus spp*, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μείωση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β ήταν αρκετά σημαντική ακόμα και σε σύντομο χρονικό διάστημα από την εφαρμογή της αλατότητας (5 ημέρες), (Xie et al., 2019).

Η επίδραση των μυκορριζών ήταν θετική στο σύνολο σχεδόν των εξεταζόμενων περιπτώσεων, αυξάνοντας σημαντικά την συγκέντρωση χλωροφύλλης β σε όλα τα επίπεδα αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα. Η μεγαλύτερη αύξηση (62,50%) παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Castle rock που εμβολιάστηκαν με μείγμα μυκήτων *Glomus spp*, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Εξάιρεση αποτελούν τα φυτά των ποικιλιών Donna F1 και Aspendos F1 που εμβολιάστηκαν με μείγμα μυκήτων *Glomus spp* τα οποία παρουσίασαν μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη β σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταβολή αυτή αφορούσε τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε μικρότερη ποσότητα μυκόρριζας (10 σπόρια μύκητα), ενώ αντίθετα τα αποτελέσματα ήταν θετικά στα φυτά που εφαρμόστηκε μεγαλύτερη ποσότητα (50, 100 σπόρια). Στην ίδια εργασία

ανάμεσα στις δυο ποικιλίες που εξετάστηκαν, η ποικιλία Aspendos F1 είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την ποικιλία Donna F1, καθώς είχε μικρότερη μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης β ως συνέπεια της αυξανόμενης αλατότητας, ενώ αντίστοιχα η επίδραση των μυκορριζών αύξησε σημαντικά την συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα.

Θετική επίδραση είχε στην αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης β και ο ενδοφυτικός μύκητας *P. indica*, σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B, με την αύξηση να είναι σημαντική σε όλα τα επίπεδα αλατότητας (Abdelaziz et al., 2019).

3.1.6 Αντιοξειδωτικά ένζυμα

Αναλύθηκαν 108 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και των μυκορριζών στη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων APX, CAT, SOD και POD, στα φυτά τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 13 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη μεταβολή της δραστηριότητας των παραπάνω ενζύμων στα εμβολιασμένα φυτά και στον μάρτυρα (Πιν. 44) και την μεταβολή της δραστηριότητάς τους στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 45). Στους πίνακες χρησιμοποιήθηκαν και τα ποσοστά μεταβολής που δόθηκαν από τους συγγραφείς καθώς σε κάποιες εργασίες δεν υπήρχαν τα αναλυτικά δεδομένα.

Πίνακας 44. Μεταβολή της δραστηριότητας αντιοξειδωτικών ενζύμων σε φυτά τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Αύξηση της δραστηριότητας APX εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	90,50%	152,15%	Hagiboland et al., 2009	
	Μάρτυρας (β)**	86,10%	175,00%		
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	103,50%	170,00%		
	Μάρτυρας (β)**	86,80%	84,20%		
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	44,40%	67,60%		
	Μάρτυρας (ρ)**	77,90%	205,80%		
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)	126,90%	201,90%		
	Μάρτυρας (ρ)**	96,70%	160,00%		
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>		53,80%		*Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	14,10%	25,30%		
<i>L. esculentum Mill cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	72,02%	150,16%		*Ghorbani et al., 2018
	Μάρτυρας	17,39%	42,00%		
Αύξηση της δραστηριότητας CAT εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	91,90%	161,00%	Hagiboland et al., 2009	
	Μάρτυρας (β)**	68,10%	96,70%		
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	35,70%	123,50%		
	Μάρτυρας (β)**	75,20%	125,20%		

<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	22,70%	40,20%	Ebrahim & Saleem, 2017	
	Μάρτυρας (ρ)**	86,60%	105,00%		
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	34,90%	48,00%		
	Μάρτυρας (ρ)**	67,40%	99,30%		
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	-33,00%	-53,90%		
	Μάρτυρας	-27,00%	-51,00%		
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>		59,60%		*Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	22,10%	57,70%		
Αύξηση της δραστηριότητας POD εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	44,80%	360,80%	Hagiboland et al., 2009	
	Μάρτυρας (β)**	66,00%	353,00%		
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	23,60%	327,60%		
	Μάρτυρας (β)**	33,30%	291,00%		
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	124,60%	302,00%		
	Μάρτυρας (ρ)**	136,00%	324,30%		
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	60,30%	324,30%		
	Μάρτυρας (ρ)**	82,90%	348,80%		
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>		43,70%	*Hashem et al., 2015	
	Μάρτυρας	5,60%	23,70%		

Αύξηση της δραστηριότητας SOD εξαιτίας της αλατότητας %

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	13,80%	131,00%	Hagiboland et al., 2009
	Μάρτυρας (β)**	-11,10%	92,60%	
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	19,40%	69,40%	
	Μάρτυρας (β)**	31,60%	136,80%	
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	50,00%	117,30%	
	Μάρτυρας (ρ)**	48,30%	124,00%	
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	35,00%	118,30%	
	Μάρτυρας (ρ)**	26,80%	78,00%	
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	106,60%	225,30%	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	88,90%	234,10%	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>		48,70%	*Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	23,90%	36,80%	

Πίνακας 45. Μεταβολή της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της δραστηριότητας APX στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	61,10%	64,90%	47,70%	Hagiboland et al., 2009
<i>S. lycopersicum L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	33,70%	45,60%	96,00%	

<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	26,70%	28,10%	27,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	15,60%	33,30%	34,20%	
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ***	67,20%	45,10%	23,40%	He et al, 2007
	<i>Glomus mosseae</i> ***	68,60%	26,00%	12,35%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>			33,00%	Latef & Chaoxing, 2011

Αύξηση της δραστηριότητας CAT στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα %

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	37,00%	56,40%	81,90%	Hagiboland et al., 2009
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	49,30%	15,70%	48,20%	
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	75,30%	17,80%	19,90%	
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	53,90%	24,00%	14,20%	
<i>S. lycopersicon</i> L., cv <i>Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	-20,60%	-27,10%	-25,20%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>S. lycopersicon</i> L., cv <i>Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>			29,00%	El-Khateeb, 2018
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>			37,00%	Latef & Chaoxing, 2011

Αύξηση της δραστηριότητας POD στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	43,00%	24,70%	45,50%	Hagiboland et al., 2009
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	23,00%	14,30%	34,50%	
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	38,00%	31,30%	63,70%	
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	90,20%	66,70%	79,90%	
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	72,10%	12,20%	11,80%	He et al, 2007
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>			28,00%	Latef & Chaoxing, 2011

Αύξηση της δραστηριότητας SOD στα εμβολιασμένα σε σχέση με τον μάρτυρα %

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	7,40%	37,50%	28,80%	Hagiboland et al., 2009
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)**	89,50%	72,00%	35,60%	

<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	79,30%	81,40%	73,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L., cv <i>Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)**	51,20%	55,80%	79,50%	
<i>S. lycopersicon</i> L., cv <i>Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	-27,80%	-21,00%	-29,70%	Ebrahim & Saleem, 2017
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ***	14,40%	9,60%	12,80%	He et al, 2007
	<i>Glomus mosseae</i> ***	12,80%	7,80%	6,70%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>			56,00%	Latef & Chaoxing, 2011

*Ποσοστά που περιλαμβάνονταν στα αποτελέσματα των εργασιών.

** (β) βλαστός, (ρ) ρίζα

*** Μεταβολή της δραστηριότητας των ενζύμων 20 και 40 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αλατότητα αύξησε σημαντικά τη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα. Η δραστηριότητα των ενζύμων αυξήθηκε προοδευτικά με την αύξηση της αλατότητας με τα μεγαλύτερα ποσοστά να παρατηρούνται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η επίδραση των μυκορριζών ήταν θετική στο σύνολο σχεδόν των εργασιών, αυξάνοντας τη δραστηριότητα των ενζύμων σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Εξάιρεση αποτελεί ο μύκητας *G. fasciculatum*, η εφαρμογή του οποίου σε φυτά της ποικιλίας Super Strain B, μείωσε τη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων (SOD, POX, CAT) που εξετάστηκαν σε σχέση με τον μάρτυρα (Ebrahim & Saleem, 2017). Στην ίδια εργασία επιπλέον παρατηρήθηκε ότι ενώ η αλατότητα αύξησε τη δραστηριότητα των ενζύμων SOD και POX, η δραστηριότητα της καταλάσης (CAT) μειώθηκε με την αύξηση της αλατότητας τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα. Ανάλογα αποτελέσματα σχετικά με την δραστηριότητα του ίδιου ενζύμου, παρατηρήθηκαν σε φυτά της ίδιας ποικιλίας, και στην εργασία της El-Khateeb, (2017), με το μέγιστο της δραστηριότητας του ενζύμου να εντοπίζεται σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας (3 dS/m) και να μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά, όσο και στο μάρτυρα .

Η δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων επηρεάστηκε και από την ποικιλία και τον εφαρμοζόμενο μύκητα. Στην εργασία των Hajiboland et al., (2009) η αύξηση της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων ήταν σημαντικότερη στην ευαίσθητη στην αλατότητα ποικιλία Behta σε σχέση με την ανθεκτική Piazar. Αντίστοιχα διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των ποικιλιών Zhongzha 9 και Zhongzha 105, στις οποίες εφαρμόστηκε ο ίδιος μύκητας (*G.mosseae*), με την τελευταία να παρουσιάζει σημαντικά αυξημένη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων (He et al., 2007, Latef & Chaoxing, 2011).

Διαφορές παρατηρήθηκαν στη δραστηριότητα των ενζύμων και μεταξύ βλαστών και ριζών. Στις ρίζες, σε κάποιες περιπτώσεις, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων σε σχέση με τον βλαστό, ενώ η επίδραση του μύκητα *G. intraradices* ήταν μεγαλύτερη στη δραστηριότητα των ενζύμων ασκορβική υπεροξειδάση (APX) και καταλάση (CAT) στο βλαστό και της υπεροξειδάσης (POD) και υπεροξειδικής δυσμουτάσης (SOD) στη ρίζα. Σε κάθε περίπτωση, σε απόλυτες τιμές η δραστηριότητα όλων των παραπάνω ενζύμων ήταν πολύ μεγαλύτερη στη ρίζα.

Η έναρξη και το μέγιστο της δραστηριότητας των παραπάνω ενζύμων από την επίδραση της αλατότητας και των μυκορριζών διαφέρει χρονικά. Στην εργασία των Huang et al., (2010) η δραστηριότητα της υπεροξειδικής δυσμουτάσης (SOD) σε φύλλα και ρίζες αυξήθηκε 5 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας και παρουσίασε τη μέγιστη τιμή 20 ημέρες μετά, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η δραστηριότητα της καταλάσης (CAT) και της υπεροξειδάσης (POD) ήταν άμεση με την εφαρμογή της αλατότητας και η δραστηριότητα τους αυξάνονταν συνεχώς με το μέγιστο να παρουσιάζεται σε φύλλα και ρίζες 40 ημέρες μετά την εφαρμογή. Μετά την εμφάνιση του μέγιστου της δραστηριότητάς τους τα ένζυμα παρουσίασαν μια σταδιακή μείωση, η οποία ενδεχομένως να οφείλεται σε προσαρμογή του φυτού στις συνθήκες καταπόνησης.

3.1.7 Αγρονομικά χαρακτηριστικά

Αναλύθηκαν 30 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στην απόδοση της καλλιέργειας, 44 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση στον αριθμό των καρπών, 30 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση στο βάρος των καρπών και 24 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση στη συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών σε φυτά τομάτας. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στους Πίνακες 14,15,16 και 17 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στα παραπάνω αγρονομικά χαρακτηριστικά των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 46) και τη μεταβολή τους στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 47).

Πίνακας 46. Μεταβολή αγρονομικών χαρακτηριστικών φυτών τομάτας εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L.</i> <i>cv TSS7</i>	<i>G. mosseae</i>		46,80%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		17,00%	
<i>S. lycopersicum L.</i> <i>cv TCAV10</i>	<i>G. mosseae</i>		-31,70%	
	Μάρτυρας		-9,10%	
<i>L. esculentum Mill</i> <i>cv Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	30,20%		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	31,00%		
<i>L. esculentum Mill</i> <i>cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	30,10%		
	Μάρτυρας	41,10%		
<i>S. lycopersicum L.</i> <i>cv Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>		79,10%	Abdelaziz et al., 2019
	Μάρτυρας		90,60%	
<i>L. esculentum Mill</i> <i>cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	29,10%		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	43,10%		
<i>L. esculentum L.</i> , <i>cv Zhongzha 105</i>	<i>G. mosseae</i>	40,50%	65,60%	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	36,40%	76,30%	
Μείωση του αριθμού των καρπών εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ

<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Tatoo</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾		19,40%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾		24,30%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽¹⁾		-7,20%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽²⁾		16,20%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		6,90%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		-6,90%	
	Μάρτυρας		25,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾		4,50%	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾		-22,20%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽¹⁾		10,00%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽²⁾		13,00%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾		4,50%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾		0,00%	
	Μάρτυρας		20,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	16,67%		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	5,00%		
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	20,00%		
	Μάρτυρας	0,00%		
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>		58,80%	Abdelaziz et al., 2019
	Μάρτυρας		69,20%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>		16,70%	Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας		5,20%	
Μείωση του βάρους των καρπών εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	17,80%		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	23,10%		
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	11,50%		
	Μάρτυρας	40,00%		
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>		50,70%	Abdelaziz et al., 2019
	Μάρτυρας		68,60%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>G. mosseae</i>	30,30%	44,20%	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	39,70%	55,70%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	14,80%	14,80%	Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	40,00%	40,00%	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>G. mosseae</i>	24,10%	44,80%	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	33,30%	59,00%	
Αύξηση της συγκέντρωσης ολικών διαλυτών στερεών εξαιτίας της αλατότητας %				
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TSS7</i>	<i>G. mosseae</i>		2,50%	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας		6,80%	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TCAV10</i>	<i>G. mosseae</i>		3,70%	
	Μάρτυρας		4,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill	<i>G. mosseae</i>	13,10%		Al-Karaki &

<i>cv Pello</i>	Μάρτυρας	39,60%		Hammad, 2001
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	24,60%		
	Μάρτυρας	41,30%		
<i>S. lycopersicum</i> L. <i>cv Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>		83,60%	Abdelaziz et al., 2019
	Μάρτυρας		76,00%	
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	24,60%		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	41,30%		

Πίνακας 47. Μεταβολή των αγρονομικών χαρακτηριστικών φυτών των εμβολιασμένων φυτών τομάτας σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας των εμβολιασμένων φυτών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L. <i>cv TSS7</i>	<i>G. mosseae</i>	14,00%		5,20%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum</i> L. <i>cv TCAV10</i>	<i>G. mosseae</i>	7,40%		29,70%	
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	26,50%	28,10%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	23,00%	45,90%		
<i>S. lycopersicum</i> L. <i>cv Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>	28,90%		186,40%	Abdelaziz et al., 2019
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	28,60%	60,40%		Al-Karaki, 2006
<i>L. esculentum</i> L., <i>cv</i> <i>Zhongzha 105</i>	<i>G. mosseae</i>	42,40%	33,30%	107,00%	Latef & Chaoxing, 2011
Αύξηση του αριθμού των καρπών από την επίδραση των μυκορριζών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Tatoo</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	-3,20%		4,10%	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	3,10%		4,10%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽¹⁾	-10,70%		25,00%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽²⁾	15,60%		29,10%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	-9,40%		12,50%	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	-15,70%		20,90%	
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	46,60%		75,00%	Al-Karaki & Hammad, 2001
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	20,00%		83,20%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽¹⁾	33,40%		50,00%	
	<i>Glomus agrugigata</i> ⁽²⁾	53,40%		66,70%	
	<i>Glomus spp</i> (1)	46,60%		75,00%	
	<i>Glomus spp</i> (2)	46,60%		83,20%	
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	20,00%	11,10%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	19,00%	-48,00%		
<i>S. lycopersicum</i> L. <i>cv Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>	30,80%		75,00%	Abdelaziz et al., 2019

<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	19,00%	4,60%		Al-Karaki,2006
Αύξηση του βάρους των καρπών εξαιτίας της δράσης των μυκορριζών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	7,70%	15,00%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	4,00%	53,30%		
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Piriformospora</i> <i>indica</i>	1,40%		59,10%	Abdelaziz et al., 2019
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>G. mosseae</i>	15,50%	33,40%	45,40%	El-Khateeb, 2018
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	8,00%	53,30%	53,30%	Al-Karaki,2006
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>G. mosseae</i>	7,40%	22,20%	45,40%	Latef & Chaoxing, 2011
Αύξηση της συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TSS7</i>	<i>G. mosseae</i>	10,00%		6,40%	Huang et al., 2013
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>TCAV10</i>	<i>G. mosseae</i>	4,30%		3,90%	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	27,10%	3,00%		Al-Karaki & Hammad, 2001
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	32,60%	16,90%		
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Piriformospora</i> <i>indica</i>	10,00%		14,80%	Abdelaziz et al., 2019
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	32,60%	16,90%		Al-Karaki,2006

(1) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(2) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αλατότητα μείωσε την απόδοση τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα, με τη μείωση να είναι σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις η επίδραση των μυκορριζών ήταν θετική, με τη μεγαλύτερη θετική επίδραση να παρατηρείται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση στην απόδοση των φυτών (90,60%), σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας των Abdelaziz et al., (2019), παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super Strain σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Μικρότερη μείωση της απόδοσης (79,10%) στο ίδιο πείραμα, είχαν τα φυτά της ίδιας ποικιλίας που εμβολιάστηκαν με τον ενδοφυτικό μύκητα *P. indica*, ο οποίος προκάλεσε και την μεγαλύτερη αύξηση (186,40%) της απόδοσης των φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G.mosseae* σε φυτά της ίδιας ποικιλίας, τα οποία παρουσίασαν μεγάλη μείωση της απόδοσή τους σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (65,60% σε εμβολιασμένα φυτά, 76,30% στον μάρτυρα), ενώ ο εμβολιασμός με τον

μύκητα αύξησε την απόδοση σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 107% (Latef & Chaoxing, 2011). Θετικά αποτελέσματα είχε ο ίδιος μύκητας σε συνθήκες μέσης αλατότητας και στις ποικιλίες Pello (28,10%) και Marriha (45,90%, 60,40%), με τη δεύτερη να παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα (Al-Karaki & Hammad, 2001, Al-Karaki, 2006). Η διαφορά στην απόδοση της ποικιλίας Marriha, στις δυο εργασίες πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά που είχαν τη μεγαλύτερη διαφορά στην απόδοση (60, 40%) είχαν εμβολιαστεί με τον μύκητα πριν την μεταφύτευσή τους στην τελική τους θέση. Διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στις οποίες εφαρμόστηκε ο μύκητας *G. mosseae*, παρουσιάστηκαν και στην εργασία των Huang et al., 2013, με την ποικιλία TCAV10 να παρουσιάζει αύξηση της απόδοσης κατά 29,70% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ αντίθετα στην ποικιλία TSS7, η εφαρμογή του μύκητα δεν επέφερε σημαντική μεταβολή. Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι η εφαρμογή της αλατότητας στην ποικιλία TCAV10, σε αντίθεση με όλες τις άλλες περιπτώσεις, αύξησε την απόδοση της καλλιέργειας τόσο στα εμβολιασμένα φυτά, όσο και στον μάρτυρα με την αύξηση στα εμβολιασμένα φυτά να είναι μεγαλύτερη.

Η αλατότητα μείωσε σημαντικά το βάρος των καρπών τόσο στα εμβολιασμένα φυτά, όσο και στο μάρτυρα, με την μείωση να αυξάνει προοδευτικά με την αύξηση της αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση στο βάρος των καρπών (59,00%) παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Zhongzha 105 σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Latef & Chaoxing, 2011). Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες αύξησε το βάρος των καρπών, σε σχέση με τον μάρτυρα, στο σύνολο των φυτών, κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη αύξηση (59,10%) σε σχέση με τον μάρτυρα, παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Super Strain, εμβολιασμένα με τον μύκητα *P. indica* (Abdelaziz et al., 2019). Θετική επίδραση σε φυτά της ίδιας ποικιλίας είχε και ο μύκητας *G. mosseae* (El-Khateeb, 2018), ενώ αντίστοιχα αποτελέσματα είχε ο ίδιος μύκητας σε φυτά της ποικιλίας Zhongzha 105 (Latef & Chaoxing, 2011) και Marriha (Al-Karaki & Hammad, 2001, Al-Karaki, 2006), ενώ αντίθετα δεν είχε σημαντική επίδραση σε φυτά της ποικιλίας Pello (Al-Karaki & Hammad, 2001).

Εκτός από το βάρος και ο αριθμός των καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα και την δράση των μυκορριζών με την διαφορά όμως να είναι λιγότερο σημαντική. Τη μεγαλύτερη μείωση (69,20%) στον αριθμό καρπών είχαν τα μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Super Strain. Αντίθετα τα εμβολιασμένα φυτά της ίδιας ποικιλίας, με τον μύκητα *P. indica* είχαν μικρότερη μείωση (58,80%), σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ αντίστοιχα είχαν και μεγαλύτερη αύξηση κατά 75% σε σχέση με τον μάρτυρα. Στην εργασία των Hadad et al., (2012), η επίδραση των μυκορριζών, όσο αφορά τον αριθμό των καρπών, ήταν σημαντική μόνο στην ποικιλία Donna, ενώ στην ποικιλία Tatroo δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά. Στις ποικιλίες Pello και Marriha η εφαρμογή του μύκητα *G. mosseae*, αύξησε τον αριθμό των καρπών μόνο σε συνθήκες απουσίας αλατότητας (Al-Karaki & Hammad, 2001, Al-Karaki, 2006).

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά διαλυτά στερεά αυξήθηκε με την αύξηση της αλατότητας στο σύνολο των φυτών, με τη μεταβολή να είναι σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Σε φυτά της ποικιλίας Super Strain εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae*, η αύξηση της αλατότητας σχεδόν διπλασίασε την περιεκτικότητα των φυτών σε διαλυτά στερεά (Abdelaziz et al., 2019). Η εφαρμογή

μυκορριζών αύξησε την συγκέντρωση των (TSS) με τη μεταβολή να είναι σημαντική κυρίως σε συνθήκες απουσίας αλατότητας.

3.2 Πειραματικές εργασίες που αφορούν την πιπεριά

Επιλέχθηκαν 12 δημοσιευμένες πειραματικές εργασίες που αφορούν την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς (*Capsicum annuum L.*) που αναπτύσσονται σε συνθήκες αυξημένης συγκέντρωσης αλάτων και συνοπτικά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 48). Αναλύθηκαν τα πειραματικά δεδομένα, όπως το εύρος της αλατότητας, ο μύκητας που χρησιμοποιήθηκε, ο τρόπος εφαρμογής της αλατότητας καθώς και ο τόπος διεξαγωγής του πειράματος. Επιπλέον αναλύθηκε το ποσοστό αποικισμού του μύκητα που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε εργασία καθώς και την επίδραση της αυξανόμενης αλατότητας σ' αυτό. Από τους αναπτυξιακούς επιλέχθηκαν και συγκρίθηκαν, αυτοί που αφορούσαν το ξηρό βάρος του βλαστού, της ρίζας και το ολικό ξηρό βάρος του φυτού, την φυλλική επιφάνεια και το ύψος του φυτού. Εξετάστηκε η μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα και βλαστούς εξαιτίας της επίδρασης της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών καθώς και η μεταβολή του λόγου K/Na που αποτελεί έναν φυσιολογικό δείκτη που διαταράσσεται από την άνοδο της αλατότητας. Η επίδραση της αλατότητας και της εφαρμογής των μυκορριζών στη φωτοσύνθεση παρουσιάζεται με την επίδραση της στη συνολική συγκέντρωση της χλωροφύλλης, τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης a και b. Η αύξηση της συγκέντρωσης ωσμωρρυθμιστικών ουσιών παρουσιάζεται με τη μεταβολή στη συγκέντρωση της προλίνης στην υπέργεια βιομάζα (βλαστούς και φύλλα) και στις ρίζες των φυτών που αναπτύσσονται σε συνθήκες καταπόνησης καθώς και η επίδραση των μυκορριζών σ' αυτή. Αναλύθηκε τέλος και η επίδραση στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών όπως η απόδοση της καλλιέργειας, ο αριθμός και το βάρος των καρπών.

Η επίδραση της αλατότητας στα παραπάνω χαρακτηριστικά συγκρίθηκε σε τέσσερα επίπεδα αλατότητας, απουσία αλατότητας, χαμηλή, μέση και υψηλή αλατότητα με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών, όπως δόθηκε από τους συγγραφείς ή όπως υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας του τύπους του Richards (1954).

Πίνακας 48. Πειραματικές εργασίες επίδρασης των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς σε συνθήκες αλατότητας.

	Φυτικό είδος	Μύκητας	Θετικές επιδράσεις	Εργασία
1	<i>Capsicum annuum L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	Αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης, N, P, K, των φωτοσυνθετικών χρωστικών, των ενζύμων καταλάση και υπεροξειδάση. Μείωση της συγκέντρωσης Na.	El-Sarkassy et al., 2017
2	<i>Capsicum annuum var. PKM</i>	<i>Glomus intraradices</i>	Αύξηση της φυτικής βιομάζας, της πρόσληψης θρεπτικών, των φωτοσυνθετικών χρωστικών και της απόδοσης της καλλιέργειας.	Selvakumar & Thamizhiniyan , 2011
3	<i>Capsicum annuum L.</i>	<i>Glomus constrictum</i>	Αύξηση της ανάπτυξης, της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων, των φωτοσυνθετικών χρωστικών, του ρυθμού ανταλλαγής αερίων και της συγκέντρωσης αντιοξειδωτικών ενζύμων.	Al-Amri, S.M., 2019
4	<i>Capsicum annuum L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices</i>	Αύξηση της βιομάζας βλαστού και ρίζας, της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων και της συγκέντρωσης προλίνης. Διατήρηση της ακεραιότητας της μεμβράνης.	Beltrano et al., 2013
5	<i>Capsicum annuum cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices, Gigaspora margarita</i>	Αύξηση της φυτικής βιομάζας και της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων.	Turkmen et al., 2008
6	<i>Capsicum annuum L. cv Marconi</i>	<i>Glomus irradicans</i>	Αύξηση της βιομάζας του βλαστού, των φωτοσυνθετικών χρωστικών, των αντιοξειδωτικών ενζύμων, της συγκέντρωσης προλίνης και των φαινολών.	Hegazi et al., 2017
7	<i>Capsicum annuum L. cv. Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους, βλαστού και ρίζας, της φυλλικής επιφάνειας, των φωτοσυνθετικών χρωστικών, των διαλυτών σακχάρων, πρωτεϊνών και ελεύθερων αμινοξέων.	Latef & Chaoxing, 2014
8	<i>Capsicum annuum cv. 11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>	Αύξηση της ανάπτυξης, της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, και διατήρηση της ακεραιότητας της μεμβράνης.	Kaya et al., 2009
9	<i>Capsicum annuum L.cv. Arlequin F1 & Raiko F1</i>	<i>Rhizophagus intraradices</i>	Αύξηση της ανάπτυξης, της απόδοσης, του αριθμού των καρπών και της πρόσληψης θρεπτικών.	Kapoulas et al., 2019

10	<i>Capsicum annuum</i> L., cv. <i>Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	Αύξηση του ξηρού βάρους, βλαστού και ρίζας, του ύψους των φυτών, της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, της απόδοσης της καλλιέργειας, του βάρους και του αριθμού των καρπών.	Al-Karaki, 2017
11	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>aviculare</i>	<i>Glomus intraradices</i>	Αύξηση της φυτικής βιομάζας και του ύψους του φυτού, βελτίωση της βλάστησης των σπόρων.	Rueda-Puente et al., 2010
12	<i>Capsicum annuum</i> L. cv. <i>Cumaovasi</i>	<i>Glomus mosseae</i> , <i>Glomus intraradices</i>	Αύξηση του υδατικού δυναμικού, της συγκέντρωσης P και φωτοσυνθετικών χρωστικών.	Cekic et al., 2011

3.2.1 Πειραματικά δεδομένα επιλεγμένων εργασιών

Τα πειραματικά δεδομένα των επιλεγμένων εργασιών για την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας, περιλαμβάνουν το εύρος της αλατότητας, τον μύκητα που χρησιμοποιήθηκε, τον τρόπο εφαρμογής της αλατότητας καθώς και τον χώρο διεξαγωγής του πειράματος, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 49).

Πίνακας 49. Πειραματικά δεδομένα των επιλεγμένων ερευνητικών εργασιών για την επίδραση των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας.

Εύρος αλατότητας σε EC (dS/m)	Μύκητας	Τρόπος εφαρμογής αλατότητας	Χώρος διεξαγωγής πειράματος	Εργασία
320- 2000- 4000 ppm (1,0- 6,2- 12,4 dS/m)*	<i>Glomus fasciculatum</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	El-Sarkassy et al., 2017
0 - 25- 50 mM (0 - 2,3- 4,6 dS/m)*	<i>Glomus intraradices</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Υποστρώματα άμμου- Δίχτυ σκίασης	Selvakumar & Thamizhiniyan , 2011
0- 10 -20-40% (διάλυμα θαλασσινού νερού) (0 - 2,4 - 4,8 - 18,4 dS/m)*	<i>Glomus constrictum</i>	Εφαρμογή αλατούχου νερού (διάλυμα θαλασσινού νερού) στο νερό άρδευσης	Θάλαμος ανάπτυξης -Φύτευση σε γλάστρες	Al-Amri, S.M., 2019
0- 50-100-200 mM (0- 4,6- 9,2 - 18,4 dS/m)	<i>Glomus intraradices</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Beltrano et al., 2013
0 - 75 ppm (0 - 4,7 dS/m)*	<i>Glomus intraradices</i> , <i>Gigaspora margarita</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θάλαμος ανάπτυξης -Φύτευση σε γλάστρες	Turkmen et al., 2008
0 - 25- 50 mM (0,18 - 2,3- 4,6 dS/m)*	<i>Glomus irradicans</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Hegazi et al., 2017
0 - 25- 50 -100 mM (0 - 2,3- 4,6- 9,1 dS/m)*	<i>Glomus mosseae</i>	Εφαρμογή διαλύματος NaCl στο έδαφος	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Latef & Chaoxing, 2014
0- 50-100 mM (2,15- 7,15- 12,15 dS/m)	<i>Glomus clarum</i>	Εφαρμογή NaCl	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γλάστρες	Kaya et al., 2009
8,48 - 18,98 dS/m	<i>Rhizophagus intraradices</i>	Χρήση οργανικού λιπάσματος υψηλής αλατότητας	Σπορείο - γλάστρες Θερμοκήπιο - Φύτευση στο έδαφος	Kapoulas et al., 2019
1,5 - 3,6 - 7,1 dS/m	<i>Glomus mosseae</i>	Άρδευση με αλατούχο νερό	Θερμοκήπιο - Φύτευση σε γραμμές.	Al-Karaki, 2017
0 - 0,06 - 0,12 M (0- 5,5 - 10,9 dS/m)*	<i>Glomus intraradices</i>	Εφαρμογή NaCl στο υπόστρωμα ανάπτυξης των σπορόφυτων	Θάλαμος ανάπτυξης - Δοκιμαστικά Τρυβλία	Rueda-Puente et al., 2010
0 - 1-2-4-8 mM (0,24- 4,4- 8,8 -17- 35dS/m)**	<i>Glomus mosseae</i> , <i>Glomus intraradices</i>	Εφαρμογή NaCl στο νερό άρδευσης	Θάλαμος ανάπτυξης -Φύτευση σε γλάστρες	Cekic et al., 2011

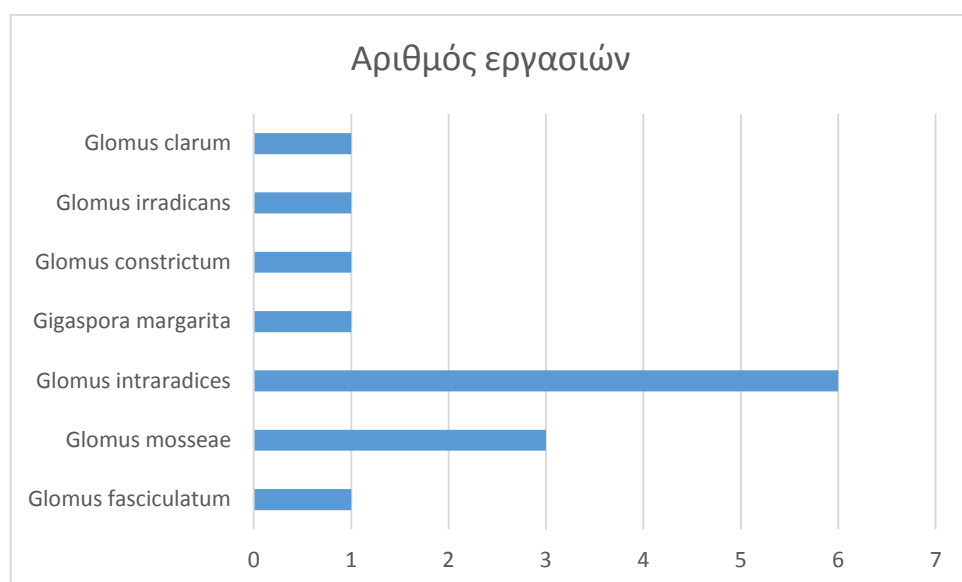
*Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας που υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας τους τύπους Richards (1954).

** Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας όπως υπολογίστηκαν μετά το πέρας του πειράματος.

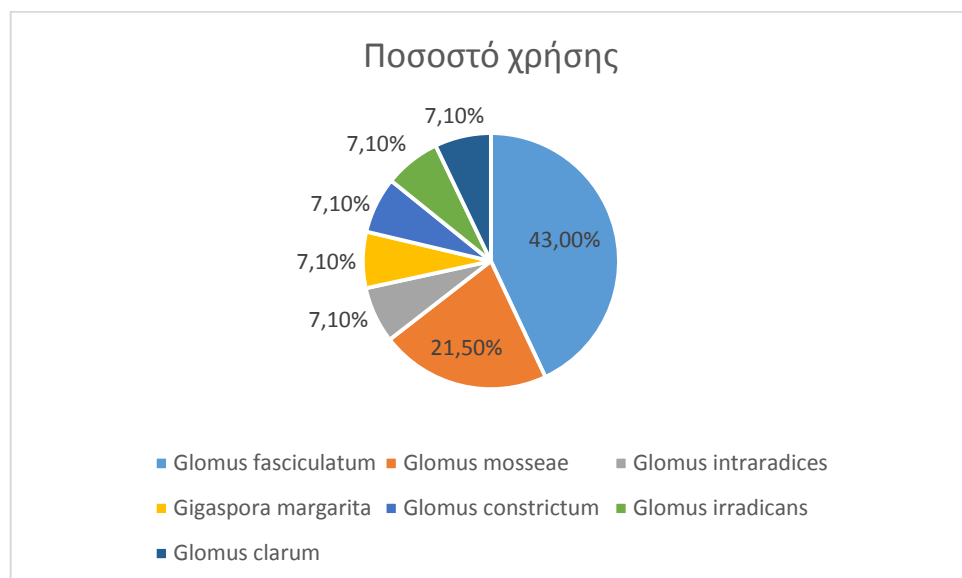
Από τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το σύνολο σχεδόν των πειραμάτων πραγματοποιήθηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες σε θερμοκήπιο ή θάλαμο ανάπτυξης, με εξαίρεση την έρευνα των Selvakumar & Thamizhiniyan (2011) , στην οποία τα νεαρά σπορόφυτα μεταφυτεύτηκαν σε εξωτερικό χώρο. Στις περισσότερες εργασίες τα νεαρά φυτά, φυτεύτηκαν σε γλάστρες με εξαίρεση την προηγούμενη

εργασία, στην οποία τα φυτεύτηκαν σε κλίνες άμμου, και την εργασία των Karoulas et al., (2020), στην οποία τα νεαρά σπορόφυτα φυτεύτηκαν σε γραμμές στο έδαφος του θερμοκηπίου. Στην εργασία των Rueda-Puentes et al., (2010), τα νεαρά σπορόφυτα αναπτύχθηκαν σε δοκιμαστικά τρυβλία.

Ο εμβολιασμός των φυτών έγινε με μονά στελέχη μυκήτων, με τον μύκητα *Glomus intraradices/Rhizophagus irregularis*, να είναι αυτός που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται ο αριθμός και το ποσοστό εργασιών στις οποίες χρησιμοποιήθηκε ο κάθε μύκητας.



Γράφημα 3. Αριθμός εργασιών (πιπεριάς) στις οποίες χρησιμοποιήθηκε κάθε είδος μύκητα.



Γράφημα 4. Ποσοστό χρήση κάθε είδους μύκητα ανά εργασία.

Στο σύνολο σχεδόν των εργασιών η αύξηση των επιπέδων αλατότητας έγινε κυρίως με την εφαρμογή NaCl, μέσω του νερού άρδευσης. Εξάιρεση αποτελεί η εργασία των Karoulas et al., (2019), στην οποία η αλατότητα προκλήθηκε από τη χρήση οργανικού λιπάσματος (κοπριά αιγοπροβάτων), στο έδαφος του θερμοκηπίου, η εργασία του Al-Amri, (2019), στην οποία η αύξηση της αλατότητας έγινε με την εφαρμογή διαλύματος θαλασσινού νερού καθώς και η εργασία του Al-Karaki, (2017),

στην οποία χρησιμοποιήθηκε διάλυμα από υφάλμυρη πηγή. Η εφαρμογή του αλατούχου διαλύματος έγινε είτε σε τακτά χρονικά διαστήματα, όπως στην εργασία των Beltrano et al., (2013), στην οποία τα φυτά πιπεριάς αρδεύονταν με αλατούχο διάλυμα μια φορά την εβδομάδα είτε με μια εφαρμογή όπως στην εργασία των Latif & Chaoxing, (2014). Στην εργασία των Cekic et al., (2012) εφαρμόστηκαν μικρές ποσότητες αλατούχου διαλύματος, μια βδομάδα μετά τη φύτευση και για χρονικό διάστημα 2 μηνών, προκειμένου να μελετηθούν οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της αλατότητας στα φυτά.

Πολλά από τα παραπάνω πειράματα εξέτασαν και άλλους παράγοντες πέρα από την επίδραση των μυκορριζών στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων της αλατότητας στα φυτά πιπεριάς. Στην εργασία των Rueda-Puentes et al., (2010), εξετάστηκε η επίδραση του μύκητα *G. intraradices* και του αζωτοδεσμευτικού βακτηρίου *K. pneumoniae*, στη φύτευση και την ανάπτυξη νεαρών σπορόφυτων (27 ημερών) 4 οικοτύπων της ποικιλίας *Capsicum annuum* var. *aviculare*, που υποβλήθηκαν σε στρες αλατότητας. Οι σπόροι των τεσσάρων εξεταζόμενων οικοτύπων λήφθηκαν από μια έντονα ξηρή περιοχή του Μεξικού προκειμένου να διαπιστωθεί η ανθεκτικότητά τους στο στρες αλατότητας. Στη συνέχεια επιλέχτηκε ο οικοτύπος (*Mazocahui*) που ανταποκρίθηκε καλύτερα και εξετάστηκε η επίδραση του μύκητα και του βακτηρίου σε συνθήκες αλατότητας σε πέντε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη. Αντίστοιχα στην εργασία των Hegazi et al., (2017) μελετήθηκε η επίδραση του μύκητα *G. irradicans*, του φωσφοροδιαλυτικού βακτηρίου *B. megaterium* και του βρασσινοστεροειδούς 24-EBL, στη μείωση των επιπτώσεων αλατότητας σε δυο διαδοχικές χρονιές. Δυο διαδοχικές χρονιές διήρκησε το πείραμα των El-Sarkassy et al., (2017), το οποίο συνέκρινε την επίδραση του μύκητα *G. fasciculatum* και χουμικού οξέος, τόσο μεμονωμένα όσο και σε συνδυασμό στην αντιμετώπιση της καταπόνησης.

Στην εργασία των Turkmen et al., (2008), έγινε σύγκριση μεταξύ δυο διαφορετικών μυκορριζών, του μύκητα *G. intraradices* και *Gi. margarita*, ως προς την ικανότητά τους να βελτιώσουν τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά φυτών πιπεριάς που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας, ενώ αντίστοιχα στην εργασία των Cekic et al., (2012), έγινε σύγκριση μεταξύ του μύκητα *G. intraradices* και *G. mosseae*. Στην εργασία των Karoulas et al., (2019), μελετήθηκε η επίδραση του *G. intraradices* σε διαφορετικές ποικιλίες πιπεριάς, την ποικιλία Raiko και την ποικιλία Arlequin, τόσο στο σπορείο όσο και μετά τη μεταφύτευσή τους στο θερμοκήπιο, στο οποίο η εφαρμογή οργανικού λιπάσματος, αύξησε την αλατότητα και τα επίπεδα P στο έδαφος. Την επίδραση του φωσφόρου και των μυκορριζών εξέτασε και η εργασία των Beltrano et al., (2013), στην οποία εξετάστηκε η επίδραση του μύκητα *G. intraradices*, σε δυο επίπεδα φωσφορικής λίπανσης, σε συνθήκες αλατότητας, ενώ στην εργασία των Al-Karaki et al., (2017), εξετάστηκε η επίδραση του εμβολιασμού των φυτών πριν την φύτευσή τους στις τελικές θέσεις ανάπτυξής τους και την έκθεσή τους σε συνθήκες καταπόνησης.

3.2.2 Αποικισμός

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν το ποσοστό αποικισμού των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς, ανά εργασία, σε συνάρτηση με την αλατότητα, όπως δόθηκαν από

τους συγγραφείς, καθώς και την επίδραση της αλατότητας στα ποσοστά αποικισμού (Πιν. 50, Πιν. 51).

Πίνακας 50. Ποσοστό αποικισμού μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς.

Ποσοστό αποικισμού μυκορριζών.					
ΜΥΚΗΤΑΣ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Glomus mosseae</i>	55,20%	42,30%		30,50%	Al- Karaki G. N., 2007
<i>Glomus intraradices</i>	66,00%	24,00%	15,00%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Glomus intraradices</i> *	80,00%		75,00%	65,00%	Beltrano et al., 2013
<i>Glomus intraradices</i> **	65,00%		63,00%	60,00%	Beltrano et al., 2013
<i>Glomus intraradices</i>	28,80%		27,80%		Turkmen et al., 2008
<i>Gigaspora margarita</i>	24,30%		39,00%		Turkmen et al., 2008
<i>Glomus constrictum</i>	80,30%	75,60%	71,30%	66,50%	Al- Amri., 2019
<i>Glomus mosseae</i>	48,00%	39,00%	30,00%	16,00%	Latef & Chaoxing, 2014
<i>Glomus intraradices</i>			12%(σ)	9,00%(θ)	Kapoulas et al., 2019
<i>Glomus intraradices</i>			14%(σ)	9,00%(θ)	Kapoulas et al., 2019
<i>Glomus clarum</i>	46,00%		24,00%	15,00%	Kaya et al., 2009

Πίνακας 51. Μείωση του ποσοστού αποικισμού των μυκορριζών σε φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση του ποσοστού αποικισμού εξαιτίας της αύξησης της αλατότητας				
ΜΥΚΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Glomus mosseae</i>	23,40%		44,70%	Al- Karaki G. N., 2007
<i>Glomus intraradices</i>	63,60%	77,30%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Glomus intraradices</i> *		6,25%	18,75%	Beltrano et al., 2013
<i>Glomus intraradices</i> **		3,10%	8,30%	Beltrano et al., 2013
<i>Glomus intraradices</i>		3,50%		Turkmen et al., 2008
<i>Gigaspora margarita</i>		-42,80%		Turkmen et al., 2008
<i>Glomus constrictum</i>	5,90%	11,20%	17,20%	Al- Amri., 2019
<i>Glomus mosseae</i>	18,75%	37,50%	66,70%	Latef & Chaoxing, 2014
<i>Glomus intraradices</i> ⁽¹⁾			33,33%	Kapoulas et al., 2019
<i>Glomus intraradices</i> ⁽²⁾			46,00%	Kapoulas et al., 2019
<i>Glomus clarum</i>		47,80%	67,40%	Kaya et al., 2009

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

(1) Ποικιλία Raiko (2) Ποικιλία Arlequin (σ) σπορείο, (θ) θερμοκήπιο

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει αυξημένο ποσοστό αποικισμού των μυκορριζών σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Το υψηλότερο ποσοστό αποικισμού σε συνθήκες απουσίας αλατότητας παρατηρήθηκε στον μύκητα *G. constrictum* (80,30%) και στον μύκητα *G. intraradices* (80,00%), σε έδαφος στο οποίο έχει δεχτεί χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (Beltrano et al., 2013). Αντίθετα το

χαμηλότερο ποσοστό αποικισμού σε συνθήκες απουσίας αλατότητας, είχε ο μύκητας *Gi. margarita* (24,30%).

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε το ποσοστό αποικισμού, σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, με τη μείωση να είναι πιο έντονη σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Εξάιρεση αποτελεί ο μύκητας *Gi. margarita*, ο οποίος παρουσίασε αύξηση του αποικισμού σε συνθήκες μέσης αλατότητας. Στο ίδιο πείραμα ο μύκητας *Gi. margarita* είχε μικρότερο ποσοστό αποικισμού από τον μύκητα *G. intraradices*, σε συνθήκες απουσίας αλατότητας, σε συνθήκες όμως μέσης αλατότητας, το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού παρατηρήθηκε στον μύκητα *Gi. margarita* (Turkmen et al., 2008).

Στατιστικά η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στο μύκητα *G. intraradices*, με ποσοστό μείωσης 63,60 και 77,30%, σε συνθήκες χαμηλής και μέσης αλατότητας (Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011). Ο ίδιος μύκητας όμως στην εργασία των Beltrano et al., (2013) είχε μικρότερα ποσοστά μείωσης και διατήρησε υψηλά ποσοστά αποικισμού ακόμα και σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίστοιχα υψηλά ποσοστά αποικισμού σε συνθήκες υψηλής αλατότητας παρατηρήθηκαν και στον μύκητα *G. constrictum*. Ο μύκητας είχε τα μεγαλύτερα ποσοστά αποικισμού σε όλα τα επίπεδα αλατότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες εργασίες. Αξίζει να σημειωθεί ότι το στέλεχος του μύκητα απομονώθηκε από ξηρό αλατώδες έδαφος (Al-Amri., 2019).

Σημαντική μείωση εξαιτίας της αλατότητας παρατηρήθηκε και στους μύκητες *G. mosseae* και *G. clarum* σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Διαφορές παρουσιάστηκαν ανάμεσα στις δυο εργασίες (Al-Karaki, 2017, Latef & Chaoxing, 2014) που χρησιμοποίησαν τον μύκητα *G. mosseae*, τόσο στα ποσοστά αποικισμού όσο και στη μεταβολή εξαιτίας της αύξησης της αλατότητας. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στον εμβολιασμό των φυτών πριν την εγκατάστασή τους στις τελικές θέσεις φύτευσης στην εργασία των Al-Karaki et al., (2017).

Στην εργασία των Karoulas et al., (2019), ο αποικισμός του μύκητα *G. intraradices* ήταν πολύ χαμηλός τόσο στο σπορείο όσο και στο θερμοκήπιο που μεταφυτεύτηκαν τα νεαρά φυτά. Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται στην άμεση επαφή του μύκητα με το αλατώδες έδαφος από την έναρξη του εμβολιασμού και στην υψηλή συγκέντρωση P του εδαφικού διαλύματος.

3.2.3 Αναπτυξιακές παράμετροι φυτικής βιομάζας

Ξηρό βάρος βλαστού

Αναλύθηκαν 42 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο ξηρό βάρος (Ξ.Β.) του βλαστού πιπεριάς. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 18 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στην αύξηση του ξηρού βάρους του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 52) και τη μεταβολή του Ξ.Β. των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 53).

Πίνακας 52. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του ξηρού βάρους του βλαστού εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum L.</i>	<i>Glomus constrictum</i>	2,70%	5,80%	20,20%	Al-Amri., 2019
	Μάρτυρας	8,50%	14,80%	39,90%	
<i>Capsicum annuum L. cv. Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	3,50%	24,1,%	34,20%	Latef & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	2,90%	30,00%	43,30%	
<i>Capsicum annuum cv. 11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>		21,20%	35,10%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		26,70%	48,70%	
<i>Capsicum annuum L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	25,60%		45,10%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	24,00%		42,40%	
<i>Capsicum annuum cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>		25,30%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>		13,50%		
	Μάρτυρας		17,20%		
<i>Capsicum annuum L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		40,00%	48,80%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		27,50%	54,80%	

Πίνακας 53. Μεταβολή του Ξ.Β. του βλαστού των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του ξηρού βάρους βλαστού των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΜΥΚΗΤΑΣ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum L.</i>	<i>Glomus constrictum</i>	17,10%	24,60%	29,40%	55,50%	Al-Amri., 2019
<i>Capsicum annuum L. cv. Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	15,00%	14,30%	24,80%	33,70%	Latef & Chaoxing, 2014
<i>Capsicum annuum cv. 11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>	10,50%		18,90%	39,70%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	31,20%	28,40%		25,00%	Al-Karaki, 2017
<i>Capsicum annuum cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	50,30%		35,60%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	36,80%		43,00%		
<i>Capsicum annuum L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	45,80%		20,80%	65,50%	El-Sarkassy et al., 2017

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αύξηση της αλατότητας μείωσε το Ξ.Β. του βλαστού τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα. Η μείωση ήταν σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση (54,80%)

στο Ξ.Β. του βλαστού παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας top star, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα τη μικρότερη επίδραση είχε η αύξηση της αλατότητας σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum*.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε το Ξ.Β. του βλαστού σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις, με την επίδραση να είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Τη μεγαλύτερη αύξηση του Ξ.Β. σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας προκάλεσε ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. fasciculatum* σε φυτά της ποικιλίας top star. Θετικά αποτελέσματα είχε και ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. constrictum*, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

Στην εργασία των Turkmen et al., (2008), ο μύκητας *G. intraradices*, αύξησε σημαντικά το Ξ.Β. του βλαστού των φυτών της ποικιλίας Demre, σε συνθήκες απουσίας αλατότητας, ενώ ο μύκητας *G. margarita*, είχε θετικότερα αποτελέσματα σε συνθήκες μέσης αλατότητας κάτι που δικαιολογείται και από τα ποσοστά αποικισμού. Τα αποτελέσματα της επίδρασης του μύκητα *G. mosseae*, στην αύξηση του Ξ.Β. του βλαστού, παρουσίασαν διαφορές, μεταξύ των εργασιών (Al-Karaki, 2017, Latif & Chaoxing, 2014). Ο προ-εμβολιασμός με τον μύκητα στην εργασία των Al-Karaki, (2017) είχε καλύτερα αποτελέσματα σε συνθήκες απουσίας και χαμηλής αλατότητας ενώ υστερούσε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Ξηρό βάρος ρίζας

Αναλύθηκαν 34 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο ξηρό βάρος (Ξ.Β.) της ρίζας των φυτών πιπεριάς. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 19 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στην αύξηση του ξηρού βάρους της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.54) και τη μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 55).

Πίνακας 54. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του ξηρού βάρους της ρίζας εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum L.</i>	<i>Glomus constrictum</i>	5,40%	11,80%	25,80%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	8,30%	16,70%	34,50%	
<i>Capsicum annuum L. cv. Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	2,70%	27,40%	47,90%	Latif & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	32,80%	45,90%	65,60%	
<i>Capsicum annuum cv. 11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>		14,50%	44,90%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		17,90%	50,70%	
<i>Capsicum annuum L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	27,30%		45,50%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	21,40%		42,90%	
<i>Capsicum annuum cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>		27,40%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>		11,80%		
	Μάρτυρας		24,50%		

Πίνακας 55. Μεταβολή του Ξ.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του Ξ.Β. της ρίζας των εμβολιασμένων φυτών %					
ΜΥΚΗΤΑΣ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Glomus constrictum</i>	10,70%	14,30%	17,10%	25,50%	Al- Amri., 2019
<i>Glomus mosseae</i>	19,70%	73,20%	60,60%	81,00%	Latef & Chaoxing, 2014
<i>Glomus clarum</i>	3,00%		7,30%	15,20%	Kaya et al., 2009
<i>Glomus mosseae</i>	30,90%	21,20%		25,00%	Al-Karakı, 2017
<i>Glomus intraradices</i>	37,70%		32,50%		Turkmen et al., 2008
<i>Gigaspora margarita</i>	28,30%		50,00%		

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αύξηση των επιπέδων της αλατότητας μείωσε το ξηρό βάρος των ριζών τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Συγκρίνοντας τα ποσοστά αναστολής του Ξ.Β. των ριζών με αυτά του βλαστού παρατηρούμε ότι η αύξηση της αλατότητας προκάλεσε μεγαλύτερη μείωση στο Ξ.Β. των ριζών των φυτών. Η μεγαλύτερη μείωση (65,60%) παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Zhongjiao, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Latef & Chaoxing, 2014). Φυτά της ποικιλίας Zhongjiao και Zingaro είχαν μεγάλη μείωση του Ξ.Β. της ρίζας τους ακόμα και σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας. Αντίθετα η μικρότερη μείωση του Ξ.Β. της ρίζας σε όλα τα επίπεδα αλατότητας παρατηρήθηκε σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum*.

Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες αύξησε το Ξ.Β. της ρίζας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, με την σημαντικότερη επίδραση να παρατηρείται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη αύξηση σε σύγκριση με τον μάρτυρα παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Zhongjiao εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae*, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, με τη μεγαλύτερη επίδραση (81,00%) σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα ο ίδιος μύκητας στην ποικιλία Zingaro δεν είχε τα αντίστοιχα αποτελέσματα, με την επίδραση να είναι πιο σημαντική σε συνθήκες απουσίας και χαμηλής αλατότητας και μικρότερη σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Στην εργασία των Turkmen et al., (2008), όπως παρατηρήθηκε αντίστοιχα και στο Ξ.Β. του βλαστού, τα θετικότερα αποτελέσματα είχε σε συνθήκες απουσίας αλατότητας ο μύκητας *G. intraradices*, ενώ σε συνθήκες μέσης αλατότητας ο μύκητας *G. margarita*.

Ξηρό βάρος φυτού

Αναλύθηκαν 78 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο ξηρό βάρος (Ξ.Β.) των φυτών πιπεριάς. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 20 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στην αύξηση του ξηρού βάρους των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.

56) και τη μεταβολή του Ξ.Β. των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 57).

Πίνακας 56. Μεταβολή του Ξ.Β. (ολικό) των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του ξηρού βάρους του φυτού εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		20,40%	36,30%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		25,60%	48,90%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans</i> *	11,30%	35,20%		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	52,90%	57,90%		
	<i>Glomus irradicans</i> *	5,40%	30,60%		
	Μάρτυρας*	49,70%	59,20%		
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	8,00%	16,50%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	12,50%	47,60%		
<i>Capsicum annuum</i> var. aviculare	<i>Glomus intraradices</i> ⁽¹⁾		-18,20%	-42,40%	Rueda - Puente et al., 2010
	Μάρτυρας ⁽¹⁾		30,30%	0,00%	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽²⁾		7,40%	0,00%	
	Μάρτυρας ⁽²⁾		11,40%	45,70%	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽³⁾		-200,00%	-171,40%	
	Μάρτυρας ⁽³⁾		55,20%	6,90%	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽⁴⁾		-144,00%	-32,00%	
	Μάρτυρας ⁽⁴⁾		-32,30%	-70,90%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}		-225,00%	-200,00%	
	Μάρτυρας ^{(1)*}		-45,50%	-100,00%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}		-175,00%	-200,00%	
	Μάρτυρας ^{(1)*}		-81,80%	-31,30%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}		-225,00%	-200,00%	
	Μάρτυρας ^{(1)*}		-31,30%	-100,00%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}		-225,00%	-200,00%	
	Μάρτυρας ^{(1)*}		-31,30%	-100,00%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}		-225,00%	-200,00%	
	Μάρτυρας ^{(1)*}		-31,30%	-100,00%	

Πίνακας 57. Μεταβολή του Ξ.Β. των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του ξηρού βάρους των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. <i>11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>	9,60%		17,20%	36,70%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum</i> L. cv <i>Marconi</i>	<i>Glomus irradicans</i> *	3,60%	95,30%	59,80%		Hegazi et al., 2017
	<i>Glomus irradicans</i> *	4,30%	96,30%	77,30%		
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>PKM</i>	<i>Glomus intraradices</i>	14,90%	21,00%	83,30%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>aviculare</i>	<i>Glomus intraradices</i> ⁽¹⁾	0,00%		69,60%	42,40%	Rueda - Puente et al., 2010
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽²⁾	-22,80%		-19,30%	42,10%	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽³⁾	-75,80%		61,50%	-29,60%	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽⁴⁾	-19,40%		48,80%	37,70%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	-27,30%		62,50%	9,10%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	-27,30%		10,00%	50,00%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	-27,30%		62,50%	9,10%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	-27,30%		62,50%	9,10%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	-27,30%		62,50%	9,10%	

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus irradicans* σε δυο διαδοχικές χρονιές.

(1) οικ. Baviacora , (2) οικ. Arizpe (3) οικ. La Tortuga , (4) οικ. Mazocahui

(1)* Επίδραση αλατότητας και μύκητα *Glomus intraradices* στον οικότυπο Mazocahui σε πέντε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη (5/15, 10/20, 15/25, 20/30, 30/35).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αύξηση της αλατότητας μείωσε το ξηρό βάρος τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα. Η μείωση ήταν σημαντική σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Marconi, με ποσοστό 52,90 και 49,70% σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας και 57,90 και 59,20% σε συνθήκες μέσης αλατότητας τις δυο χρονιές διεξαγωγής του πειράματος. Τα εμβολιασμένα φυτά της ίδιας ποικιλίας παρουσίασαν πολύ μικρότερη μείωση του ξηρού βάρους.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε σημαντικά το ξηρό βάρος των φυτών σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Αντίθετα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας το Ξ.Β. των εμβολιασμένων φυτών δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική μεταβολή σε σχέση με τον μάρτυρα. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε σε φυτά των ποικιλιών Marconi και PKM εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. intraradices*, σε συνθήκες

χαμηλής και μέσης αλατότητας. Η επίδραση του μύκητα ήταν σημαντική καθώς τα εμβολιασμένα φυτά είχαν σχεδόν διπλάσιο Ξ.Β. σε σχέση με τον μάρτυρα.

Διαφορές παρατηρήθηκαν στη μεταβολή του Ξ.Β. των νεαρών σπορόφυτων των τεσσάρων εξεταζόμενων οικοτύπων της ποικιλίας *aniculare*, από την επίδραση της αλατότητας και του εμβολιασμού τους με τον μύκητα *G. intraradices*. Σχεδόν στο σύνολό τους τα σπορόφυτα παρουσίασαν αύξηση του Ξ.Β., τόσο σε συνθήκες μέσης όσο και υψηλής αλατότητας, με την αύξηση να είναι μεγαλύτερη στα εμβολιασμένα φυτά. Από τους τέσσερις οικοτύπους η καλύτερη απόκριση παρατηρήθηκε στον οικοτύπο *Mazocahui*. Ο συγκεκριμένος οικοτύπος επιλέχθηκε και μελετήθηκε ως προς την επίδραση της αλατότητας, του εμβολιασμού με τον μύκητα και της θερμοκρασίας. Από τα αποτελέσματα δε φαίνεται η θερμοκρασία να έχει κάποια επίδραση στη μεταβολή του ξηρού βάρους, ενώ ο εμβολιασμός με τον μύκητα αύξησε σημαντικά το Ξ.Β. μόνο σε συνθήκες μέσης αλατότητας.

Φυλλική επιφάνεια φυτού

Αναλύθηκαν 34 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη φυλλική επιφάνεια (Φ.Ε.) των φυτών. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 21 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.58) και την μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 59).

Πίνακας 58. Μεταβολή της Φ.Ε. φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης της φυλλικής επιφάνειας εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	0,00%	2,90%	11,40%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	2,00%	4,80%	20,00%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. <i>Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	12,30%	24,70%	35,60%	Latef & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	6,80%	32,00%	46,40%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv <i>top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		51,40%	68,50%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		63,40%	82,50%	
<i>Capsicum annuum</i> L. <i>California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices</i> *		7,60%	12,10%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας*		62,80%	79,50%	
	<i>Glomus intraradices</i> **		5,50%	27,30%	
	Μάρτυρας**		5,70%	22,20%	

Πίνακας 59. Μεταβολή της Φ.Ε των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης της φυλλικής επιφάνειας των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	40,00%	43,70%	42,90%	55,00%	Al-Amri., 2019
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. Zhongjiao	<i>Glomus mosseae</i>	16,80%	9,90%	29,40%	40,30%	Latef & Chaoxing, 2014
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	32,40%		75,70%	138,60%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus intraradices</i> *	0,00%		150,50%	331,70%	Beltrano et al., 2013
<i>California Wonder</i> 300	<i>Glomus intraradices</i> **	0,00%		0,00%	-6,20%	

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η αύξηση του επιπέδου της αλατότητας, μείωσε την φυλλική επιφάνεια τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα, παρόλο που η μείωση στα εμβολιασμένα φυτά ήταν μικρότερη. Η μεγαλύτερη μείωση της φυλλικής επιφάνειας (82,50%) παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας top star, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα η μικρότερη μείωση της φυλλικής επιφάνειας σε όλα τα επίπεδα αλατότητας παρατηρήθηκε σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum*.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε σημαντικά την φυλλική επιφάνεια των φυτών, κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Σημαντική αύξηση σε σχέση με τον μάρτυρα παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας top star, εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum*, σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας με ποσοστό 75,70 και 138,60% αντίστοιχα.

Σημαντική επίδραση στη μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας και την απόδοση του εμβολιασμού έχει και το επίπεδο φωσφόρου στο εδαφικό διάλυμα. Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), φυτά τα οποία αναπτύχθηκαν σε έδαφος με υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης δεν παρουσίασαν σημαντική μείωση της φυλλικής τους επιφάνειας εξαιτίας της αλατότητας, ενώ ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. intraradices*, δεν επέφερε καμία μεταβολή σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα τα φυτά που δέχτηκαν χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης είχαν σημαντική μείωση της φυλλικής τους επιφάνειας, τόσο σε συνθήκες μέσης όσο και υψηλής αλατότητας. Τα εμβολιασμένα φυτά είχαν πολύ μικρότερα ποσοστά μείωσης, αντίστοιχα με των φυτών που είχαν δεχτεί το υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης. Στην περίπτωση αυτή ο μύκητας *G. intraradices*, αύξησε σημαντικά την φυλλική επιφάνεια των φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες μέσης (150,50%) και υψηλής αλατότητας (331,70%). Σε συνθήκες απουσίας αλατότητας δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα.

Ύψος φυτού

Αναλύθηκαν 98 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στο ύψος των φυτών. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 22 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στο ύψος των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 60) και την μεταβολή του ύψους των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 61).

Πίνακας 60. Μεταβολή του ύψους των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Αναστολή της αύξησης του ύψους των φυτών εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	8,00%	16,50%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	12,50%	47,60%		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans</i> *	-2,00%	7,20%		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	20,20%	29,10%		
	<i>Glomus irradicans</i> *	10,00%	18,30%		
	Μάρτυρας*	17,80%	30,60%		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	2,50%	12,50%	26,20%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	11,20%	18,60%	34,00%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>		-7,10%	-5,20%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		5,30%	16,70%	
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	14,80%		24,30%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	6,20%		14,10%	
<i>Capsicum annuum</i> cv Demre	<i>Glomus intraradices</i>		12,60%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>		10,00%		
	Μάρτυρας		25,20%		
<i>Capsicum annuum</i> var. aviculare	<i>Glomus intraradices</i> **		0,90%	40,00%	Rueda - Puente et al., 2010
	Μάρτυρας**		51,50%	88,30%	
	<i>Glomus intraradices</i> **		88,50%	71,80%	
	Μάρτυρας**		55,60%	82,50%	
	<i>Glomus intraradices</i> **		67,30%	56,00%	
	Μάρτυρας**		78,50%	80,20%	
	<i>Glomus intraradices</i> **		5,30%	5,00%	
	Μάρτυρας**		2,70%	6,80%	

<i>Glomus intraradices</i> ***		7,10%	6,70%
Μάρτυρας***		3,70%	9,20%
<i>Glomus intraradices</i> ***		11,60%	-3,10%
Μάρτυρας***		4,50%	-2,20%
<i>Glomus intraradices</i> ***		5,30%	5,00%
Μάρτυρας***		2,80%	6,80%
<i>Glomus intraradices</i> ***		5,20%	4,90%
Μάρτυρας***		2,70%	6,70%
<i>Glomus intraradices</i> ***		5,20%	4,90%
Μάρτυρας***		2,70%	6,60%

Πίνακας 61. Μεταβολή του ύψους των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Προώθηση της αύξησης του ύψους των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	14,90%	21,00%	83,30%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans</i> *	3,20%	31,50%	35,00%		Hegazi et al., 2017
	<i>Glomus irradicans</i> *	12,80%	23,50%	32,90%		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	40,70%	54,50%	51,30%	57,40%	Al- Amri., 2019
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	-8,50%		3,40%	15,80%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	30,00%	18,00%		14,40%	Al-Karaki, 2017
<i>Capsicum annuum</i> cv Demre	<i>Glomus intraradices</i>	31,30%		53,30%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	21,60%		46,30%		
<i>Capsicum annuum</i> var. aviculare	<i>Glomus intraradices</i> ⁽¹⁾	52,10%		210,70%	677,80%	Rueda - Puente et al., 2010
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽²⁾	71,90%		-123,50%	176,70%	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽³⁾	24,00%		88,50%	175,00%	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽⁴⁾	1,30%		-1,30%	3,30%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	1,80%		-1,80%	4,60%	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	3,60%		-4,20%	4,40%	

<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	1,30%		-1,40%	3,30%
<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	1,30%		-1,40%	3,20%
<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	1,30%		-1,30%	3,20%

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus intraradices* σε δυο διαδοχικές χρονιές.

(1) οικ. Baviacora , (2) οικ. Arizpe (3) οικ. La Tortuga , (4) οικ. Mazocahui

(1)* Επίδραση αλατότητας και μύκητα *Glomus intraradices* στον οικοτύπο Mazocahui σε πέντε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη (5/15, 10/20, 15/25, 20/30, 30/35).

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε το ύψος τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα. Η επίδραση δεν ήταν το ίδιο σημαντική σε όλες τις περιπτώσεις. Μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας PKM, παρουσίασαν μείωση στο ύψος τους κατά 47,60% σε συνθήκες μέσης αλατότητας, ενώ αντίθετα στις ίδιες συνθήκες η μείωση σε φυτά της ποικιλίας top star ήταν μόλις 5,30%. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο, τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν σημαντικά μικρότερη μείωση του ύψους τους, σε σχέση με τον μάρτυρα.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες είχε θετικά αποτελέσματα στην αύξηση του ύψους των φυτών. Τη μεγαλύτερη θετική επίδραση είχε ο μύκητας *G. constrictum*, ο οποίος αύξησε σημαντικά το ύψος των εμβολιασμένων φυτών σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Η μικρότερη επίδραση παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας top star, εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum*. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη συγκεκριμένη ποικιλία η αλατότητα δεν είχε σημαντική επίδραση στο ύψος των φυτών.

Σε συνθήκες μέσης αλατότητας σημαντική ήταν και η επίδραση του μύκητα *G. intraradices*, στα φυτά της ποικιλίας PKM, η οποία επηρεάστηκε έντονα από την αύξηση του επιπέδου της αλατότητας. Στην εργασία των Turkmen et al., (2008), ο μύκητας *G. intraradices*, είχε θετικότερη επίδραση σε σχέση με τον μύκητα *Gi. margarita*, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

Η αλατότητα μείωσε σημαντικά το ύψος των τριών οικοτύπων (Baviacora, Arizpe και La Tortuga), της ποικιλίας aniculare, ενώ δεν είχε σημαντική επίδραση στο ύψος των σπορόφυτων του οικοτύπου Mazocahui. Ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. intraradices* αύξησε σημαντικά το ύψος των φυτών, σε σχέση με τον μάρτυρα, των τριών οικοτύπων, δεν επηρέασε όμως το ύψος του οικοτύπου Mazocahui. Στον ίδιο οικοτύπο, η θερμοκρασία δεν επηρέασε την επίδραση της αλατότητας ή των μυκορριζών στο ύψος των φυτών. Σε πραγματικές τιμές ωστόσο το ύψος των φυτών του οικοτύπου Mazocahui, ήταν πολλαπλάσιο των άλλων οικοτύπων ενώ το ύψος των φυτών ήταν μεγαλύτερο στα θερμοκρασιακά εύρη 15/25, 20/30 και 25/35°C, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των παραπάνω θερμοκρασιών.

3.2.4 Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα

Αναλύθηκαν 80 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών πιπεριάς. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 23 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (N, P, K) και των ιόντων Na στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 62) και τη μεταβολή της συγκέντρωσης των παραπάνω θρεπτικών στοιχείων και των ιόντων νατρίου στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν.63, 64).

Πίνακας 62. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων και ιόντων Na στα φύλλα φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της συγκέντρωσης N εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		22,00%	38,80%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		32,00%	59,00%	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	22,60%	43,20%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	48,80%	59,00%		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	-0,60%	5,30%	8,20%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	0,30%	12,50%	26,80%	
Μείωση της συγκέντρωσης P εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		22,90%	37,10%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		20,80%	37,50%	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	25,00%	38,90%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	32,10%	50,00%		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	0,00%	10,00%	16,70%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	5,90%	29,40%	47,10%	
Μείωση της συγκέντρωσης K εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		32,30%	47,50%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		45,50%	65,20%	

<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	30,70%	41,70%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	41,40%	58,00%		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	6,40%	23,70%	29,10%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	12,10%	31,60%	41,60%	
Αύξηση της συγκέντρωσης Na εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		218,70%	268,70%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		300,00%	429,60%	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	251,70%	265,50%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	395,50%	531,80%		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	46,90%	63,70%	88,50%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	63,30%	85,00%	140,80%	

Πίνακας 63. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της συγκέντρωσης N των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	-0,30%		14,40%	48,60%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	0,30%	51,90%	39,00%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	13,60%	13,90%	22,90%	42,40%	Al- Amri., 2019
Αύξηση της συγκέντρωσης P των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	45,80%		42,10%	46,70%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	28,60%	42,10%	57,10%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	76,50%	87,50%	125,00%	177,80%	Al- Amri., 2019
Αύξηση της συγκέντρωσης K των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum</i>	<i>Glomus</i>	5,90%		31,40%	60,00%	Kaya et al.,

<i>annuum</i> <i>cv. 11B 14</i>	<i>clarum</i>					2009
<i>Capsicum</i> <i>annuum</i> <i>var. PKM</i>	<i>Glomus</i> <i>intraradices</i>	6,10%	25,50%	47,40%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum</i> <i>annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus</i> <i>constrictum</i>	8,50%	15,50%	21,00%	31,70%	Al- Amri., 2019

Πίνακας 64. Μεταβολή της συγκέντρωσης ιόντων Na στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα.

Μείωση της συγκέντρωσης Na των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum</i> <i>annuum</i> <i>cv. 11B 14</i>	<i>Glomus</i> <i>clarum</i>	-18,50%		5,60%	17,50%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum</i> <i>annuum</i> <i>var. PKM</i>	<i>Glomus</i> <i>intraradices</i>	-31,80%	6,40%	31,10%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum</i> <i>annuum L.</i>	<i>Glomus</i> <i>constrictum</i>	5,80%	15,30%	16,70%	26,30%	Al- Amri., 2019

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση N στα φύλλα των φυτών, με τη μείωση να είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση στη συγκέντρωση N παρατηρήθηκε σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας PKM, σε συνθήκες χαμηλής (48,80%) και μέσης (59,00%) αλατότητας. Αντίστοιχα και η ποικιλία 11B 14, είχε σημαντική μείωση σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Η μικρότερη επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση N στα φύλλα, παρατηρήθηκε σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum*.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση N στα φύλλα των φυτών κυρίως σε συνθήκες αλατότητας, ενώ αντίθετα δεν υπήρχε διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Το σύνολο των εξεταζόμενων μυκήτων (*G. intraradices*, *G. clarum* και *G. constrictum*) είχε θετικά αποτελέσματα στην αύξηση της συγκέντρωσης N κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας.

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε σημαντικά και την συγκέντρωση του P στα φύλλα των φυτών, με τη μείωση να αυξάνεται προοδευτικά, με την αύξηση των επιπέδων αλατότητας. Όπως αντίστοιχα και παραπάνω η μεγαλύτερη μείωση P στα φύλλα παρατηρήθηκε στις ποικιλίες PKM και 11B 14, ενώ η μικρότερη επίδραση υπήρξε σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum*.

Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P στα φύλλα σε σύγκριση με τον μάρτυρα τόσο σε συνθήκες αλατότητας, όσο και σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Η επίδραση μάλιστα ήταν πιο σημαντική σε σχέση με τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία. Η μεγαλύτερη διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα παρατηρήθηκε στα φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum*, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

Η αλατότητα μείωσε και τη συγκέντρωση του K στα φύλλα, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Ποσοστιαία η μείωση της συγκέντρωσης K ήταν μεγαλύτερη σε σχέση

με τα υπόλοιπα στοιχεία. Η μείωση ήταν σημαντική τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, στα εμβολιασμένα φυτά όμως η επίδραση ήταν μικρότερη.

Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση K στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Αντίθετα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας η επίδραση δεν ήταν σημαντική. Η μεγαλύτερη αύξηση στη συγκέντρωση K σε σχέση με τον μάρτυρα παρατηρήθηκε σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. clarum*.

Η συγκέντρωση Na στα φύλλα των φυτών αυξήθηκε σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα. Τα μη εμβολιασμένα φυτά όμως είχαν μεγαλύτερη αύξηση των ιόντων Na στα φύλλα τους. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας PKM, σε συνθήκες χαμηλής (395,50%) και μέσης (531,80%) αλατότητας.

Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες μείωσε τη συγκέντρωση Na στα φύλλα των φυτών κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας η συγκέντρωση δεν διέφερε ανάμεσα στα εμβολιασμένα φυτά και τον μάρτυρα.

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό

Αναλύθηκαν 150 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό των φυτών πιπεριάς. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 24 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (N, P, K, Ca και του λόγου K/Na) και ιόντων Na στο βλαστό των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν.65) και τη μεταβολή της συγκέντρωσης των παραπάνω θρεπτικών στοιχείων και των ιόντων νατρίου στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 66).

Πίνακας 65. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, του λόγου K/Na και των ιόντων Na στους βλαστούς των φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της συγκέντρωσης N εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		12,90%	33,90%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		17,50%	46,40%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus intraradices*</i>		2,30%	11,40%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		0,00%	4,30%	
<i>California Wonder</i> <i>300</i>	<i>Glomus intraradices**</i>		-9,80%	-4,90%	
	Μάρτυρας		0,00%	9,80%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	17,20%		38,60%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	24,30%		43,80%	

Μείωση της συγκέντρωσης P εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		24,40%	52,20%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		27,10%	53,90%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>		1,10%	13,80%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		0,00%	52,20%	
	<i>Glomus intraradices**</i>		2,90%	7,10%	
	Μάρτυρας		1,10%	13,80%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	3,10%		21,90%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	14,30%		25,00%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>		-17,70%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>		-13,50%		
	Μάρτυρας		-6,30%		
Μείωση της συγκέντρωσης K εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		18,60%	34,90%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		21,40%	30,80%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>		-10,50%	-10,50%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		0,00%	23,10%	
	<i>Glomus intraradices**</i>		-14,10%	-14,10%	
	Μάρτυρας		0,00%	14,30%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	17,80%		37,60%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	33,20%		42,20%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>		12,10%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>		11,80%		
	Μάρτυρας		20,50%		
Μείωση της συγκέντρωσης Ca εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus intraradices*</i>		5,40%	-5,40%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		0,00%	-24,20%	

California Wonder 300	Glomus intraradices**		-8,80%	-26,50%	
	Μάρτυρας		0,00%	-11,40%	
Capsicum annuum cv Demre	Glomus intraradices		-6,90%		Turkmen et al., 2008
	Gigaspora margarita		14,30%		
	Μάρτυρας		19,70%		
Αύξηση της συγκέντρωσης Na εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
Capsicum annuum L. cv top star	Glomus fasciculatum		15,10%	67,40%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		42,40%	74,20%	
Capsicum annuum L. California Wonder 300	Glomus intraradices*		96,00%	211,30%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		0,00%	260,20%	
	Glomus intraradices**		164,20%	315,10%	
	Μάρτυρας		0,00%	179,40%	
Capsicum annuum L., cv. Zingaro	Glomus mosseae	291,30%		387,00%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	309,40%		381,30%	
Capsicum annuum cv Demre	Glomus intraradices		65,50%		Turkmen et al., 2008
	Gigaspora margarita		11,30%		
	Μάρτυρας		23,70%		
Μείωση του λόγου K/Na εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
Capsicum annuum L. California Wonder 300	Glomus intraradices*		45,40%	64,60%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		0,00%	79,00%	
	Glomus intraradices**		61,50%	73,70%	
	Μάρτυρας		0,00%	70,00%	
Capsicum annuum cv Demre	Glomus intraradices		29,80%		Turkmen et al., 2008
	Gigaspora margarita		20,40%		
	Μάρτυρας		39,80%		

Πίνακας 66. Μεταβολή της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, του λόγου K/Na και των ιόντων Na των εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της συγκέντρωσης N των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ

<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	4,30%		10,20%	28,70%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>	-6,40%		-8,50%	8,90%	Beltrano et al., 2013
	<i>Glomus intraradices**</i>	-19,60%		-11,80%	-6,50%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	3,10%	12,90%		12,60%	Al-Karaki, 2017
Αύξηση της συγκέντρωσης P των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	16,80%		21,10%	21,20%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>	13,00%		11,70%	103,60%	Beltrano et al., 2013
	<i>Glomus intraradices**</i>	7,70%		5,80%	16,10%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	14,30%	29,20%		19,00%	Al-Karaki, 2017
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	0,00%		10,40%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	8,80%		16,20%		
Αύξηση της συγκέντρωσης K των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	17,10%		21,40%	10,10%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>	-2,60%		7,70%	40,00%	Beltrano et al., 2013
	<i>Glomus intraradices**</i>	7,60%		22,80%	43,30%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	5,30%	29,60%		13,90%	Al-Karaki, 2017
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	-7,40%		2,40%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	-15,30%		-5,20%		
Αύξηση της συγκέντρωσης Ca των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i>	<i>Glomus intraradices*</i>	12,10%		6,10%	-4,90%	Beltrano et al.,

<i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices**</i>	-2,90%		5,70%	10,30%	2013
<i>Capsicum annuum cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	-12,90%		16,00%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	-11,50%		-5,50%		
Μείωση της συγκέντρωσης Na των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	4,80%		29,90%	8,50%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>	62,70%		26,80%	67,70%	Beltrano et al., 2013
	<i>Glomus intraradices**</i>	68,80%		17,60%	53,70%	
<i>Capsicum annuum L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	28,10%	31,30%		27,30%	Al-Karaki, 2017
<i>Capsicum annuum cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	35,10%		13,10%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	31,90%		38,70%		
Αύξηση του λόγου K/Na των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>	166,70%		45,60%	350,30%	Beltrano et al., 2013
	<i>Glomus intraradices**</i>	259,70%		38,50%	215,00%	
<i>Capsicum annuum cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	23,90%		44,40%		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	24,10%		64,00%		

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Η συγκέντρωση του N μειώθηκε στους βλαστούς των φυτών κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Τη μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης N είχαν τα μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας top star, ενώ σημαντική μείωση είχαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας και τα μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Zingaro. Ο εμβολιασμός των ποικιλιών αυτών με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση N σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας με πιο σημαντική επίδραση αυτή του μύκητα *G. fasciculatum*.

Στην εργασία των Beltrano et al., (2013) μικρή μείωση στη συγκέντρωση του N στους βλαστούς παρατηρήθηκε μόνο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Μη εμβολιασμένα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε το υψηλότερο ποσοστό φωσφορικής λίπανσης είχαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση N σε συνθήκες απουσίας και μέσης αλατότητας. Αντίθετα τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα *G. intraradices*, είχαν

μειωμένη συγκέντρωση N σε σχέση με τον μάρτυρα, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Ο εμβολιασμός με τον μύκητα αύξησε μόνο τη συγκέντρωση του N σε φυτά στα οποία εφαρμόστηκε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση του P στους βλαστούς κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στην ποικιλία top star, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα. Στην ίδια ποικιλία ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. fasciculatum* αύξησε τη συγκέντρωση P σε σχέση με το μάρτυρα, σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας σε ποσοστό 21,10 και 21,20% αντίστοιχα.

Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), μείωση της συγκέντρωσης P στους βλαστούς παρατηρήθηκε μόνο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, σε φυτά στα οποία εφαρμόστηκε το χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης. Στις συνθήκες αυτές ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. intraradices*, αύξησε σημαντικά (103,60%) τη συγκέντρωση P σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα η επίδραση της αλατότητας δεν επέφερε σημαντική μείωση στη συγκέντρωση P, στα φυτά που δέχτηκαν το υψηλότερο επίπεδο φωσφορικής λίπανσης ενώ ούτε και η επίδραση του εμβολιασμού, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίστοιχα και στην εργασία των Karoulas et al., (2019), στην οποία τα φυτά αναπτύχθηκαν σε αλατούχο έδαφος με υψηλή συγκέντρωση P, δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της συγκέντρωσής του στους ιστούς των φυτών.

Αντίθετα τόσο στον μάρτυρα όσο και στα εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Demre, η αύξηση της αλατότητας αύξησε την συγκέντρωση P στους βλαστούς των φυτών. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση P, τόσο σε συνθήκες απουσίας όσο και μέσης αλατότητας παρατηρήθηκε σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *Gi. margarita*. Στην εργασία των Cekic et al., (2011), η μακροπρόθεσμη αλατότητα μείωσε τη συγκέντρωση P στους βλαστούς και τα φύλλα τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα. Τα εμβολιασμένα φυτά όμως είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση, με τον μύκητα *G. intraradices*, να έχει θετικότερα αποτελέσματα σε σχέση με τον *G. mosseae*.

Η συγκέντρωση K στους βλαστούς μειώθηκε με την αύξηση του επιπέδου αλατότητας, με τη μεγαλύτερη μείωση να παρατηρείται στις ποικιλίες top star και Zingaro σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Ο εμβολιασμός των παραπάνω ποικιλιών με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση K στα εμβολιασμένα φυτά κυρίως σε συνθήκες χαμηλής και μέσης αλατότητας αντίστοιχα.

Τα εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας California Wonder 300 με τον μύκητα *G. intraradices*, παρουσίασαν αύξηση της συγκέντρωσης K σε όλα τα επίπεδα αλατότητας ανεξάρτητα από το επίπεδο φωσφορικής λίπανσης. Ο εμβολιασμός των φυτών με τον μύκητα προκάλεσε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης καλίου σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, καθώς ενώ στα εμβολιασμένα η συγκέντρωση K αυξήθηκε, στον μάρτυρα μειώθηκε σημαντικά.

Στην εργασία των Turkmen et al., (2008), τόσο τα εμβολιασμένα φυτά όσο και ο μάρτυρας παρουσίασαν μείωση της συγκέντρωσης K σε συνθήκες μέσης αλατότητας, ενώ κανένας από τους δυο μύκητες που εφαρμόστηκαν (*G. intraradices*, *Gi. margarita*), δεν είχε θετική επίδραση.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω, η συγκέντρωση Ca, δεν παρουσίασε μείωση με την άνοδο της αλατότητας. Στις περισσότερες περιπτώσεις η συγκέντρωση παρέμεινε

σταθερή ή παρουσίασε μικρή αύξηση ενώ ο εμβολιασμός με μυκόρριζες δεν είχε σημαντική επίδραση στην αύξηση της συγκέντρωσης ασβεστίου.

Η άνοδος των επιπέδων αλατότητας αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση ιόντων Na στο σύνολο των φυτών, με τα εμβολιασμένα φυτά όμως να παρουσιάζουν μικρότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τον μάρτυρα. Η σημαντικότερη επίδραση στη μείωση της συγκέντρωσης Na, είχαν τα φυτά της ποικιλίας California Wonder 300, εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. intraradices*, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ανεξάρτητα από το επίπεδο της φωσφορικής λίπανσης. Σε απόλυτες τιμές, ωστόσο, μεταξύ των δυο εφαρμογών μικρότερη συγκέντρωση νατρίου σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας είχαν τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε το χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης. Αντίθετα στην εργασία των Turkmen et al., (2008), τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα *Gi. margarita* είχαν μικρότερη συγκέντρωση νατρίου σε σχέση με τα φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. intraradices*. Η συγκέντρωση και στις δυο περιπτώσεις ήταν μικρότερη σε σχέση με τον μάρτυρα.

Τα παραπάνω αποτυπώνονται και στον λόγο K/Na, ο οποίος μειώθηκε σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας στο σύνολο των φυτών. Τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μικρότερη μείωση του λόγου K/Na, με την επίδραση να είναι σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας στα φυτά της ποικιλίας California Wonder 300, εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. intraradices*, ανεξάρτητα από το επίπεδο φωσφορικής λίπανσης.

3.2.5. Παράμετροι φωτοσύνθεσης

Συγκέντρωση της χλωροφύλλης (ολική)

Αναλύθηκαν 30 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Chl) των φυτών πιπεριάς. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 25 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 67) και την μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα εμβολιασμένα φυτά σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 68).

Πίνακας 67. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl σε φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Μεταβολή της περιεκτικότητας Chl συναρτήση της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		8,00%	14,00%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		19,20%	28,30%	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	12,10%	18,00%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	15,90%	26,00%		
<i>Capsicum annuum</i> L. California	<i>Glomus intraradices</i> *		11,50%	17,80%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		17,50%	25,30%	

Wonder 300	Glomus intraradices**		14,00%	12,60%	
	Μάρτυρας		0,00%	25,00%	
Capsicum annuum L. cv top star	Glomus fasciculatum		-5,10%	20,40%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		5,90%	35,50%	

Πίνακας 68. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της Chl των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
Capsicum annuum cv. 11B 14	Glomus clarum	1,50%		15,50%	21,80%	Kaya et al., 2009
Capsicum annuum var. PKM	Glomus intraradices	14,90%	20,00%	27,30%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
Capsicum annuum L. California Wonder 300	Glomus intraradices*	2,00%		9,50%	12,20%	Beltrano et al., 2013
	Glomus intraradices**	5,10%		-8,90%	22,50%	
Capsicum annuum L. cv top star	Glomus fasciculatum	20,10%		19,10%	48,20%	El-Sarkassy et al., 2017

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα, τόσο των εμβολιασμένων φυτών, όσο και του μάρτυρα. Στα εμβολιασμένα φυτά, ωστόσο η μείωση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης ήταν μικρότερη. Σημαντική μείωση παρατηρήθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, σε μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας top star. Αντίθετα η ίδια ποικιλία σε συνθήκες μέσης αλατότητας είχε ελάχιστη μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης.

Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στα δυο επίπεδα φωσφορικής λίπανσης, όσο αφορά τη μείωση στη συγκέντρωση χλωροφύλλης, με την αύξηση της αλατότητας, ενώ ούτε ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. intraradices*, επηρέασε τη συγκέντρωση της στα εμβολιασμένα φυτά. Σε απόλυτες τιμές υπήρξε διαφορά μεταξύ των δυο επεμβάσεων, με τα φυτά που δέχτηκαν τη μικρότερη ποσότητα φωσφορικής λίπανσης να έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Φυτά της ποικιλίας top star, εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum*, είχαν τη μεγαλύτερη αύξηση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης σε σχέση με τον μάρτυρα.

Στην εργασία των Cekic et al., (2011), η εφαρμογή αλατότητας μακροπρόθεσμα, μείωσε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης κυρίως στα μη εμβολιασμένα φυτά. Ανάμεσα στους δυο μύκητες που εξεταστήκαν (*G. intraradices* και *G. mosseae*), μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης παρουσίασαν φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. intraradices*, εκτός από το υψηλότερο επίπεδο αλατότητας. Σ' αυτές τις συνθήκες, ο μάρτυρας και τα φυτά εμβολιασμένα *G. mosseae*, είχαν καλύτερη απόκριση καθώς παρουσίασαν μια μικρή αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης, ενώ αντίθετα τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα *G. intraradices* είχαν σημαντική μείωση.

Συγκέντρωση χλωροφύλλης α

Αναλύθηκαν 24 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α (Chl a). Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 26 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 69) και την μεταβολή της συγκέντρωσης της στα εμβολιασμένα φυτά σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 70).

Πίνακας 69. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a σε φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Μεταβολή της περιεκτικότητας Chl a εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		8,70%	14,80%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		23,80%	29,70%	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	0,00%	10,40%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	15,80%	21,10%		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>		11,20%	33,20%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		24,10%	50,90%	
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	21,60%	53,70%	70,10%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	19,30%	41,00%	56,60%	

Πίνακας 70. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της Chl a των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	0,00%		20,60%	22,10%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	0,00%	20,50%	14,30%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011

<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	20,10%		19,10%	48,20%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus constrictum</i>	61,40%	56,70%	26,50%	11,10%	Al- Amri., 2019

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης α στα φύλλα τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μικρότερη μείωση σε σχέση με τον μάρτυρα, στο σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων. Εξαίρεση αποτελεί η εργασία του Al-Amri, (2019), στην οποία παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α ακόμα και σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας, με τη μείωση να είναι πιο έντονη στα εμβολιασμένα φυτά, παρόλο που σε απόλυτες τιμές είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης α στο σύνολο των φυτών, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Φυτά εμβολιασμένα με του μύκητες *G. intraradices* και *G. clarum* δεν παρουσίασαν διαφορές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης α σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας, ενώ αντίθετα η σημαντικότερη μεταβολή σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum* ήταν σε συνθήκες απουσίας και χαμηλής αλατότητας.

Συγκέντρωση χλωροφύλλης β

Αναλύθηκαν 24 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 27 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα (Πιν. 71) και τη μεταβολή της συγκέντρωσης της στα εμβολιασμένα φυτά σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 72).

Πίνακας 71. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl b στα φυτά πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Μεταβολή της περιεκτικότητας Chl b συναρτήσει της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv. 11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>		6,90%	12,70%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		11,80%	26,00%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>var. PKM</i>	<i>Glomus intraradices</i>	8,30%	14,00%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	15,10%	26,40%		
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		16,80%	36,30%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		19,50%	54,70%	

<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	15,80%	49,00%	65,80%	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	27,50%	43,60%	58,80%	

Πίνακας 72. Μεταβολή της συγκέντρωσης Chl a στα εμβολιασμένα φυτά πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της Chl b των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	2,70%		8,50%	21,30%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	2,80%	11,00%	20,10%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	10,00%		13,70%	54,90%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	42,50%	65,50%	28,90%	18,20%	Al- Amri., 2019

Η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης β στα φύλλα τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μικρότερη μείωση σε σχέση με τον μάρτυρα, στο σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων. Η μεγαλύτερη μείωση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β παρατηρήθηκε στην εργασία του Al-Amri, (2019), στην οποία υπήρξε σημαντική μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης β σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, παρόλο που σε απόλυτες τιμές τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης β στο σύνολο των φυτών, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, με τον μύκητα *G. fasciculatum*, να προκαλεί τη μεγαλύτερη αύξηση. Φυτά εμβολιασμένα με τους μύκητες *G. intraradices* και *G. clarum* δεν παρουσίασαν διαφορές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης β σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας, ενώ αντίθετα η σημαντικότερη μεταβολή σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. constrictum* ήταν σε συνθήκες απουσίας και χαμηλής αλατότητας.

3.2.6 Ωσμωρρυθμιστικές ουσίες

Συγκέντρωση προλίνης

Αναλύθηκαν 24 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στη συγκέντρωση προλίνης στην υπέργεια βιομάζα(βλαστούς και φύλλα) και στις ρίζες. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στους Πίνακες 28 και 29 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση προλίνης, στην υπέργεια βιομάζα και τις ρίζες, στα εμβολιασμένα φυτά και στο

μάρτυρα (Πιν. 73) και την μεταβολή της συγκέντρωσης της στα εμβολιασμένα φυτά σε σύγκριση με τον μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 74).

Πίνακας 73. Μεταβολή της συγκέντρωσης προλίνης στην υπέργεια βιομάζα και τις ρίζες φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης στην υπέργεια βιομάζα εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		31,10%	45,70%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		168,40%	213,60%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>var. PKM</i>	<i>Glomus intraradices</i>	69,00%	111,90%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	69,00%	125,90%		
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>		55,80%	152,60%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		112,70%	127,50%	
	<i>Glomus intraradices**</i>		0,00%	367,80%	
	Μάρτυρας		14,10%	134,70%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv. 11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>		47,10%	93,50%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		62,00%	111,70%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv. Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	-2,70%	-8,00%	-15,30%	Latef & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	-9,00%	-9,90%	-8,00%	
Αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης στις ρίζες εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>		80,00%	325,00%	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας		14,70%	14,70%	
	<i>Glomus intraradices**</i>		47,60%	223,80%	
	Μάρτυρας		466,70%	544,40%	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv. Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	20,70%	47,60%	57,30%	Latef & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	57,60%	97,80%	154,30%	

Πίνακας 74. Μεταβολή της συγκέντρωσης προλίνης στην υπέργεια βιομάζα και τις ρίζες στα εμβολιασμένα φυτά πιπεριάς σε σχέση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης στην υπέργεια βιομάζα των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>					El-Sarkassy et al., 2017
		127,90%		11,30%	5,90%	

<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	-9,30%	-9,40%	-15,00%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus intraradices</i> *	52,90%		12,00%	69,80%	Beltrano et al., 2013
<i>California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices</i> **	-65,30%		-69,60%	-30,80%	
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	-4,80%		-13,60%	-13,00%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. Zhongjiao	<i>Glomus mosseae</i>	29,20%	24,40%	27,70%	34,90%	Latef & Chaoxing, 2014
Αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης στις ρίζες των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus intraradices</i> *	-41,20%		-7,70%	117,90%	Beltrano et al., 2013
<i>California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices</i> **	133,30%		-39,20%	17,20%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. Zhongjiao	<i>Glomus mosseae</i>	-10,90%	-31,70%	-33,50%	-44,90%	Latef & Chaoxing, 2014

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Η αύξηση της αλατότητας αύξησε τη συγκέντρωση προλίνης στα φύλλα και τους βλαστούς, τόσο των εμβολιασμένων φυτών, όσο και του μάρτυρα, με την αύξηση να είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Εξαιρέση αποτελεί η ποικιλία Zhongjiao, στην εργασία των Latef & Chaoxing, (2014), στην οποία η συγκέντρωση της προλίνης παρουσίασε μείωση στους βλαστούς των φυτών με την αύξηση του επιπέδου αλατότητας, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στο μάρτυρα. Αντίθετα η συγκέντρωση προλίνης στις ρίζες των φυτών παρουσίασε σημαντική αύξηση σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις παρόλο που σε απόλυτες τιμές, η συγκέντρωση στους βλαστούς ήταν σημαντικά μεγαλύτερη.

Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), η συγκέντρωση της προλίνης στα φύλλα αυξήθηκε σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας, στα φυτά που είχαν δεχτεί τη μικρότερη ποσότητα φωσφορικής λίπανσης. Αντίθετα, τα φυτά που είχαν δεχτεί τη μεγαλύτερη ποσότητα φωσφορικής λίπανσης, είχαν σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση της προλίνης στα φύλλα μόνο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ σε συνθήκες μέσης αλατότητας, δεν υπήρχε διαφορά. Σε απόλυτες τιμές η συγκέντρωση προλίνης στα φύλλα, ήταν υψηλότερη στα εμβολιασμένα φυτά που δέχτηκαν τη μικρότερη ποσότητα φωσφορικής λίπανσης σε σχέση με αυτά που δέχτηκαν τη μεγαλύτερη. Αντίστοιχα και η συγκέντρωση προλίνης στις ρίζες ήταν μεγαλύτερη στα εμβολιασμένα φυτά που είχαν δεχτεί τη μικρότερη ποσότητα φωσφορικής

λίπανσης σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας, ενώ το αντίθετο παρατηρήθηκε στον μάρτυρα.

Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες παρουσίασε αρκετές διαφορές σε σχέση με την αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης σε σχέση με τον μάρτυρα. Φυτά της ποικιλίας PKM εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. intraradices* και της ποικιλίας 11B 14 εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. clarum*, είχαν μικρότερη συγκέντρωση προλίνης σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ αντίθετα φυτά της ποικιλίας top star εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum* είχαν αυξημένη συγκέντρωση προλίνης σε σχέση με τον μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες απουσίας αλατότητας.

Ο εμβολιασμός των φυτών της ποικιλίας Zhongjiao με τον μύκητα *G. mosseae*, αύξησε τη συγκέντρωση προλίνης στους βλαστούς των φυτών, σε σχέση με τον μάρτυρα, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, ενώ αντίθετα στις ρίζες των φυτών υπήρξε σημαντική μείωση.

Ο μύκητας *G. intraradices* αύξησε τη συγκέντρωση προλίνης στα φύλλα των εμβολιασμένων φυτών της ποικιλίας California Wonder 300, που δέχτηκαν τη μικρότερη ποσότητα φωσφορικής λίπανσης, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα, τα εμβολιασμένα φυτά της ίδιας ποικιλίας, που δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα φωσφορικής λίπανσης είχαν μικρότερη συγκέντρωση προλίνης στα φύλλα τους, σε σχέση με τον μάρτυρα, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Στις ρίζες των φυτών αύξηση στη συγκέντρωση προλίνης, σε σχέση με τον μάρτυρα, παρατηρήθηκε στα εμβολιασμένα φυτά που δέχτηκαν τη μικρότερη ποσότητα φωσφορικού λιπάσματος, μόνο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ στα φυτά που δέχτηκαν τη μεγαλύτερη ποσότητα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας.

3.2.7 Αγρονομικά χαρακτηριστικά

Αναλύθηκαν 30 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση της αλατότητας και της δράσης των μυκορριζών στην απόδοση της καλλιέργειας, 44 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση στον αριθμό των καρπών και 30 μετρήσεις που αφορούν την επίδραση στο βάρος των καρπών, των φυτών πιπεριάς. Αναλυτικά οι μετρήσεις ανά εργασία και βαθμό αλατότητας παρουσιάζονται στους Πίνακες 30, 31 και 32 του Παραρτήματος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τη μεταβολή των παραπάνω αγρονομικών χαρακτηριστικών εξαιτίας της αλατότητας στα εμβολιασμένα φυτά και το μάρτυρα (Πιν.75) και τη μεταβολή τους στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με το μάρτυρα στα διάφορα επίπεδα αλατότητας (Πιν. 76).

Πίνακας 75. Μεταβολή των αγρονομικών χαρακτηριστικών φυτών πιπεριάς εξαιτίας της αλατότητας.

Μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	57,70%	47,20%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	35,10%	50,00%		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>		32,90%	44,40%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		53,40%	64,50%	

<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>		23,80%	34,00%	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας		36,00%	55,10%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans*</i>	23,60%	57,20%		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	30,30%	66,40%		
	<i>Glomus irradicans*</i>	24,60%	58,20%		
	Μάρτυρας*	36,30%	67,00%		
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	22,10%		57,50%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	24,40%		53,70%	
Μείωση του αριθμού των καρπών εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>		5,10%	5,10%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		16,60%	26,60%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans*</i>	15,20%	41,80%		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	19,80%	48,30%		
	<i>Glomus irradicans*</i>	17,90%	44,80%		
	Μάρτυρας*	27,10%	49,10%		
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	16,30%		50,00%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	21,00%		46,80%	
Μείωση του βάρους των καρπών εξαιτίας της αλατότητας %					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>		32,90%	44,40%	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας		53,40%	64,50%	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans*</i>	10,10%	26,30%		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	13,50%	35,60%		
	<i>Glomus irradicans*</i>	8,40%	24,50%		
	Μάρτυρας*	12,70%	34,90%		
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	7,10%		14,20%	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	4,50%		12,90%	

Πίνακας 76. Μεταβολή των αγρονομικών χαρακτηριστικών εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	35,60%	-10,40%	43,20%		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	34,70%		94,10%	110,70%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	4,40%		24,30%	53,50%	Kaya et al., 2009
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans*</i>	30,30%	42,90%	65,90%		Hegazi et al., 2017
	<i>Glomus irradicans*</i>	26,40%	49,60%	60,00%		
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	37,80%	41,90%		26,30%	Al-Karaki, 2017
Αύξηση του αριθμού των καρπών των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	30,00%		47,80%	68,10%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans*</i>	25,30%	32,40%	40,80%		Hegazi et al., 2017
	<i>Glomus irradicans*</i>	22,40%	37,90%	32,80%		
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	29,00%	36,70%		21,20%	Al-Karaki, 2017
Αύξηση του βάρους των καρπών των εμβολιασμένων φυτών %						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	34,70%		94,10%	110,70%	El-Sarkassy et al., 2017
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans*</i>	3,90%	7,90%	18,80%		Hegazi et al., 2017
	<i>Glomus irradicans*</i>	3,20%	8,40%	19,70%		
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	6,80%	4,00%		5,20%	Al-Karaki, 2017

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus irradicans* σε δυο διαδοχικές χρονιές.

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας μείωσε σημαντικά την απόδοση των φυτών πιπεριάς ακόμη και σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας. Μείωση της απόδοσης παρατηρήθηκε τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στο μάρτυρα, παρόλο που τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μεγαλύτερες αποδόσεις. Τη μεγαλύτερη μείωση στην απόδοση είχαν τα μη εμβολιασμένα φυτά της ποικιλίας Marconi, σε συνθήκες μέσης αλατότητας με ποσοστό 66,40 και 67,00% το πρώτο και δεύτερο έτος διεξαγωγής του πειράματος αντίστοιχα. Η μικρότερη μείωση της απόδοσης (22,10%) παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας Zingaro εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae*, σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας και σε φυτά της ποικιλίας 11B 14 εμβολιασμένα με το μύκητα *G. clarum*, σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας.

Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες αύξησε την απόδοση των φυτών, σε σχέση με τον μάρτυρα, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Η μεγαλύτερη αύξηση της απόδοσης παρατηρήθηκε στα φυτά της ποικιλίας top star, σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας με ποσοστό 94,10 και 110,70% αντίστοιχα. Η μικρότερη απόδοση αντίθετα παρατηρήθηκε σε συνθήκες απουσίας αλατότητας, στην ποικιλία 11B 14 στην οποία δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα. Αντίστοιχα και στην ποικιλία PKM σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα *G. intraradices* είχαν μικρότερη απόδοση σε σχέση με τον μάρτυρα.

Η αύξηση της αλατότητας επηρέασε αρνητικά τον αριθμό και το βάρος των καρπών τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα με την αύξηση να είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Η επίδραση στα παραπάνω χαρακτηριστικά ήταν διαφορετική ανάμεσα στις ποικιλίες και τους μύκητες που εφαρμόστηκαν. Φυτά της ποικιλίας top star που εμβολιάστηκαν με τον μύκητα *G. fasciculatum*, είχαν τη μικρότερη μείωση στον αριθμό των καρπών εξαιτίας της επίδρασης της αλατότητας, είχαν σημαντική μείωση όμως στο βάρος των καρπών. Αντίθετα, φυτά της ποικιλίας Zingaro εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae*, είχαν τη μεγαλύτερη μείωση στον αριθμό των καρπών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας ενώ αντίθετα είχαν τη μικρότερη μείωση στο βάρος των καρπών.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε σημαντικά τον αριθμό των καρπών, σε σχέση με τον μάρτυρα, σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις, σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Η μεγαλύτερη αύξηση στον αριθμό και το βάρος των καρπών, σε σχέση με τον μάρτυρα, παρατηρήθηκε σε φυτά της ποικιλίας top star, εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum*, σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Αντίθετα στις ποικιλίες Marconi και Zingaro οι οποίες εμβολιάστηκαν με τους μύκητες *G. irradicans* και *G. mosseae*, αντίστοιχα, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην αύξηση του βάρους των καρπών, σε σχέση με τον μάρτυρα.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Συμπεράσματα για την επίδραση των μυκορριζών στην απόκριση των φυτών τομάτας που αναπτύσσονται σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας.

Η αλατότητα είχε αρνητική επίδραση στα φυσιολογικά, βιοχημικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών τομάτας, καθώς προκάλεσε μείωση της ανάπτυξης τους, της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, του ρυθμού φωτοσύνθεσης, του υδατικού δυναμικού του φυτού, της απόδοσης της καλλιέργειας, του βάρους και του αριθμού των καρπών και αύξησε την παραγωγή ενεργών ριζών οξυγόνου. Ο εμβολιασμός με μυκορριζές βελτίωσε στις περισσότερες περιπτώσεις την ανοχή των φυτών στις αρνητικές συνέπειες του στρες αλατότητας, με τον βαθμό επίδρασης να εξαρτάται από την ποικιλία, τον μύκητα και τις συνθήκες του πειράματος.

Η αύξηση της φυτικής βιομάζας αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που αντανάκλα την ικανότητα ανάπτυξης των φυτών σε συνθήκες καταπόνησης καθώς και την αποτελεσματικότητα της συμβίωσης με μυκορριζές. Το στρες αλατότητας επηρέασε αρνητικά όλες τις παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών που εξετάστηκαν όπως το ξηρό και νωπό βάρος του βλαστού και της ρίζας, την φυλλική επιφάνεια και το ύψος των φυτών. Η αναστολή της ανάπτυξης εξαιτίας της αλατότητας, οφείλεται σε άμεσες τοξικές επιδράσεις των ιόντων Na^+ και Cl^- , καθώς και σε έμμεσες επιδράσεις στο ωσμωτικό δυναμικό των φυτών και του εδάφους (Latef, 2010). Η επίδραση των μυκορριζών είχε θετικά αποτελέσματα σε όλες τις αναπτυξιακές παραμέτρους, με την επίδραση να είναι σημαντική σε συνθήκες απουσίας και μέσης αλατότητας και λιγότερο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η αύξηση της ανάπτυξης των εμβολιασμένων φυτών, ήταν περισσότερο σημαντική στην υπέργεια βιομάζα (βλαστούς και φύλλα) και λιγότερο στις ρίζες, κάτι που πιθανόν να οφείλεται στην μεγαλύτερη κατανομή υδατανθράκων στους βλαστούς από τις ρίζες (El-Khateeb, 2018, Huang et al., 2010, Hajiboland et al., 2009, Latef & Chaoxing, 2011).

Η ποικιλία, το είδος του μύκητα που εφαρμόστηκε και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών διαφοροποίησαν το βαθμό καταπόνησης από το στρες αλατότητας και την επίδραση των μυκορριζών στην ανάπτυξη των φυτών, με τα νεαρά σπορόφυτα να είναι πιο ευαίσθητα σε σχέση με τα ώριμα φυτά. Αντίθετα η θετική δράση των μυκορριζών δεν επηρεάστηκε από τα επίπεδα ανοχής των ποικιλιών στην αλατότητα. Στην εργασία των Al-Karaki et al., (2001) στατιστικά σημαντικότερη διαφορά παρουσίασε η ευαίσθητη στην αλατότητα ποικιλία Marriha σε σχέση με την ανθεκτική Pello, από την εφαρμογή του μύκητα *G. mosseae*. Αντίθετα στην εργασία των Hagiboland et al., (2009), η θετικότερη επίδραση από την εφαρμογή του μύκητα *G. intraradices* παρατηρήθηκε στην ανθεκτική ποικιλία Piazar σε σχέση με την ευαίσθητη Behta. Οι μετρίως ανθεκτικές στην αλατότητα ποικιλίες Aspendos και Donna παρουσίασαν διαφορές ως προς τα αναπτυξιακά τους χαρακτηριστικά από την επίδραση της αλατότητας και του εμβολιασμού με μείγμα μυκήτων *Glomus spp* (Demir et al., 2010).

Η καταστολή στην ανάπτυξη χαρακτηρίζεται και από αναστολή της μεριστωματικής δραστηριότητας και της βιοσύνθεσης της αυξίνης, η οποία επηρεάζεται αρνητικά από την αύξηση της αλατότητας (Latef & Miransari, 2014).

Έρευνες έχουν δείξει ότι οι μυκόρριζες επηρεάζουν το ορμονικό ισοζύγιο των φυτών. Φυτά τομάτας εμβολιασμένα με μύκητες του γένους *Glomus spp*, είχαν μικρότερη μείωση στη συγκέντρωση IAA και IBA με ποσοστό 42,5% και 37,9%, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, σε αντίθεση με τον μάρτυρα που η μείωση ήταν 58,5% και 40,2% αντίστοιχα (Hashem et al., 2015). Όμοια αποτελέσματα είχε και η επίδραση του μύκητα *P. indica* σε φυτά τομάτας, καθώς αύξησε τη συγκέντρωση του IAA τόσο σε συνθήκες απουσίας όσο και υψηλής αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα (Abdelaziz et al., 2019). Έρευνα έδειξε ότι ο μύκητας *P. indica* σε in vitro καλλιέργεια παράγει IAA. Φυτά *Arabidopsis thaliana* εμβολιασμένα με τον μύκητα παρουσίασαν αναστολή στην αύξηση της ρίζας και έντονη αύξηση των δευτερογενών μεριστωμάτων από έναν διαχεόμενο παράγοντα, που παράχθηκε από τον μύκητα και μιμούταν τη λειτουργία της αυξίνης (Sirrenberg et al., 2007). Στην εργασία των Khalloufi et al., (2017), φυτά τομάτας εμβολιασμένα με τον μύκητα *R. irregularis*, είχαν μικρότερη συγκέντρωση IAA σε συνθήκες απουσίας αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες όμως υψηλής αλατότητας η συγκέντρωση IAA αυξήθηκε σημαντικά στα εμβολιασμένα φυτά ενώ αντίστοιχα ο μάρτυρας παρουσίασε μεγάλη μείωση. Η επίδραση των μυκορριζών στην ανάπτυξη των φυτών συνδέεται επίσης με την βελτίωση στην πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων, στην αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και την αυξημένη συγκέντρωση μεταβολιτών.

Εκτός όμως από την ποικιλία, το είδος του μύκητα που χρησιμοποιήθηκε και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, επίδραση στην ανάπτυξη του φυτού είχε και ο τρόπος εφαρμογής της αλατότητας. Στην εργασία των Sellitto et al., (2019), στην οποία η εφαρμογή της αλατότητας έγινε με την χρήση θρεπτικών διαλυμάτων τα οποία αύξησαν την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους, παρατηρήθηκε αύξηση της φυλλικής επιφάνειας με την αύξηση της αλατότητας, με τα καλύτερα αποτελέσματα να εντοπίζονται σε εδαφικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 4,5 mS/cm. Περαιτέρω αύξηση όμως της αλατότητας περιόρισε την ανάπτυξη των φυτών. Αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους σε 6 mS/cm, μείωσε τη φυλλική επιφάνεια των φυτών κατά 10%.

Η αυξημένη συγκέντρωση των ιόντων Na^+ και Cl^- , στο εδαφικό διάλυμα περιορίζει τη πρόσληψη και τη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς των φυτών. Η αλατότητα μείωσε τη συγκέντρωση N, P, K, Mg, Ca στους ιστούς των φυτών τομάτας, καθώς και τον λόγο K/Na και αύξησε τη συγκέντρωση Na. Η επίδραση ήταν ανάλογη με το επίπεδο αλατότητας καθώς σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, η μείωση της πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων και η αύξηση της συγκέντρωσης ιόντων νατρίου ήταν σημαντική. Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες βελτίωσε την πρόσληψη και συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς των φυτών, ενώ παράλληλα μείωσε τη συγκέντρωση νατρίου, βελτιώνοντας το λόγο K/Na, κυρίως σε συνθήκες χαμηλής και μέσης αλατότητας. Η αύξηση της αλατότητας επηρεάζει και τη διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων στο εδαφικό διάλυμα και την πρόσληψή τους από τα φυτά. Έρευνα των Balliu et al., (2015) έδειξε ότι η συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων Mn, Fe και S στα φύλλα των φυτών τομάτας, παρουσίασε μείωση εξαιτίας της αύξησης της αλατότητας ενώ η συγκέντρωση των ιόντων Al δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή. Σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μεγαλύτερη απορρόφηση Mn, Fe και S και σημαντικά μειωμένη απορρόφηση των ιόντων Al. Αντίθετα σε συνθήκες υψηλής

αλατότητας τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση Fe και S. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η έρευνα του Al-Karakí (2006), στην οποία φυτά τομάτας εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. mosseae*, είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων Cu, Fe και Zn σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας και μέσης αλατότητας, με τη διαφορά να είναι σημαντική για τη συγκέντρωση Cu και Zn σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Ο βαθμός επίδρασης των μυκορριζών στην πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, σύμφωνα με τα αποτελέσματα εξαρτάται από την ποικιλία, τον μύκητα που χρησιμοποιήθηκε καθώς και από την λίπανση που εφαρμόστηκε. Η εφαρμογή υψηλής ποσότητας φωσφορικού λιπάσματος στην εργασία των Hadad et al., (2012) αύξησε τη συγκέντρωση φωσφόρου στους βλαστούς των φυτών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, με την επίδραση των μυκορριζών να μην είναι σημαντική σε καμία από τις εξεταζόμενες ποικιλίες.

Με εξαίρεση την παραπάνω εργασία, η εφαρμογή των μυκορριζών αύξησε τη συγκέντρωση P, η οποία παρουσίασε σοβαρή μείωση εξαιτίας της αλατότητας, στους ιστούς των φυτών. Παράλληλα με την αύξηση της αλατότητας παρατηρήθηκε μείωση του λόγου N/P αποδεικνύοντας ότι τα εμβολιασμένα φυτά προσλαμβάνουν περισσότερο P σε σχέση με το N (Abdelhameid & El-Shazly, 2020). Η αυξημένη πρόσληψη P αποτελεί σημαντικό παράγοντα ενίσχυσης της ανθεκτικότητας των φυτών στην αλατότητα, καθώς ο P βοηθά στη μετακίνηση των ιόντων νατρίου στο χυμοτόπιο και στην διατήρηση της ακεραιότητας της μεμβράνης του χυμοτοπίου (Bothe, 2012). Επιπλέον ο P προστατεύει μεταβολικές οδούς του φυτού από την επίδραση των ιόντων νατρίου (Khalid & da Silva, 2010). Τα φυτά καλύπτουν τις ανάγκες τους σε φώσφορο από την μετατροπή του οργανικού φωσφόρου του εδάφους σε ανόργανα άλατα και την απορρόφησή τους από τις ρίζες. Η ανοργανοποίηση του φωσφόρου πραγματοποιείται στο εδαφικό διάλυμα ή στην επιφάνεια των ριζών από ειδικά εξωκυτταρικά ένζυμα τις φωσφατάσες, οι οποίες παράγονται από μικροβιακούς μικροοργανισμούς και είτε βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα είτε συνδέονται με τα επιδερμικά κύτταρα των ριζών. Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκορριζές είχε θετική επίδραση στα επίπεδα της αλκαλικής φωσφατάσης στο εδαφικό διάλυμα. Ο μύκητας *G. macrocarpium* αύξησε τη δραστηριότητα του ενζύμου σε συνθήκες μέσης αλατότητας κατά 45,92 και 52,88%, το πρώτο και το δεύτερο έτος διεξαγωγής του πειράματος, σε σχέση με τον μάρτυρα (Abdelhameid & El-Shazly, 2020). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η εργασία των Sivakumar et al., (2019), στην οποία η δραστηριότητα του ενζύμου δεν διέφερε σε συνθήκες απουσίας αλατότητας μεταξύ των εμβολιασμένων φυτών και του μάρτυρα, σε συνθήκες όμως αυξημένης αλατότητας υπήρξε μείωση της δραστηριότητας του ενζύμου κατά 13% στον μάρτυρα, ενώ στα εμβολιασμένα φυτά παρέμεινε σταθερή.

Η μεταβολή στη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων στα φυτά εξαιτίας της επίδρασης των μυκορριζών, μπορεί να οφείλεται και στην ικανότητα των μυκηλιακών μεμβρανών να απορροφούν εκλεκτικά, θρεπτικά στοιχεία όπως K και Ca και να αποκλείουν την απορρόφηση τοξικών ιόντων όπως Na^+ και Cl^- (Elhindi et al., 2017). Έχει παρατηρηθεί ότι και η μεμβράνη των υφών εντός των φυτικών κυττάρων λειτουργεί ως ένα δεύτερο εκλεκτικό εμπόδιο, που μπορεί να μειώσει την συγκέντρωση ιόντων Na^+ και Cl^- , να αυξήσει την πρόσληψη K^+ και να βελτιώσει τον λόγο K^+/Na^+ (Hajiboland, 2013).

Η ανοχή των φυτών στην αλατότητα σχετίζεται και με την ικανότητά τους απομακρύνουν τα τοξικά ιόντα Na^+ και Cl^- από το κυτταρόπλασμα στον αποπλάστη μέσω των αντιμεταφορέων Na^+/H^+ της κυτταροπλασματικής μεμβράνης ή στο χυμοτόπιο μέσω των αντιμεταφορέων Na^+/H^+ της μεμβράνης του τονοπλάστη. Η μεταφορά των τοξικών ιόντων στο χυμοτόπιο είναι σημαντική για τα κύτταρα των φύλλων που έχουν μειωμένη ικανότητα για απομάκρυνση των ιόντων νατρίου στον αποπλάστη (Munns, 2002). Έχει παρατηρηθεί ότι η υπερέκφραση των *LeNHX* γονιδίων που σχετίζονται με τη σύνθεση των αντιμεταφορέων Na^+/H^+ του τονοπλάστη αύξησαν την ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα (Zhang & Blumwald, 2001). Στην τομάτα υπάρχουν τουλάχιστον 4 *LeNHX* γονίδια (*LeNHX 1-4*), από τα οποία τα *LeNHX1,3,4* σχετίζονται με την μεταγραφή των αντιμεταφορέων Na^+/H^+ στη μεμβράνη του τονοπλάστη, ενώ το γονίδιο *LeNHX2* με την μεταγραφή ενός αντιμεταφορέα K^+/H^+ (He & Huang, 2012). Η επίδραση των μυκορριζών στην αύξηση της δραστηριότητας των παραπάνω γονιδίων μελετήθηκε σε διάφορες εργασίες. Στην εργασία των Ouziad et al., (2006) στην οποία μελετήθηκε η δραστηριότητα των γονιδίων *LeNHX1,2* βρέθηκε ότι η επίδραση των μυκορριζών και της αλατότητας σε φυτά τομάτας, δεν επηρέασε τη μεταγραφή των παραπάνω γονιδίων σε φύλλα και ρίζες. Στην εργασία των He & Huang, (2013), η επίδραση του μύκητα *G. mosseae* μείωσε την ενεργότητα του γονιδίου *LeNHX1*, σε σχέση με τον μάρτυρα, σε φύλλα και ρίζες, σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας, ενώ αντίθετα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας η δραστηριότητα ήταν ίδια. Η ενεργότητα του παραπάνω ενζύμου αυξήθηκε ως συνέπεια της αλατότητας, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, παρόλο που στα εμβολιασμένα φυτά ήταν μικρότερη. Αντίθετα στην εργασία των Ghorbani et al., (2019), ο ενδοφυτικός βασιδιομύκητας *P.indica* αύξησε την έκφραση των γονιδίων *LeNHX1-4*, σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η εργασία των Abdelaziz et al., (2019), στην οποία ο αποικισμός με τον ίδιο μύκητα, αύξησε την μεταγραφή των παραπάνω γονιδίων σε φυτά τομάτας, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ σε συνθήκες απουσίας αλατότητας τα επίπεδα ήταν ίδια. Συγκεκριμένα η μεταγραφή του γονιδίου *LeNHX1*, ήταν 2 φορές υψηλότερη σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, στα εμβολιασμένα φυτά, σε σχέση με τον μάρτυρα.

Η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά επηρεάστηκε και από τον τρόπο εφαρμογής της αλατότητας. Στην εργασία των Gomez-Bellot et al., (2020), η χρήση νερού υψηλής αγωγιμότητας από μονάδα επεξεργασίας λυμάτων δεν επηρέασε τον λόγο K^+/Na^+ στα φύλλα καθώς η αύξηση των ιόντων νατρίου συνοδεύτηκε από μεγάλη αύξηση της πρόσληψης καλίου. Αντίθετα επηρέασε αρνητικά το λόγο Ca/Na , καθώς μειώθηκε η πρόσληψη ασβεστίου. Τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία δεν είχαν σημαντικές μεταβολές, πιθανόν εξαιτίας της αυξημένης παρουσίας τους στο εδαφικό διάλυμα.

Οι παραπάνω φυσιολογικές αντιδράσεις αποτελούν στρατηγικές που χρησιμοποιούν τα φυτά προκειμένου να ρυθμίσουν την ιοντική ισορροπία στα κύτταρα τους, η οποία διαταράσσεται από την αυξημένη συγκέντρωση ιόντων Na^+ και Cl^- , στο εδαφικό διάλυμα. Η μείωση της συγκέντρωσης των ιόντων Na^+ και η αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων K^+ , ώστε να διατηρηθεί η ιοντική ομοιόσταση στο εσωτερικό του κυττάρου, αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιβίωση του φυτού. Γι' αυτό και η μεταβολή του λόγου K^+/Na^+ αποτελεί έναν από τους δείκτες

εκτίμησης των επιπτώσεων της αλατότητας. Τα τελευταία χρόνια ωστόσο, και άλλες φυσιολογικές διαδικασίες θεωρούνται κρίσιμες στην απόκριση των φυτών στην αλατότητα, μεταξύ των οποίων η φωτοσύνθεση και η συγκέντρωση σακχάρων.

Η αύξηση της αλατότητας επηρεάζει αρνητικά την απόδοση της φωτοσύνθεσης, καθώς μειώνει σημαντικά τη συγκέντρωση των χρωστικών στα φυτά τομάτας, με την επίδραση να αυξάνεται προοδευτικά με την άνοδο του επιπέδου αλατότητας. Η επίδραση των μυκορριζών στο σύνολο των εξεταζόμενων περιπτώσεων είχε θετικά αποτελέσματα στην αύξηση της συγκέντρωσης της ολικής χλωροφύλλης αλλά και της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α και β. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης β, επηρεάστηκε περισσότερο σε σχέση με αυτή της χλωροφύλλης α, καθώς είχε μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης με την αύξηση της αλατότητας. Επιπλέον η επίδραση της αλατότητας ήταν περισσότερο άμεση στη χλωροφύλλη β καθώς παρουσίασε σημαντική μείωση στη συγκέντρωση της μόλις 5 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας, ενώ αντίστοιχα η χλωροφύλλη α 15 ημέρες μετά (Xie et al., 2019). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα της εργασίας των Ebrahim & Saleem, (2017), καθώς ο λόγος Chla/Chlb, αυξήθηκε με την αύξηση της αλατότητας, αποδεικνύοντας ότι η Chlb είναι περισσότερο ευαίσθητη. Ο υψηλότερος λόγος Chla/Chlb, μπορεί να οφείλεται σε μεγαλύτερη καταστροφή της Chlb σε σχέση με την Chla. Η μεταβολή αυτή επηρεάζει τη δομή του πρωτεϊνικού συμπλόκου Chl a/b και κατά συνέπεια την ανάπτυξη του χλωροπλάστη (Ebrahim & Saleem, 2017). Στην ίδια εργασία, πείραμα φθορισμού σε απομονωμένους χλωροπλάστες των φυτών που είχαν υποστεί καταπόνηση αλατότητας, έδειξε ότι παρουσίαζαν μέγιστο απορρόφησης στα 684-685nm, της χλωροφύλλης α του φωτοσυστήματος II. Η αλατότητα μείωσε των φθορισμό τροποποιώντας το μέγιστο απορρόφησης, αλλαγή που ήταν πιο έντονη απουσία των μυκορριζών. Η μείωση της αποδοτικότητας της φωτοφωσφορυλίωσης στους χλωροπλάστες των φυτών αποδείχτηκε και στην εργασία των Xie et al., (2019), με την δραστηριότητα να μειώνεται σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας κατά 52,7% και 62,4% αντίστοιχα. Ο αποικισμός των φυτών με τον μύκητα *G. mosseae* αύξησε το ρυθμό φωτοφωσφορυλίωσης κατά 10,6%, 24,3% και 32,7% στα εμβολιασμένα φυτά, σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες απουσίας, μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα.

Εκτός από την χλωροφύλλη η επίδραση της αλατότητας μείωσε σημαντικά και την συγκέντρωση των καροτενοειδών σε ποσοστό που έφτασε το 74,4% σε φυτά της ποικιλίας Castle rock, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Ο εμβολιασμός των φυτών με μείγμα μυκήτων *Glomus spp.*, μείωσε την επίδραση καθώς στα εμβολιασμένα φυτά η μείωση ανερχόταν σε ποσοστό 60,30% (Hashem et al., 2015). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε η έρευνα των Demir et al., (2011), όπου ο εμβολιασμός με μείγμα μυκήτων αύξησε τη συγκέντρωση των καροτενοειδών σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, με μεγαλύτερη επίδραση στην ποικιλία Aspendos σε σχέση με την ποικιλία Donna.

Η καταπόνηση αλατότητας μείωσε και την ικανότητα μετατροπής της φωτεινής ενέργειας στα φύλλα, μειώνοντας την αποδοτικότητα του φωτοσυστήματος II, τον ρυθμό μεταφοράς ηλεκτρονίων και την απόδοση του φθορισμού. Ο εμβολιασμός με μυκορριζες βελτίωσε όλους τους παραπάνω φωτοχημικούς παράγοντες με τα αποτελέσματα να είναι πιο σημαντικά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η επίδραση του μύκητα *G. fasciculatum* αύξησε την απόδοση του PSII σε φυτά τομάτας της ποικιλίας Super Strain B, κατά 18% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Ebrahim &

Saleem, 2017). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και ο μύκητας *G. intraradices* στα φυτά τομάτας των ποικιλιών Behta και Piazar σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Hajiboland et al., 2009). Στην ίδια εργασία αποδείχτηκε ότι η αλατότητα μείωσε το ρυθμό αφομοίωσης του CO₂ και στις δυο ποικιλίες. Μειώθηκε επίσης και ο ρυθμός αναπνοής και η στοματική αγωγιμότητα, με την επίδραση να είναι σημαντικότερη στην ευαίσθητη ποικιλία Behta. Ο αποικισμός με τον μύκητα αύξησε τον ρυθμό αφομοίωσης του CO₂, την αναπνοή και την απόδοση της φωτοσύνθεσης. Αντίθετα η αποδοτικότητα της χρήσης νερού στα εμβολιασμένα φυτά ήταν μικρότερη σε σχέση με τον μάρτυρα εξαιτίας της αύξησης του ρυθμού αναπνοής και της στοματικής αγωγιμότητας. Ωστόσο, η αυξημένη απώλεια νερού στα εμβολιασμένα φυτά δεν επηρέασε την απόδοσή τους, πιθανότητα λόγω αύξησης της πρόσληψης νερού από τον μύκητα (Hajiboland et al., 2009).

Το υψηλό υδατικό δυναμικό που παρουσιάζουν τα εμβολιασμένα φυτά μπορεί να οφείλεται σε μεταβολές της δομής του ριζικού τους συστήματος καθώς και στη μειωμένη συγκέντρωση ABA στο χυμό του ξύλου (Auge' et al., 2008). Ο ρόλος του αμψισικού οξέος (ABA) είναι κρίσιμος στη ρύθμιση της στοματικής αγωγιμότητας και συνεπώς του υδατικού δυναμικού του φυτού καθώς και της ανταλλαγής αερίων. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι μυκόρριζες επηρεάζουν τη συγκέντρωση του ABA, στα φύλλα των φυτών, με τα εμβολιασμένα φυτά να έχουν μικρότερη συγκέντρωση στους ιστούς τους. Στην εργασία των Hashem et al., (2015), μη εμβολιασμένα φυτά τομάτας είχαν αύξηση της ορμόνης (ABA) κατά 86,4% και 93,5% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας, ενώ στα εμβολιασμένα φυτά με μείγμα μυκήτων *Glomus spp*, η αύξηση ήταν μικρότερη, 80,1% και 88% αντίστοιχα. Παρόμοια αποτελέσματα είχε και ο εμβολιασμός φυτών τομάτας με τον μύκητα *P. indica*. Παρά την σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του ABA στα φυτά σε συνθήκες καταπόνησης, από την υψηλή συγκέντρωση αλάτων, τα εμβολιασμένα φυτά είχαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα (Abdelaziz et al., 2019). Αντίθετα φυτά τομάτας εμβολιασμένα με τον μύκητα *R. irregularis* είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση ABA σε ποσοστό 50% σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Khalloufi et al., 2017).

Η αποδοτικότητα στη χρήση του νερού από τα φυτά και η διατήρηση του υδατικού ισοζυγίου στους ιστούς σχετίζεται και με την λειτουργία των υδατοπορινών. Οι υδατοπορίνες αποτελούν διαμεμβρανικές πρωτεΐνες που εντοπίζονται στη μεμβράνη του πλάσματος και του τονοπλάστη και παίζουν σημαντικό ρόλο στη μεταφορά του νερού ενδοκυτταρικά και μεταξύ των κυττάρων. Έρευνες έδειξαν ότι οι μυκόρριζες επηρεάζουν την έκφραση των γονιδίων που σχετίζονται με τη σύνθεση των υδατοπορινών. Φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *P. indica*, αύξησαν την έκφραση των γονιδίων των υδατοπορινών του πλάσματος (*PIP1;2*, *PIP 2;4*) στις ρίζες και τα φύλλα των φυτών σε συνθήκες αλατότητας, ενώ αντίστοιχα μείωσαν την έκφραση γονιδίων των υδατοπορινών του τονοπλάστη (*TIP1;1*, *TIP 2;2*), σε σχέση με τον μάρτυρα. Τα μη εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν αύξηση μόνο στην έκφραση του γονιδίου *PIP 2;4*, ενώ τα υπόλοιπα παρουσίασαν μείωση (Ghorbani et al., 2019). Η αύξηση της έκφρασης των γονιδίων των υδατοπορινών του πλάσματος αύξησε την υδραυλική αγωγιμότητα και συνεπώς την απορρόφηση νερού από τις ρίζες, βελτιώνοντας το υδατικό δυναμικό των φυτών. Η μείωση της έκφρασης των γονιδίων των υδατοπορινών του τονοπλάστη μείωσε την διαπερατότητα της μεμβράνης στο

νερό, αποτρέποντας την απώλεια νερού από τα φυτικά κύτταρα, σε συνθήκες αλατότητας (Ghorbani et al., 2019). Σε προηγούμενη μελέτη των Ouziad et al., (2006), αποδείχτηκε ότι η αύξηση της αλατότητας μείωσε την έκφραση των γονιδίων *LeTIP*, *LePIP1* κατά 20%, όχι όμως του γονιδίου *LePIP2*. Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε μείωση του νερού βάρους των ριζών (όχι όμως των βλαστών) με την επίδραση της αλατότητας, καθώς ο ωσμωρυθμιστικός μηχανισμός των ριζών μείωσε την είσοδο νερού στα κύτταρα, ώστε να μην μεταβληθεί η περιεκτικότητα διαλυτών ουσιών στο κυτταρικό διάλυμα. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από την σημαντική μείωση της έκφρασης των γονιδίων υδατοπορινών στις ρίζες των φυτών που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες αλατότητας. Τα εμβολιασμένα φυτά με μείγμα *G. intraradices* & *G. geosporum* παρουσίασαν σημαντικά μικρότερη σχετική ένταση του σήματος σύνθεσης των υδατοπορινών στις ρίζες σε σχέση με τον μάρτυρα ειδικά σε συνθήκες αλατότητας. Αντίθετα στα φύλλα, τα εμβολιασμένα φυτά είχαν σημαντικά μεγαλύτερη σχετική ένταση του σήματος σύνθεσης των υδατοπορινών σε σχέση με τον μάρτυρα.

Η διατήρηση υψηλού ωσμωτικού δυναμικού στα κύτταρα των φυτών αποτρέπει την διαρροή νερού από το εσωτερικό των φυτών στο εδαφικό διάλυμα εξαιτίας της αύξησης της αλατότητας, διατηρώντας τη σπαργή των κυττάρων. Η αύξηση του ωσμωτικού δυναμικού στα κύτταρα των φυτών γίνεται με τη συγκέντρωση ωσμωρυθμιστικών ουσιών με σημαντικότερη την προλίνη. Η προλίνη είναι ένας μη τοξικός μεταβολίτης που συσσωρεύεται στα φυτικά κύτταρα σε συνθήκες υδατικού στρες. Η αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης σχετίζεται με την αύξηση της συγκέντρωσης ελεύθερων αμινοξέων στα φυτικά κύτταρα σε συνθήκες καταπόνησης, όπως αλατότητα, ξηρασία, ψύχος προκειμένου να προσαρμοστούν στις δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες (Maggio, 2002). Ο αποικισμός των φυτών με μυκόρριζες όπως έδειξαν διάφορες εργασίες επηρεάζει θετικά τη συγκέντρωση της προλίνης. Αποικισμός φυτών τομάτας με μύκητες του γένους *Glomus spp*, αύξησε τη συγκέντρωση προλίνης κατά 51,6 και 62,9% σε σχέση με τον μάρτυρα, σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας (Hashem et al., 2015). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η έρευνα των Hagiboland et al., (2009), στην οποία ο αποικισμός φυτών τομάτας με τον μύκητα *G. intraradices*, αύξησε τη συγκέντρωση προλίνης σε σχέση με τον μάρτυρα, στους βλαστούς των φυτών κατά 13 και 15,50% για τις ποικιλίες Behta και Piazar, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας και αντίστοιχα κατά 19,20 και 24,50% στις ρίζες των φυτών. Η μεταβολή ήταν στατιστικά πιο σημαντική στις ρίζες των φυτών ακόμα και σε συνθήκες μέσης αλατότητας με τη μεταβολή ανέρχεται σε 23,30 και 23,90% για τις δυο ποικιλίες ενώ στο βλαστό η μεταβολή σε συνθήκες μέσης αλατότητας δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι η πραγματική συγκέντρωση προλίνης ήταν διπλάσια στο βλαστό σε σχέση με τις ρίζες. Θετικά αποτελέσματα στη συγκέντρωση προλίνης στα κύτταρα των φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα, είχε σε φυτά τομάτας, ο αποικισμός με τον μύκητα *G. mosseae* (El-Khateeb, 2018) και ο αποικισμός με τον μύκητα *P. indica* (Abdelaziz et al., 2019). Εκτός από την προλίνη ωσμωρυθμιστικό ρόλο έχουν και τα υδατοδιαλυτά σακχάρων, η συγκέντρωση των οποίων αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας. Η άνοδος της αλατότητας προκάλεσε αύξηση στη συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων σε βλαστούς φυτών τομάτας κατά 6,5 και 18,7% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα, ενώ τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση

στην συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 15,5 και 26,7% (Ebrahim & Saleem, 2017).

Το στρες αλατότητας, όπως κάθε αβιοτική καταπόνηση, προκαλεί συνθήκες οξειδωτικού στρες στα φυτά, τα οποία αναπτύσσουν αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις βλάβες που προκαλούνται από την παραγωγή ενεργών ριζών οξυγόνου (ROS). Ένας από αυτούς είναι η ενεργοποίηση αντιοξειδωτικών ενζύμων όπως η υπεροξειδική δυσμουτάση (SOD), η καταλάση (CAT) και υπεροξειδάσες (POXs). Η αύξηση της αλατότητας αύξησε τη δραστηριότητα των παραπάνω ενζύμων με εξαίρεση την καταλάση που παρουσίασε μείωση σε κάποιες από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Η μείωση αυτή μπορεί να οφείλεται σε αναστολή της βιοσύνθεσής της, ή στη μετατροπή της σε ανενεργές μορφές (Ebrahim & Saleem, 2017).

Ο αποικισμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε στις περισσότερες περιπτώσεις σημαντικά τη δραστηριότητα των παραπάνω ενζύμων. Η αύξηση στη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων εξαιτίας της δράσης των μυκορριζών μπορεί να οφείλεται και σε αντιοξειδωτικά ένζυμα που παράγονται από αυτές. Έρευνα έδειξε ότι ο μύκητας *G. mosseae* διαθέτει το αντιοξειδωτικό ένζυμο CuZn-SOD. Σε ρίζες τριφυλλιού, εμβολιασμένες με τον παραπάνω μύκητα, απομονώθηκαν δυο μορφές SOD, σε σύγκριση με τα μη εμβολιασμένα φυτά, μια CuZn-SOD που προερχόταν από τον μύκητα και μια Mn-SOD που προερχόταν από το φυτό (Palma et al., 1993). Ωστόσο, σε φυτά σόγιας εμβολιασμένα με τον ίδιο μύκητα δεν παρατηρήθηκε η ύπαρξη του παραπάνω ενζύμου, συμπεραίνοντας ότι η επίδραση του δεν είναι όμοια σε διαφορετικά είδη φυτών (Porcel et al, 2003). Αντίστοιχα και στα αποτελέσματα των εργασιών που αναλύσαμε, παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες των φυτών τομάτας που εμβολιάστηκαν με τον ίδιο μύκητα, όσο αφορά την απόκριση στην αύξηση της δραστηριότητας των αντιοξειδωτικών ενζύμων.

Η επίδραση των μυκορριζών αύξησε τη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων, δεν παρείχε όμως πλήρη προστασία έναντι των ενεργών ριζών οξυγόνου καθώς παρατηρήθηκε αύξηση στα επίπεδα του H_2O_2 και της συγκέντρωσης της MDA (μαλονδιαλδεϋδη), μιας ουσίας που αποτελεί δείκτη υπεροξειδωσης των λιπιδίων των μεμβρανών, και στα εμβολιασμένα φυτά, παρόλο που η επίδραση ήταν μικρότερη. Η συγκέντρωση H_2O_2 σε ρίζες τομάτας αυξήθηκε κατά 17,45, 56,6 και 117,74% σε συνθήκες χαμηλής, μέσης και υψηλής αλατότητας, ενώ ο εμβολιασμός με τον μύκητα *P. indica* μείωσε τη συγκέντρωση H_2O_2 σε σχέση με τον μάρτυρα, σε ποσοστό 6,36, 19,88 και 26,12% αντίστοιχα (Ghorbani et al., 2018). Στην έρευνα των Hajiboland et al., (2009) σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, το περιεχόμενο της MDA στους βλαστούς της ποικιλίας Behta αυξήθηκε κατά 96% και της ποικιλίας Piazar κατά 86,30%. Ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. intraradices*, μείωσε τη συγκέντρωση MDA στα εμβολιασμένα φυτά κατά 18,10 και 24,20% αντίστοιχα.

Εκτός από τα αντιοξειδωτικά ένζυμα, τα φυτά αναπτύσσουν και άλλους μη ενζυματικούς μηχανισμούς για να αντιμετωπίσουν τις επιβλαβείς επιπτώσεις από την αύξηση της παραγωγής ελεύθερων ριζών οξυγόνου. Οι μηχανισμοί αυτοί περιλαμβάνουν αντιοξειδωτικές ουσίες όπως το ασκορβικό οξύ, η γλουταθειόνη, φαινολικές ουσίες και φλαβονοειδή. Στην εργασία των Ghorbani et al., (2018) ο εμβολιασμός των φυτών με τον ενδοφυτικό μύκητα *P. indica* είχε θετική επίδραση στην αύξηση της συγκέντρωσης των παραπάνω ουσιών. Πράγματι παρατηρήθηκε

αύξηση της συγκέντρωσης των φαινολικών ουσιών κατά 44,01% σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος κατά 39,72 και 56,78% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα και αύξηση της συγκέντρωσης της γλουταθειόνης κατά 12,73%.

Στην εργασία των Rivero et al., (2018), αναγνωρίστηκαν μεταβολικές οδοί στη ρίζα, ως αποτέλεσμα του αποικισμού με μυκόρριζες, ακόμη και σε συνθήκες απουσίας περιοριστικού παράγοντα. Τα εμβολιασμένα φυτά είχαν πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αμινοξέων, οξυλιπινών και καροτενοειδών σε σχέση με τον μάρτυρα, με κάποιους από τους μεταβολίτες αυτούς να θεωρούνται ότι προέρχονται από τον μύκητα. Ειδικότερα η αύξηση της συγκέντρωσης αμινοξέων όπως η κυστεΐνη, και οξυλιπινών όπως το ιασμονικό οξύ και τα παράγωγά του, αυξάνουν την ανοχή των φυτών σε αβιοτικές καταπονήσεις όπως η αλατότητα. Αντίστοιχα η συσσώρευση ουσιών από το μεταβολικό μονοπάτι των καροτενοειδών όπως το αμπισικό οξύ και η β-ιονόνη που σχετίζονται με την αντιμετώπιση του ωσμωτικού στρες στα φυτά αναγνωρίστηκαν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα, κυρίως στα φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *C. etunicatum*, ενώ αντίστοιχα ο μύκητας *R. irregularis*, είχε την μικρότερη επίδραση. Τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα *C. etunicatum*, είχαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και σε άλλες αντιοξειδωτικές ουσίες παράγωγα των πορφυρινών όπως σολασοδίνη, η οποία είναι από τους μεταβολίτες που συσσωρεύονται σε συνθήκες καταπόνησης. Η παραπάνω έρευνα έδειξε ότι υπήρξε συσσώρευση και άλλων ουσιών όπως ξανθόνες, φλαβονοειδή και πυριδοξικό οξύ, ένας μεταβολίτης που αποτελεί προϊόν της καταβολικής οδού των βιταμινών Β6. Ο ρόλος των παραπάνω ουσιών σχετίζεται κυρίως με την άμυνα του φυτού σε βιοτικές καταπονήσεις ενώ ο ρόλος τους στην απόκριση σε αβιοτικό στρες δεν είναι ακόμη γνωστός.

Οι αρνητικές επιδράσεις της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών, στην πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το εδαφικό διάλυμα, στη φωτοσύνθεση και στο υδατικό δυναμικό του φυτού έχουν ως αποτέλεσμα τη μεταβολή αγρονομικών χαρακτηριστικών, όπως μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας, του αριθμού και του βάρους των καρπών. Παρόλο που η τομάτα θεωρείται μέτρια ευαίσθητη στην αλατότητα σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ των καλλιεργούμενων υβριδίων. Το ποσοστό της επίδρασης διαφέρει και εξαρτάται από την ευαισθησία κάθε ποικιλίας στην αλατότητα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Πολλές έρευνες επισημαίνουν ότι η αλατότητα σε φυτά τομάτας επηρέασε πιο αρνητικά την απόδοση των καρπών από την ανάπτυξη της φυτικής βιομάζας (Passam et al., 2007).

Η αύξηση της αλατότητας προκάλεσε μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας με την μείωση να είναι πιο σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Παρόλο που η καταπόνηση αλατότητας υπολογίζεται ότι μειώνει την απόδοση της καλλιέργειας κατά 10% για κάθε μονάδα αύξησης της EC, η επίδραση δεν είναι ίδια σε όλες τις ποικιλίες. Η απόδοση της ποικιλίας TCAV10 αυξήθηκε με την αύξηση της αλατότητας, ενώ αντίθετα στην ίδια εργασία (Huang et al., 2013) η ποικιλία TSS7 παρουσίασε σημαντική μείωση. Αντίστοιχα στην εργασία των Gomez-Bellot et al., (2020) η χρήση νερού υψηλής αλατότητας από μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, δεν επηρέασε την απόδοση σε φυτά της ποικιλίας HULK F1, παρόλο που μείωσε το βάρος και το μέγεθος των καρπών. Στην ίδια εργασία ο αποικισμός των φυτών με τον

μύκητα *G. iranicum*, δεν είχε καμία επίδραση στην αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας. Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους από την εφαρμογή θρεπτικών διαλυμάτων υψηλής αλατότητας, παρουσίασαν αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας σε φυτά της ποικιλίας Pixel F1, με τα καλύτερα αποτελέσματα να εντοπίζονται για τα εμβολιασμένα φυτά σε εδαφικό διάλυμα με EC 3.0 και 4.5 mS/cm, ενώ στον μάρτυρα η μεγαλύτερη απόδοση παρατηρήθηκε σε EC 4.5 mS/cm. Περαιτέρω αύξηση όμως της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC 6.0 mS/cm) οδήγησε σε μείωση της απόδοσης τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα. Η επίδραση των μυκορριζών στο ίδιο πείραμα ήταν θετική καθώς η απόδοση στα εμβολιασμένα φυτά ήταν μεγαλύτερη σε όλα τα επίπεδα αλατότητας (Sellitto et al., 2019).

Από τα αποτελέσματα των εργασιών που εξετάστηκαν, παρατηρήθηκε θετική επίδραση του αποικισμού με μυκορριζές με την αύξηση του συνόλου των αγρονομικών χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν. Η επίδραση τους ήταν ιδιαίτερα σημαντική στην αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας και του βάρους των καρπών και λιγότερο σημαντική στην αύξηση του αριθμού των καρπών. Η αύξηση του βάρους των καρπών στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με το μάρτυρα πιθανόν συνδέεται με το καλύτερο υδατικό δυναμικό των εμβολιασμένων φυτών, τη μεγαλύτερη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων και την αύξηση στην απόδοση της φωτοσύνθεσης. Ένα ενδιαφέρον δεδομένο που παρουσιάζεται στην εργασία των Sellitto et al., (2019), είναι ότι υπήρχε μια καθυστέρηση 3,5 ημερών στην ωρίμανση των καρπών στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα. Η φυσιολογική αυτή συμπεριφορά εξηγείται από το γεγονός ότι τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν πιο ενισχυμένη βλάστηση καθώς είχαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και αυξημένο ξηρό βάρος γεγονός που οδήγησε σε μια πιο παρατεταμένη περίοδο ανάπτυξης που καθυστέρησε την ωρίμανση των καρπών. Η επίδραση της αλατότητας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας επηρεάζεται και από το σύστημα καλλιέργειας και τον τρόπο εφαρμογής της, καθώς η χρήση θρεπτικών διαλυμάτων υψηλής αλατότητας και η άρδευση με νερό υψηλής αλατότητας από μονάδα επεξεργασίας λυμάτων δεν επέφεραν τη μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας που παρατηρήθηκε στις περιπτώσεις που η αλατότητα προκλήθηκε από την προσθήκη NaCl. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι παρόλο που τα διαλύματα είχαν υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα τα ιόντα Na^+ και Cl^- , δεν επικρατούσαν στο εδαφικό διάλυμα.

Ο εμβολιασμός με μυκορριζές εκτός από την αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας, αύξησε και την εμπορευσιμότητα της παραγωγής. Στην εργασία των Abdelhameid & El-Shazly, (2020), τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας με τον μύκητα *G. macrocarpum*, είχαν αύξηση της εμπορεύσιμης παραγωγής σε σχέση με τον μάρτυρα κατά μέσο όρο 18,85 και 40,2% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα, ενώ παράλληλα μείωσαν την μη εμπορεύσιμη παραγωγή κατά 13,45 και 24,4%.

Εκτός από τα ποσοτικά χαρακτηριστικά η αλατότητα επηρέασε και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Από τα αποτελέσματα των εργασιών που αναλύθηκαν προκύπτει προοδευτική αύξηση της συγκέντρωσης των ολικών διαλυτών στερεών (TSS) στους καρπούς της τομάτας εξαιτίας της αύξησης της αλατότητας. Η επίδραση των μυκορριζών αύξησε περαιτέρω τη συγκέντρωση των TSS σε σχέση με τον

μάρτυρα τόσο σε συνθήκες απουσίας όσο και υψηλής αλατότητας. Αντίστοιχα και η συγκέντρωση του λυκοπενίου, του ασκορβικού οξέος και των ολικών φαινολών αυξήθηκε προοδευτικά με την αύξηση της αλατότητας (Sellitto et al., 2019). Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε θετική επίδραση των μυκορριζών στη συγκέντρωση των παραπάνω ποιοτικών δεικτών με τη διαφορά να είναι σημαντική σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Η θετική επίδραση των μυκορριζών στην αύξηση των πολυφαινολών και του ασκορβικού οξέος αποδίδεται στην αυξημένη πρόσληψη αζώτου από το έδαφος. Στην ίδια εργασία, η εφαρμογή των μυκορριζών αύξησε τη συγκέντρωση K, Ca, Mg, P, S και NO₃ στους καρπούς ενώ μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση Na. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η εργασία των Al-Karaki & Hammad, (2001), στην οποία οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση P, Cu, Fe και Zn σε σχέση με τον μάρτυρα. Σημαντική μείωση της συγκέντρωσης Na στους καρπούς τομάτας παρατηρήθηκε και στην εργασία των Huang et al., (2013). Στην ίδια εργασία, ο μύκητας *G. mosseae*, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση N, P και Ca στους καρπούς.

Η αύξηση της αλατότητας στο εδαφικό διάλυμα δεν έχει δυσμενείς επιπτώσεις μόνο στα φυτά αλλά και στους ενδοφυτικούς μύκητες, όπως άλλωστε αποδεικνύεται από την μείωση του αποικισμού που παρατηρήθηκε σχεδόν σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Τα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης παρατηρήθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, γεγονός που αποδεικνύει ότι η μείωση του αποικισμού σε συνθήκες σοβαρής καταπόνησης οφείλεται στη μείωση της ανάπτυξης του φυτού και στον περιορισμό της ανάπτυξης των μυκηλιακών υφών (Asghari et al., 2008). Στην εργασία των Ebrahim & Saleem (2017), στην οποία μετρήθηκε το ποσοστό αποικισμού σε δυο διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των φυτών της ποικιλίας Super Strain B (φυτά ηλικίας 2 και 3 μηνών) παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού αποικισμού στα φυτά μεγαλύτερης ηλικίας σε ποσοστό 20% περίπου σε συνθήκες υψηλής αλατότητας που πιθανώς να οφείλεται σε προσαρμογή του μύκητα *G. fasciculatum*, στην αύξηση της αλατότητας του εδάφους.

Η παραγωγή μυκηλιακών υφών και η βλάστηση των σπορίων, αποτελούν τα στάδια ανάπτυξης του μύκητα που επηρεάζονται περισσότερο από την αύξηση της αλατότητας (Porcel, et al., 2012). Η αύξηση της αλατότητας, μείωσε τη συγκέντρωση των σπορίων του μύκητα *G. macrocarpium* στο έδαφος κατά 18,81 και 18,65% στις δυο χρονιές διεξαγωγής του πειράματος (Abdelhameid & El-Shazly, 2020). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση σπορίων μείγματος *Glomus spp*, η οποία παρουσίασε μείωση κατά 31,9 και 72,2% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας αντίστοιχα (Hashem et al., 2015).

Οι μυκόρριζες επηρεάζουν και διάφορα χαρακτηριστικά του εδάφους όπως τη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα, την ηλεκτρική αγωγιμότητα καθώς και τον πληθυσμό των μικροοργανισμών. Εδαφικό διάλυμα από φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. macrocarpium*, είχε μεγαλύτερη συγκέντρωση σε N, P, K σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 13,29 και 14,56%, 21,01 και 21,77%, 7,42 και 7,65% αντίστοιχα στις δυο χρονιές διεξαγωγής του πειράματος (Abdelhameid & El-Shazly, 2020). Στην εργασία των Huang et al., (2013) η συγκέντρωση ιόντων Na⁺ στο έδαφος φυτών εμβολιασμένων με τον μύκητα *G. mosseae*, ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τον μάρτυρα, αποδεικνύοντας ότι ο αποικισμός με τον μύκητα, μείωσε την

πρόσληψη νατρίου από τα φυτά με αποτέλεσμα να παραμείνει μεγαλύτερη ποσότητα στο έδαφος. Η αύξηση της συγκέντρωσης νατρίου είχε ως αποτέλεσμα και την άνοδο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), δεν επηρέασε όμως το pH του εδάφους. Αντίθετα στην εργασία των Rivero et al., (2018), ο αποικισμός με μυκόρριζες μείωσε την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, με τη μείωση να φτάνει το 39% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας από την επίδραση του μύκητα *R. irregularis*. Στην εργασία των He et al., (2007) η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους δεν επηρεάστηκε από τον αποικισμό με τον μύκητα *G. mosseae*.

Η αλατότητα εκτός από τις μυκόρριζες επηρεάζει αρνητικά και τους άλλους μικροοργανισμούς του εδάφους. Στην εργασία των Abdelhameid & El-Shazly, (2020) η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη μικροβιακή κοινότητα του εδάφους κατά 11,18 και 11,33% ενώ αντίστοιχα ο αποικισμός με τον μύκητα *G. macrocarpium*, αύξησε τον μικροβιακό πληθυσμό κατά 33,60 και 35,00% στις δυο χρονιές διεξαγωγής του πειράματος.

Η χρήση μυκόρριζών ανθεκτικών στην υψηλή αλατότητα είχε διαφορετικές επιδράσεις στην μείωση του στρες αλατότητας σε ποικιλίες τομάτας. Η χρήση του μύκητα *G. iranicum* var. *tenuipharum*, που συλλέχτηκε από ξηρό και αλατώδες έδαφος, σε φυτά της ποικιλίας HULK F1, δεν επέφερε θετικό αποτέλεσμα στους παράγοντες που εξετάστηκαν (Gomez-Bellot et al., 2020). Στην εργασία των Ouziad et al., (2006), ο μύκητας *G. geosporum*, που συλλέχτηκε από τις ρίζες του ανθεκτικού στην αλατότητα φυτού *A. trifolium*, αύξησε τον αποικισμό σε συνθήκες υψηλής αλατότητας σε μείγμα του με τον μη ανθεκτικό στην αλατότητα *R. irregularis*. Πειράματα που έγιναν ωστόσο με διαφορετικούς συνδυασμούς φυτών, σε διαφορετικές πειραματικές συνθήκες απέτυχαν να αποδείξουν την αύξηση της ανοχής στην αλατότητα με τη χρήση του *G. geosporum*. Η σύγκριση δυο μειγμάτων μυκόρριζών του γένους *Glomus spp*, που συλλέχτηκαν από αλατώδες και μη αλατώδες έδαφος σε φυτά της ποικιλίας Heinz 1350 VF 402, είχε ως αποτέλεσμα το πρώτο να περιορίσει την ανάπτυξη των φυτών, κυρίως του ριζικού συστήματος αλλά να περιορίσει και τη συγκέντρωση ιόντων χλωρίου στα φύλλα, ενώ το δεύτερο ενίσχυσε την ανάπτυξη του φυτού, δεν περιορίσε όμως τη συγκέντρωση ιόντων χλωρίου στα φύλλα των φυτών (Copeman et al., 1996). Αντίθετα η χρήση μείγματος μυκόρριζών του γένους *Glomus spp* από αλατώδες έδαφος σε φυτά της ποικιλίας Castle rock, βελτίωσε την ανοχή των φυτών στην αλατότητα, αυξάνοντας τη φυτική βιομάζα, τη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων και τον αντιοξειδωτικό μηχανισμό των φυτών (Hashem et al., 2015). Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στην εργασία των Hagiboland et al., (2009), όπου η επίδραση του μύκητα *G. intraradices*, που συλλέχτηκε από αλατώδες έδαφος, ήταν θετική και για την ευαίσθητη στην αλατότητα ποικιλία Behta και την ανθεκτική Piazar. Στην εργασία των Rivero et al., (2018), ο μύκητας *C. etunicatum*, που συλλέχτηκε από έδαφος με υψηλή αλατότητα είχε σημαντικά θετικότερη επίδραση σε σχέση με τους μύκητες *F. mosseae* και *R. irregularis*. Η εφαρμογή διαφόρων επιπέδων αλατότητας σε μύκητες του γένους *G. mosseae*, πριν τον εμβολιασμό τους με τα φυτά μείωσε τις αρνητικές επιπτώσεις της αλατότητας (Anoshee & Sepehr, 2016).

Η εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας επηρέασε την απόκριση των φυτών στο στρες αλατότητας. Στις εργασίες των Demir et al., (2011) και Damaiyanti et al., (2015) αποτελεσματική ήταν η επέμβαση με τη μεγαλύτερη ποσότητα μυκόρριζας

(100 σπόρια και 20g αντίστοιχα) ενώ αντίθετα η χρήση μικρότερης ποσότητας (10 σπόρια και 5g), δεν είχε σημαντική επίδραση.

Σε διάφορες εργασίες μελετήθηκε η επίδραση των μυκορριζών στον περιορισμό των επιπτώσεων του στρες αλατότητας σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες. Στην εργασία των Sivakumar et al., (2019) ο συνδυασμός του μύκητα *Glomus fasciculatum* με το βακτήριο *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, αύξησε σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών, τη συγκέντρωση K^+ , σε βλαστούς και ρίζες, τη δραστηριότητα της φωσφατάσης ενώ μείωσε τη συγκέντρωση Na^+ και το pH του εδάφους, σε σχέση με τις επεμβάσεις μόνο με το στέλεχος του μύκητα ή του βακτηρίου. Η συνέργεια του μύκητα με το βακτήριο αύξησε και το ποσοστό αποικισμού σε συνθήκες υψηλής αλατότητας κατά 34,40% σε σχέση με την περίπτωση χρήσης μόνο του στελέχους του μύκητα. Αντίστοιχα και στην εργασία των Khalloufi et al., (2017), ο συνδυασμός του μύκητα *R. irregularis* με την εφαρμογή γιββεριλίνης (GA_3) στο φύλλωμα των φυτών αύξησε τις αναπτυξιακές παραμέτρους και την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, σε σχέση με την εφαρμογή μόνο του στελέχους του μύκητα ή μόνο της εφαρμογής γιββεριλίνης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή γιββεριλίνης μείωσε το ποσοστό αποικισμού του μύκητα κατά 20,20 και 15,40% σε συνθήκες απουσίας και υψηλής αλατότητας.

4.2 Συμπεράσματα για την επίδραση των μυκορριζών στην απόκριση των φυτών πιπεριάς που αναπτύσσονται σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας.

Η αύξηση της αλατότητας στο εδαφικό διάλυμα είχε δυσμενείς επιπτώσεις σε μορφολογικά, βιοχημικά, φυσιολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών πιπεριάς. Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες βελτίωσε την απόκριση των φυτών στην καταπόνηση, αν και δεν εξάλειψε τις αρνητικές συνέπειες της αλατότητας, καθώς και τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μείωση της ανάπτυξής τους, σε σχέση με τα φυτά που αναπτύσσονταν σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται στη μειωμένη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων και στην ενέργεια που δαπανά το φυτό προκειμένου να ανταποκριθεί στη τοξικότητα που προκαλείται από τα ιόντα Na^+ και Cl^- που κυριαρχούν στο εδαφικό διάλυμα. Η μείωση της ανάπτυξής τους ωστόσο, ήταν σημαντικά μικρότερη σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά.

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας στο εδαφικό διάλυμα προκάλεσε σημαντική αναστολή της ανάπτυξης των φυτών, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Από τις αναπτυξιακές παραμέτρους που εξετάστηκαν, όλες παρουσίασαν μείωση, με την αναστολή στο ξηρό βάρος (βλαστού, ρίζας και ολικό) να είναι σημαντική σε όλα τα φυτά. Η μείωση αυτή, μπορεί να οφείλεται στην αναστολή της κυτταρικής διαίρεσης και επιμήκυνσης που προκαλείται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η σύγκριση των ποσοστών μείωσης των παραπάνω παραγόντων έδειξε ότι το ξηρό βάρος των ριζών ήταν ο παράγοντας που επηρεάστηκε περισσότερο. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη τοξικότητα, εξαιτίας της άμεσης επαφής των ριζών με το εδαφικό διάλυμα (Latef & Chaoxing, 2014).

Το ύψος και η φυλλική επιφάνεια επηρεάστηκαν από την αύξηση της αλατότητας, με την επίδραση να είναι σημαντική σε ορισμένες ποικιλίες. Οι El-Sarkassy et al.,

(2017) υποστηρίζουν ότι η μείωση της φυλλικής επιφάνειας αποτελεί σημαντικό δείκτη αναστολής της ανάπτυξης, εξαιτίας της μείωσης στην ποσότητα του άνθρακα που δεσμεύεται και αφομοιώνεται από τα φυτά, η οποία οδηγεί σε μείωση του φωτοσυνθετικού ρυθμού και της συσσώρευσης βιομάζας. Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας από την αλατότητα μπορεί να οφείλεται και στη μείωση της σπαργής εξαιτίας του ωσμωτικού στρες καθώς και σε μείωση του φωτοσυνθετικού ρυθμού (Latef & Chaoxing, 2014).

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε σημαντικά όλα τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Αντίθετα σε αρκετές περιπτώσεις δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας. Σημαντική ήταν η επίδραση των μυκόρριζών και στη βλάστηση των σπόρων των φυτών πιπεριάς. Σε ορισμένους από τους οικοτύπους της ποικιλίας *aviculare*, ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. intraradices* διπλασίασε το ποσοστό βλάστησης κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας (Rueda-Puente et al., 2010).

Η επίδραση της αλατότητας και του εμβολιασμού με μυκόρριζες, στα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των φυτών, επηρεάζεται και από τη διαθεσιμότητα P στο έδαφος. Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), φυτά πιπεριάς που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με μειωμένη συγκέντρωση P, παρουσίασαν μείωση στο ξηρό βάρος του βλαστού και της ρίζας με την αύξηση της αλατότητας. Η μείωση παρατηρήθηκε τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, αν και τα εμβολιασμένα φυτά είχαν καλύτερα αποτελέσματα. Η αύξηση της αλατότητας μείωσε σημαντικά και τη φυλλική επιφάνεια των μη εμβολιασμένων που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με μειωμένο P. Αντίθετα ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. intraradices*, αύξησε σημαντικά τη φυλλική επιφάνεια στις ίδιες συνθήκες. Σε συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης P ωστόσο, ο εμβολιασμός με τον μύκητα δεν είχε καμία επίδραση. Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα στις ίδιες συνθήκες ήταν σημαντικά μικρότερη σε σχέση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με μειωμένο P.

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας στο εδαφικό διάλυμα μειώνει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση N και K^+ , στα φύλλα και τους βλαστούς τόσο των εμβολιασμένων φυτών, όσο και του μάρτυρα. Η μείωση, ωστόσο στα εμβολιασμένα φυτά ήταν μικρότερη. Η μεταβολή της συγκέντρωσης των δυο παραπάνω στοιχείων ήταν σημαντική κυρίως σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας, με τα αποτελέσματα να διαφέρουν μεταξύ των ποικιλιών. Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες αύξησε τη συγκέντρωση των παραπάνω στοιχείων στα φύλλα και τους βλαστούς, σε σχέση με τον μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ αντίθετα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας δεν υπήρχε διαφορά. Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), η διαθεσιμότητα P στο εδαφικό διάλυμα δεν επηρέασε τη πρόσληψη των παραπάνω στοιχείων. Στην ίδια εργασία ο εμβολιασμός με μυκόρριζες δεν αύξησε τη συγκέντρωση N στα εμβολιασμένα φυτά, σε καμία εφαρμογή, ενώ είχε θετικά αποτελέσματα στη συγκέντρωση K^+ , σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Αντίθετα η συγκέντρωση Ca στους βλαστούς των φυτών δεν επηρεάστηκε από την αύξηση της αλατότητας, με τη συγκέντρωση στους ιστούς να μειώνεται ελάχιστα

ή και να αυξάνει σε ορισμένες περιπτώσεις. Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες δεν επηρέασε τη συγκέντρωση Ca στους βλαστούς σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ η πρόσληψη του από τα φυτά ήταν ανεξάρτητη από τη διαθεσιμότητα P στο εδαφικό διάλυμα.

Η αλατότητα προκάλεσε μείωση της συγκέντρωσης P στα φύλλα και τους βλαστούς των φυτών, με τη μείωση να είναι ανάλογη της αύξησης των επιπέδων αλατότητας. Ο εμβολιασμός με μυκόρριζες αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P στα φύλλα των φυτών σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, ενώ στους βλαστούς η αύξηση ήταν σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η διαθεσιμότητα P στο εδαφικό διάλυμα επηρέασε τη μεταβολή της συγκέντρωσης του στους βλαστούς των φυτών, καθώς και την επίδραση των μυκορριζών. Η συγκέντρωση P στους βλαστούς των φυτών πιπεριάς που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πλούσιο σε φώσφορο δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την αύξηση της αλατότητας ενώ ούτε και ο αποικισμός με μυκόρριζες αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P στα εμβολιασμένα φυτά. Αντίθετα τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με περιορισμένη διαθεσιμότητα P παρουσίασαν σημαντική μείωση της συγκέντρωσης P στους βλαστούς κυρίως των μη εμβολιασμένων φυτών, σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Ο εμβολιασμός των φυτών με τον μύκητα *G. intraradices*, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση P στα εμβολιασμένα φυτά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, όταν η διαθεσιμότητα του στοιχείου στο έδαφος ήταν περιορισμένη (Beltrano et al., 2013). Αντίστοιχα και στην εργασία των Turkmen et al., (2008), ο εμβολιασμός των φυτών δεν αύξησε σημαντικά το περιεχόμενο του P σε σχέση με τον μάρτυρα λόγω της επαρκούς συγκέντρωσης P στο εδαφικό διάλυμα.

Η αύξηση της συγκέντρωσης P στα εμβολιασμένα φυτά θεωρείται από πολλούς συγγραφείς ως ο βασικός μηχανισμός αύξησης της ανοχής των φυτών στην αλατότητα (Copeman et al., 1996, Al Karaki et al., 2001). Η αύξηση στη συγκέντρωση P μειώνει τις αρνητικές επιδράσεις από την συσσώρευση ιόντων Na^+ στους ιστούς των φυτών, διατηρώντας την ακεραιότητα της μεμβράνης του τονοπλάστη, αποτρέποντας την έξοδο των ιόντων νατρίου στο κυτταρόπλασμα και την παρέμβασή τους σε μεταβολικές οδούς που σχετίζονται με την ανάπτυξη του φυτού. Αντίθετα σε άλλες έρευνες βρέθηκε ότι η ανοχή των εμβολιασμένων φυτών στην αλατότητα ήταν ανεξάρτητη από την συγκέντρωση P (Ruiz-Lonzano et al., 1996, Feng et al., 2002).

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση Na^+ στα φύλλα και τους βλαστούς τόσο των εμβολιασμένων φυτών όσο και του μάρτυρα. Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση νατρίου στους βλαστούς σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Στα φύλλα παρατηρήθηκε μείωση κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, με τη μεταβολή όμως να μην είναι τόσο σημαντική. Η διαθεσιμότητα P στο έδαφος δεν επηρέασε τη συγκέντρωση Na^+ στους ιστούς των φυτών ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ούτε στην απόκριση των μυκορριζών.

Μια στρατηγική αντιμετώπισης των τοξικών επιπτώσεων των ιόντων Na^+ από τις μυκόρριζες είναι είτε η μειωμένη πρόσληψή τους από το εδαφικό διάλυμα, είτε η απομάκρυνσή τους από τις ρίζες στα υπέργεια τμήματα του φυτού. Η μεταφορά γίνεται προς τους βλαστούς και τα φύλλα του φυτού, κυρίως τα γηραιότερα φύλλα, απ' όπου η περαιτέρω μετακίνησή τους είναι μειωμένη (Beltrano et al., 2013). Η μείωση της συγκέντρωσης Na^+ στους ιστούς των εμβολιασμένων φυτών αποδίδεται

από πολλούς ερευνητές όχι στη μείωση πρόσληψης νατρίου από το εδαφικό διάλυμα αλλά στο «φαινόμενο αραίωσης» λόγω της αύξησης του ξηρού βάρους των φυτών (Kaya et al., 2009).

Η αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων και αντίστοιχα η μείωση στη συγκέντρωση νατρίου στα εμβολιασμένα φυτά είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών πιπεριάς και τη διατήρηση του ιοντικού ισοζυγίου. Το γεγονός αυτό αποτυπώνεται και στον υψηλότερο λόγο K^+/Na^+ των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα. Η βελτίωση του λόγου K^+/Na^+ αποτρέπει την αναστολή ενζυμικών διαδικασιών που σχετίζονται με το κάλιο και την αναστολή στη σύνθεση πρωτεϊνών ενώ επιπλέον βελτιώνει το ιοντικό δυναμικό του κυτταροπλάσματος και επιτρέπει την εκροή ιόντων νατρίου από το φυτό (Colla et al., 2008).

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης μειώθηκε σημαντικά από την επίδραση του στρες αλατότητας και η μείωση ήταν σημαντική τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στο μάρτυρα, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Η συγκέντρωση των χρωστικών ήταν υψηλότερη στα εμβολιασμένα φυτά, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας ενώ αντίθετα στις περισσότερες περιπτώσεις, σε συνθήκες απουσίας αλατότητας δεν παρατηρήθηκε διαφορά σε σχέση με τον μάρτυρα. Σε ορισμένες εργασίες (Latif & Chaoxing, 2013, El-Sarkassy et al., 2017, Kaya et al., 2009), παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μείωση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης β σε σχέση με τη χλωροφύλλη α.

Εκτός από την χλωροφύλλη και η συγκέντρωση των καροτενοειδών παρουσίασε μείωση με την αύξηση της αλατότητας. Η μείωση ήταν ιδιαίτερα σημαντική σε συνθήκες υψηλής αλατότητας τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα (Al-Amri, 2019, El-Sarkassy et al., 2017, Cekic et al., 2011). Ο εμβολιασμός με μικρόριζες αύξησε τη συγκέντρωση των καροτενοειδών, κυρίως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα στην εργασία των Hegazi et al., (2017), η συγκέντρωση των καροτενοειδών αυξήθηκε με την αύξηση της αλατότητας, με την αύξηση να είναι πιο σημαντική στον μάρτυρα σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε η εργασία των Sakr et al., (2015), στην οποία η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης α και β, ενώ αύξησε τη συγκέντρωση καροτενοειδών στα φύλλα των φυτών πιπεριάς.

Η μείωση της συγκέντρωσης των φωτοσυνθετικών χρωστικών στα φυτά σε συνθήκες αλατότητας πιθανόν να οφείλεται σε μείωση του αριθμού των χλωροπλαστών και σε αποδιοργάνωση της μεμβράνης των θυλακοειδών ή σε καταστολή ειδικών ενζύμων απαραίτητων για τη σύνθεση των χρωστικών (Latif & Chaoxing, 2014). Η μείωση της συγκέντρωσης τους πιθανόν να συνδέεται και με τη μείωση της συγκέντρωσης του N και του Mg εξαιτίας της αλατότητας, δυο απαραίτητων στοιχείων για τη σύνθεση του μορίου της χλωροφύλλης (Kaya et al., 2009, Al-Amri, 2019).

Εκτός από την αύξηση της συγκέντρωσης των χρωστικών, ο εμβολιασμός με μικρόριζες βελτίωσε και άλλες φωτοσυνθετικές παραμέτρους. Ο εμβολιασμός φυτών πιπεριάς με τον μύκητα *G. constrictum*, αύξησε το φωτοσυνθετικό ρυθμό, τον ρυθμό αναπνοής και την στοματική αγωγιμότητα σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 40, 56,61 και 78,20% (Al-Amri, 2019).

Τα φυτά προκειμένου να αντιμετωπίσουν το ωσμωτικό στρες που προκαλείται από την άνοδο των επιπέδων αλατότητας παράγουν ωσμωλύτες, μη τοξικές ουσίες

χαμηλού μοριακού βάρους, που τους επιτρέπουν να διατηρήσουν υψηλό ωσμωτικό δυναμικό στα κύτταρά τους ώστε να αποτρέψουν την απώλεια νερού. Ένας από τους σημαντικότερους ωσμωλύτες, η συγκέντρωση του οποίου έχει παρατηρηθεί να αυξάνει σε συνθήκες ωσμωτικού στρες, είναι η προλίνη. Εκτός από τον ρόλο της ως ωσμωλύτης η προλίνη λειτουργεί και ως απόθεμα ενέργειας και αζώτου στα φυτά που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας (Kaya et al., 2009). Από τα αποτελέσματα των εργασιών που εξεταστήκαν προέκυψε αύξηση της συγκέντρωσης προλίνης με την αύξηση των επιπέδων αλατότητας τόσο στους βλαστούς και τα φύλλα όσο και στις ρίζες των φυτών. Η συγκέντρωση της προλίνης ήταν πολύ μεγαλύτερη στην υπέργεια βιομάζα σε σχέση με τις ρίζες. Η επίδραση των μυκορριζών στη μεταβολή της συγκέντρωσης προλίνης παρουσίασε αρκετές διαφορές μεταξύ των ερευνών, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις αύξησε τη συγκέντρωση της προλίνης στα εμβολιασμένα φυτά ενώ σε άλλες, η συγκέντρωση στον μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη.

Η αύξηση του ωσμωτικού δυναμικού του εδάφους αυξάνει τη συγκέντρωση οργανικών διαλυτών ουσιών όπως σάκχαρα, αμινοξέα, πρωτεΐνες και φαινολικές ουσίες μικρού μοριακού βάρους, που λειτουργούν ως ωσμωλύτες. Τα διαλυτά σάκχαρα αποτελούν σημαντικούς ωσμωλύτες καθώς συνεισφέρουν μέχρι και 50% στο ωσμωτικό δυναμικό των γλυκόφυτων (Latef & Chaoxing, 2014). Ο ρόλος τους είναι η αύξηση του ωσμωτικού δυναμικού, ενώ παράλληλα λειτουργούν και ως αποθήκες άνθρακα και ενέργειας για το κύτταρο. Η αύξηση της συγκέντρωσης πρωτεϊνών και των ελεύθερων αμινοξέων εκτός από ρύθμιση του ωσμωτικού δυναμικού λειτουργεί και ως πηγή αζώτου.

Η αύξηση της αλατότητας είχε διαφορετική επίδραση στη συγκέντρωση των οργανικών διαλυτών στους βλαστούς και τις ρίζες, καθώς μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωσή τους στις ρίζες, ενώ αντίθετα την αύξησε στους βλαστούς. Τα διαλυτά σάκχαρα μειώθηκαν στις ρίζες μη εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς, κατά 61% σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, οι διαλυτές πρωτεΐνες κατά 70% και τα ελεύθερα αμινοξέα κατά 75%. Τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ παρουσίασαν μικρότερη μείωση, 32, 25 και 28% αντίστοιχα (Latef & Chaoxing, 2014). Η μείωση της ανάπτυξης των ριζών των μη εμβολιασμένων φυτών συνδέεται με την σημαντική μείωση στη συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων, πρωτεϊνών και ελεύθερων αμινοξέων στις ρίζες ακόμα και σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας. Αντίθετα η συγκέντρωση της προλίνης αυξήθηκε σημαντικά στις ρίζες ακόμα και στο χαμηλό επίπεδο αλατότητας, αποδεικνύοντας ότι στις ρίζες των φυτών πιπεριάς η προλίνη αποτελεί τον κυριότερο ωσμωρρυθμιστικό παράγοντα. Στην ίδια εργασία η συγκέντρωση των διαλυτών πρωτεϊνών και των ελεύθερων αμινοξέων στον βλαστό αυξήθηκε τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στο μάρτυρα, με την συγκέντρωση στα εμβολιασμένα φυτά να είναι μεγαλύτερη κατά 25%. Αντίθετα η συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων παρουσίασε αύξηση μόνο σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας ενώ η περαιτέρω αύξηση της αλατότητας δεν επέφερε σημαντική μεταβολή.

Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η εργασία των Beltrano et al., (2013), στην οποία παρατηρήθηκε μείωση των διαλυτών σακχάρων στις ρίζες σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ δεν υπήρξε διαφορά στη συγκέντρωση των εμβολιασμένων φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα, στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με μειωμένη διαθεσιμότητα P. Αντίθετα τα εμβολιασμένα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με

αυξημένη διαθεσιμότητα P, είχαν μικρότερη συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων στις ρίζες τους, σε σχέση με τον μάρτυρα. Στους βλαστούς η συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων στα εμβολιασμένα φυτά ήταν σημαντικά μικρότερη σε σχέση με τον μάρτυρα ανεξάρτητα από το επίπεδο αλατότητας και της συγκέντρωσης P στο εδαφικό διάλυμα. Η συγκέντρωση όμως των διαλυτών σακχάρων στους βλαστούς δεν παρουσίασε σημαντική αύξηση με την αύξηση της αλατότητας, αποδεικνύοντας ότι τα διαλυτά σάκχαρα δεν αποτελούν σημαντικούς ωσμωρρυθμιστές στα φυτά πιπεριάς.

Στην εργασία των Hegazi et al., (2017), η αύξηση της αλατότητας, αύξησε τη συγκέντρωση πολυφαινολών στους ιστούς των φυτών κυρίως σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας. Ο εμβολιασμός των φυτών με τον μύκητα *G. irradicans*, αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση των διαλυτών πολυφαινολών στα φυτά. Ο εμβολιασμός με τον μύκητα αύξησε σημαντικά και το σχετικό υδατικό περιεχόμενο των φύλλων των φυτών, το οποίο μειώθηκε σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας. Αντίστοιχα και ο εμβολιασμός των φυτών με τους μύκητες *G. intraradices* και *G. mosseae* αύξησε το σχετικό υδατικό των φύλλων των φυτών πιπεριάς, το οποίο μειώθηκε από την αύξηση της αλατότητας, με τον μύκητα *G. intraradices* να έχει τη μεγαλύτερη επίδραση (Cekic et al., 2011).

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας, όπως και κάθε άλλη αβιοτική καταπόνηση, προκαλεί οξειδωτικό στρες στα φυτά αυξάνοντας τη συγκέντρωση ενεργών ριζών οξυγόνου. Οι ενεργές ρίζες οξυγόνου προκαλούν υπεροξειδωση των λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης διαταράσσοντας την ακεραιότητα της. Στην εργασία των Hegazi et al., (2017), η αύξηση της αλατότητας αύξησε την διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης των φύλλων τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα με την αύξηση να είναι σημαντική στο υψηλότερο επίπεδο αλατότητας. Ο εμβολιασμός των φυτών με τον μύκητα *G. irradicans*, μείωσε τη διαπερατότητα της μεμβράνης σε συνθήκες μέσης αλατότητας ενώ σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας τα αποτελέσματα δε διέφεραν σε σχέση με τον μάρτυρα. Σε αντίστοιχες συνθήκες στην έρευνα των Selvakumar & Thamizhiniyan, (2011), η αύξηση της αλατότητας αύξησε την απώλεια ηλεκτρολυτών στα μη εμβολιασμένα φυτά κατά 93,10 και 161,10% σε συνθήκες χαμηλής και μέσης αλατότητας αντίστοιχα. Ο εμβολιασμός των φυτών με τον μύκητα *G. intraradices*, μείωσε τη διαρροή ηλεκτρολυτών από τα κύτταρα των φύλλων, κατά 17,20 και 28,60% σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες αλατότητας, ενώ αντίθετα σε συνθήκες απουσίας αλατότητας δεν παρατηρήθηκε διαφορά. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχε και η εργασία των Kaya et al., (2009), στην οποία η αύξηση της αλατότητας προκάλεσε αύξηση της διαρροής ηλεκτρολυτών στα μη εμβολιασμένα φυτά κατά 74,70 και 134,30% σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. clarum* μείωσε τη διαρροή ηλεκτρολυτών κατά 15,10 και 27% σε σχέση με τον μάρτυρα σε συνθήκες αλατότητας ενώ δεν υπήρχε διαφορά σε συνθήκες απουσίας αλατότητας.

Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του ποσοστού μείωσης της ακεραιότητας της μεμβράνης των φύλλων και της ρίζας. Στη ρίζα η ακεραιότητα της κυτταρικής μεμβράνης παρουσίασε μείωση μόνο σε συνθήκες πολύ υψηλής αλατότητας χωρίς να επηρεάζεται από τη συγκέντρωση P στο εδαφικό διάλυμα, ενώ ο εμβολιασμός με μυκόρριζες βελτίωσε την διαπερατότητα της μεμβράνης μόνο στις συνθήκες αυτές. Αντίθετα η διαπερατότητα της μεμβράνης στα

φύλλα είχε πολύ σημαντική μείωση σε μη εμβολιασμένα φυτά που αναπτύσσονταν σε έδαφος με μειωμένη περιεκτικότητα σε P. Ο εμβολιασμός των φυτών με τον μύκητα *G. intraradices*, στις παραπάνω συνθήκες αύξησε σημαντικά την ακεραιότητας μεμβράνης σε ποσοστό 55,10, 67 και 50% σε συνθήκες μέσης, υψηλής και πολύ υψηλής αλατότητας αντίστοιχα. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες υψηλής διαθεσιμότητας P παρουσίασαν μικρότερη μείωση, ενώ ο εμβολιασμός με μυκόρριζες δεν βελτίωσε την διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης των φύλλων σε σχέση με τον μάρτυρα.

Ένα από τα τελικά προϊόντα από την υπεροξειδωση των λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης είναι η μαλονδιαλδεϋδη (MDA), η αύξηση της συγκέντρωσης της οποίας αποτελεί δείκτη της καταστροφής της κυτταρικής μεμβράνης από την αύξηση της συγκέντρωσης των ελεύθερων ριζών οξυγόνου. Σε συνθήκες υψηλής αλατότητας στις ρίζες και τους βλαστούς μη εμβολιασμένων φυτών πιπεριάς παρατηρήθηκε αύξηση στη συγκέντρωση της MDA κατά 108 και 61% αντίστοιχα (Latef & Chaoxing, 2014). Στην ίδια εργασία, τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα *G. mosseae* είχαν μικρότερη συγκέντρωση MDA στις ρίζες και τους βλαστούς σε σχέση με τον μάρτυρα σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Η αύξηση στη συγκέντρωση της MDA ήταν μεγαλύτερη στις ρίζες σε σχέση με τους βλαστούς. Αντίστοιχα και στην εργασία των Cekic et al., (2011), η αύξηση των επιπέδων αλατότητας, αύξησε τη συγκέντρωση MDA, τόσο στα εμβολιασμένα φυτά όσο και στον μάρτυρα, με τη συγκέντρωση ωστόσο στα εμβολιασμένα φυτά να είναι σημαντικά μικρότερη, κυρίως σε φυτά εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. intraradices*.

Τα φυτά διαθέτουν αποτελεσματικούς αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς, ενζυματικούς ή μη, για να προστατέψουν τα κύτταρά τους από τις ενεργές ρίζες οξυγόνου. Οι ενζυματικοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν αντιοξειδωτικά ένζυμα όπως η καταλάση, η υπεροξειδική δυσμουτάση και οι υπεροξειδάσες. Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας αύξησε την συγκέντρωση της καταλάσης (CAT) και της υπεροξειδάσης (POD), στα φύλλα φυτών πιπεριάς εμβολιασμένα με τον μύκητα *G. fasciculatum*, κατά 119,4 - 320,7% και 83,7 - 134,2% αντίστοιχα σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Η συγκέντρωση των παραπάνω ενζύμων ήταν μεγαλύτερη στα εμβολιασμένα φυτά σε σχέση με τον μάρτυρα, κατά 87,6, 16 και 52% καθώς και 34,6, 16,4 και 0% αντίστοιχα σε συνθήκες απουσίας, μέσης και υψηλής αλατότητας (El-Sarkassy et al., 2017). Στην εργασία των Latef & Chaoxing, (2014), η αύξηση των επιπέδων αλατότητας, αύξησε τη δραστηριότητα των ενζύμων SOD και POD στις ρίζες των μη εμβολιασμένων φυτών κατά 13,6 και 76% και στους βλαστούς κατά 157 και 119%. Αντίστοιχα η δραστηριότητα των παραπάνω ενζύμων στις ρίζες των φυτών εμβολιασμένων με τον μύκητα *G. mosseae*, ήταν 18 και 59% και στους βλαστούς 22 και 29% υψηλότερη σε σχέση μάρτυρα. Στα εμβολιασμένα φυτά η δραστηριότητα των παραπάνω ενζύμων ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τον μάρτυρα σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

Αντίθετα στην εργασία των Cekic et al., (2011), τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν μικρότερη δραστηριότητα του ενζύμου GR σε όλα τα επίπεδα αλατότητας, καθώς και των ενζύμων CAT και SOD σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας, σε σχέση με τον μάρτυρα.

Η αύξηση του επιπέδου αλατότητας είχε αρνητική επίδραση στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως η απόδοση της καλλιέργειας, ο αριθμός και το

βάρος των καρπών. Η μείωση ήταν ανάλογη του επιπέδου αλατότητας, με την επίδραση να είναι σημαντική σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας. Η μείωση της απόδοσης των φυτών εξαιτίας της αλατότητας, ήταν σημαντική στο σύνολο των φυτών, ενώ η μείωση του αριθμού και του βάρους των φυτών διέφερε μεταξύ των ποικιλιών και των μυκήτων που εφαρμόστηκαν. Στην εργασία των Karoulas et al., (2019), ο εμβολιασμός των φυτών με τον μύκητα *R. intraradices*, αύξησε την απόδοση και των αριθμό των καρπών στην ποικιλία Raiko, ενώ δεν είχε καμία επίδραση στην ποικιλία Arlequin. Η αύξηση των χαρακτηριστικών αυτών στην ποικιλία Raiko, παρατηρήθηκε στα φυτά που εμβολιάστηκαν κατά την φύτευσή τους στο θερμοκήπιο, ενώ στα φυτά που εμβολιαστήκαν στο σπορείο πριν την μεταφύτευση τους στο θερμοκήπιο, η επίδραση ήταν μικρότερη. Στην ίδια εργασία ο εμβολιασμός των φυτών με μυκόρριζες δεν επηρέασε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως το χρώμα, τα διαλυτά στερεά και τα συνολικά φαινολικά σε καμία από τις δυο ποικιλίες.

Η αύξηση της ανάπτυξης και της απόδοσης εμβολιασμένων φυτών πιθανόν να οφείλεται στη μείωση της συγκέντρωσης Na^+ , στην αύξηση της ακεραιότητας της κυτταρικής μεμβράνης και καθώς και στην αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών ανόργανων στοιχείων όπως το N, P και K. Στην εργασία των Dolatabadian et al., (2011), η μείωση στην απόδοση των φυτών σόγιας εξαιτίας της αλατότητας αποδόθηκε στην μείωση της συγκέντρωσης φωτοσυνθετικών χρωστικών και στην μείωση της πρόσληψης καλίου. Οι Sakr et al., (2004), αποδίδουν τη μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας στην μείωση της βιωσιμότητας της γύρης ή της δεκτικότητας των σιγμάτων καθώς και στην αποκοπή ανθέων και καρπών από την έκλυση αιθυλενίου εξαιτίας του στρες αλατότητας. Η συσχέτιση της αύξησης της απόδοσης των φυτών που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας, με την αύξηση στην βιωσιμότητα της γύρης, πιθανόν αποδεικνύεται από την εργασία των Hegazi et al., (2017), στην οποία η εφαρμογή βρασσινοστεροειδών, απαραίτητων ορμονών για την ανάπτυξη του στήμονα και της γύρης, προκάλεσε τη μεγαλύτερη αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας πιπεριάς σε σχέση με τον εμβολιασμό των φυτών με τον μύκητα *G. irradicans* και το βακτήριο *B. megaterium*.

Η αύξηση της αλατότητας του εδαφικού διαλύματος μείωσε σημαντικά τον αποικισμό των φυτών με μυκόρριζες αποδεικνύοντας ότι η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά και την ανάπτυξη των μυκήτων. Η αύξηση της αλατότητας αναστέλλει την ικανότητα αποικισμού, την ανάπτυξη υφών και των δενδρόμορφων δομών (arbuscules) εντός των φυτών (Kaya et al., 2009). Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), η αύξηση της αλατότητας μείωσε τη βιωσιμότητα των υφών, με τη μείωση να φτάνει το 50% στο υψηλότερο επίπεδο αλατότητας. Αντίστοιχα στην εργασία του Al-Amri, (2019), η αύξηση της αλατότητας μείωσε την ένταση του αποικισμού κατά 13,80% και την πυκνότητα των δενδρόμορφων δομών στις ρίζες κατά 20% στο υψηλότερο επίπεδο αλατότητας. Αντίθετα η συχνότητα της "μόλυνσης" των ριζών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την αύξηση της αλατότητας. Ο μύκητας *G. constrictum* που χρησιμοποιήθηκε στο παραπάνω πείραμα απομονώθηκε από έντονα αλατώδες έδαφος.

Ο αποικισμός των μυκορριζών εκτός από την αλατότητα επηρεάστηκε και από την συγκέντρωση P στο εδαφικό διάλυμα. Υψηλή συγκέντρωση P θεωρείται ανασταλτική στη συμβίωση με μυκόρριζες. Στην εργασία των Beltrano et al., (2013), το

μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού είχαν τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με χαμηλή συγκέντρωση P, απουσία αλατότητας, ενώ η αύξηση της αλατότητας, μείωσε σημαντικά τα ποσοστά αποικισμού. Αντίθετα, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος με αυξημένη συγκέντρωση P, είχαν μικρότερο ποσοστό αποικισμού, το οποίο όμως δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την αύξηση της αλατότητας. Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι η ύπαρξη μιας καταπόνησης επιτρέπει την συμβίωση να λειτουργεί αποτελεσματικά σε έδαφος με υψηλή συγκέντρωση P (Douds et al., 2012). Στην εργασία των Karoulas et al., (2019), τα μειωμένα ποσοστά αποικισμού αποδόθηκαν στην αυξημένη συγκέντρωση P στο έδαφος, η οποία πιθανόν να προκάλεσε ταχύτερη αύξηση στο ρυθμό ανάπτυξης της ρίζας σε σχέση με την διασπορά του μύκητα ή να μείωσε την ανάπτυξη μυκηλιακών προσβολών.

Το ποσοστό αποικισμού επηρεάστηκε και από τον μύκητα που εφαρμόστηκε και από την ποικιλία. Σε συνθήκες απουσίας αλατότητας το ποσοστό αποικισμού του μύκητα *G. intraradices* στην ποικιλία California Wonder 300 ήταν 80%, ενώ ο ίδιος μύκητας στην ποικιλία Demre, είχε ποσοστό αποικισμού 28,80%. Στην ποικιλία Demre, σε συνθήκες απουσίας αλατότητας μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού παρατηρήθηκε στον μύκητα *G. intraradices* σε σχέση με τον μύκητα *G. margarita*, ενώ σε συνθήκες μέσης αλατότητας παρατηρήθηκε το αντίστροφο. Στην εργασία των Cekic et al., (2011), το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού παρατηρήθηκε από τον μύκητα *G. intraradices* σε σχέση με τον μύκητα *G. mosseae*, σε φυτά πιπεριάς της ποικιλίας Cumaonasi.

Στα πειράματα όπου δεν χρησιμοποιήθηκε μείγμα άμμου ή αποστειρωμένο χώμα παρατηρήθηκε αποικισμός και στον μάρτυρα από σπόρια μυκήτων που υπήρχαν στο έδαφος αποδεικνύοντας ότι η συμβιωτική σχέση μεταξύ φυτών και μυκορριζών είναι ένα σύνθετο φαινόμενο. Στην εργασία του Al-Karaki, (2017), ο αποικισμός που παρατηρήθηκε στον μάρτυρα ήταν περιορισμένος και μειώθηκε με την αύξηση της αλατότητας. Στην εργασία των Karoulas et al., (2019), ο αποικισμός από γηγενείς ποικιλίες μυκορριζών στον μάρτυρα ήταν όμοιος σε ποσοστό με τα εμβολιασμένα φυτά στην ποικιλία Raiko, ενώ ήταν ποσοτικά μεγαλύτερος στην ποικιλία Arlequin.

Σε κάποιες από τις εργασίες συγκρίθηκε η επίδραση των μυκορριζών στη μείωση των επιπτώσεων του στρες αλατότητας σε φυτά πιπεριάς με άλλους παράγοντες όπως βακτήρια, ορμόνες και χουμικά οξέα. Στην εργασία των Hegazi et al., (2017), έγινε σύγκριση στην επίδραση του μύκητα *G. irradicans*, του βακτηρίου *B. megaterium* και της εφαρμογής του βρασσινοστεροειδούς (24-EBL), σε αναπτυξιακά, φυσιολογικά, βιοχημικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά φυτών πιπεριάς που υποβλήθηκαν σε στρες αλατότητας. Από τα αποτελέσματα του πειράματος προέκυψε ότι τα φυτά που εμβολιάστηκαν με τον μύκητα *G. irradicans* και σ' αυτά που εφαρμόστηκε η ορμόνη είχαν μεγαλύτερη ανάπτυξη και βιομάζα βλαστού, μεγαλύτερη συγκέντρωση Chla και Chlb, μεγαλύτερη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ενζύμων, συνολικών διαλυτών φαινολών και προλίνης. Τα εμβολιασμένα φυτά με τον μύκητα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση K και μικρότερη συγκέντρωση Na και Cl, σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις, ενώ η εφαρμογή βρασσινοστεροειδών προκάλεσε τη μεγαλύτερη απόδοση της καλλιέργειας. Η εφαρμογή του βακτηρίου είχε μικρότερη επίδραση σε σχέση με τις υπόλοιπες παρεμβάσεις, αν και είχε καλύτερη απόδοση σε σχέση με τον μάρτυρα. Στην εργασία των Rueda-Puente et al., (2010), η εφαρμογή του μύκητα *G. intraradices* και του βακτηρίου *K. pneumoniae*, αύξησε το ποσοστό βλάστησης, το

ύψος των νεαρών σπορόφυτων, το νωπό και ξηρό βάρος των φυτών των τεσσάρων οικοτύπων της ποικιλίας *aviculare*, σε συνθήκες αλατότητας χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Στην εργασία των El-Sarkassy et al., (2017), ο εμβολιασμός με τον μύκητα *G. fasciculatum*, είχε θετικότερη επίδραση από την εφαρμογή χουμικού οξέος, η μεγαλύτερη όμως θετική επίδραση παρατηρήθηκε από τον συνδυασμό των δυο παραγόντων.

5. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αλατότητα επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών τομάτας και πιπεριάς, καθώς και την ανάπτυξη των μυκορριζών περιορίζοντας το ποσοστό αποικισμού τους. Από τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των φυτών, μεγαλύτερη αναστολή παρατηρήθηκε στο ριζικό τους σύστημα, ενώ το ύψος είχε τη μικρότερη μείωση. Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας μείωσε τη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς των φυτών ενώ αντίθετα αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση ιόντων Na. Στα εμβολιασμένα φυτά τομάτας, σε αρκετές περιπτώσεις, η συγκέντρωση των ιόντων Na ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με το μάρτυρα. Η αναστολή της φυλλικής επιφάνειας και η μείωση της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων μείωσαν σημαντικά και τη συγκέντρωση χλωροφύλλης.

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας επηρέασε αρνητικά το σύνολο των αγρονομικών χαρακτηριστικών των φυτών, με σημαντική μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας, κυρίως στα φυτά πιπεριάς που είχαν σημαντικά μικρότερο αριθμό και βάρος καρπών. Στα φυτά τομάτας η απόδοση της καλλιέργειας και το βάρος των καρπών παρουσίασαν σημαντική μείωση, ενώ ο αριθμός των καρπών δεν επηρεάστηκε σημαντικά.

Η αύξηση της αλατότητας, αύξησε τη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων, κυρίως της υπεροξειδάσης και της υπεροξειδικής δυσμουτάσης, ενώ η δραστηριότητα της καταλάσης δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Αύξηση παρατηρήθηκε και στην συγκέντρωση της προλίνης τόσο στις ρίζες όσο και στη υπέργεια βιομάζα.

Τα εμβολιασμένα φυτά παρουσίασαν βελτιωμένα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά σε σχέση με τον μάρτυρα, κυρίως στο υπέργειο τμήμα τους. Ο εμβολιασμός των φυτών αύξησε την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, κυρίως P, από το εδαφικό διάλυμα, ενώ στα φυτά πιπεριάς, μείωσε τη συγκέντρωση ιόντων Na στους ιστούς των φυτών. Τα εμβολιασμένα φυτά είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης, αυξημένη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων και μεγαλύτερη παραγωγικότητα σε σχέση με τον μάρτυρα.

Ο εμβολιασμός των φυτών με μυκορριζες βελτίωσε την απόκριση των φυτών στην αλατότητα δεν εξάλειψε όμως τις αρνητικές συνέπειές της καθώς και τα εμβολιασμένα φυτά επηρεάστηκαν σημαντικά.

Ο βαθμός επίδρασης επηρεάστηκε σημαντικά από το εφαρμοζόμενο στέλεχος ή το μείγμα μυκήτων που χρησιμοποιήθηκε καθώς και από την ποικιλία του φυτού. Άλλοι παράγοντες που επηρέασαν το αποτέλεσμα ήταν η λίπανση που εφαρμόστηκε, κυρίως τα επίπεδα P, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, με τις μετρήσεις στα πολύ νεαρά σπορόφυτα να παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις, η ποσότητα του μύκητα και ο τρόπος εφαρμογής της αλατότητας.

Η θετική επίδραση από τον εμβολιασμό ήταν σημαντική στα φυτά τομάτας κυρίως σε συνθήκες απουσίας και μέσης αλατότητας και λιγότερο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα στα φυτά πιπεριάς η θετικότερη επίδραση αφορούσε φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες μέσης και υψηλής αλατότητας ενώ σε πολλές περιπτώσεις σε συνθήκες απουσίας αλατότητας δεν παρατηρήθηκαν διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Abdel Latef, A. A. (2010). Changes of antioxidative enzymes in salinity tolerance among different wheat cultivars. *Cereal Research Communications*, 38(1), pp. 43-55. <https://doi.org/10.1556/CRC.38.2010.1.5>.
- Abdel Latef, A. A. H., & Chaoxing, H. . (2011). Arbuscular mycorrhizal influence on growth, photosynthetic pigments, osmotic adjustment and oxidative stress in tomato plants subjected to low temperature stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33(4) ,pp. 1217-1225. <https://doi.org/10.1007/s11738-010-0650-3>.
- Abdel Latef, A. A. H., & Chaoxing, H. (2014). Does Inoculation with *Glomus mosseae* Improve Salt Tolerance in Pepper Plants? *Journal of Plant Growth Regulation*, 33(3), pp . 1217-1225.<https://doi.org/10.1007/s00344-014-9414-4>
- Abdel Latef, A. A. H., & Chaoxing, H. (2011). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 127(3), pp.228-233. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.020>.
- Abdel Latef, A. A. H., & Miransari, M. (2014). The role of arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress. In *Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses: Volume 2*, pp.23-38: *Alleviation of Soil Stress by Pgpr and Mycorrhizal Fungi*. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0721-2_2.
- Abdelaziz, M. E., Abdelsattar, M., Abdeldaym, E. A., Atia, M. A. M., Mahmoud, A. W. M., Saad, M. M., & Hirt, H. (2019). Piriformospora indica alters Na⁺/K⁺ homeostasis, antioxidant enzymes and LeNHX1 expression of greenhouse tomato grown under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.059>.
- Abdelhameid, N., & El-Shazly, M. (2020). The Impact of Inoculation with Arbuscular mycorrhizal Fungi on Tomato Tolerance to Salt Stress and Nutrients Uptake in Sandy Soil. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 11(3), pp. 63-70. <https://doi.org/10.21608/jacb.2020.86998>.
- Adiku, S. G. K., Ozier-Lafontaine, H., & Bajazet, T. (2001). Patterns of root growth and water uptake of a maize-cowpea mixture grown under greenhouse conditions. *Plant and Soil*, 235(1), pp. 85-94. <https://doi.org/10.1023/A:1011847214706>.
- Al-Amri, S. M. (2019). Mitigation of salinity stress of pepper (*Capsicum annuum* L.) by arbuscular mycorrhizal fungus, *glomus constrictum*. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4). https://doi.org/10.15666/aeer/1704_99659978.

- Alfocea, F.P., Estan, M.T., Caro, M., & Bolarin, M.C., (1993). Response of tomato cultivars to salinity. *Plant and Soil*, 150, pp. 203-211.
- Al-Karaki, G. N. (2017). Effects of Mycorrhizal Fungi Inoculation on Green Pepper Yield and Mineral Uptake under Irrigation with Saline Water. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 6(5).
<https://doi.org/10.15406/apar.2017.06.00231>.
- Al-Karaki, G. N. (2006). Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia Horticulturae*, 109(1), pp. 1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.019>.
- Al-Karaki, G. N., & Hammad, R. (2001). Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 24(8), pp. 1311-1323. <https://doi.org/10.1081/PLN-100106983>.
- Al-Karaki, G. N. (2000). Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 10(2), pp. 51-54 .
<https://doi.org/10.1007/s005720000055>.
- Al-Karaki, G. N., Hammad, R., & Rusan, M. (2001). Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. *Mycorrhiza*, 11(1), pp. 43-47.
<https://doi.org/10.1007/s005720100098>.
- Anoshee, M., & Sepehr, M. F. (2016). The effect of salinity pretreatment of *Glomus mosseae* on induction of salinity tolerance in *Lycopersicon esculentum* L. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 6(4), pp. .
<https://doi.org/10.22034/ijpp.2016.532652>.
- Asghari, H. R., Amerian, M. R., & Gorbani, H. (2008). Soil salinity affects arbuscular mycorrhizal colonization of halophytes. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(15), pp. 1909-1915.
<https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.1909.1915>.
- Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), pp. 206-216. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.12.006>
- Augé, R. M., Toler, H. D., Sams, C. E., & Nasim, G. (2008). Hydraulic conductance and water potential gradients in squash leaves showing mycorrhiza-induced increases in stomatal conductance. *Mycorrhiza*, 18(3), pp 115-121.
<https://doi.org/10.1007/s00572-008-0162-9>
- Balliu, A., Sallaku, G., & Rewald, B. (2015). AMF inoculation enhances growth and improves the nutrient uptake rates of transplanted, Salt-stressed tomato seedlings. *Sustainability (Switzerland)*, 7(12), 15967-15961.
<https://doi.org/10.3390/su71215799>.

- Başak, H., Demir, K., Kasim, R., & Yeşim Okay, F. (2011). The effect of endo-mycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seedling grown under saline conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 6(11), pp. 2532-2538. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.033>.
- Beltrano, J., Ruscitti, M., Arango, M. C., & Ronco, M. (2013). Effects of arbuscular mycorrhiza inoculation on plant growth, biological and physiological parameters and mineral nutrition in pepper grown under different salinity and p levels. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(1), pp. 123-141. <https://doi.org/10.4067/s0718-95162013005000012>.
- Bonfante, P., & Anca, I. A. (2009). Plants, mycorrhizal fungi, and bacteria: A network of interactions. In *Annual Review of Microbiology* (Vol. 63), pp 363-383. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.091208.073504>
- Bothe, H. (2012). Arbuscular mycorrhiza and salt tolerance of plants. *Symbiosis*, 58(1-3), pp. 7-16. <https://doi.org/10.1007/s13199-012-0196-9>.
- Çekiç, F. Ö., Ünyayar, S., & Ortaş, I. (2012). Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on biochemical parameters in capsicum annum grown under long term salt stress. *Turkish Journal of Botany*, 36(1), pp. 63-72. <https://doi.org/10.3906/bot-1008-32>.
- Chartzoulakis, K., & Klapaki, G. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86(3), pp. 247-260. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00151-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00151-5).
- Chaves, M. M., Flexas, J., & Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell. In *Annals of Botany* (Vol. 103, Issue 4), pp. 551-560. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn125>.
- Chen, T. H. H., & Murata, N. (2011). Glycinebetaine protects plants against abiotic stress: Mechanisms and biotechnological applications. *Plant, Cell and Environment*, 34(1), pp. 1-20. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2010.02232.x>.
- Colla, G., Roupael, Y., Cardarelli, M., Tullio, M., Rivera, C. M., & Rea, E. (2008). Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal in zucchini plants grown at low and high phosphorus concentration. *Biology and Fertility of Soils*, 44(3), pp. 501-509. <https://doi.org/10.1007/s00374-007-0232-8>.
- Copeman, R. H., Martin, C. A., & Stutz, J. C. (1996). Tomato growth in response to salinity and mycorrhizal fungi from saline or nonsaline soils. *HortScience*, 31(3), pp. 341-344. <https://doi.org/10.21273/hortsci.31.3.341>.

- Daliakopoulos, I. N., Tsanis, I. K., Koutroulis, A., Kourgialas, N. N., Varouchakis, A. E., Karatzas, G. P., & Ritsema, C. J. (2016). The threat of soil salinity: A European scale review. In *Science of the Total Environment* (Vol. 573), pp. 727-739. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.177>.
- Damaiyanti, D. R. R., Aini, N., & Soelistyono, R. (2015). Effects of arbuscular mycorrhiza inoculation on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under salinity stress. *Journal of degraded and mining lands management*, 3(1), pp. 447-452. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2015.031.447>.
- Daskalaki, P., & Voudouris, K. (2008). Groundwater quality of porous aquifers in Greece: A synoptic review. *Environmental Geology*, 54(3), pp. 505-513. <https://doi.org/10.1007/s00254-007-0843-2>.
- De La Paix, M. J., Lanhai, L., Xi, C., Vareniam, A., Nyongesah, M. J., & Habiyaemye, G. (2013). Physicochemical properties of saline soils and aeolian dust. *Land Degradation and Development*, 24(6), pp. 539-547. <https://doi.org/10.1002/ldr.1148>.
- Delvian, & Rambey, R. (2019). Effect of salinity on spore germination, hyphal length and root colonization of the Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 260(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/260/1/012124>.
- Dolatabadian, A., Modarres Sanavy, S. A. M., & Ghanati, F. (2011). Effect of Salinity on Growth, Xylem Structure and Anatomical Characteristics of Soybean. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(1), pp. 41-45. <https://doi.org/10.15835/nsb315627>.
- Douds, D. D., Nagahashi, G., Reider, C., & Hepperly, P. R. (2007). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi increases the yield of potatoes in a high P soil. *Biological Agriculture and Horticulture*, 25(1), pp. 67-78. <https://doi.org/10.1080/01448765.2007.10823209>
- Ebrahim, M. K. H., & Saleem, A.-R. (2017). Alleviating salt stress in tomato inoculated with mycorrhizae: Photosynthetic performance and enzymatic antioxidants. *Journal of Taibah University for Science*, 11(6), pp. 850-860. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2017.02.002>.
- Eke, P., Chatue Chatue, G., Wakam, L. N., Kouipou, R. M. T., Fokou, P. V. T., & Boyom, F. F. (2016). Mycorrhiza consortia suppress the fusarium root rot (*Fusarium solani* f. sp. *Phaseoli*) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biological Control*, 103, pp. 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.10.001>.

- Elhindi, K. M., El-Din, A. S., & Elgorban, A. M. (2017). The impact of arbuscular mycorrhizal fungi in mitigating salt-induced adverse effects in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(1), pp. 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.02.010>.
- El- Khateeb, N. M. M., (2018). Influence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation in Alleviation of Salinity Stress on Tomato Plants. *J. Agric. Chem. And Biotechn.*, 9(10), pp. 253-258.
- El- Sarkassy, N. M., Ibrahim, S. A. & Desoky, E. M., (2017). SALINITY STRESS AMELIORATION USING HUMIC ACID AND MYCORRHIZAE ON PEPPER PLANTS. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 44(6), pp. 2515-2527. <https://doi.org/10.21608/zjar.2017.51336>.
- EUROSTAT 2019. Overview - Agriculture – Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture>.
- Evelin, H., Devi, T. S., Gupta, S., & Kapoor, R. (2019). Mitigation of salinity stress in plants by arbuscular mycorrhizal symbiosis: Current understanding and new challenges. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 10, Article 470). <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00470>.
- Evelin, H., Kapoor, R., & Giri, B. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: A review. In *Annals of Botany* (Vol. 104, Issue 7). <https://doi.org/10.1093/aob/mcp251>.
- FAOSTAT 2019. “Statistics | Food and Agriculture Organization of the United Nations.” <http://www.fao.org/statistics/en/>.
- Feng, G., Zhang, F. S., Li, X. L., Tian, C. Y., Tang, C., & Rengel, Z. (2002). Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. *Mycorrhiza*, 12(4), pp. 185-190. <https://doi.org/10.1007/s00572-002-0170-0>.
- Fracasso, A., Telò, L., Lanfranco, L., Bonfante, P., & Amaducci, S. (2020). Physiological Beneficial Effect of Rhizophagus intraradices Inoculation on Tomato Plant Yield under Water Deficit Conditions. *Agronomy*, 10(71). <https://doi.org/10.3390/agronomy10010071>.
- Gholami Zali, A., & Ehsanzadeh, P. (2018). Exogenous proline improves osmoregulation, physiological functions, essential oil, and seed yield of fennel. *Industrial Crops and Products*, Vol. 111, pp. 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.020>.
- Ghorbani, A., Razavi, S. M., Omran, V. O. G., & Pirdashti, H. (2018). Piriformospora indica Alleviates Salinity by Boosting Redox Poise and Antioxidative Potential of Tomato. *Russian Journal of Plant Physiology*, 65(6), pp. 898-907. <https://doi.org/10.1134/S1021443718060079>.

- Ghorbani, A., Omran, V. O. G., Razavi, S. M., Pirdashti, H., & Ranjbar, M. (2019). Piriformospora indica confers salinity tolerance on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) through amelioration of nutrient accumulation, K⁺/Na⁺ homeostasis and water status. *Plant Cell Reports*, 38(9), pp. 1151-1163. <https://doi.org/10.1007/s00299-019-02434-w>.
- Gómez-Bellot, M. J., Lorente, B., Sánchez-Blanco, M. J., Ortuño, M. F., Nortes, P. A., & Alarcón, J. J. (2020). Influence of mixed substrate and arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthetic efficiency, nutrient and water status and yield in tomato plants irrigated with saline reclaimed waters. *Water (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/w12020438>.
- Hadad, M. A., Al-Hashmi, H.S., & Mirghani, S.M., (2012). Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) growth in response to salinity and inoculation with native and introduced strains of mycorrhizal fungi. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2(6), pp. 228-233.
- Hajiboland, R., Aliasghar zad, N., Laiegh, S. F., & Poschenrieder, C. (2010). Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant and Soil*, 331(1), pp. 313-327. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0255-z>.
- Hashem, A., Abd_Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Alwhibi Mona, S., Alenazi, M. M., Dulfuza, E., & Ahmad, P. (2015). Arbuscular mycorrhizal fungi mitigates NaCl induced adverse effects on *Solanum lycopersicum* L. *Pakistan Journal of Botany*, 47(1), pp. 327-340.
- Hashem, A., Abd Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Al Huqail, A. A., Egamberdieva, D., & Wirth, S. (2016). Alleviation of cadmium stress in *Solanum lycopersicum* L. by arbuscular mycorrhizal fungi via induction of acquired systemic tolerance. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(2), pp. 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.11.002>.
- He, Z. Q., He, C. X., Zhang, Z. Bin, Zou, Z. R., & Wang, H. S. (2007). Changes of antioxidative enzymes and cell membrane osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhizae under NaCl stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 59(2), pp. 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.04.023>.
- He, Z. Q., & Huang, Z. (2013). Expression analysis of LeNHX1 gene in mycorrhizal tomato under salt stress. *Journal of Microbiology*, 51(1), pp. 100-104. <https://doi.org/10.1007/s12275-013-2423-3>.

- Hegazi, A. M., El-Shraiyy, A. M., & Ghoname, A. A. (2017). Mitigation of Salt Stress Negative Effects on Sweet Pepper Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), *Bacillus megaterium* and Brassinosteroids (BRs). *Gesunde Pflanzen*, 69(2), pp. 91-102. <https://doi.org/10.1007/s10343-017-0393-9>.
- Heggo, A., Angle, J. S., & Chaney, R. L. (1990). Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on heavy metal uptake by soybeans. *Soil Biology and Biochemistry*, 22(6), pp. 865-869. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(90\)90169-Z](https://doi.org/10.1016/0038-0717(90)90169-Z).
- Heidarianpour, M. B., Aliasgharzad, N., & Olsson, P. A. (2020). Positive effects of co-inoculation with *Rhizophagus irregularis* and *Serendipita indica* on tomato growth under saline conditions, and their individual colonization estimated by signature lipids. *Mycorrhiza*, 30(4), pp. 455-466. <https://doi.org/10.1007/s00572-020-00962-y>.
- Hildebrandt, U., Janetta, K., Ouziad, F., Renne, B., Nawrath, K., & Bothe, H. (2001). Arbuscular mycorrhizal colonization of halophytes in Central European salt marshes. *Mycorrhiza*, 10(4), pp. 175-183. <https://doi.org/10.1007/s005720000074>.
- Huang, J. C., Lai, W. A., Singh, S., Hameed, A., & Young, C. C. (2013). Response of mycorrhizal hybrid tomato cultivars under saline stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(2), pp. 469-484. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162013005000037>.
- Huang, Z., He, C. xing, He, Z. qun, Zou, Z. rong, & Zhang, Z. bin. (2010). The effects of arbuscular mycorrhizal fungi on reactive oxyradical scavenging system of tomato under salt tolerance. *Agricultural Sciences in China*, 9(8), pp. 1150-1159. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(09\)60202-9](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60202-9).
- Jones, A. T., & Finley, W. (2003). Recent developments in salinity gradient power. *Oceans 2003: Celebrating the Past... Teaming Toward the Future*, Vol. 4, pp. 2284-2287. <https://doi.org/10.1109/OCEANS.2003.178265>.
- Juniper, S., & Abbott, L. (1993). Vesicular-arbuscular mycorrhizas and soil salinity. In *Mycorrhiza* (Vol. 4, Issue 2), pp. 45-57. <https://doi.org/10.1007/BF00204058>.
- Juniper, S., & Abbott, L. K. (2006). Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 16(5), pp. 371-379. <https://doi.org/10.1007/s00572-006-0046-9>.
- Kapilan, R., Vaziri, M., & Zwiazek, J. J. (2018). Regulation of aquaporins in plants under stress. In *Biological Research* (Vol. 51, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s40659-018-0152-0>.

- Kapoulas, N., Ilić, Z. S., Koukounaras, A., & Ipsilantis, I. (2019). Application of arbuscular mycorrhizal inoculum in greenhouse soil with manure induced salinity for organic pepper production. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 18(1), pp. 129-139. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.13>.
- Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A. L., & Cullu, M. A. (2009). The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Scientia Horticulturae*, 121(1), pp. 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.001>.
- Keymer, A., Pimprikar, P., Wewer, V., Huber, C., Brands, M., Bucerius, S. L., Delaux, P. M., Klingl, V., von Röpenack-Lahaye, E., Wang, T. L., Eisenreich, W., Dörmann, P., Parniske, M., & Gutjahr, C. (2017). Lipid transfer from plants to arbuscular mycorrhiza fungi. *ELife*, 6. <https://doi.org/10.7554/eLife.29107>.
- Khalid, K. A., & Teixeira da Silva, J. A. (2010). Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. *Scientia Horticulturae*, 126(2), pp. 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.023>.
- Khalloufi, M., Martínez-Andújar, C., Lachaâl, M., Karray-Bouraoui, N., Pérez-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*, Vol. 214, pp. 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2017.04.012>.
- Kivlin, S. N., Hawkes, C. V., & Treseder, K. K. (2011). Global diversity and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(11), pp. 2294-2303. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.07.012>.
- Klironomos, J. N. (2003). Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi. In *Ecology* (Vol. 84, Issue 9). <https://doi.org/10.1890/02-0413>.
- Krishna, R., Karkute, S. G., Ansari, W. A., Jaiswal, D. K., Verma, J. P., & Singh, M. (2019). Transgenic tomatoes for abiotic stress tolerance: status and way ahead. In *3 Biotech* (Vol. 9, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1665-0>.
- Kumar, S. G., Reddy, A. M., & Sudhakar, C. (2003). NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) with contrasting salt tolerance. *Plant Science*, 165(6), pp. 1245-1251. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(03\)00332-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00332-7).

- Lambrakis, N., & Kallergis, G. (2001). Reaction of subsurface coastal aquifers to climate and land use changes in Greece: Modelling of groundwater refreshing patterns under natural recharge conditions. *Journal of Hydrology*, 245(1–4), pp. 19-31. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00334-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00334-1).
- Liu, Y., Zhu, Y. G., Chen, B. D., Christie, P., & Li, X. L. (2005). Yield and arsenate uptake of arbuscular mycorrhizal tomato colonized by *Glomus mosseae* BEG167 in As spiked soil under glasshouse conditions. *Environment International*, 31(6), pp. 867-873. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.05.041>.
- Lu, S., Peng, X., Guo, Z., Zhang, G., Wang, Z., Wang, C., Pang, C., Fan, Z., & Wang, J. (2007). In vitro selection of salinity tolerant variants from triploid bermudagrass (*Cynodon transvaalensis* x *C. dactylon*) and their physiological responses to salt and drought stress. *Plant Cell Reports*, 26(8), pp. 1413-1420. <https://doi.org/10.1007/s00299-007-0339-2>.
- Maathuis, F. J. M., & Amtmann, A. (1999). K⁺ nutrition and Na⁺ toxicity: The basis of cellular K⁺/Na⁺ ratios. *Annals of Botany*, 84(2), pp. 123-133. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0912>.
- Manzano, M., (2004). Groundwater and saline intrusion. In *Hidrogeologia Y Aguas Subterranas*, No 15. Selected Papers from the 18th Salt Water Intrusion Meeting. Publ. Instituto Geologico Y Ministerio De Espana.
- Maggio, A., Miyazaki, S., Veronese, P., Fujita, T., Ibeas, J. I., Damsz, B., Narasimhan, M. L., Hasegawa, P. M., Joly, R. J., & Bressan, R. A. (2002). Does proline accumulation play an active role in stress-induced growth reduction? *Plant Journal*, 31(6), pp. 699-712. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.2002.01389.x>.
- Marschner, H., & Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159(1), pp. 89-102. <https://doi.org/10.1007/BF00000098>.
- Maya, M. A., & Matsubara, Y. ichi. (2013). Influence of arbuscular mycorrhiza on the growth and antioxidative activity in cyclamen under heat stress. *Mycorrhiza*, 23(5), pp. 381-390. <https://doi.org/10.1007/s00572-013-0477-z>.
- Meza, S. L. R., Egea, I., Massaretto, I. L., Morales, B., Purgatto, E., Egea-Fernandez, J.M., Bolarin, M. C., & Flores, (2020). Traditional tomato varieties improve fruit quality without affecting fruit yield under moderate salt stress. *Front. Plant Sci. Vol. 11*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.587754>
- Mimikou, M. A., (2005). Water resources in Greece: present and future. *GlobalNest International Journal*, 7(3), pp. 313-322.
- Montanarella L., (2007). Trends in land degradation in Europe. In *Climate and Land Degradation*, pp. 83-104.

- Morrissey, E. M., Gillespie, J. L., Morina, J. C., & Franklin, R. B. (2014). Salinity affects microbial activity and soil organic matter content in tidal wetlands. *Global Change Biology*, 20(4), pp. 1351-1362. <https://doi.org/10.1111/gcb.12431>.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25(2), pp. 239-250. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x>.
- Murkute, A. A., Sharma, S., & Singh, S. K., (2018). Studies on salt stress tolerance of citrus rootstock genotypes with arbuscular mycorrhizal fungi. *Horticultural Science*, 33(No. 2), pp. 70-76. <https://doi.org/10.17221/3742-hortsci>.
- Navarro, J. M., Garrido, C., Carvajal, M., & Martinez, V. (2002). Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77(1), pp. 52-57. <https://doi.org/10.1080/14620316.2002.11511456>.
- Ouziad, F., Wilde, P., Schmelzer, E., Hildebrandt, U., & Bothe, H. (2006). Analysis of expression of aquaporins and Na⁺/H⁺ transporters in tomato colonized by arbuscular mycorrhizal fungi and affected by salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 57(1-2), pp. 177-186. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.05.011>.
- Palma, J. M., Longa, M. A., del Río, L. A., & Arines, J. (1993). Superoxide dismutase in vesicular Arbuscular mycorrhizal red clover plants. *Physiologia Plantarum*, 87(1), pp.77-83. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1993.tb08793.x>.
- Passam, H. C., Karapanos, I. C., Bebeli, P. J., & Savvas, D., (2007). A Review of Recent Research on Tomato Nutrition, Breeding and Post-Harvest Technology with Reference to Fruit Quality. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology 1*(1), pp. 1-21.
- Pärtel, M., Öpik, M., Moora, M., Tedersoo, L., Szava-Kovats, R., Rosendahl, S., Rillig, M. C., Lekberg, Y., Kreft, H., Helgason, T., Eriksson, O., Davison, J., de Bello, F., Caruso, T., & Zobel, M. (2017). Historical biome distribution and recent human disturbance shape the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*. Vol. 216(1), pp. 227-238. <https://doi.org/10.1111/nph.14695>.
- Peng, Y., Lin, W., Cai, W., & Arora, R., (2007). Overexpression of a Panax ginseng tonoplast aquaporin alters salt tolerance, drought tolerance and cold acclimation ability in transgenic Arabidopsis plants. *Planta*, 226, pp.729-740.
- Porcel, R., Aroca, R., & Ruiz-Lozano, J. M. (2012). Salinity stress alleviation using arbuscular mycorrhizal fungi. A review. In *Agronomy for Sustainable Development* (Vol. 32, Issue 1), pp. 181-200. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0029-x>.

- Porcel, R., Barea, J. M., & Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytologist*, 157(1), pp. 135-143. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00658.x>.
- Rafique, M., & Ortas, I., (2018). Nutrient uptake-modification of different plant species in Mediterranean climate by Arbuscular mycorrhizal fungi. *Eur. J. Hortic. Sci.* 83(2). pp.65-71. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2018/83.2.1>
- Rengasamy, P. (2006). World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), pp. 1017-1023. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj108>.
- Richards, L.A., (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *Agricultural Handbook, USDA (1954)*, pp. 154.
- Rivero, J., Álvarez, D., Flors, V., Azcón-Aguilar, C., & Pozo, M. J. (2018). Root metabolic plasticity underlies functional diversity in mycorrhiza-enhanced stress tolerance in tomato. *New Phytologist*, 220(4), pp. 1322-1336. <https://doi.org/10.1111/nph.15295>.
- Rueda-Puente, E. O., Murillo-Amador, B., Castellanos-Cervantes, T., García-Hernández, J. L., Tarazón-Herrera, M. A., Moreno Medina, S., & Gerlach Barrera, L. E. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria and mycorrhizal on *Capsicum annuum* L. var. *aviculare* ([Dierbach] D'Arcy and Eshbaugh) germination under stressing abiotic conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(8), pp. 724-730. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.04.002>.
- Ruiz-Lozano, J. M., Azcón, R., & Gómez, M. (1996). Alleviation of salt stress by arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. *Physiologia Plantarum*, 98(4), pp. 767-772. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1996.tb06683.x>.
- Sairam, R. K., & Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. In *Current Science* (Vol. 86, Issue 3), pp. 407-421.
- Sakr, M. T., & Fuller, M. P. (2015). MINIMIZATION THE EFFECTS OF SALT STRESS ON SWEET PEPPER PLANTS BY EXOGENOUS PROTECTANTS APPLICATION Plant Material and Stress Application. *Zagazig Journal of Agricultural Botany*, 42(6), pp. 1397-1410.
- Schiefer, J., Lair, G. J., & Blum, W. E. H. (2016). Potential and limits of land and soil for sustainable intensification of European agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 230, pp. 283-293. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.021>.

- Sellitto, V. M., Golubkina, N. A., Pietrantonio, L., Cozzolino, E., Cuciniello, A., Cenvinzo, V., Florin, I., & Caruso, G. (2019). Tomato yield, quality, mineral composition and antioxidants as affected by beneficial microorganisms under soil salinity induced by balanced nutrient solutions. *Agriculture (Switzerland)*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture9050110>.
- Selvakumar, G., & Thamizhiniyan, P., (2011). The Effect of the Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungus *Glomus intraradices* on the Growth and Yield of Chilli (*Capsicum annum*. L.) Under Salinity Stress. *World Applied Sciences Journal*, 14(8), pp. 1209-1214.
- Setia, R., Gottschalk, P., Smith, P., Marschner, P., Baldock, J., Setia, D., & Smith, J. (2013). Soil salinity decreases global soil organic carbon stocks. *Science of the Total Environment*, Vol. 465, pp. 267-272 . <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.028>.
- Sheng, M. Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F., & Huang, Y., (2009). Influence of arbuscular mycorrhizae on the root system of maize under salt stress. *Can. J. Microbiol.*, 55, pp. 879-886.
- Sikes, B. A. (2010). When do arbuscular mycorrhizal fungi protect plant roots from pathogens? *Plant Signaling and Behavior*, 5(6), pp. 763-765. <https://doi.org/10.4161/psb.5.6.11776>.
- Sirrenberg, A., Göbel, C., Grond, S., Czempinski, N., Ratzinger, A., Karlovsky, P., Santos, P., Feussner, I., & Pawlowski, K. (2007). Piriformospora indica affects plant growth by auxin production. *Physiologia Plantarum*, 131(4), pp. 581-589. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2007.00983.x>.
- Sivakumar, K., Kumaresan, G., & Sugapriya, N., (2019). Arbuscular Mycorrhizal Fungi (Am Fungi) and phosphate solubilizing bacteria (PSB) on tolerance of tomato under salt stress. *Journal of Pharmacology and Phytochemistry*, 8(3), pp. 4717-4721.
- Smith, S. E., & Read, D. J., (2010). Mycorrhizal Symbiosis. *Academic Press*, San Diego.
- Soliman, M., Hanaa, O., El-Awady, M., Al-Assal, S., & El-Din, A., (2009). Transformation and expression of Na⁺/H⁺-antiporter vacuolar [AtNHX1] gene in tobacco plants under salt stress. *Arab J. Biotechnol.*, 12(1), pp. 99-108.
- Stürmer, S. L., Bever, J. D., & Morton, J. B. (2018). Biogeography of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota): a phylogenetic perspective on species distribution patterns. *Mycorrhiza*, 28(7), pp. 587-603. <https://doi.org/10.1007/s00572-018-0864-6>.

- Szabolcs, I. (1990). Chapter 6 Impact of Climatic Change on Soil Attributes. Influence on salinization and alkalization. *Developments in Soil Science*, Vol. 20, pp. 61-69. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70482-3](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70482-3).
- Talaat, N. B., & Shawky, B. T. (2014). Protective effects of arbuscular mycorrhizal fungi on wheat (*Triticum aestivum* L.) plants exposed to salinity. *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 98, pp. 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.10.005>.
- Turkmen, O., Sensoy, S., Demir, S., & Erdinc, C. (2008). Effects of two different AMF species on growth and nutrient content of pepper seedlings grown under moderate salt stress. *African Journal of Biotechnology*, 7(4). <https://doi.org/10.4314/ajb.v7i4.58435>.
- Veresoglou, S. D., & Rillig, M. C. (2012). Suppression of fungal and nematode plant pathogens through arbuscular mycorrhizal fungi. *Biology Letters*, 8(2). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0874>.
- Vos, C., Schouteden, N., van Tuinen, D., Chatagnier, O., Elsen, A., De Waele, D., Panis, B., & Gianinazzi-Pearson, V. (2013). Mycorrhiza-induced resistance against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* involves priming of defense gene responses in tomato. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 60, pp. 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.01.013>.
- Voudouris, K., Panagopoulos, A., & Koumantakis, I., (2004). Nitrate pollution in the coastal aquifer system of the Korinthos prefecture (Greece). *Global Nest:the Int. J.*, Vol. 6(1), pp.31-34.
- White, P. J., & Broadley, M. R. (2001). Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: A review. In *Annals of Botany* (Vol. 88, Issue 6), pp. 967-988. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1540>.
- Wu, Q. S., Xia, R. X., & Zou, Y. N. (2008). Improved soil structure and citrus growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress. *European Journal of Soil Biology*, 44(1), pp. 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.10.001>.
- Xie, Y., Yang, L., & He, Z. (2019). Effects of AMF infection on photosynthetic characteristics of tomato under salt stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 295(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/295/2/012077>.
- Yue, Y., Zhang, M., Zhang, J., Duan, L., & Li, Z. (2012). SOS1 gene overexpression increased salt tolerance in transgenic tobacco by maintaining a higher K⁺/Na⁺ ratio. *Journal of Plant Physiology*, 169(3), pp. 255-261. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2011.10.007>.

- Zali, A.G., & Ehsanzadeh, P., (2018). Exogenous proline improves osmoregulation, physiological functions, essential oil, and seed yield of fennel. *Industrial Crops and Products*, Vol. 111, pp.133-140.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.020>
- Zhang, H. X., & Blumwald, E. (2001). Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. *Nature Biotechnology*, 19(8), pp. 765-768. <https://doi.org/10.1038/90824>.
- Zhang, Z., Wei, G., Yao, Z., Tan, C., Wang, X., & Han, J. (2019). Soil Salt Inversion Model Based on UAV Multispectral Remote Sensing. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 50(12).
<https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2019.12.017>.
- Zhou, A., Lau, R., Baran, R., Ma, J., Von Netzer, F., Shi, W., Gorman-Lewis, D., Kempfer, M. L., He, Z., Qin, Y., Shi, Z., Zane, G. M., Wu, L., Bowen, B. P., Northen, T. R., Hillesland, K. L., Stahl, D. A., Wall, J. D., Arkin, A. P., & Zhou, J. (2017). Key metabolites and mechanistic changes for salt tolerance in an experimentally evolved sulfate-reducing bacterium, *Desulfovibrio vulgaris*. *MBio*, 8(6). <https://doi.org/10.1128/mBio.01780-17>.

Ελληνόγλωσση

- ELSTAT 2019. “Η Ελλάδα Με Αριθμούς - ELSTAT.” <https://www.statistics.gr/el/greece-in-figures#tab-2019>. “Στατιστικές - ELSTAT.” <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG31/->.
- Ντόγρας Κ. 2001. Ειδική Λαχανοκομία Ι, Ά μέρος. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Εκδόσεων, Θεσσαλονίκη. Σελ:1-46.
- Παπαθεοδώρου, Ε., & Στάμου, Γ., (2015). Εδαφικό τροφικό πλέγμα. Στο «Εδαφικές διεργασίες και αποκατάσταση εδαφών», Αθήνα, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. (σελ. 60-65). <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/4292>.
- Σινάνης, Κ., (2015). Εκχύλισμα κορεσμού - pH- Υδατοδιαλυτά άλατα. Στο «Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας», Αθήνα, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. (σελ. 78-89).
<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/3500>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Ξηρό βάρος βλαστού φυτών τομάτας (gr/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	2,33	1,57	0,60	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	1,62	1,05	0,44	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	5,61	4,19	1,92	Al-Karaki et al, 2001
	Μάρτυρας	4,62	3,19	1,63	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	5,20	3,83	1,81	
	Μάρτυρας	4,30	2,43	1,14	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	44,10	25,80		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	35,10	12,50		
<i>L. esculentum</i> L. <i>cv Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	5,30	3,35	2,35	He & Huang, 2013
	Μάρτυρας	4,50	2,80	1,91	
<i>L. esculentum</i> <i>L., cv Zhongzha</i> <i>105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	14,22	13,80	5,64	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	8,04	6,06	3,37	
<i>L. esculentum</i> L. <i>cv Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	6,26	5,64	5,38	He et al., 2007
	Μάρτυρας	5,98	5,32	5,08	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	52,50	32,80		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	42,80	24,40		
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	44,10	25,80		
	Μάρτυρας	35,10	12,50		
<i>L. esculentum</i> L., <i>cv Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,19		0,22	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,28		0,25	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	0,38		0,27	
	Μάρτυρας	0,13		0,19	
<i>L. esculentum</i> L., <i>cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,13		0,10	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,25		0,18	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	0,28		0,22	
	Μάρτυρας	0,12		0,16	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Tatroo</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	51,93		49,10	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	73,70		56,20	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	65,00		47,57	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	69,50		66,73	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	54,73		46,73	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	63,87		63,10	
	Μάρτυρας	53,83		42,23	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	65,77		58,87	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	74,27		59,53	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	64,73		57,73	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	74,00		67,47	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	76,73		58,90	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	73,20	73,20	62,70	

	Μάρτυρας	57,97	57,97	46,23	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	7,32		5,20	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας	6,64		4,77	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	0,57	0,36	0,25	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	0,34	0,19	0,08	
<i>L. esculentum Mill cv Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	12,74	8,35	5,78	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	7,14	4,19	3,58	
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	25,00	19,00	11,00	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	22,00	16,00	8,00	

(1), (2), (3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10, 50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(5) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Πίνακας 2. Ξηρό βάρος ρίζας φυτών τομάτας (gr/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	0,28	0,18	0,09	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	0,20	0,10	0,08	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	0,86	0,42	0,28	Al-Karaki et al, 2001
	Μάρτυρας	0,45	0,31	0,09	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Marriha	<i>Glomus mosseae</i>	0,87	0,34	0,14	
	Μάρτυρας	0,42	0,31	0,06	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Marriha	<i>Glomus mosseae</i>	5,97	3,26		Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	4,19	1,03		
<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	0,95	0,62	0,29	He & Huang, 2013
	Μάρτυρας	0,74	0,45	0,18	
<i>L. esculentum</i> L., cv Zhongzha 105	<i>Glomus mosseae</i>	3,88	1,86	0,66	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	1,38	0,86	0,32	
<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	1,37	0,86	0,42	He et al., 2007
	Μάρτυρας	1,10	0,67	0,28	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Pello	<i>Glomus mosseae</i>	7,09	3,92		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	5,46	2,94		
<i>L. esculentum</i> Mill cv M	<i>Glomus mosseae</i>	5,97	3,26		
	Μάρτυρας	4,19	1,03		
<i>L. esculentum</i> L., cv Aspendos F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,06		0,04	Demir et al., 2011
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,08		0,06	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	0,11		0,07	
	Μάρτυρας	0,04		0,04	
<i>L. esculentum</i> L., cv Donna F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,05		0,02	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,08		0,04	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	0,10		0,04	
	Μάρτυρας	0,05		0,03	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Tatio	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾		7,474	7,838	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	13,450		8,059	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	8,455		8,303	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	9,244		7,563	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	10,070		7,857	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	7,977		7,880	
	Μάρτυρας	7,249		5,439	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Donato	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	12,400		10,210	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	8,649		9,989	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁴⁾	10,490		11,800	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽⁵⁾	10,250		13,780	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	10,670		10,910	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	12,920		14,640	
	Μάρτυρας	7,880		10,120	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,41		0,24	Sivakumar et

	Μάρτυρας	0,38		0,16	al., 2019
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	0,47	0,32	0,18	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	0,23	0,14	0,08	
<i>L. esculentum</i> Mill <i>cv Super Strain</i> <i>B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	3,78	1,61	1,36	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	1,94	0,85	0,73	

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10, 50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(5) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Πίνακας 3. Φυλλική επιφάνεια φυτών τομάτας (cm²).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	277,00	186,00	87,00	Al-Karaki, 2000
	Μάρτυρας	256,00	119,00	43,00	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	479,00	250,00	101,00	Al-Karaki et al, 2001
	Μάρτυρας	317,00	171,00	78,00	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	469,00	218,00	81,00	
	Μάρτυρας	286,00	139,00	58,00	
<i>L. esculentum</i> L. cv <i>Zhongzha 9</i>	<i>Glomus mosseae</i>	19,76	14,30	12,28	He & Huang, 2013
	Μάρτυρας	17,49	12,33	11,37	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	256,00	181,00	90,00	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	212,00	111,00	58,00	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>	177,41		134,47	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας	161,83		121,68	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>F1 Betavila</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	695,33	435,67	341,67	Damaiyanti et al., 2015
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	931,67	566,67	383,00	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	824,67	639,00	606,67	
	Μάρτυρας	393,33	358,00	322,00	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	1400,00	918,33	854,67	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	1060,67	1017,67	1026,00	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	1452,67	1519,67	1081,00	
	Μάρτυρας	1183,67	939,33	765,33	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽³⁾		15,64	14,60	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		14,22	12,50	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		19,20	17,82	
	Μάρτυρας		17,25	15,90	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽³⁾		16,00	14,80	
	Μάρτυρας		14,50	12,70	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		19,60	18,40	
	Μάρτυρας		17,60	16,10	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Super Strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	128,58	92,46	81,55	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	118,89	69,72	65,57	

(1) Φυλλική επιφάνεια 28 ημέρες μετά την σπορά με την επίδραση 5, 10 και 20 g μυκόρριζας.

(2) Φυλλική επιφάνεια 42 ημέρες μετά την σπορά με την επίδραση 5, 10 και 20 g μυκόρριζας.

(3) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(4) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

Πίνακας 4. Νωπό βάρος βλαστού φυτών τομάτας (gr).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>	42,34		31,23	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας	27,85		13,33	
<i>L. esculentum</i> L., cv Aspendos F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	1,33		1,89	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	2,14		2,15	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	2,22		2,32	
	Μάρτυρας	0,81		1,61	
<i>L. esculentum</i> L., cv Donna F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,78		0,85	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	1,51		1,55	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	1,95		1,80	
	Μάρτυρας	0,69		1,10	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv MoneyMaker	<i>Glomus mosseae</i>	12,2	8,68	3,32	Rivero et al., 2018
	<i>Rhizoglonus irregularis</i>	10,22	6,8	3,58	
	<i>Claroideoglonus etunicatum</i>	12,48	10,57	5,63	
	N.AMF	9,66	5,08	1,87	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Tamina	<i>Glomus geosporum</i> & <i>Glomus intraradices</i>	44,80		46,10	Ouziad et al., 2006
	Μάρτυρας	40,20		46,00	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		817,30	314,20	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		654,30	203,00	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		1051,30	346,10	
	Μάρτυρας		730,70	236,70	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		834,80	322,80	
	Μάρτυρας		665,30	206,80	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		1066,20	356,20	
Μάρτυρας		745,20	246,50		

(1),(2),(3) Επίδραση των *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(2)Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(3) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

Πίνακας 5. Νωπό βάρος ρίζας φυτών τομάτας (gr).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>	5,00		3,47	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας	3,89		1,71	
<i>L. esculentum</i> L., cv Aspendos F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,63		0,66	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	1,14		0,81	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	1,65		0,90	
	Μάρτυρας	0,43		0,59	
<i>L. esculentum</i> L., cv Donna F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,57		0,40	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	1,02		0,75	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	1,25		0,69	
	Μάρτυρας	0,51		0,45	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv Moneymaker	<i>Glomus mosseae</i>	8,28	4,44	1,14	Rivero et al., 2018
	<i>Rhizoglomus irregulare</i>	6,53	3,03	1,15	
	<i>Claroideoglomus etunicatum</i>	8,40	5,80	2,93	
	Μάρτυρας	4,86	2,87	0,77	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Tamina	<i>Glomus geosporum</i> & <i>Glomus intraradices</i>	13,60		8,40	Ouziad et al., 2006
	Μάρτυρας	16,50		9,60	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv super hybrid	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		109,10	53,30	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		87,10	26,40	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		138,30	64,50	
	Μάρτυρας		95,20	37,70	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁴⁾		112,40	55,70	
	Μάρτυρας		89,40	28,30	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽⁵⁾		138,70	66,50	
	Μάρτυρας		95,80	38,90	

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4)Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(5) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

Πίνακας 6. Ύψος φυτών τομάτας (cm).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>	22,73	23,90	21,53	Ghorbani et al., 2018
	Μάρτυρας	19,6	19,43	18,23	
<i>L. esculentum</i> L., cv Aspendos F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	7,50		6,10	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	7,70		6,53	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	10,20		6,77	
	Μάρτυρας	5,94		6,10	
<i>L. esculentum</i> L., cv Donna F1	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	4,17		4,07	Demir et al., 2010
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	5,10		4,37	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	5,80		4,93	
	Μάρτυρας	3,90		4,83	
<i>S. lycopersicum</i> L cv Castle rock	<i>Glomus spp</i>	42,80	30,40	18,60	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	26,84	15,31	8,61	
<i>S. esculentum</i> Mill cv TT-115	<i>Rhizophagus irregularis</i>	58,00		45,50	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας	55,67		41,67	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>	51,3		40,8	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας	48,8		40,3	
<i>L. esculentum</i> L. cv Zhongzha 9	<i>Glomus mosseae</i>	4,80	2,38	2,20	He et al., 2007
	Μάρτυρας	3,84	2,10	1,80	
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super Strain B	<i>Glomus mosseae</i>	45,33	32,33	29,50	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	38,30	27,67	23,33	

(1),(2),(3) Επίδραση των μυκήτων *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

Πίνακας 7. Συγκέντρωση N, P, K, Mg και Na, στα φύλλα των φυτών τομάτας και ο λόγος K/Na.

Συγκέντρωση N στα φύλλα mg/g Ξ.Β.					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	21,6	19,9	15	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	20,8	18,4	13,1	
<i>L. esculentum Mill cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	15,18		12,42	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας	15,45		8,4	
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	116,19	78,43	49,99	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	57,14	32,32	27,54	
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		21,14	19,42	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		19,41	18,71	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		22,23	21,26	
	Μάρτυρας		21,33	19,54	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		21,14	19,55	
	Μάρτυρας		19,61	19,04	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		22,15	21,41	
	Μάρτυρας		21,52	19,82	
Συγκέντρωση P στα φύλλα mg/g Ξ.Β.					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	12	9,4	5,7	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	11,1	8,3	4,2	
<i>L. esculentum Mill cv Super 2270</i>	<i>Piriformospora indica</i>	1,89		1,27	Ghorbani et al., 2019
	Μάρτυρας	1,58		0,73	
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	10,82	6,71	3,89	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	4,22	2,45	1,88	
<i>S. lycopersicum L. cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	3,85	3,61	2,43	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	1,37	1,24	0,73	
<i>S. esculentum Mill cv TT-115</i>	<i>Rhizophagus irregularis</i>	1,54		2,4	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας	14,21		3,15	
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		6,15	6,74	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		5,43	4,57	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		7,86	7,03	
	Μάρτυρας		6,33	6,18	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		6,13	6,81	
	Μάρτυρας		5,62	4,63	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		7,81	7,22	
	Μάρτυρας		6,53	6,13	
Συγκέντρωση K στα φύλλα mg/g Ξ.Β.					

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	12,2	11,9	11,7	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	11,9	11,5	11,2	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	41,63	36,78	25,41	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	34,81	22,75	14,22	
<i>S. esculentum Mill cv TT-115</i>	<i>Rhizophagus irregularis</i>	27,07		19,34	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας	37,49		14,75	
<i>S. lycopersicum L. cv super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		12,04	11,34	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		11,51	11,05	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		12,81	11,72	
	Μάρτυρας		12,02	11,63	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		12,12	11,55	
	Μάρτυρας		11,61	11,33	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		12,91	11,94	
	Μάρτυρας		12,13	11,92	
Συγκέντρωση Mg στα φύλλα mg/g Ξ.Β.					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	6,1	5,7	4,2	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	5,8	5,1	3,9	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	3,92	2,14	1,63	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	1,78	1,04	0,67	
<i>S. esculentum Mill cv TT-115</i>	<i>Rhizophagus irregularis</i>	3,29		6,67	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας	7,79		9,19	
Συγκέντρωση Na στα φύλλα mg/g Ξ.Β.					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	4,27	5,03	6,01	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	4,44	5,28	6,24	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	14,32	25,41	37,31	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	8,12	17,79	23,55	
<i>S. esculentum Mill cv TT-115</i>	<i>Rhizophagus irregularis</i>	1,85		8,95	Khalloufi et al., 2017
	Μάρτυρας	3,57		9,52	
Λόγος K/Na					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	2,86	2,21	1,95	Ebrahim & Saleem, 2017
	Μάρτυρας	2,68	2,18	1,79	

<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	2,21	1,61	1,46	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	1,56	1,12	1,01	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	2,9	1,45	0,68	Hashem et al., 2015
	Μάρτυρας	4,29	1,28	0,6	

Πίνακας 8. Συγκέντρωση P, K και Na, στο βλαστό των φυτών τομάτας και ο λόγος K/Na.

Συγκέντρωση P στους βλαστούς των φυτών					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	3,52	2,72		Al-Karaki, 2006 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	3,08	1,88		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	3		3,1	Huang et al., 2013(g/kg Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	2,7		2,5	
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	3		3,1	
	Μάρτυρας	1,9		2,1	
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	21,23	15,28	9,4	Heidarianpour et al., 2020 (mg/pot)
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	23,31	16,66	9,5	
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	24,5	17,87	9,81	
	Μάρτυρας	7,25	5,2	5,09	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Tatroo</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	0,028		0,054	Hadad et al., 2012
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	0,025		0,051	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽¹⁾	0,045		0,058	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽²⁾	0,059		0,062	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,012		0,044	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,006		0,052	
	N. AMF	0,031		0,048	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽¹⁾	0,066		0,074	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽²⁾	0,068		0,092	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽¹⁾	0,050		0,076	
	<i>Glomus agrugigatal</i> ⁽²⁾	0,046		0,090	
	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,103		0,089	
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,105		0,090	
	Μάρτυρας	0,061		0,119	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	63	60	43	Al-Karaki, 2000(μmol/kg Ξ.Β)
	Μάρτυρας	44	40	39	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	8,86	5,95	1,66	Al-Karaki et al., 2001(mg/φυτό)
	Μάρτυρας	4,42	2,27	0,94	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	7,71	5,24	1,35	
	Μάρτυρας	3,85	1,43	0,51	
Συγκέντρωση K στους βλαστούς των φυτών					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	55	45		Al-Karaki, 2006 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	52	39		

<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	31,3		28,1	Huang et al., 2013(g/kg Ξ.B.)	
	Μάρτυρας	28,5		26,1		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	31,8		29,1		
	Μάρτυρας	29,6		27,3		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super</i> <i>Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	231	205,19	120,7		Heidarianpour et al., 2020 (mg/pot)
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	232,55	216,67	152,7		
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	214,55	217,8	119,8		
	Μάρτυρας	110	90	107,35		
<i>L. esculentum</i> <i>L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	22,33		17,58	Sivakumar et al., 2019 (mg/g Ξ.B.)	
	Μάρτυρας	28,58		16,02		
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	1137	909	654	Al-Karaki, 2000 (μmol/kg Ξ.B)	
	Μάρτυρας	1080	710	624		
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>Glomus mosseae</i>	233	144	49	Al-Karaki et al., 2001(mg/φυτό)	
	Μάρτυρας	175	103	38		
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	197	129	43		
	Μάρτυρας	158	66	23		
Συγκέντρωση Na στους βλαστούς των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>Glomus mosseae</i>	1,15	2,86		Al-Karaki, 2006 (mg/g Ξ.B.)	
	Μάρτυρας	1,21	4,48			
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	2,1		3,7	Huang et al., 2013(g/kg Ξ.B.)	
	Μάρτυρας	1,9		2,8		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>	1,4		1,9		
	Μάρτυρας	1,6		2,9		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super</i> <i>Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	6,86	37,79	39,69	Heidarianpour et al., 2020 (mg/pot)	
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	4,93	38,87	33,43		
	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	9,26	15,99	32,11		
	Μάρτυρας	4,85	26,6	8,79		
<i>L. esculentum</i> <i>L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,1		0,32	Sivakumar et al., 2019 (mg/g Ξ.B.)	
	Μάρτυρας	0,14		0,5		
Λόγος K/Na στους βλαστούς των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	19,5	3,5	1,51	Hajiboland et al., 2010	
	Μάρτυρας	14,9	1,77	0,74		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	18,4	3,19	1,69		
	Μάρτυρας	9,85	1,99	0,6		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super</i> <i>Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>	35,65	5,43	3,05	Heidarianpour et al., 2020	
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	49,21	5,6	4,6		

	<i>Serendipita indica & Rhizophagus irregularis</i>	23,98	13,95	3,74	
	Μάρτυρας	24,95	3,38	13,63	
<i>L. esculentum L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	237,9		54,46	Sivakumar et al., 2019
	Μάρτυρας	213,08		31,64	

(1) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(2) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Πίνακας 9. Συγκέντρωση P, K, Ca και Na, στις ρίζες των φυτών τομάτας και ο λόγος K/Na.

Συγκέντρωση P στις ρίζες των φυτών					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>	1,47		1,06	Ghorbani et al., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	1,12		0,53	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv TSS7	<i>Funneliformis mosseae</i>	1,4		1,3	Huang et al., 2013 (g/kg Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	1,2		1,3	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv TCAV10	<i>Funneliformis mosseae</i>	1,2		1,2	
	Μάρτυρας	1,2		1,1	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv Super Strain B	<i>Serendipita indica</i>	6,79	10,3	4,6	Heidarianpour et al., 2020 (mg/pot)
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	10,42	12,14	4,8	
	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>	12,2	15,08	6,09	
	Μάρτυρας	3,79	2,67	3,31	
Συγκέντρωσης K στις ρίζες των φυτών					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> L. cv TSS7	<i>Funneliformis mosseae</i>	19,6		18,3	Huang et al., 2013(g/kg Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	18,1		17	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv TCAV10	<i>Funneliformis mosseae</i>	17,3		16,5	
	Μάρτυρας	15,3		15,1	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv Super Strain B	<i>Serendipita indica</i>	46,8	31,31	16,6	Heidarianpour et al., 2020 (mg/pot)
	<i>Rhizophagus irregularis</i>	40,4	32,15	11,5	
	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>	32,25	25,75	16,1	
	Μάρτυρας	15	9	12	
<i>L. esculentum</i> L	<i>Glomus fasciculatum</i>	15,05		12,11	Sivakumar et al., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	14,13		8,23	
Συγκέντρωσης Ca στις ρίζες των φυτών					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv Super 2270	<i>Piriformospora indica</i>	8,36		7,86	Ghorbani et al., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	8,21		5,61	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv TSS7	<i>Funneliformis mosseae</i>	7,7		6,4	Huang et al., 2013(g/kg Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	6,3		5,4	

<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>				
	Μάρτυρας	6,5			6,5
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>		40,82	34,29	16,06
	<i>Rhizophagus irregularis</i>		36,43	37,14	15,81
	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>		33,21	31,81	16,09
	Μάρτυρας		14	12	11
Συγκέντρωση Na στις ρίζες των φυτών					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TSS7</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>				Huang et al., 2013(g/kg Ξ.Β.)
	Μάρτυρας				
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TCAV10</i>	<i>Funneliformis mosseae</i>				
	Μάρτυρας				
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>		5,99	34,29	30,99
	<i>Rhizophagus irregularis</i>		4,59	35,16	28,99
	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>		6,99	31,81	28
	Μάρτυρας		5,05	24,04	10,99
<i>L. esculentum L.</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>				Sivakumar et al., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας				
Λόγος K/Na στις ρίζες των φυτών					
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>		5,55	1,55	0,61
	Μάρτυρας		3,78	0,78	0,29
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>		4,19	1,91	0,85
	Μάρτυρας		3,03	1,06	0,28
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super Strain B</i>	<i>Serendipita indica</i>		8,46	0,91	1,05
	<i>Rhizophagus irregularis</i>		9,15	1,05	4
	<i>Serendipita indica</i> & <i>Rhizophagus irregularis</i>		4,99	0,82	0,58
	Μάρτυρας		3,14	0,37	1,17
<i>L. esculentum L.</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>		109,01		40,65
	Μάρτυρας		94,72		16,71

Πίνακας 10. Συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης στα φύλλα φυτών τομάτας.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon</i> <i>L.</i> , cv <i>Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	5,84	5,1	4,71	Ebrahim & Saleem, 2017 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	5,3	5,04	4,36	
<i>L. esculentum</i> <i>L</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	5,59		4,25	Sivakumar et al., 2019 (gr/φυτό)
	Μάρτυρας	5,24		2,74	
<i>S. lycopersicon</i> <i>L.</i> cv <i>super hybrid</i>	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		28,3	29,2	Abdelhameid & El-Shazly, 2020
	Μάρτυρας		24,53	21,6	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		33,1	40,43	
	Μάρτυρας		24,53	30,26	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽¹⁾		29,2	29,2	
	Μάρτυρας		25	21,9	
	<i>Glomus macrocarpium</i> ⁽²⁾		33,7	41,3	
<i>L. esculentum</i> <i>L.</i> , cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>Glomus mosseae</i>	1,5	1,44	1,01	Latef & Chaoxing, 2011 (mg/g N.B.)
	Μάρτυρας	1,22	0,99	0,46	
<i>S. lycopersicon</i> <i>L.</i> , cv <i>Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	161,27	139,49	123,18	El-Khateeb, 2018 (μg/cm ²)
	Μάρτυρας	131,23	116,51	90,5	
<i>L. esculentum</i> <i>L.</i> , cv <i>Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	2,27		1,73	Demir et al., 2011 (mg/g N.B.)
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	2,96		2,52	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	3,05		2,67	
	Μάρτυρας	2,17		1,39	
<i>L. esculentum</i> <i>L.</i> , cv <i>Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	2,74		1,32	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁴⁾	2,93		2,26	
	<i>Glomus spp</i> ⁽⁵⁾	3,33		2,27	
	Μάρτυρας	2,13		1,95	
<i>L. esculentum</i> <i>L</i> cv <i>Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	49,47	47,19	45,95	Xie et al., 2019 (mg/g N.B.)
	Μάρτυρας	47,67	44,78	42,06	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁷⁾	45,3	42	38,81	
	Μάρτυρας	39,22	40,14	33,38	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁸⁾	38,14	32,25	28,38	
	Μάρτυρας	35,52	28,5	23,24	

(1) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 50% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(2) Εφαρμογή αζωτούχας και φωσφορικής λίπανσης στο 75% της άριστης δόσης για δυο διαδοχικές χρονιές.

(3),(4),(5) Επίδραση των *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(6),(7),(8) Συγκέντρωση Chl στα φύλλα, 5, 15 και 30 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας.

Πίνακας 11. Συγκέντρωση χλωροφύλλης α στα φύλλα φυτών τομάτας.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon</i> <i>L.</i> , cv <i>Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	99,81	95,08	84,78	El-Khateeb, 2018 (μg/cm ²)
	Μάρτυρας	83,68	73,07	60,82	
<i>L. esculentum</i> <i>L.</i> , cv <i>Aspendos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	1,68		1,31	Demir et al., 2011 (mg/g N.B.)
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	2,1		1,82	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	2,15		1,91	
	Μάρτυρας	1,56		0,91	
<i>L. esculentum</i> <i>L.</i> , cv <i>Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	1,92		1,01	Demir et al., 2011 (mg/g N.B.)
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	2,1		1,66	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	2,25		1,66	
	Μάρτυρας	1,57		1,43	
<i>S. lycopersicum</i> <i>L</i> cv <i>Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	1,12	0,92	0,61	Hashem et al., 2015 (mg/g N.B.)
	Μάρτυρας	0,87	0,47	0,24	
<i>L. esculentum</i> <i>L</i> cv <i>Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	30,83	30,47	30,29	Xie et al., 2019 (mg/g N.B.)
	Μάρτυρας	29,65	29,16	29,15	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	29,11	28,6	26,85	
	Μάρτυρας	27,08	26,49	23,92	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	27,05	23,53	21,28	
	Μάρτυρας	25,24	21,53	18,17	

(1),(2),(3) Επίδραση των *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4),(5),(6) Συγκέντρωση Chl στα φύλλα, 5, 15 και 30 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας.

Πίνακας 12. Συγκέντρωση γλωροφύλλης β στα φύλλα φυτών τομάτας.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicon L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus mosseae</i>	63,89	46,41	41,17	El-Khateeb, 2018 (μg/cm ²)
	Μάρτυρας	49,49	45,19	31,06	
<i>L. esculentum L., cv Aspensos F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,59		0,42	Demir et al., 2011 (mg/g N.B.)
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,86		0,7	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	0,9		0,76	
	Μάρτυρας	0,61		0,48	
<i>L. esculentum L., cv Donna F1</i>	<i>Glomus spp</i> ⁽¹⁾	0,82		0,31	Demir et al., 2011 (mg/g N.B.)
	<i>Glomus spp</i> ⁽²⁾	0,85		0,6	
	<i>Glomus spp</i> ⁽³⁾	1,07		0,6	
	Μάρτυρας	0,56		0,52	
<i>S. lycopersicum L cv Castle rock</i>	<i>Glomus spp</i>	0,59	0,49	0,39	Hashem et al., 2015 (mg/g N.B.)
	Μάρτυρας	0,41	0,47	0,24	
<i>L. esculentum L cv Zhong 9</i>	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁴⁾	18,64	16,69	15,66	Xie et al., 2019 (mg/g N.B.)
	Μάρτυρας	18,02	15,62	13,91	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁵⁾	16,19	13,41	11,97	
	Μάρτυρας	12,14	12,65	9,47	
	<i>Glomus mosseae</i> ⁽⁶⁾	11,09	8,73	7,09	
	Μάρτυρας	10,28	6,97	5,07	

(1),(2),(3) Επίδραση των *Glomus spp* με εφαρμοζόμενη ποσότητα μυκόρριζας 10,50 και 100 σπόρια αντίστοιχα.

(4),(5),(6) Συγκέντρωση Chl στα φύλλα, 5, 15 και 30 ημέρες μετά την εφαρμογή της αλατότητας.

Πίνακας 13. Δραστηριότητα αντιοξειδωτικών ενζύμων στα φυτά τομάτας.

APX						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)*	23,2	44,2	58,5	Hagiboland et al., 2009 μmol H ₂ O ₂ /mg protein/min	
	Μάρτυρας	14,4	26,8	39,6		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (β)*	25,4	51,7	68,6		
	Μάρτυρας	19	35,5	35		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)*	109	196	336		
	Μάρτυρας	86	153	263		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i> (ρ)*	104	236	314		
	Μάρτυρας	90	177	234		
CAT						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ		ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	370	710	966		Hagiboland et al., 2009 μmol H ₂ O ₂ /mg protein/min
	Μάρτυρας	270	454	531		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	451	612	1008		
	Μάρτυρας	302	529	680		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	2639	3239	3701		
	Μάρτυρας	1505	2809	3087		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	1793	2419	2653		
	Μάρτυρας	1165	1950	2322		
<i>S. lycopersicon</i> <i>L., cv Super strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	10,8	7,23	4,98	Ebrahim & Saleem, 2017 μmol/kg N.B./s	
	Μάρτυρας	13,6	9,92	6,66		
POD						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ	
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	14,3	20,7	65,9	Hagiboland et al., 2009 μmol Guaiacol/mg πρωτεΐνης/min	
	Μάρτυρας	10	16,6	45,3		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	12,3	15,2	52,6		
	Μάρτυρας	10	13,3	39,1		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	69	155	329		
	Μάρτυρας	50	118	201		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	78	125	331		
	Μάρτυρας	41	75	184		
SOD						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ		ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	29	33	67		Hagiboland et al., 2009 unit/mg πρωτεΐνης
	Μάρτυρας	27	24	52		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	36	43	61		
	Μάρτυρας	19	25	45		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Behta</i>	<i>Glomus intraradices</i>	52	78	113		
	Μάρτυρας	29	43	65		

<i>S. lycopersicum</i> <i>L., cv Piazar</i>	<i>Glomus intraradices</i>	60	81	131	
	Μάρτυρας	41	52	73	
<i>S. lycopersicon</i> <i>L., cv Super</i> <i>strain B</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,91	1,88	2,96	Ebrahim & Saleem, 2017 unit/mg N.B./s
	Μάρτυρας	1,26	2,38	4,21	

* (β) βλαστός, (ρ) ρίζα

Πίνακας 14. Απόδοση της καλλιέργειας φυτών τομάτας.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum L. cv TSS7</i>	<i>G. mosseae</i>	1059		811	Huang et al., 2013 g/φυτό
	Μάρτυρας	929		771	
<i>S. lycopersicum L. cv TCAV10</i>	<i>G. mosseae</i>	912		1201	
	Μάρτυρας	849		926	
<i>L. esculentum Mill cv Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	673	470		Al-Karaki & Hammad, 2001 g/φυτό
	Μάρτυρας	532	367		
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	641	448		
	Μάρτυρας	521	307		
<i>S. lycopersicum L. cv Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>	1204		252	Abdelaziz et al., 2019 g/φυτό
	Μάρτυρας	934		88	
<i>L. esculentum Mill cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	7,42	5,26		Al-Karaki, 2006 Kg/m ²
	Μάρτυρας	5,77	3,28		
<i>L. esculentum L., cv Zhongzha 105</i>	<i>G. mosseae</i>	6,92	4,12	2,38	Latef & Chaoxing, 2011 Kg/φυτό
	Μάρτυρας	4,86	3,09	1,15	

Πίνακας15. Αριθμός καρπών τομάτας.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Tatroo</i>	<i>Glomus mosseae</i> (1)		10,33	8,33	Hadad et al., 2012 αριθμός καρπών /φυτό
	<i>Glomus mosseae</i> (2)		11	8,33	
	<i>Glomus agrugigatal</i> (1)		9,33	10	
	<i>Glomus agrugigatal</i> (2)		12,33	10,33	
	<i>Glomus spp</i> (1)		9,67	9	
	<i>Glomus spp</i> (2)		9	9,67	
	Μάρτυρας		10,67	8	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Donato</i>	<i>Glomus mosseae</i> (1)		7,33	7	
	<i>Glomus mosseae</i> (2)		6	7,33	
	<i>Glomus agrugigatal</i> (1)		6,67	6	
	<i>Glomus agrugigatal</i> (2)		7,67	6,67	
	<i>Glomus spp</i> (1)		7,33	7	
	<i>Glomus spp</i> (2)		7,33	7,33	
	Μάρτυρας		5	4	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	24	20		Al-Karaki & Hammad, 2001 αριθμός καρπών /φυτό
	Μάρτυρας	20	19		
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	25	20		
	Μάρτυρας	21	21		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>	17		7	Abdelaziz et al., 2019 αριθμός καρπών /φυτό
	Μάρτυρας	13		4	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	275	229		Al- Karaki,2006 αριθμός καρπών/m ²
	Μάρτυρας	231	219		

(1) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (50mg/kg).

(2) Επίδραση των μυκήτων *G. mosseae*, *G. agrugigatal* και *Glomus spp.*, σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (250mg/kg).

Πίνακας 16. Βάρος καρπών (g) φυτών τομάτας.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	28	23		
	Μάρτυρας	26	20		
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	26	23		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	25	15		
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>	71		35	Abdelaziz et al., 2019
	Μάρτυρας	70		22	
<i>S. lycopersicum</i> L. cv <i>Super Strain B</i>	<i>G. mosseae</i>	23,17	20,31	16,26	El-Khateeb, 2018
	Μάρτυρας	19,46	15,22	11,18	
<i>L. esculentum</i> Mill cv <i>Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	27	23	23	Al-Karaki, 2006
	Μάρτυρας	25	15	15	
<i>L. esculentum</i> L., cv <i>Zhongzha 105</i>	<i>G. mosseae</i>	29	22	16	Latef & Chaoxing, 2011
	Μάρτυρας	27	18	11	

Πίνακας 17. Συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (TSS) σε καρπούς φυτών τομάτας.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TSS7</i>	<i>G. mosseae</i>	4,88		5	Huang et al., 2013
	Μάρτυρας	4,4		4,7	
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv TCAV10</i>	<i>G. mosseae</i>	4,9		5,08	
	Μάρτυρας	4,7		4,89	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Pello</i>	<i>G. mosseae</i>	6,1	6,9		Al-Karaki & Hammad, 2001
	Μάρτυρας	4,8	6,7		
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	6,1	7,6		
	Μάρτυρας	4,6	6,5		
<i>S. lycopersicum</i> <i>L. cv Super Strain B</i>	<i>Piriformospora indica</i>	5,5		10,1	Abdelaziz et al., 2019
	Μάρτυρας	5		8,8	
<i>L. esculentum</i> <i>Mill cv Marriha</i>	<i>G. mosseae</i>	6,1	7,6		Al- Karaki, 2006
	Μάρτυρας	4,6	6,5		

Πίνακας 18. Ξηρό βάρος βλαστού φυτών πιπεριάς (g/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	4,11	4,00	3,87	3,28	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	3,51	3,21	2,99	2,11	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. <i>Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	1,99	1,92	1,51	1,31	Latef & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	1,73	1,68	1,21	0,98	
<i>Capsicum annuum</i> cv. <i>11B</i> <i>14</i>	<i>Glomus clarum</i>	50,40		39,70	32,70	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας	45,60		33,40	23,40	
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. <i>Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	16,40		12,20	9,00	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	12,50	9,50		7,20	
<i>Capsicum annuum</i> cv <i>Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	0,245		0,183		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,223		0,193		
	Μάρτυρας	0,163		0,135		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv <i>top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	13,56		8,14	6,95	El- Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	9,30		6,74	4,20	

Πίνακας 19. Ξηρό βάρος ρίζας φυτών πιπεριάς (g/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	0,93	0,88	0,82	0,69	Al-Amri., 2019
	Μάρτυρας	0,84	0,77	0,70	0,55	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. Zhongjiao	<i>Glomus mosseae</i>	0,73	0,71	0,53	0,38	Latef & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	0,61	0,41	0,33	0,21	
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	6,90		5,90	3,80	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας	6,70		5,50	3,30	
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	5,50	4,00		3,00	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	4,20	3,30		2,40	
<i>Capsicum annuum</i> cv Demre	<i>Glomus intraradices</i>	0,073		0,053		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,068		0,060		
	Μάρτυρας	0,053		0,040		

Πίνακας 20. Ξηρό βάρος φυτών πιπεριάς (g/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	57,30		45,60	36,50	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας	52,30		38,90	26,70	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans</i> *	35,98	31,91	23,33		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	34,72	16,34	14,60		
	<i>Glomus irradicans</i> *	32,21	30,47	22,36		
	Μάρτυρας*	30,88	15,52	12,61		
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	57,70	53,10	48,20		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	50,20	43,90	26,30		
<i>Capsicum annuum</i> var. aviculare	<i>Glomus intraradices</i> ⁽¹⁾	0,0033		0,0039	0,0047	Rueda - Puente et al., 2010 (mg/φυτό)
	Μάρτυρας ⁽¹⁾	0,0033		0,0023	0,0033	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽²⁾	0,0027		0,0025	0,0027	
	Μάρτυρας ⁽²⁾	0,0035		0,0031	0,0019	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽³⁾	0,0007		0,0021	0,0019	
	Μάρτυρας ⁽³⁾	0,0029		0,0013	0,0027	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽⁴⁾	0,0025		0,0061	0,0033	
	Μάρτυρας ⁽⁴⁾	0,0031		0,0041	0,0053	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	0,0016		0,0052	0,0048	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	0,0022		0,0032	0,0044	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	0,0016		0,0044	0,0048	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	0,0022		0,0040	0,0032	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	0,0016		0,0052	0,0048	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	0,0022		0,0032	0,0044	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	0,0016		0,0052	0,0048	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	0,0022		0,0032	0,0044	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	0,0016		0,0052	0,0048	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	0,0022		0,0032	0,0044	

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus irradicans* σε δυο διαδοχικές χρονιές.

(1) οικ. Baviacora , (2) οικ. Arizpe (3) οικ. La Tortuga , (4) οικ. Mazocahui

(1)* Επίδραση αλατότητας και μύκητα *Glomus intraradices* στον οικότυπο Mazocahui σε πέντε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη (5/15, 10/20, 15/25, 20/30, 30/35).

Πίνακας 21. Φυλλική επιφάνεια φυτών πιπεριάς (cm²/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	350	352	340	310	Al- Amri., 2019 (mm ² /φυτό)
	Μάρτυρας	250	245	238	200	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. <i>Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	292	256	220	188	Latef & Chaoxing, 2014
	Μάρτυρας	250	233	170	134	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv <i>top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	4299,84		2090,65	1353,07	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	3248,84		1189,92	567,07	
Capsicum annuum L. California Wonder 300	<i>Glomus intraradices</i> *	99,2		91,7	87,2	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας*	98,5		36,6	20,2	
	<i>Glomus intraradices</i> *	99,4		93,9	72,3	
	Μάρτυρας*	99,1		93,5	77,1	

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus intraradices* με διαφορετικά επίπεδα φωσφορικής λίπανσης (10 και 40 mg/kg).

Πίνακας 22. Ύψος φυτών πιπεριάς (cm).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>PKM</i>	<i>Glomus intraradices</i>	57,7	53,1	48,2		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	50,2	43,9	26,3		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv <i>Marconi</i>	<i>Glomus irradicans</i> *	52,3	53,19	48,53		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	50,7	40,44	35,95		
	<i>Glomus irradicans</i> *	55,83	50,24	45,64		
	Μάρτυρας*	49,48	40,69	34,33		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	40,1	39,1	35,1	29,6	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	28,5	25,3	23,2	18,8	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv <i>top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	45,27		48,5	47,74	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	49,5		46,9	41,23	
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. <i>Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	46,1	39,3		34,9	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	35,5	33,3		30,5	
<i>Capsicum annuum</i> cv <i>Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	12,34		10,79		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	11,44		10,3		
	Μάρτυρας	9,41		7,04		
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>aviculare</i>	<i>Glomus intraradices</i> ⁽¹⁾	23,35		23,15	14	Rueda - Puente et al., 2010
	Μάρτυρας ⁽¹⁾	15,35		7,45	1,8	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽²⁾	14,7		1,7	4,15	
	Μάρτυρας ⁽²⁾	8,55		3,8	1,5	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽³⁾	7,5		2,45	3,3	
	Μάρτυρας ⁽³⁾	6,05		1,3	1,2	
	<i>Glomus intraradices</i> ⁽⁴⁾	46,4		43,95	44,1	
	Μάρτυρας ⁽⁴⁾	45,8		44,55	42,7	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	34,4		31,95	32,1	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	33,8		32,55	30,7	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	34,8		30,75	35,87	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	33,6		32,1	34,35	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	45,8		43,35	43,5	
	Μάρτυρας ^{(1)*}	45,2		43,95	42,1	
	<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	46,8		44,35	44,5	
Μάρτυρας ^{(1)*}	46,2		44,95	43,1		

<i>Glomus intraradices</i> ^{(1)*}	47,3	44,85	45
Μάρτυρας ^{(1)*}	46,7	45,45	43,6

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus irradicans* σε δυο διαδοχικές χρονιές.

(1) οικ. Baniacora , (2) οικ. Arizpe (3) οικ. La Tortuga , (4) οικ. Mazocahui

(1)* Επίδραση αλατότητας και μύκητα *Glomus intraradices* στον οικότυπο Mazocahui σε πέντε διαφορετικά θερμοκρασιακά εύρη (5/15, 10/20, 15/25, 20/30, 30/35).

Πίνακας 23. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα φυτών πιπεριάς.

Συγκέντρωση N στα φύλλα των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	2,55		1,99	1,56	Kaya et al., 2009 (%)
	Μάρτυρας	2,56		1,74	1,05	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	2,57	1,99	1,46		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011 (%)
	Μάρτυρας	2,56	1,31	1,05		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	3,18	3,20	3,01	2,92	Al- Amri., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	2,80	2,81	2,45	2,05	
Συγκέντρωση P στα φύλλα των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	0,35		0,27	0,22	Kaya et al., 2009 (%)
	Μάρτυρας	0,24		0,19	0,15	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	0,36	0,27	0,22		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011 (%)
	Μάρτυρας	0,28	0,19	0,14		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	0,30	0,30	0,27	0,25	Al- Amri., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	0,17	0,16	0,12	0,09	
Συγκέντρωση K στα φύλλα των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	1,98		1,34	1,04	Kaya et al., 2009 (%)
	Μάρτυρας	1,87		1,02	0,65	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	1,92	1,33	1,12		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011 (%)
	Μάρτυρας	1,81	1,06	0,76		
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	42,20	39,50	32,20	29,90	Al- Amri., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	38,90	34,20	26,60	22,70	
Συγκέντρωση Na στα φύλλα των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i>	<i>Glomus clarum</i>	0,32		1,02	1,18	Kaya et al., 2009 (%)

<i>annuum</i> <i>cv. 11B</i> <i>14</i>	Μάρτυρας	0,27		1,08	1,43	
<i>Capsicu</i> <i>m</i> <i>annuum</i> <i>var.</i> <i>PKM</i>	<i>Glomus</i> <i>intraradice</i> <i>s</i>	0,29	1,02	1,06		Selvakumar & Thamizhiniyan , 2011 (%)
	Μάρτυρας	0,22	1,09	1,39		
<i>Capsicu</i> <i>m</i> <i>annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus</i> <i>constrictum</i>	11,30	16,60	18,50	21,30	Al- Amri., 2019 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	12,00	19,60	22,20	28,90	

Πίνακας 24. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο βλαστό των φυτών πιπεριάς.

Συγκέντρωση Ν στους βλαστούς των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	2,410		2,100	1,594	El-Sarkassy et al., 2017 (%)
	Μάρτυρας	2,310		1,905	1,239	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus intraradices</i> *	3081,00		3011,00	3431,00	Beltrano et al., 2013 (mg/100g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	3291,00		3291,00	3151,00	
<i>California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices</i> *	2871,00		3151,00	3011,00	
	Μάρτυρας	3571,00		3571,00	3221,00	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	23,30	19,30		14,30	Al-Karaki, 2017 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	22,60	17,10		12,70	
Συγκέντρωση Ρ στους βλαστούς των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,479		0,362	0,229	El-Sarkassy et al., 2017 (%)
	Μάρτυρας	0,41		0,299	0,189	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus intraradices</i> *	260		257	224	Beltrano et al., 2013 (mg/100g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	230		230	110	
<i>California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices</i> *	280		272	260	
	Μάρτυρας	260		257	224	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	3,2	3,1		2,5	Al-Karaki, 2017 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	2,8	2,4		2,1	
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	0,603		0,71		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,658		0,747		
	Μάρτυρας	0,605		0,643		
Συγκέντρωση Κ στους βλαστούς των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	3,420		2,785	2,225	El-Sarkassy et al., 2017 (%)
	Μάρτυρας	2,920		2,295	2,020	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L.</i>	<i>Glomus intraradices</i> *	2005,00		2216,00	2216,00	Beltrano et al., 2013 (mg/100g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	2058,00		2058,00	1583,00	

Wonder 300	<i>Glomus intraradices</i> *	1988,00		2269,00	2269,00	Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	1847,00		1847,00	1583,00	
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	19,70	16,20		12,30	Al-Karaki, 2017 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	18,70	12,50		10,80	
<i>Capsicum annuum</i> cv Demre	<i>Glomus intraradices</i>	4,73		4,16		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	4,33		3,85		
	Μάρτυρας	5,11		4,06		
Συγκέντρωση Ca στους βλαστούς των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L. California Wonder 300	<i>Glomus intraradices</i> *	1480		1400	1560	Beltrano et al., 2013 (mg/100g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	1320		1320	1640	
	<i>Glomus intraradices</i> *	1360		1480	1720	
	Μάρτυρας	1400		1400	1560	
<i>Capsicum annuum</i> cv Demre	<i>Glomus intraradices</i>	1,49		1,593		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	1,513		1,297		
	Μάρτυρας	1,71		1,373		
Συγκέντρωση Na στους βλαστούς των φυτών						
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	1,09		1,255	1,825	El-Sarkassy et al., 2017 (%)
	Μάρτυρας	1,145		1,63	1,995	
<i>Capsicum annuum</i> L. California Wonder 300	<i>Glomus intraradices</i> *	124		243	386	Beltrano et al., 2013 (mg/100g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	332		332	1196	
	<i>Glomus intraradices</i> *	106		280	440	
	Μάρτυρας	340		340	950	
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	2,3	9		11,2	Al-Karaki, 2017 (mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	3,2	13,1		15,4	
<i>Capsicum annuum</i> cv Demre	<i>Glomus intraradices</i>	0,58		0,96		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,608		0,677		
	Μάρτυρας	0,893		1,105		
Λόγος K/Na στους βλαστούς των φυτών						

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L. <i>California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices</i> *	16,67		9,1	5,9	Beltrano et al., 2013 (mg/100g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	6,25		6,25	1,31	
	<i>Glomus intraradices</i> *	20		7,7	5,26	
	Μάρτυρας	5,56		5,56	1,67	
<i>Capsicum annuum</i> cv <i>Demre</i>	<i>Glomus intraradices</i>	7,173		5,033		Turkmen et al., 2008
	<i>Gigaspora margarita</i>	7,185		5,717		
	Μάρτυρας	5,788		3,485		

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Πίνακας 25. Συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών πιπεριάς (mg/g N.B.).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	2222		2044	1912	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας	2190		1770	1570	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	2,39	2,1	1,96		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	2,08	1,75	1,54		
<i>Capsicum annuum</i> L. California Wonder 300	<i>Glomus intraradices</i> *	1,57		1,39	1,29	Beltrano et al., 2013
	Μάρτυρας	1,54		1,27	1,15	
	<i>Glomus intraradices</i> **	1,43		1,23	1,25	
	Μάρτυρας	1,36		1,35	1,02	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	1,577		1,657	1,255	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	1,313		1,391	0,847	

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Πίνακας 26. Συγκέντρωση γλωροφύλλης α στα φύλλα φυτών πιπεριάς (mg/g N.B.).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	1354		1236	1154	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας	1345		1025	945	
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	1,34	1,35	1,2		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	1,33	1,12	1,05		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	1,074		0,954	0,717	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	1,017		0,772	0,499	
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	1340	1050	620	400	Al-Amri., 2019
	Μάρτυρας	830	670	490	360	

Πίνακας 27. Συγκέντρωση χλωροφύλλης β στα φύλλα φυτών πιπεριάς (mg/g N.B.).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> cv. <i>11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>	868		808	758	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας	845		745	625	
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>PKM</i>	<i>Glomus intraradices</i>	0,881	0,808	0,758		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	0,857	0,728	0,631		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv <i>top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,846		0,704	0,539	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	0,769		0,619	0,348	
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus constrictum</i>	570	480	290	195	Al- Amri., 2019
	Μάρτυρας	400	290	225	165	

Πίνακας 28. Συγκέντρωση προλίνης στα φύλλα των φυτών πιπεριάς.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	12,16		15,945	17,715	El-Sarkassy et al., 2017(mg/g Ξ.Β.)
	Μάρτυρας	5,335		14,32	16,73	
<i>Capsicum annuum</i> <i>var. PKM</i>	<i>Glomus intraradices</i>	1,26	2,13	2,67		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011(μmol/g)
	Μάρτυρας	1,39	2,35	3,14		
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. California Wonder 300</i>	<i>Glomus intraradices*</i>	1,56		2,43	3,94	Beltrano et al., 2013(mM/g N.B.)
	Μάρτυρας	1,02		2,17	2,32	
	<i>Glomus intraradices**</i>	0,59		0,59	2,76	
	Μάρτυρας	1,7		1,94	3,99	
<i>Capsicum annuum</i> <i>cv. 11B 14</i>	<i>Glomus clarum</i>	1,38		2,03	2,67	Kaya et al., 2009 (μmol/g N.B.)
	Μάρτυρας	1,45		2,35	3,07	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv. Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	1,5	1,46	1,38	1,27	Latef & Chaoxing, 2014 (mg/g)
	Μάρτυρας	2,12	1,93	1,91	1,95	

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Πίνακας 29. Συγκέντρωση προλίνης στις ρίζες των φυτών πιπεριάς.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Glomus intraradices</i> *	0,2		0,36	0,85	Beltrano et al., 2013(mM/g N.B.)
	Μάρτυρας	0,34		0,39	0,39	
<i>California Wonder</i> 300	<i>Glomus intraradices</i> **	0,21		0,31	0,68	
	Μάρτυρας	0,09		0,51	0,58	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv. <i>Zhongjiao</i>	<i>Glomus mosseae</i>	0,82	0,99	1,21	1,29	Latef & Chaoxing, 2014 (mg/g)
	Μάρτυρας	0,92	1,45	1,82	2,34	

* Επίδραση σε χαμηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (10 mg/Kg).

**Επίδραση σε υψηλό επίπεδο φωσφορικής λίπανσης (40 mg/Kg).

Πίνακας 30. Απόδοση της καλλιέργειας φυτών πιπεριάς (kg/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> var. PKM	<i>Glomus intraradices</i>	3,01	1,29	1,59		Selvakumar & Thamizhiniyan, 2011
	Μάρτυρας	2,22	1,44	1,11		
<i>Capsicum annuum</i> L. cv top star	<i>Glomus fasciculatum</i>	150,8		101,15	83,81	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	111,94		52,11	39,78	
<i>Capsicum annuum</i> cv. 11B 14	<i>Glomus clarum</i>	2,35		1,79	1,55	Kaya et al., 2009
	Μάρτυρας	2,25		1,44	1,01	
<i>Capsicum annuum</i> L. cv Marconi	<i>Glomus irradicans</i> *	3,18	2,43	1,36		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	2,44	1,7	0,82		
	<i>Glomus irradicans</i> *	2,68	2,02	1,12		
	Μάρτυρας*	2,12	1,35	0,7		
<i>Capsicum annuum</i> L., cv. Zingaro	<i>Glomus mosseae</i>	11,3	8,8		4,8	Al-Karaki, 2017(kg/m ²)
	Μάρτυρας	8,2	6,2		3,8	

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus irradicans* σε δυο διαδοχικές χρονιές.

Πίνακας 31. Αριθμός καρπών πιπεριάς (No/φυτό).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	6,5		6,17	6,17	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	5		4,17	3,67	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv Marconi</i>	<i>Glomus irradicans*</i>	25,47	21,6	14,81		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	20,33	16,31	10,52		
	<i>Glomus irradicans*</i>	22,36	18,35	12,35		
	Μάρτυρας*	18,27	13,31	9,3		
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	80	67		40	Al-Karaki, 2017(No/m ²)
	Μάρτυρας	62	49		33	

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus irradicans* σε δυο διαδοχικές χρονιές.

Πίνακας 32. Βάρος καρπών πιπεριάς (g).

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΥΚΗΤΑ	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΜΕΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv top star</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	150,8		101,15	83,81	El-Sarkassy et al., 2017
	Μάρτυρας	111,94		52,11	39,78	
<i>Capsicum annuum</i> <i>L. cv Marconi</i>	<i>Glomus irradicans*</i>	125,02	112,39	92,08		Hegazi et al., 2017
	Μάρτυρας*	120,31	104,11	77,53		
	<i>Glomus irradicans*</i>	119,98	109,92	90,58		
	Μάρτυρας*	116,2	101,4	75,65		
<i>Capsicum annuum</i> <i>L., cv. Zingaro</i>	<i>Glomus mosseae</i>	141	131		121	Al-Karaki, 2017
	Μάρτυρας	132	126		115	

*Επίδραση της αλατότητας και του μύκητα *Glomus irradicans* σε δυο διαδοχικές χρονιές.