



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Αξιολόγηση γονοτύπων μαρουλιού ως προς την ανθεκτικότητά τους σε υδατική καταπόνηση και καταπόνηση αλατότητας σε πρώιμο αναπτυξιακό στάδιο»

ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Ι.Α. ΧΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ 2020

**«Αξιολόγηση γονοτύπων μαρουλιού ως προς την ανθεκτικότητά τους σε υδατική
καταπόνηση και καταπόνηση αλατότητας σε πρώιμο αναπτυξιακό στάδιο»**

ΕΞ. ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Ι. Α. ΧΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Ο. ΠΑΥΛΗ ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Ν. ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

1.ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	2
1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	6
1.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ	9
1.3.1. ΚΛΙΜΑ	9
1.3.2. ΕΛΑΦΟΣ	9
1.3.3. ΛΙΠΑΝΣΗ	10
1.3.3. ΑΡΔΕΥΣΗ	10
1.4. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	11
1.5. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	11
1.5.1. ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	12
1.6. ΔΙΑΤΡΟΦΗ.....	13
1.6.1. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕ ΘΕΡΜΙΔΙΚΗ ΑΞΙΑ	13
1.6.2. ΜΕΤΑΛΛΑ.....	14
1.6.3. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	14
1.6.4. ΟΦΕΛΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	15
1.7. ΑΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ.....	16
1.7.1. ΞΗΡΑΣΙΑ	16
1.7.1.1. ΞΗΡΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ.....	17
1.7.2. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ.....	17
1.7.2.1. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ.....	18
1.8. ΣΚΟΠΟΣ.....	19
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	19
2.1. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	19
2.2. ΑΠΟΥΜΑΝΣΗ ΣΠΟΡΩΝ	20
2.3. ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	22

2.3.1. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	22
2.4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	25
2.5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	30
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	30
3.1. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	30
3.2. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	51
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	72
4.1. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	72
4.2. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	74
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	77

Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης..**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ- ΠΙΝΑΚΩΝ**

Εικόνα 1. 1: Ρίζα φυτού μαρουλιού (Ηλ. Πηγή 1)	3
Εικόνα 1. 2: Διάταξη φύλλων φυτού μαρουλιού (Μου <i>et al.</i> , 2008).....	4
Εικόνα 1. 3: Άνθος μαρουλιού με εμφανή τα βράκτια φύλλα περιμετρικά (Ηλ. Πηγή 2)	4
Εικόνα 1. 4: Ταξιανθία μαρουλιού (Ηλ. Πηγή 3).....	5
Εικόνα 1. 5: Σπόροι μαρουλιού (Ηλ. Πηγή 4)	5
Εικόνα 1. 6: Τέσσερις τύποι μαρουλιού Looseleaf, Cos ή Romaine, Crisphead ή Iceberg και Butterhead (Μου <i>et al.</i> , 2008).....	6
Εικόνα 1. 7: Μαρούλι τύπου Stem lettuce ή celtuce (Ηλ. Πηγή 5)	7
Εικόνα 1. 8: Μαρούλι τύπου Batavia (Ηλ. Πηγή 6)	7
Εικόνα 1. 9: Μαρούλι ποικιλίας Paris Island Cos (Ηλ. Πηγή 7)	13
Εικόνα 1. 10: Καταμέτρηση των σπόρων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.....	20
Εικόνα 1. 11: Απολύμανση των σπόρων μαρουλιού σε διάλυμα χλωρίνης.....	21
Εικόνα 1. 12: Απολυμασμένοι σπόροι μαρουλιού.....	21
Εικόνα 1. 13: Αποστείρωση των διαλυμάτων πολυαιθυλενικής γλυκόλης και χλωριούχου νατρίου και του απιονισμένου νερού σε αυτόκαυστο	23
Εικόνα 1. 14: Αποστείρωση των πλαστικών κουτιών με έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV)	24

Εικόνα 1. 15: Τοποθέτηση των σπόρων στα πλαστικά κουτιά σε θάλαμο νηματικής ροής	24
Εικόνα 1. 16: Ανάπτυξη των σποροφύτων στο χώρο του εργαστηρίου με επαρκές φως για 15 ημέρες	25
Εικόνα 1. 17: Μέτρηση του βάρους του σποροφύτου για τον υπολογισμό του ποσοστού απορρόφησης νερού των σπόρων	26
Εικόνα 1. 18: Ξήρανση των σποροφύτων σε ξηραντήριο με σκοπό τη μέτρηση του ξηρού βάρους για να υπολογιστεί το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας σποροφύτου.....	27
Εικόνα 1. 19: Μέτρηση του ξηρού βάρους για τον υπολογισμό του ποσοστού περιεχόμενης υγρασίας σποροφύτου.....	28
Εικόνα 1. 20: Μέτρηση μήκους βλαστού και ρίζας των σποροφύτων με χάρακα	29
Διάγραμμα 3.1: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 1 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	31
Διάγραμμα 3.2: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 2 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	32
Διάγραμμα 3.3: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 3 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	33
Διάγραμμα 3.4: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 4 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	34
Διάγραμμα 3.5: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 5 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	35
Διάγραμμα 3.6: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 6 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	36
Διάγραμμα 3.7: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 7 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	37
Διάγραμμα 3.8: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 4 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	42
Διάγραμμα 3.9: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 8 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	43
Διάγραμμα 3.10: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 11 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	44

Διάγραμμα 3.11: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 15η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	45
Διάγραμμα 3.12: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 4η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	46
Διάγραμμα 3.13: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 8η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	47
Διάγραμμα 3.14: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 11η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	48
Διάγραμμα 3. 15: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 15η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας	49
Διάγραμμα 3.16: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 1η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	52
Διάγραμμα 3.17: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 2η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	53
Διάγραμμα 3.18: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 3η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	54
Διάγραμμα 3.19: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 4η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	55
Διάγραμμα 3.20: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 5η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	56
Διάγραμμα 3.21: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 6η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	57
Διάγραμμα 3.22: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 7η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	58
Διάγραμμα 3.23: : Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 4η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	63
Διάγραμμα 3.24: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 8η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	64
Διάγραμμα 3.25: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 11η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	65

Διάγραμμα 3.26: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 15η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	66
Διάγραμμα 3.27: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 4η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	67
Διάγραμμα 3.28: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 8η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	68
Διάγραμμα 3.29: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 11η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	69
Διάγραμμα 3.30: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 15η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	70
Πίνακας 3.1: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 3 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας.....	38
Πίνακας 3.2: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 7η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας.....	39
Πίνακας 3.3: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 8 ^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας.....	40
Πίνακας 3.4: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 15η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας.....	41
Πίνακας 3.5: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 8η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας.....	50
Πίνακας 3.6: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 15η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας.....	51
Πίνακας 3.7: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 3η ημέρα καταπόνησης αλατότητας.....	59
Πίνακας 3.8: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 7η ημέρα καταπόνησης αλατότητας.....	59
Πίνακας 3.9: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 8η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας.....	61
Πίνακας 3.10: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 15η ημέρας της καταπόνησης αλατότητας.....	62

Πίνακας 3.11: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 8η ημέρα καταπόνησης αλατότητας..... 71

Πίνακας 3.12: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 15η ημέρα καταπόνησης αλατότητας..... 72

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής διατριβής αποτέλεσε η αξιολόγηση δύο ποικιλιών μαρουλιού ως προς την αντοχή τους υπό συνθήκες αβιοτικής καταπόνησης στο στάδιο βλάστησης και πρώιμης ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε το δυναμικό βλάστησης των ποικιλιών υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης και καταπόνησης αλατότητας.

Η υδατική καταπόνηση επήλθε με τη χρήση του ωσμωτικά δραστικού μακρομορίου της πολυαιθυλενικής γλυκόλης PEG- 6000 και η καταπόνηση αλατότητας με τη χρήση διαλυμάτων NaCl. Οι σπόροι, έπειτα από σχολαστική απολύμανση, τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα διάφανα πλαστικά κουτιά και επάνω σε αποστειρωμένο διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με τα κατάλληλα διαλύματα διαφορετικών συγκεντρώσεων για τον κάθε παράγοντα καταπόνησης. Για την υδατική καταπόνηση χρησιμοποιήθηκαν διαλύματα με περιεκτικότητα PEG- 6000 0, 5, 10, 15 και 20% και για την καταπόνηση αλατότητας χρησιμοποιήθηκαν διαλύματα με συγκεντρώσεις 0, 50, 100, 150 και 200 mM NaCl. Στη συνέχεια, τα σπορόφυτα αναπτύχθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου με επαρκές φως για 15 ημέρες. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με τρεις επαναλήψεις των 40 σπόρων. Κάθε επανάληψη αποτελούνταν από τέσσερις σειρές και η κάθε σειρά από 10 σπόρους. Για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας λήφθηκαν μετρήσεις για γνωρίσματα όπως το ποσοστό βλαστικότητας, το ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων, το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων, το μήκος του βλαστού και της ρίζας και το δείκτη ευρωστίας. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 26.0.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πείραμα, επηρεάστηκαν σημαντικά όλα τα υπό μέτρηση γνωρίσματα με την επίδραση της καταπόνησης να είναι ανάλογη του επιπέδου καταπόνησης. Ανάμεσα στις δύο ποικιλίες υπήρξαν διαφοροποιήσεις στα διαφορετικά επίπεδα και είδη καταπόνησης. Το συμπέρασμα που απορρέει από τα αποτελέσματα είναι ότι η ποικιλία Green Tower επέδειξε μεγαλύτερη ανθεκτικότητα, αφού εκείνη διατήρησε ικανοποιητικό ποσοστό βλαστικότητας σε σχέση με την ποικιλία Manchester.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μαρούλι, του οποίου η επιστημονική ονομασία είναι *Lactuca sativa L.*, είναι ένα φυλλώδες λαχανικό που ανήκει στο Άθροισμα των Αγγειόσπερμων και συγκεκριμένα στην οικογένεια Asteraceae. Βιβλιογραφικά αναφέρεται ότι προέρχεται από το άγριο αυτοφυές φυτό *Lactuca serriola* καθώς και ότι η πρώτη του χρήση ήταν για φαρμακευτικούς σκοπούς και όχι ως λαχανικό που είναι ευρέως διαδεδομένο σήμερα (Χα και Πετρόπουλος 2014). Το μαρούλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ποικίλους τρόπους, όχι μόνο φρέσκο σε σαλάτες αλλά και ως επεξεργασμένο τρόφιμο, για παράδειγμα αποξηραμένο, σε σάλτσες ή και ως πίκλα. Άλλες πιο σπάνιες χρήσεις του είναι για την κατασκευή τσιγάρου χωρίς νικοτίνη ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την

εξαγωγή βρώσιμου ελαίου από τους σπόρους του (Μου *et al.*, 2008). Επίσης κατέχει μεγάλη οικονομική σημασία αφού καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις και σε πολλές περιοχές ανά τον κόσμο. Τέλος, το μαρούλι συγγενεύει με άλλα λαχανικά όπως το ραδίκι (*Cichorium pumilum*) και το αντίδι (*Cichorium endivi*) αφού αυτά βρίσκονται στην ίδια οικογένεια.

1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Βοτανικά το μαρούλι είναι ένα ποώδες, αυτογονιμοποιούμενο ετήσιο φυτό, δηλαδή σε μια καλλιεργητική περίοδο αναπτύσσεται βλαστικά και αναπαραγωγικά και τέλος πεθαίνει. Διαθέτει μια βαθιά, πασσαλώδη ρίζα που φτάνει σε μήκος μισού περίπου μέτρου με το κυρίως ριζικό σύστημα να βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους για την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων από αυτό (Εικόνα 1.1). Τα φύλλα του διατάσσονται σε ροζέτα (Εικόνα 1.2) και ο βλαστός αρχικά έχει μικρό ύψος αλλά επιμηκύνεται σημαντικά όταν σχηματιστεί ανθικό στέλεχος, δηλαδή όταν σταματάει η βλαστική ανάπτυξη και ξεκινάει η αναπαραγωγική. Τα άνθη περιβάλλονται από βράκτια φύλλα (Εικόνα 1.3), η ταξιανθία είναι της μορφής κορυμβόμορφου βότρυος ή φόβης (Εικόνα 1.4) ενώ κάθε άνθος παράγει ένα καρπό που είναι αχαίνιο, διαφόρων χρωμάτων, λείο ή ραβδωτό με πάππο (Εικόνα 1.5) (Μου *et al.*, 2008, Χα και Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 1. 1: Ρίζα φυτού μαρουλιού (Ηλ. Πηγή 1)



Εικόνα 1. 2: Διάταξη φύλλων φυτού μαρουλιού (Μου *et al.*, 2008)



Εικόνα 1. 3: Άνθος μαρουλιού με εμφανή τα βράκτια φύλλα περιμετρικά (Ηλ. Πηγή 2)



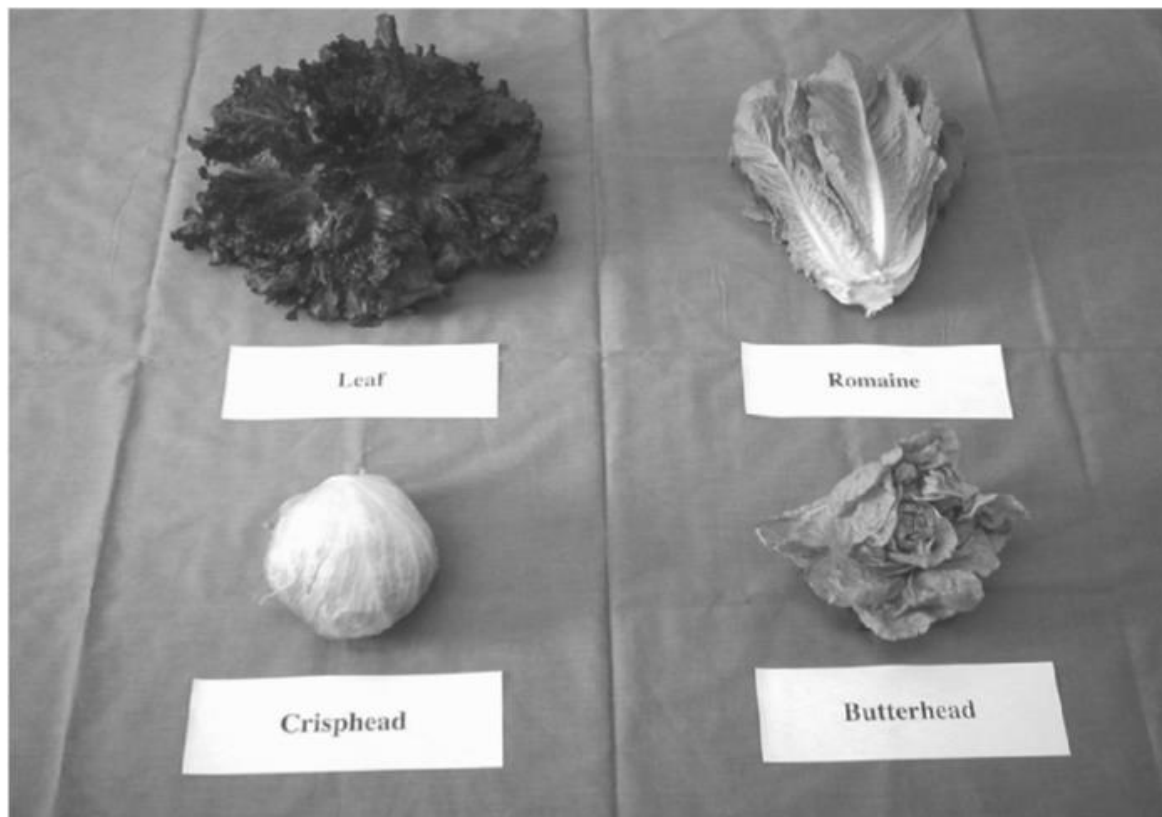
Εικόνα 1. 4: Ταξιανθία μαρουλιού (Ηλ. Πηγή 3)



Εικόνα 1. 5: Σπόροι μαρουλιού (Ηλ. Πηγή 4)

1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Στο μαρούλι παρατηρείται μεγάλη ποικιλομορφία όσον αφορά το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα μεταξύ των τύπων του στους οποίους και κατηγοριοποιείται. Αυτοί οι τύποι είναι έξι και διακρίνονται ανάλογα με τη μορφολογία της κεφαλής και του βλαστού καθώς και με το μέγεθος, το σχήμα και την υφή των φύλλων. Πιο συγκεκριμένα διακρίνονται οι τύποι Looseleaf, Cos ή Romaine (Κός ή Ρωμάνα), Crisphead ή Iceberg (κατσαρό κεφαλωτό), Butterhead (λείο κεφαλωτό) (Εικόνα 1.6), Stem lettuce ή celtuce (κινέζικο μαρούλι) (Εικόνα 1.7) και ο υποτύπος του, Batavia (Εικόνα 1.8). Από τους παραπάνω τύπους στην Ελλάδα καλλιεργούνται οι τέσσερις πρώτοι (Μου *et al.*, 2008, Χα και Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 1. 6: Τέσσερις τύποι μαρουλιού Looseleaf, Cos ή Romaine, Crisphead ή Iceberg και Butterhead (Μου *et al.*, 2008)



Εικόνα 1. 7: Μαρούλι τύπου Stem lettuce ή celtuce (Ηλ. Πηγή 5)



Εικόνα 1. 8: Μαρούλι τύπου Batavia (Ηλ. Πηγή 6)

Στην ποικιλία Looseleaf υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία όχι μόνο στο μέγεθος των φυτών αλλά και στο σχήμα, το χρώμα και την υφή των φύλλων. Αναλυτικότερα, τα μαρούλια τύπου Looseleaf μπορούν να φτάσουν μέχρι και μισό κιλό σε βάρος κατά τη συγκομιδή. Επίσης, τα φύλλα μπορεί να είναι κυματοειδή, φαρδιά ή επιμηκυμένα όσον αφορά το σχήμα τους, με τραγανή ή μαλακή υφή ενώ το χρώμα τους μπορεί να είναι κίτρινο, πράσινο, κόκκινο καθώς και άλλες αποχρώσεις μεταξύ αυτών. Τέλος, τα μαρούλια αυτού του τύπου δημιουργούν χαλαρή κεφαλή όταν είναι υπερώριμα (Mou *et al.*, 2008).

Τα μαρούλια τύπου Cos ή Romaine μπορούν να φτάσουν σε βάρος έως 0,75 κιλά, δηλαδή είναι μεγαλύτερα από τα μαρούλια τύπου Looseleaf. Έχουν επιμήκη, χονδροειδή και όρθια ανάπτυξης φύλλα και σχηματίζουν κλειστές ή σχετικά ανοιχτές κορυφές. Τα εξωτερικά φύλλα είναι χρώματος ανοιχτού έως σκούρου πράσινου και τα εσωτερικά είναι κιτρινωπά. Τέλος, τα μαρούλια τύπου Κως ή Ρωμάνα έχουν σχετικά τραγανή υφή και πιο γλυκιά και δυνατή γεύση (Mou *et al.*, 2008).

Στα μαρούλια τύπου Crisphead ή, με την πιο γνωστή ονομασία, Iceberg το βάρος μπορεί να κυμαίνεται από 0,7 μέχρι 1 κιλό όταν καλλιεργείται στο χωράφι. Τα μαρούλια αυτά σχηματίζουν μια σφαιρική και σφιχτή κεφαλή και τα φύλλα έχουν κυματοειδή μορφή. Επιπλέον τα εξωτερικά φύλλα μπορεί να είναι είτε ανοιχτά πράσινα ή θαμπά πράσινα, ενώ προς το εσωτερικό του μαρουλιού το χρώμα των φύλλων μεταβαίνει από ανοιχτό σε σχεδόν λευκό ή υποκίτρινο μέχρι το κέντρο. Επιπρόσθετα, έχουν τραχιά και τραγανή υφή με ήπια γεύση. Ένα τελευταίο χαρακτηριστικό των μαρουλιών αυτού του τύπου είναι η σκληρότητα και η ευθραυστότητα της κεφαλής και των φύλλων αντίστοιχα, όταν αυτά υπερωριμάσουν ενώ τα φύλλα αποκτούν πικρή γεύση. Σε αυτόν τον τύπο μαρουλιού βρίσκεται και ο τραγανός υποτύπος ονόματος Batavia με μικρότερο μέγεθος από τα μαρούλια τύπου Crisphead αφού φτάνει τα 0,5 κιλά σε βάρος όταν ωριμάσει και σχηματίζει μια λιγότερο σφιχτή και μαλακότερη κεφαλή (Mou *et al.*, 2008).

Τα μαρούλια τύπου Butterhead είναι μικρότερα σε μέγεθος συγκριτικά με αυτά του τύπου Crisphead και λιγότερο συμπαγή. Τα φύλλα τους είναι φαρδιά, “τσαλακωτά” και σχετικά λεπτά με χρώμα εξωτερικά ανοιχτό πράσινο και εσωτερικά κιτρινωπό, ενώ υπάρχουν ποικιλίες με κόκκινη απόχρωση των εξωτερικών φύλλων. Η υφή των φύλλων είναι μαλακή, τρυφερή και λιπαρή και η γεύση κυμαίνεται από ήπια μέχρι γλυκιά. Στην Ευρώπη συναντώνται δύο υποτύποι που χωρίζονται με βάση την ευαισθησία στη διάρκεια της φωτοπεριόδου και την εποχή της

βλάστησης. Οι ποικιλίες που είναι ουδέτερες στη διάρκεια της φωτοπεριόδου καλλιεργούνται στον αγρό τους καλοκαιρινούς μήνες και μπορούν να φτάσουν έως 0,35 κιλά και οι ποικιλίες βραχείας φωτοπεριόδου καλλιεργούνται σε κλειστές δομές το χειμώνα και μπορούν να φτάσουν από 0,15 έως 0,2 κιλά (Mou *et al.*, 2008).

Τα μαρούλια τύπου Stem lettuce ή celtuce γνωστά ως κινέζικο μαρούλι καλλιεργούνται όχι για τα φύλλα αλλά για το στέλεχος τους που έχει διάμετρο από 4 έως 10 εκατοστά και μήκος γύρω στα 50 με 60 εκατοστά, το οποίο αποφλοιώνεται και καταναλώνεται ο μαλακός πυρήνας όχι μόνο νωπός αλλά και για την παρασκευή φαγητού. Τα φύλλα του κινέζικου μαρουλιού είναι συνήθως μακριά και στενά αλλά μπορεί να είναι και φαρδιά όπως αυτά των μαρουλιών τύπου Romaine, ωστόσο δεν είναι ευχάριστα για κατανάλωση λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε λάτεξ και της πικρής τους γεύσης (Mou *et al.*, 2008).

1.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

1.3.1. ΚΛΙΜΑ

Το μαρούλι ως καλλιέργεια είναι φυτό ψυχρής εποχής για αυτό και καλλιεργείται κατά κύριο λόγο το Φθινόπωρο και τον Χειμώνα ενώ απαιτεί συγκεκριμένες και διακριτές θερμοκρασίες για την αύξηση και ανάπτυξη του. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες είναι κατά τη διάρκεια της ημέρας 23 °C και κατά τη διάρκεια της νύχτας 7 °C. Όταν η θερμοκρασία μειωθεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα τότε επιβραδύνεται η αύξηση του φυτού ενώ σε θερμοκρασίες ψύχους μπορεί να προκληθούν ζημιές στα φύλλα του ώριμου μαρουλιού, κάτι που οδηγεί στην αποσύνθεση τους κατά την αποθήκευση (Smith *et al.*, 2011). Ωστόσο, μπορεί να αντέξει σε χαμηλές θερμοκρασίες έως -5 °C. Από την άλλη, εάν η θερμοκρασία ξεπεράσει το ανώτατο επιθυμητό όριο το φυτό μπορεί να εισέλθει στην αναπαραγωγική φάση, να αποκτήσει πικρή γεύση και να παρατηρηθεί χαλάρωση κεφαλής. Τέλος, το μαρούλι αποτελεί φυτό μακράς ημέρας, αλλά οι καινούργιες ποικιλίες ως επί το πλείστον είναι ουδέτερες ως προς την ευαισθησία τους στη φωτοπερίοδο (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

1.3.2. ΕΔΑΦΟΣ

Σχετικά με τις απαιτήσεις τους σε έδαφος τα φυτά του μαρουλιού προτιμούν αμμώδη και αργιλώδη εδάφη. Επιπλέον, τα πιο ελαφριά προσδίδουν καλύτερη αποστράγγιση νερού στο έδαφος σε χαμηλές θερμοκρασίες και επιτρέπουν τη γρηγορότερη και ευκολότερη άνοδο της θερμοκρασία. Επίσης, προτιμώνται τα εδάφη με χαμηλή συγκέντρωση αλάτων διότι υψηλή

αλατότητα μπορεί να προκαλέσει κακή βλάστηση σπόρων και μειωμένη αύξηση (Smith *et al.*, 2011). Για αυτό το λόγο, σε περίπτωση υψηλής συγκέντρωσης αλάτων, συνιστάται χορήγηση μεγάλων ποσοτήτων νερού ανάλογα με την έκταση του προβλήματος και τον τύπο εδάφους σε επαναλαμβανόμενες δόσεις ώστε τα άλατα να μεταφερθούν σε βαθύτερα στρώματα (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

1.3.3. ΛΙΠΑΝΣΗ

Η λίπανση της καλλιέργειας μαρουλιού γίνεται έπειτα από εδαφολογική ανάλυση και φυλλοδιαγνωστική με την εφαρμογή βασικών και επιφανειακών λιπάνσεων. Το άζωτο που απαιτείται εφαρμόζεται με τη μορφή νιτρικών ιόντων σε τρεις δόσεις και αποφεύγεται η υπερβολική του εφαρμογή για την αποφυγή εμφάνισης χαλαρών κεφαλών ή φυτών με υδαρή εμφάνιση και ευπαθή σε ασθένειες κάτι το οποίο οδηγεί σε μειωμένη ποιότητα τελικού προϊόντος άρα και χαμηλή εμπορική αξία (Χα και Πετρόπουλος, 2014). Επιπλέον, συνιστάται να αποφεύγεται η εφαρμογή αζώτου τους φθινοπωρινούς μήνες αφού παρατηρείται έκπλυση του νιτρικού αζώτου στα κατώτερα στρώματα του εδάφους. Το φώσφορο και το κάλιο εφαρμόζονται με τη βασική λίπανση. Αναφορικά με το αμμώνιο, τα φυτά του μαρουλιού παρουσιάζουν ευαισθησία σε υψηλά επίπεδα αυτού, ενώ μπορεί να προκληθεί τοξικότητα νωρίς την Άνοιξη, δηλαδή τον Μάρτιο με Απρίλιο, σε ψυχρά εδάφη αλλά και αργότερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, δηλαδή τον Ιούνιο με Ιούλιο σε βαρύτερα εδάφη. Για λόγους ασφάλειας τροφίμων η εφαρμογή κοπριάς δεν προτείνεται για την παραγωγή μαρουλιών ωστόσο ορισμένοι παραγωγοί χρησιμοποιούν χωνεμένη κοπριά και απόβλητα της καλλιέργειας τους όπως φυτικά υπολείμματα για τη βελτίωση της σύστασης του εδάφους (Smith *et al.*, 2011).

1.3.3. ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση του μαρουλιού πραγματοποιείται με καταιονισμό ή στάγδην. Απαιτείται συχνή άρδευση με μικρές δόσεις ενώ η ανάγκη σε νερό είναι η μέγιστη τον τελευταίο μήνα της καλλιέργειας όπου η αύξηση του φυτού είναι εντονότερη (Smith *et al.*, 2011). Συνιστάται να αποφεύγεται η υπερβολική υγρασία στις ποικιλίες πρώιμου μαρουλιού διότι μπορεί να προκαλέσει μαλακή σήψη στο λαιμό του φυτού και ολική νέκρωση καθώς και στους κεφαλωτούς τύπους διότι μπορεί να οδηγήσει σε χαλαρές κεφαλές (Smith *et al.*, 2011, Χα και Πετρόπουλος 2014). Ένα άλλο πρόβλημα που μπορεί να προκληθεί από ακανόνιστη άρδευση σε συνδυασμό με την

περιεκτικότητα ασβεστίου στο φυτό είναι η πικρή γεύση και η εμφάνιση περιθωριακού καψίματος, δηλαδή η υποβάθμιση του προϊόντος. (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

1.4. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Ο πολλαπλασιασμός του μαρουλιού γίνεται εγγενώς με σπόρο, βλαστάνει ιδανικά στις θερμοκρασίες μεταξύ 15 και 21 °C σε 1 έως 4 ημέρες και γίνεται με διάφορες μεθόδους ανάλογα το τελικό αποτέλεσμα που επιδιώκεται. Γενικά, δύο προβλήματα που εμφανίζονται και πρέπει να επιλυθούν κατά τη σπορά των σπόρων μαρουλιού είναι δύο τύποι λήθαργου και συγκεκριμένα ο λήθαργος φρέσκου σπόρου και ο λήθαργος λόγω υψηλών θερμοκρασιών. Ο πρώτος λήθαργος μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση σπόρων ηλικίας μεγαλύτερης των τριών μηνών. Ο δεύτερος εμφανίζεται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 25 °C και μπορεί να προκαλέσει την αναστολή της βλάστησης εξ ολοκλήρου ή τη βλάστηση των σπόρων σε μικρό ποσοστό. Αυτός ο λήθαργος μπορεί να αντιμετωπιστεί με διάφορες μεθόδους πριν ή και μετά τη σπορά, μεταξύ αυτών και με ψυχρή μεταχείριση.

Ένα άλλο πρόβλημα που μπορεί να εμφανιστεί λόγω υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλο μήκος ημέρας είναι ο πρόωρος σχηματισμός ανθικών στελεχών και αντιμετωπίζεται με ανάπτυξη σε συνθήκες μικρής ημέρας. Αναλυτικότερα, γίνεται τεχνητή συσκότιση με κάλυψη των φυτών για μια περίοδο δύο εβδομάδων ώστε η ημέρα να διαρκεί 8 ώρες και μέχρι να εμφανιστούν δύο πραγματικά φύλλα. Έπειτα από τις κατάλληλες μεταχειρίσεις που απαιτούνται ακολουθεί κατάλληλη προετοιμασία της σποροκλίνης για τη μεταφύτευση των φυταρίων περίπου 4 με 6 εβδομάδες μετά τη σπορά. Η μεταφύτευση γίνεται με το χέρι ή με μηχανικά μέσα και ακολουθεί άρδευση αυτών. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως τον αριθμό των φυταρίων ανά στρέμμα, την ποικιλία, τον τύπο του θερμοκηπίου, το τελικό μέγεθος και την εποχή της μεταφύτευσης (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

1.5. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες μαρουλιού για κάθε τύπο, η κάθε μια με τα δικά της χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος, το χρώμα και άλλα. Ο κάθε παραγωγός πρέπει να λαμβάνει υπόψιν του πολλές παραμέτρους για την επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας όπως τις ανάγκες της αγοράς, την εποχή φύτευσης, τον τύπο εδάφους ακόμα και την ύπαρξη ασθενειών.

Για τον τύπο Cos ή Romaine υπάρχουν ποικιλίες όπως η Morales που καλλιεργείται όλο το χρόνο, η Maximus, η Merlin, η Adranita και η Xanadu που καλλιεργούνται το φθινόπωρο και την άνοιξη, η Salvius που καλλιεργείται το φθινόπωρο και το χειμώνα και η Paris Island Cos που προτιμάει το φθινόπωρο (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

Για τα μαρούλια που ανήκουν στον τύπο Crisphead ή Iceberg υπάρχουν η ποικιλία Robinson που καλλιεργείται όλο το χρόνο εκτός από το καλοκαίρι, η Templin που καλλιεργείται αργά την άνοιξη και το φθινόπωρο, η Lorquinas που καλλιεργείται το φθινόπωρο, η Botiola που καλλιεργείται το χειμώνα, η Aureola που καλλιεργείται χωρίς την άνοιξη, η Bruma που καλλιεργείται την άνοιξη και το καλοκαίρι, η Cartagenas και άλλες. Στον υποτύπο Batavia ανήκουν επίσης ποικιλίες όπως η Starfighter και Emocion που καλλιεργούνται όλο το χρόνο, η Invicta που καλλιεργείται το χειμώνα και οι Maritima και Kismy που καλλιεργούνται άνοιξη και φθινόπωρο (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

Τέλος, για τα μαρούλια του τύπου Butterhead υπάρχουν πολυάριθμες ποικιλίες ανάμεσα στις οποίες και οι Ballerina, Margarita, Letsgo και Tonya που καλλιεργούνται την άνοιξη και το φθινόπωρο, η ποικιλία Mensana που καλλιεργείται το φθινόπωρο και το χειμώνα καθώς και η Fisichella (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

1.5.1. ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η πιο διαδεδομένη εμπορικά ποικιλία μαρουλιού που καλλιεργείται στην Ελλάδα είναι αυτή της Paris Island Cos και ανήκει στα μαρούλια τύπου Κως ή Ρωμάνα (Εικόνα 1.9). Τα φυτά αυτά έχουν φύλλα όρθιας ανάπτυξης με κυματοειδές σχήμα που φτάνουν τα 25 εκατοστά σε μήκος και είναι ελαφρά γκριζοπράσινου χρώματος. Αποτελεί μια μεσοπρώιμη ποικιλία που φυτεύεται τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες (Ολυμπίου, 2001).



Εικόνα 1. 9: Μαρούλι ποικιλίας Paris Island Cos (Ηλ. Πηγή 7)

1.6. ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Το μαρούλι από άποψη θρεπτικής αξίας και περιεκτικότητας θρεπτικών συστατικών δεν θεωρείται μια θρεπτική τροφή και αυτό οφείλεται κυριότερα στην υψηλή περιεκτικότητά του σε νερό που φτάνει περίπου το 95%. Ωστόσο, δεδομένης της αύξησης κατανάλωσης του σε σαλάτες και γενικά της ένταξής του στο διαιτολόγιο των ανθρώπων, θα μπορούσε να συνεισφέρει διατροφικά ιδιαίτερα αφού στην κυριότητά του καταναλώνεται ωμό, δηλαδή διατηρεί περισσότερα θρεπτικά συστατικά σε σχέση με άλλα λαχανικά που καταναλώνονται μαγειρεμένα (Kim *et al.*, 2016).

1.6.1. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕ ΘΕΡΜΙΔΙΚΗ ΑΞΙΑ

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, το μαρούλι έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα αλλά υψηλή σε πολυακόρεστα τα οποία είναι και σημαντικά για την υγεία. Συγκεκριμένα, το μαρούλι περιέχει ωμέγα- 6, ωμέγα- 3, λινολεϊκό και α- λινολενικό οξύ με το λινολεϊκό οξύ να είναι σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα και να ακολουθεί το λινολενικό οξύ με περιεκτικότητες 60% και 20% αντίστοιχα. Επίσης το μαρούλι περιέχει φυτικές ίνες με τα μαρούλια τύπου Romaine να έχουν την μεγαλύτερη περιεκτικότητα αφού τα 100 γραμμάρια φρέσκου μαρουλιού αποτελούν το 10% των ημερήσιων φυτικών ινών που πρέπει να καταναλώνει ένας ενήλικας. Τέλος, το λαχανικό αυτό περιέχει υδατάνθρακες με χαμηλή πεπτικότητα αλλά δεν είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες (Kim *et al.*, 2016).

1.6.2. ΜΕΤΑΛΛΑ

Αρχικά, η κατανάλωση μαρουλιού δεν έχει σημαντική συμβολή ως προς το νάτριο με βάση τη συνιστώμενη ημερήσια δόση για ενήλικες. Από την άλλη, τα μαρούλια με πράσινο και κόκκινο φύλλωμα και ανάλογα τον τύπο, την ποικιλία και την εποχή φύτευσής τους αποτελούν σχετικά καλή πηγή καλίου όμοια με αυτή του σπανακιού αφού 100 γραμμάρια φρέσκου μαρουλιού αποτελούν το 4% μέχρι 8% της ημερήσιας δόσης για ενήλικες. Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο στα φύλλα του μαρουλιού επηρεάζεται από τον τύπο του μαρουλιού και είναι λιγότερη ή ίση με άλλα λαχανικά πλουσιότερα σε ασβέστιο όπως για παράδειγμα το σπανάκι και μπορεί να αποδώσει από 2% μέχρι 6% της ημερήσιας συνιστώμενης δόσης για ενήλικες. Χαμηλότερη περιεκτικότητα έχουν επίσης και σε μαγνήσιο και φώσφορο σε σχέση με άλλα λαχανικά. Συγκεκριμένα, τα 100 γραμμάρια φρέσκου μαρουλιού περιέχουν από 0,3% μέχρι 3% φώσφορο και από 3% μέχρι 9% μαγνήσιο με βάση την ημερήσια συνιστώμενη δόση, αλλά κάποιοι τύποι Romaine μπορούν να αποτελέσουν καλή πηγή για πρόσληψη μαγνησίου. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε σίδηρο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως από τον τύπο της κεφαλής και την κατάσταση του εδάφους. Αναλυτικότερα, ο σίδηρος βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση όταν η κεφαλή του μαρουλιού είναι ανοιχτή σε σχέση με όταν είναι κλειστή. Σε σχέση με άλλα λαχανικά όπως το σπανάκι δεν περιέχει μεγάλη ποσότητα σε σίδηρο, ωστόσο σε 100 γραμμάρια φρέσκου μαρουλιού η περιεκτικότητα μπορεί να φτάσει μέχρι το 15% της συνιστώμενης ημερήσιας δόσης ανάλογα τον τύπο του μαρουλιού. Τέλος, η περιεκτικότητα του ψευδαργύρου στα φύλλα του μαρουλιού βρίσκεται μεταξύ 2% και 3% της συνιστώμενης ημερήσιας δόσης για ενήλικες ενώ την χαμηλότερη έχουν τα μαρούλια τύπου Crisphead σε σχέση με αυτά του τύπου Romaine, Butterhead, Looseleaf και τα μαρούλια με κόκκινο φύλλωμα. Γενικά, το μαρούλι αποτελεί καλή πηγή σιδήρου και περιέχει χαμηλή συγκέντρωση νατρίου, ενώ μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μέταλλα έχουν τα μαρούλια τύπου Butterhead, Romaine, Looseleaf και τα μαρούλια με κόκκινο φύλλωμα σε σχέση με τα μαρούλια τύπου Crisphead (Kim *et al.*, 2016).

1.6.3. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Για τις βιταμίνες που περιέχονται στο μαρούλι, ξεκινώντας από το φολικό οξύ ή αλλιώς βιταμίνη B9 αυτά που έχουν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα είναι τα μαρούλια τύπου Romaine και λιγότερα τα μαρούλια τύπου Crisphead, αλλά συγκριτικά με άλλα λαχανικά μπορούν να αποδώσουν περισσότερο φολικό οξύ. Από άποψη ημερήσιας συνιστώμενης δόσης τα 100 γραμμάρια φρέσκου μαρουλιού μπορούν να φτάσουν μέχρι το 18% ανάλογα με τον τύπο τους. Στη συνέχεια, το

ασκορβικό οξύ ή πιο γνωστά η βιταμίνη C βρίσκεται σε μικρότερη συγκέντρωση σε σχέση με άλλα λαχανικά όπως το σπανάκι και η λαχανίδα. Η βιταμίνη E απαντάται σε δύο μορφές στο μαρούλι, ως α- και γ- τοκοφερόλες που βρίσκονται σε μεγαλύτερη ποσότητα από ότι σε άλλα λαχανικά. Το μαρούλι είναι επίσης μια πλούσια πηγή σε καροτενοειδή και ιδιαιτέρως σε β-καροτένιο και λουτεΐνη που βρίσκονται σε υψηλότερες ποσότητες στα μαρούλια τύπου Butterhead, Romaine και Looseleaf σε σύγκριση με το σπανάκι. Για τις φαινολικές ενώσεις που περιέχονται στο μαρούλι, αρχικά οι τύποι Crisphead περιέχουν λιγότερα φαινολικά οξέα σε σχέση με το κόκκινο λάχανο, το μπρόκολο και το κατεψυγμένο σπανάκι με τα μαρούλια με κόκκινο φύλλωμα να έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αυτά. Επιπρόσθετα, τα μαρούλια με κόκκινο φύλλωμα περιέχουν περισσότερα φλαβονοειδή σε σχέση με αυτά με πράσινο φύλλωμα αφού τα φαινολικά οξέα και οι φλαβονόλες κυριαρχούν στο κόκκινο χρώμα. Μεγάλη περιεκτικότητα στα ανωτέρω συστατικά απαντάται σε μαρούλια που καλλιεργούνται στον αγρό λόγω της μεγαλύτερης ηλιακής ακτινοβολίας (Kim *et al.*, 2016).

1.6.4. ΟΦΕΛΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Λόγω των θρεπτικών συστατικών, μετάλλων, βιταμινών και βιοδραστικών ενώσεων που απαντώνται στα φύλλα του μαρουλιού, αυτά έχουν αποδειχτεί ότι έχουν αντιφλεγμονώδεις, αντιδιαβητικές και αντικαρκινικές ιδιότητες ενώ έχουν τη δυνατότητα, επίσης, να μειώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης. Πιο συγκεκριμένα, η κατανάλωση μαρουλιού διαπιστώθηκε, έπειτα από πειραματικές διαδικασίες, να κατέχει αντιφλεγμονώδη δράση λόγω των φαινολικών ενώσεων. Τα μαρούλια με κόκκινο φύλλωμα έχουν υψηλή περιεκτικότητα πολυφαινόλης που έχει αντιδιαβητικά αποτελέσματα, ενώ οι φαινολικές ενώσεις έχουν την ικανότητα να μειώσουν τη γλυκόζη του αίματος. Επιπλέον, το β-καροτένιο και το ασκορβικό οξύ απέδειξαν, έπειτα από πειράματα, πως με την κατανάλωσή τους μέσω του μαρουλιού μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου. Μείωση συχνότητας εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα αποδείχτηκε επίσης κλινικά σε μη καπνιστές κατά τη διάρκεια της ζωής τους που κατανάλωναν μαρούλι από πέντε έως επτά ημέρες εβδομαδιαίως. Τέλος, βρέθηκε ότι η κατανάλωση μαρουλιού με κόκκινο φύλλωμα βοηθά στις καρδιαγγειακές παθήσεις με μείωση της χοληστερόλης λόγω της α-τοκοφερόλης, του β-καροτένιου, των ανθοκυανών και των φαινολικών (Kim *et al.*, 2016).

1.7. ΑΒΙΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ

Ο όρος αβιοτική καταπόνηση σύμφωνα με τους Taiz *et al.* (2015) «μπορεί να οριστεί ως μια οποιαδήποτε περιβαλλοντική συνθήκη που δεν επιτρέπει στο φυτό να επιτύχει την πλήρη γενετική του δυνατότητα». Οι κύριες αβιοτικές παράμετροι που επηρεάζουν την αύξηση ενός φυτού είναι η ένταση, η ποιότητα και η διάρκεια του φωτός, το διαθέσιμο νερό στο φυτό και στο περιβάλλον, τοξικές ουσίες όπως βαρέα μέταλλα και άλατα, τα θρεπτικά συστατικά, το διαθέσιμο διοξείδιο του άνθρακα και οξυγόνο στην ατμόσφαιρα καθώς και οι αποκλίσεις αυτών που έχουν ως αποτέλεσμα φυσιολογικές και βιοχημικές επιπτώσεις που δυσκολεύουν τη διατήρηση ισορροπίας (Taiz *et al.*, 2015). Επομένως, οι αβιοτικές καταπονήσεις χωρίζονται σε επιμέρους καταπονήσεις λόγω υπερβολικού φωτός, θερμότητας, ξηρασίας, πλεονασμός ύδατος, ψύξης, αλατότητας, και ωσμωτικού στρες. Για την αντίληψη της έκφανσης του προβλήματος που μπορεί να προκαλέσουν αυτές οι καταπονήσεις αξίζει να αναφερθεί πως μόνο το 10% των αροτριάων εκτάσεων βρίσκεται σε κατηγορία μη στρες, οπότε και το μεγαλύτερο ποσοστό του 90% αυτών των εκτάσεων αντιμετωπίζει μια ή και περισσότερες καταπονήσεις οι οποίες μπορούν να επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στην παραγωγή οδηγώντας σε μεγάλες απώλειες (Jenks and Hasegawa, 2014). Ενδεικτικά, υπολογίζεται ότι υπάρχει μείωση των αποδόσεων των καλλιεργειών της τάξης του 20% λόγω αλατότητας, του 17% λόγω ξηρασίας, του 40% λόγω υψηλών θερμοκρασιών, του 15% λόγω χαμηλών θερμοκρασιών ή αλλιώς ψύχους και του 8% λόγω άλλων καταπονήσεων (Ashraf *et al.*, 2009). Στην πραγματικότητα είναι πιο πιθανή η εμφάνιση πολλών αβιοτικών καταπονήσεων σε ταυτόχρονο χρονικό διάστημα σε ένα φυτό ή καλλιέργεια παρά μιας μεμονωμένης κατάστασης καταπόνησης. Τα φυτά ανταποκρίνονται μοναδικά, με διαφορετικό τρόπο και με διαφορετικές διαδικασίες αντιμετώπισης σε ένα συνδυασμό καταπονήσεων σε σχέση με την ανταπόκριση αυτών των καταπονήσεων εάν εφαρμοστούν ξεχωριστά (Mittler, 2006).

1.7.1. ΞΗΡΑΣΙΑ

Όταν παρατηρείται ξηρασία σε έναν αγρό στην πραγματικότητα μπορεί οι φυτικοί ιστοί να επηρεάζονται από πρόσθετους παράγοντες αλλά ο καθοριστικός παράγοντας είναι η μειωμένη διαθεσιμότητα σε νερό και το μειωμένο υδατικό δυναμικό. Τα φυτά αυτά που καταπονούνται από την ξηρασία μεταβαίνουν σε ταχείες προσαρμογές με πιο άμεση προσαρμογή το άνοιγμα των στομάτων. Γενικά, όταν υπάρχει επάρκεια ύδατος στον φυτικό ιστό παρατηρείται αύξηση και ανάπτυξη των κυττάρων με ταυτόχρονη πίεση που ασκείται στα κυτταρικά τοιχώματα. Όταν όμως μειωθεί η περιεκτικότητα σε νερό, τότε τα κύτταρα συρρικνώνονται, μειώνεται η πίεση σπαργής

και ο όγκος των κυττάρων και αυξάνεται η συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών. Μορφολογικά αυτό σημαίνει ότι επέρχεται η γήρανση και η αποκοπή των φύλλων του φυτού ενώ ως μια δεύτερη αντίδραση στην καταπόνηση επιμηκύνονται οι ρίζες του φυτού σε βαθύτερα στρώματα με σκοπό την εύρεση υγρού εδάφους. Επιστημονικά, οι αντιδράσεις στη φυτική ξηρασία αποδίδονται ως μηχανισμοί διαφυγής, αποφυγής και ανοχής. Στους μηχανισμούς διαφυγής περιλαμβάνονται η επιτάχυνση της ανθοφορίας και της δημιουργίας του σπόρου με απώτερο σκοπό την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του φυτού πριν το κρίσιμο επίπεδο. Δεύτερον, οι μηχανισμοί αποφυγής αναφέρονται σε μηχανισμούς περιορισμού της διαπνοής ή προώθησης πρόσληψης νερού ώστε το φυτό να μην φτάσει σε κρίσιμα επίπεδα απώλειας νερού ή στην αφυδάτωση. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με κλείσιμο των στομάτων για την αποφυγή της διαπνοής, δηλαδή της εξάτμισης νερού από την επιφάνεια των φύλλων. Τέλος, σύμφωνα με τους Jenks και Hasegawa (2014) «η ανοχή της ξηρασίας, αυστηρά ορισμένη, είναι η ικανότητα του φυτού να αντιμετωπίσει το μειωμένο δυναμικό νερού του φυτικού ιστού». Αυτό το μειωμένο υδατικό δυναμικό μπορεί να οδηγήσει σε μικρές μέχρι μεγάλες αλλαγές ανάλογα με τη σοβαρότητα και τη βαρύτητα του στρες και του φυτικού είδους για να δύναται το φυτό να εκτελεί τις λειτουργίες του ή στο ελάχιστο να επιβιώνει (Jenks and Hasegawa, 2014).

1.7.1.1. ΞΗΡΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ

Συγκεκριμένα για το μαρούλι, υπάρχουν ορισμένοι λόγοι που το καθιστούν ευαίσθητο στην ξηρασία. Αυτοί είναι το βραχύ και αβαθές ριζικό σύστημά του, η ανάγκη σε υγρασία εδάφους για την ορθή ανάπτυξή του και το μεγάλο ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας του που φτάνει μέχρι το 97% (Sorrentino *et al.*, 2020). Σύμφωνα με τους Sorrentino *et al.* (2020), έπειτα από πειραματική έρευνα σε δύο ποικιλίες μαρουλιού του τύπου Butterhead παρατηρήθηκε η μείωση της αύξησης των φυτών που υποβλήθηκαν σε ήπια καταπόνηση ξηρασίας καθώς και η μείωση της συγκέντρωσης του νερού και της φωτοσυνθετικής ικανότητας. Επιπλέον, έπειτα από υπολογισμό του νωπού και ξηρού βάρους των φυτών στο τέλος του πειράματος παρατηρήθηκε μείωση της βιομάζας των φυτών σε ποσοστό από 30% έως 40%.

1.7.2. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Είναι γνωστό ότι στο 20% των εκτάσεων παγκοσμίως παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση αλάτων, ενώ αυτό το ποσοστό αυξάνεται κάθε χρόνο κατά 1% με 2%. Συγκεκριμένα αυτή η υψηλή συγκέντρωση εμφανίζεται σε περιοχές άγονες, ημίξηρες ή παράκτιες. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με

τους οποίους μπορεί να αυξηθεί η αλατότητα σε μια περιοχή. Από τη μια, μέσω της φύσης, μπορούν να μεταφερθούν άλατα από τη μια περιοχή στην άλλη με τον άνεμο, την βροχή και από ωκεανούς. Από την άλλη αυτή η αύξηση οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στον άνθρωπο λόγω λανθασμένων πρακτικών άρδευσης και εκχέρσωσης εκτάσεων πολυετών δέντρων με σκοπό τη φύτευση άλλων καλλιεργειών για να καλυφθούν οι ανάγκες του ανθρώπου, παραδείγματος χάρη για εκτροφή ζώων, ωστόσο με τις πρακτικές αυτές συσσωρεύονται άλατα στην επιφάνεια του εδάφους. Η ευαισθησία στην αλατότητα καθώς και το ποσοστό και ο ρυθμός βλάστησης και η ανάπτυξη των φυτών που καταπονούνται εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως από την ποικιλία του φυτού καθώς και το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται όταν εκτίθεται σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων (Jenks *et al.*, 2014, Nasri *et al.*, 2015). Τα φυτά που έρχονται αντιμέτωπα με υψηλή αλατότητα εδάφους περνούν από δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι το ωσμωτικό στρες λόγω υψηλής συγκέντρωσης αλάτων γύρω από τα κύτταρα του ριζικού συστήματος. Το δεύτερο στάδιο είναι ένα συγκεκριμένο ιοντικό στρες λόγω των ιόντων χλωρίου και νατρίου τα οποία συσσωρεύονται σε υψηλά επίπεδα που είναι τοξικά και έχουν την ιδιότητα να αναστέλλουν ενζυμικές αντιδράσεις στα κύτταρα, να παρεμποδίζουν την αύξηση των βλαστών και να επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού. Με βάση τα παραπάνω τα φυτά έχουν αναπτύξει κάποιους μηχανισμούς ανθεκτικότητας. Αυτοί είναι η ωσμωτική ανθεκτικότητα, δηλαδή η ικανότητα του φυτού να συνεχίσει να αυξάνεται κάτω από ωσμωτικό στρες, και η ιοντική ανθεκτικότητα, δηλαδή η ικανότητα αντιμετώπισης του ιοντικού συστατικού του άλατος (Jenks *et al.*, 2014).

1.7.2.1. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ

Το μαρούλι είναι μέτρια ευαίσθητο σε σχέση με άλλες καλλιέργειες. Όταν βρίσκεται σε καταπόνηση λόγω αλατότητας προσαρμόζεται με πολλούς μηχανισμούς όπως αλλαγές στις φυσιολογικές και βιοχημικές αντιδράσεις καθώς και μορφολογικές και αναπτυξιακές διαφοροποιήσεις (Nasri *et al.*, 2015). Για την αλατότητα στο μαρούλι σύμφωνα με τους Nasri *et al.* (2015) μετά από πείραμα σε δύο ποικιλίες μαρουλιού διαπιστώθηκε μείωση στο ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων ενώ παρατηρήθηκε ότι η ριζική ανάπτυξη επηρεάστηκε πιο πολύ από την υψηλή συγκέντρωση αλάτων σε σχέση με τη βλαστική ανάπτυξη.

1.8. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση δύο ποικιλιών μαρουλιού ως προς την αντοχή τους υπό συνθήκες αβιοτικής καταπόνησης και συγκεκριμένα σε συνθήκες καταπόνησης ξηρασίας και καταπόνησης αλατότητας. Η αξιολόγηση έγινε στο στάδιο της βλάστησης και της πρώιμης ανάπτυξης των σποροφύτων. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με τρεις επαναλήψεις των σαράντα σπόρων. Κάθε επανάληψη αποτελούνταν από σαράντα σπόρους τοποθετημένους σε τέσσερις σειρές.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το γενετικό υλικό που αξιολογήθηκε ως προς την αντοχή του σε καταπόνηση ξηρασίας και αλατότητας ήταν δύο ποικιλίες μαρουλιού, τις Manchester και Green Tower. Η ποικιλία Manchester ανήκει στον τύπο Batavia με βαθυπράσινο και κατσαρό φύλλωμα και μεγάλη, ομοιόμορφη και συμπαγή κεφαλή ενώ χαρακτηρίζεται από πρώιμη ωρίμανση. Από την άλλη, η ποικιλία Green Tower βρίσκεται στον μεγάλο και ψηλό τύπο Cos ή Romana και αποτελεί μαρούλι με όρθιας ανάπτυξης φύλλα και έντονο σκούρο πράσινο χρώμα (Simko *et al.*, 2010, Weaver and Van Iersel, 2019). Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 1200 σπόροι από κάθε ποικιλία οι οποίοι καταμετρήθηκαν με τη συσκευή καταμέτρησης των σπόρων (Εικόνα 1.10).



Εικόνα 1. 10: Συσκευή καταμέτρησης των σπόρων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα

2.2. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΣΠΟΡΩΝ

Για την απολύμανση των σπόρων (Εικόνα 1.11, 1.12) παρασκευάστηκε διάλυμα χλωρίνης 10%. Η απολύμανση έγινε με πέντε λεπτά συνεχόμενη ανάδευση και έπειτα με τέσσερις πλύσεις με αποστειρωμένο νερό.



Εικόνα 1. 11: Απολύμανση των σπόρων μαρουλιού σε διάλυμα χλωρίνης



Εικόνα 1. 12: Σπόροι μαρουλιού μετά την απολύμανση

2.3. ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

2.3.1. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Για την καταπόνηση ξηρασίας οι σπόροι αμέσως μετά την απολύμανση τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα διάφανα πλαστικά κουτιά. Εντός το κουτιών είχε τοποθετηθεί αποστειρωμένο διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με το διάλυμα του κατάλληλου παράγοντα καταπόνησης. Συγκεκριμένα για τις μεταχειρίσεις με καταπόνηση ξηρασίας χρησιμοποιήθηκε το ωσμωτικά δραστικό μακρομόριο της πολυαιθυλενικής γλυκόλης PEG- 6000. Η πολυαιθυλενική γλυκόλη προκαλεί ωσμωτικό στρες μειώνοντας το υδατικό δυναμικό και δημιουργεί συνθήκες που προσομοιάζουν με συνθήκες ξηρασίας με αποτέλεσμα μείωση και επιβράδυνση της ανάπτυξης του φυτού (Okcu *et al.*, 2005). Για την καταπόνηση ξηρασίας παρασκευάστηκαν διαλύματα PEG σε τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες PEG- 6000, 5%, 10%, 15% και 20%. Επιπλέον στο μάρτυρα η διαβροχή του διηθητικού χαρτιού πραγματοποιήθηκε με απιονισμένο νερό. Για κάθε ποικιλία και κάθε επίπεδο καταπόνησης έγιναν τρεις ξεχωριστές επαναλήψεις (3 ξεχωριστά διάφανα κουτιά) των 40 σπόρων η κάθε επανάληψη.

2.3.2. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Για την καταπόνηση αλατότητας, ομοίως με την καταπόνηση ξηρασίας οι σπόροι μετά την απολύμανσή τους τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα διάφανα πλαστικά κουτιά πάνω σε αποστειρωμένο διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με διαλύματα NaCl συγκεντρώσεων 50, 100, 150 και 200 mM NaCl. Επιπλέον στο μάρτυρα η διαβροχή του διηθητικού χαρτιού πραγματοποιήθηκε με απιονισμένο νερό. Για κάθε ποικιλία και κάθε επίπεδο καταπόνησης έγιναν τρεις ξεχωριστές επαναλήψεις (3 ξεχωριστά διάφανα κουτιά) των 40 σπόρων η κάθε επανάληψη.

Τα διαλύματα πολυαιθυλενικής γλυκόλης και χλωριούχου νατρίου καθώς και απιονισμένο νερό που χρησιμοποιήθηκαν αποστειρώθηκαν σε αυτόκαυστο στους 121 °C για 15 λεπτά (Εικόνα 1.13). Επίσης αποστειρώθηκαν και τα διηθητικά χαρτιά που επιστρώθηκαν στα διάφανα κουτιά. Η αποστείρωση των πλαστικών κουτιών έγινε με έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV) για 20 λεπτά (Εικόνα 1.14). Η τοποθέτηση των σπόρων έγινε σε θάλαμο νηματικής ροής (Εικόνα 1.15). Τα σπορόφυτα αναπτύχθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου με επαρκές φως για 15 ημέρες (Εικόνα 1.16). Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των σποροφύτων λαμβάνονταν και καταγράφονταν μια σειρά

από παρατηρήσεις για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας στους δύο προαναφερόμενους παράγοντες καταπόνησης.



Εικόνα 1. 13 Αυτόκαυστο που χρησιμοποιήθηκε για την αποστείρωση των διαλυμάτων πολυαιθυλενικής γλυκόλης, χλωριούχου νατρίου και απιονισμένου νερού



Εικόνα 1. 14: Αποστείρωση των πλαστικών κουτιών με έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV)



Εικόνα 1. 15: Τοποθέτηση των σπόρων στα πλαστικά κουτιά σε θάλαμο νηματικής ροής



Εικόνα 1. 16: Ανάπτυξη των σποροφύτων στο χώρο του εργαστηρίου με επαρκές φως για 15 ημέρες

2.4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις ξεκίνησαν τη δεύτερη μέρα μετά την εγκατάσταση του πειράματος. Για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας των δύο ποικιλιών του μαρουλιού στην καταπόνηση ξηρασίας και αλατότητας λήφθηκαν οι μετρήσεις για τα παρακάτω γνωρίσματα.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ. Το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων (GP%) μετρήθηκε τις πρώτες 7 ημέρες του πειράματος και υπολογίστηκε με τον τύπο $GP (\%) = (\text{αριθμός σπόρων που βλάστησαν} / \text{συνολικός αριθμός σπόρων}) \times 100$.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ. Το ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU%) μετρήθηκε την 3^η και την 7^η ημέρα και υπολογίστηκε ως $WU (\%) = (W2 - W1) / W1 \times 100$ όπου W1 το αρχικό βάρος των σπόρων και W2 το βάρος των σπόρων μετά την απορρόφηση νερού. Σε κάθε μέτρηση ζυγίζονταν 5 σπόροι για κάθε επανάληψη ανά ποικιλία και μεταχείριση (Εικόνα 1.17).



Εικόνα 1. 17: Καταγραφή του βάρους του σποροφύτου για τον υπολογισμό του ποσοστού απορρόφησης νερού των σπόρων

ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ. Το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC%) μετρήθηκε την 8^η και την 15^η ημέρα και υπολογίστηκε με τον τύπο $WC\% = (\text{νωπό βάρος} - \text{ξηρό βάρος} / \text{νωπό βάρος}) \times 100$. Το ξηρό βάρος των σποροφύτων μετρήθηκε μετά από ξήρανση σε ξηραντήριο στους 70°C για 48 ώρες (Εικόνα 1.18). Σε κάθε μέτρηση λαμβάνονταν το νωπό και στη συνέχεια το ξηρό βάρος 5 σποροφύτων για κάθε επανάληψη ανά ποικιλία και ανά μεταχείριση (Εικόνα 1.19).



Εικόνα 1. 18: Ξηραντήριο για ξήρανση των σποροφύτων με σκοπό τη μέτρηση του ξηρού βάρους για να υπολογιστεί το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας σπορόφυτου



Εικόνα 1. 19: Καταγραφή του ξηρού βάρους για τον υπολογισμό του ποσοστού περιεχόμενης υγρασίας σπορόφυτου

ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΡΙΖΑΣ. Το μήκος βλαστού και ρίζας μετρήθηκε την 4^η, την 8^η, την 11^η και την 15^η ημέρα με διαβαθμισμένο χάρακα σε εκατοστά (Εικόνα 1.20). Σε κάθε μέτρηση

καταγράφονταν ξεχωριστά το μήκος βλαστού και το μήκος ρίζας 5 σποροφύτων για κάθε επανάληψη ανά ποικιλία και ανά μεταχείριση.



Εικόνα 1. 20: Μέτρηση μήκους βλαστού και ρίζας των σποροφύτων με χάρακα

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ ΣΠΟΡΩΝ. Ο δείκτης ευρωστίας των σπόρων (SVI%) υπολογίστηκε ως το γινόμενο του μήκους του βλαστού (cm) x ποσοστό βλάστησης την όγδοη και τη δέκατη πέμπτη μέρα

2.5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

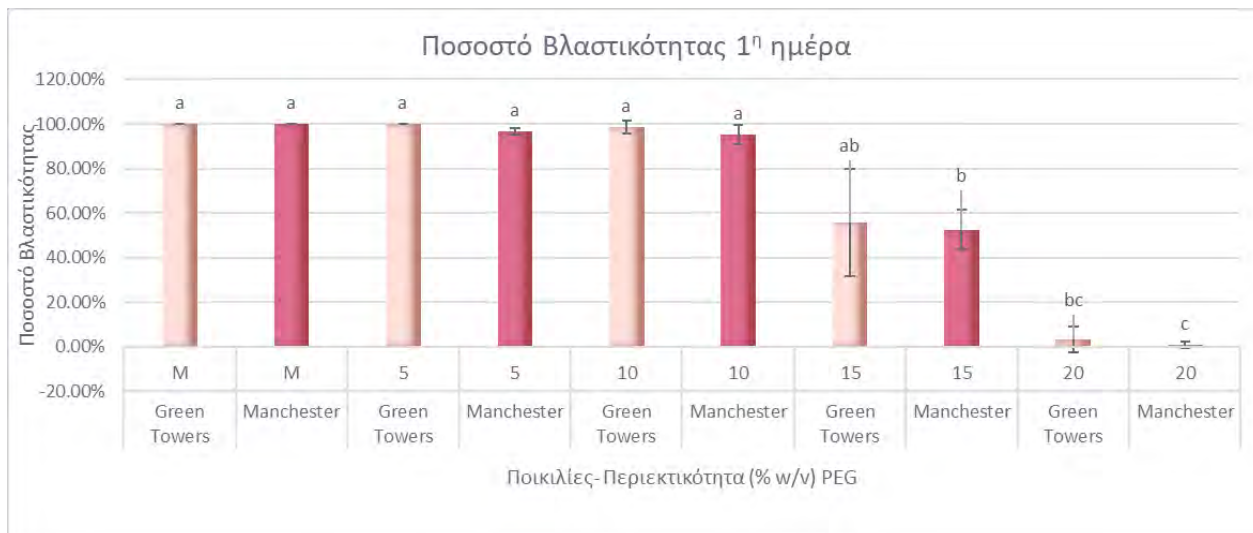
Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 26.0 για Windows, με ανάλυση της παραλλακτικότητας (One-Way ANOVA) με δύο παράγοντες (μεταχείριση και ποικιλία) με το κριτήριο Tukey για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P=0,05$). Επίσης με την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD test ($p\leq 0.05$) βρέθηκαν οι στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πείραμα που αφορούσε την υδατική καταπόνηση των φυτών μαρουλιού, το ποσοστό βλαστικότητας των ποικιλιών προκύπτει ως συνάρτηση του είδους και του επιπέδου της καταπόνησης και της ποικιλίας. Η βλάστηση ξεκίνησε από την πρώτη ημέρα μετά την εγκατάσταση των σπόρων και η επίδραση του υδατικού στρες στο ποσοστό βλαστικότητας ήταν ανάλογη με τα επίπεδα καταπόνησης, δηλαδή όσο αυξανόταν το επίπεδο καταπόνησης τόσο μειωνόταν και το ποσοστό βλαστικότητας. Ανάμεσα στις δύο ποικιλίες υπήρξαν διαφορές στα ποσοστά βλαστικότητας, ενώ η μεγαλύτερη διαφοροποίηση υπήρξε στο τελευταίο και μεγαλύτερο επίπεδο καταπόνησης με πιο ανθεκτική να είναι η ποικιλία Green Tower.

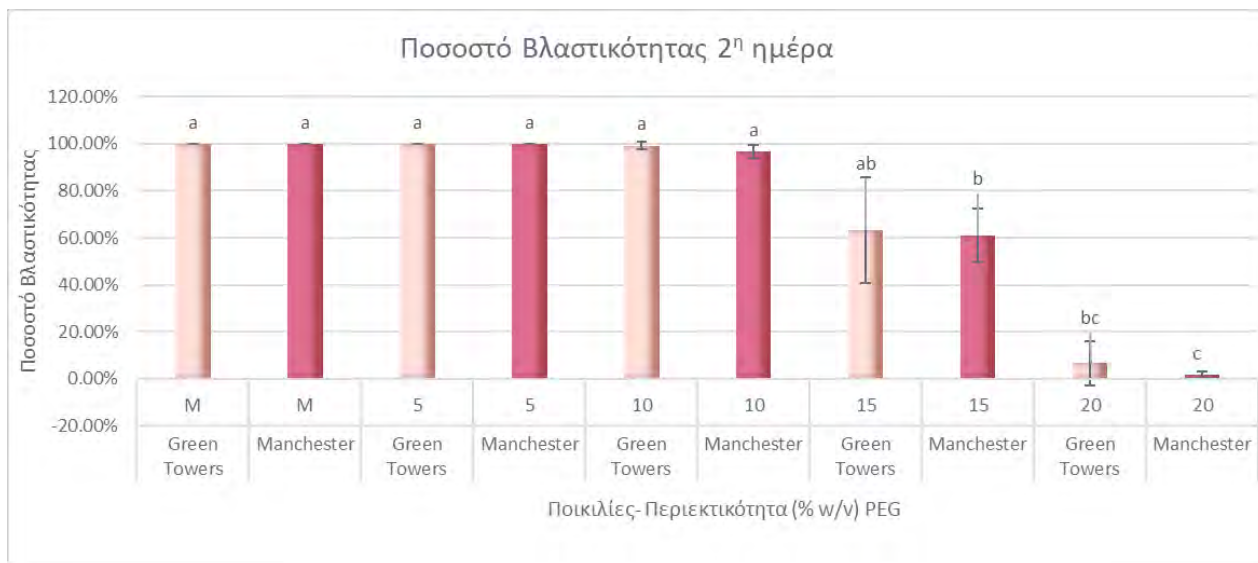
Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.1 την πρώτη ημέρα καταπόνησης οι μάρτυρες των ποικιλιών Green Tower και Manchester σημείωσαν ποσοστό βλαστικότητας που έφτασε το 100% και για τις δύο ποικιλίες. Έπειτα σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης η ποικιλία Green Tower κατείχε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας με μείωση αυτού που ήταν ανάλογη του επιπέδου καταπόνησης. Τέλος, στο υψηλότερο επίπεδο καταπόνησης (20% PEG) το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Manchester και της ποικιλίας Green Tower ήταν σχεδόν μηδενικό.



Διάγραμμα 3.1: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 1^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

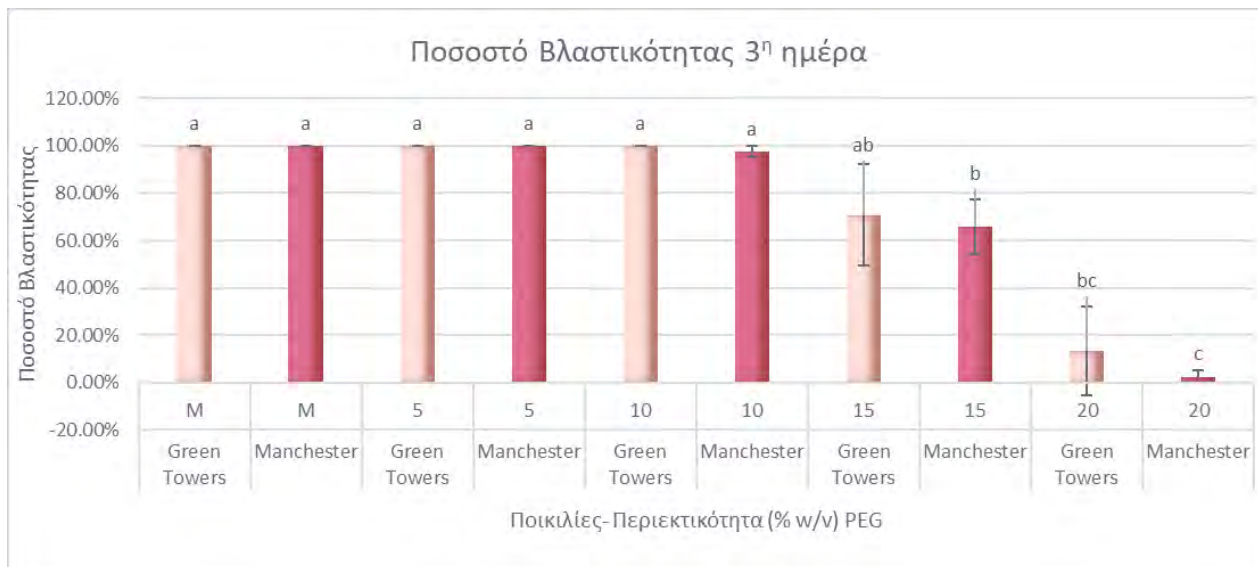
Τη δεύτερη ημέρα, σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.2 οι σπόροι στο μικρότερο επίπεδο καταπόνησης (5% PEG) έφτασαν το 100% του ποσοστού βλαστικότητας. Στα επόμενα επίπεδα ομοίως με την πρώτη ημέρα η ποικιλία Green Tower κατείχε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας με μεγαλύτερη διαφορά στο τελευταίο επίπεδο όπου παρά το μειωμένο ποσοστό βλαστικότητας και στις δύο ποικιλίες η ποικιλία Green Tower ξεπερνούσε σε ποσοστό βλαστικότητας την ποικιλία Manchester κατά περίπου τέσσερις φορές.



Διάγραμμα 3.2: Ποσοστό βλαστικότητας (GR%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 2^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την τρίτη ημέρα το ποσοστό βλαστικότητας συνέχισε να μειώνεται ανάλογα με το επίπεδο καταπόνησης όπως διαφαίνεται και στο Διάγραμμα 3.3 με μεγάλη διαφορά να παρατηρείται στο μεγαλύτερο επίπεδο καταπόνησης (20% PEG) όπου το ποσοστό βλαστικότητας της Green Tower ήταν κατά περίπου πέντε φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester.



Διάγραμμα 3.3: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 3^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Από την πρώτη έως και την τρίτη ημέρα στατιστικώς σημαντικά διέφερε το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης 15% PEG σε σχέση με τα ποσοστά βλαστικότητας σε χαμηλότερο επίπεδο καταπόνησης χωρίς όμως το ποσοστό αυτό να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower. Επίσης στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην ποικιλία Green Tower σε σχέση με τα χαμηλότερα επίπεδα 5% και 10% PEG και στην ποικιλία Manchester σε σχέση με τα επίπεδα 5%, 10% και 15% PEG.

Την τέταρτη ημέρα τα ποσοστά βλαστικότητας των ποικιλιών μέχρι το επίπεδο καταπόνησης του 10% PEG παρέμειναν σταθερά με επίσης σταθερή αύξηση στο επόμενο επίπεδο (15% PEG) ενώ στο μεγαλύτερο επίπεδο καταπόνησης (20% PEG) το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower ήταν κατά περίπου δέκα φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.4.



Διάγραμμα 3.4: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 4^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

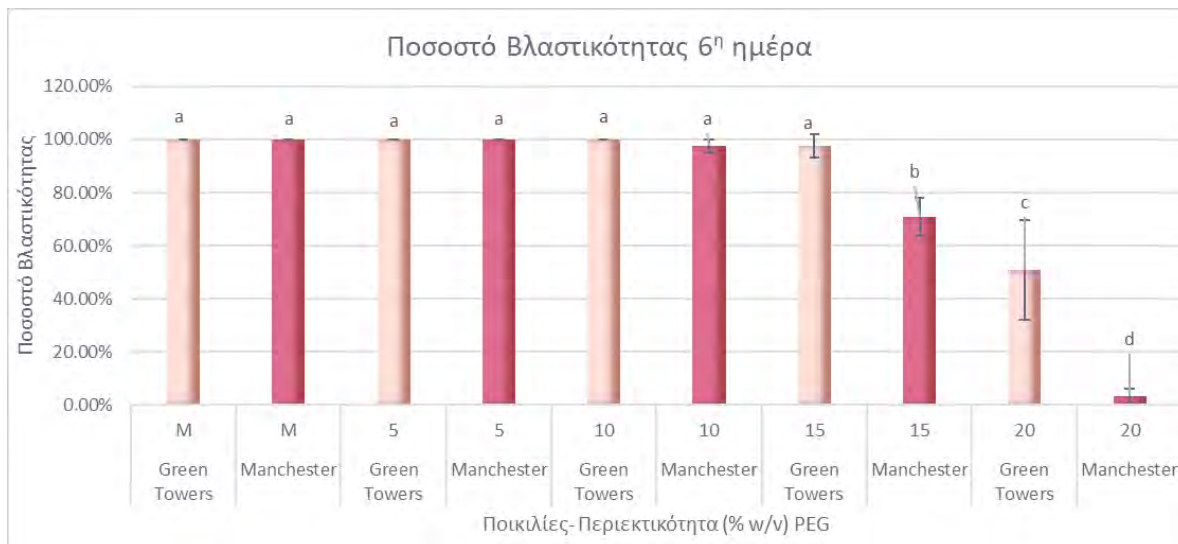
Την πέμπτη ημέρα παρατηρήθηκε εμφανής διαφορά ανάμεσα στα ποσοστά βλαστικότητας των δύο ποικιλιών στο επίπεδο καταπόνησης 15% PEG με την ποικιλία Green Tower να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό σύμφωνα με το διάγραμμα 3.5. Επίσης, την πέμπτη ημέρα ομοίως με την τέταρτη, το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower ήταν κατά περίπου δέκα φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester.



Διάγραμμα 3.5: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 5^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την έκτη ημέρα τα ποσοστά βλαστικότητας των ποικιλιών μέχρι το επίπεδο καταπόνησης 15% PEG παρέμειναν σταθερά όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.6 με το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower να είναι κατά περίπου δεκαπέντε φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester, ενώ το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Manchester παρέμεινε σταθερό από την πέμπτη ημέρα και το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower συνέχισε να αυξάνεται.



Διάγραμμα 3.6: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 6^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την έβδομη και τελευταία ημέρα λήψης παρατηρήσεων παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση του ποσοστού βλαστικότητας της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης 15% PEG ενώ στο μεγαλύτερο επίπεδο καταπόνησης (20% PEG) το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower ήταν περίπου δεκαέξι φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.7.



Διάγραμμα 3.7: Ποσοστό βλαστικότητα (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 7^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Από την τέταρτη έως και την έβδομη ημέρα στατιστικώς σημαντικά διέφερε το ποσοστό βλαστικότητα της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης 15% PEG σε σχέση με τα ποσοστά βλαστικότητα σε χαμηλότερο επίπεδο καταπόνησης καθώς και από το ποσοστό βλαστικότητα της ποικιλίας Green Tower στο ίδιο επίπεδο. Επίσης στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην ποικιλία Green Tower και στην ποικιλία Manchester σε σχέση με τα χαμηλότερα επίπεδα 5% 10% και 15% PEG. Στο επίπεδο 15% και 20% διέφεραν στατιστικώς σημαντικά τα ποσοστά βλαστικότητα των δύο ποικιλιών.

Το επίπεδο καταπόνησης στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη διαφορά από την πρώτη ημέρα λήψης παρατηρήσεων ανάμεσα στις δύο ποικιλίες ήταν το μεγαλύτερο επίπεδο καταπόνησης (20% PEG) όπου η ποικιλία Green Tower κατείχε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητα. Μετά την τρίτη ημέρα η απόκριση των ποσοστών βλαστικότητα ήταν σταθερή με την ποικιλία Green Tower να εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή στην υδατική καταπόνηση σύμφωνα με τα ποσοστά βλαστικότητα. Συγκεκριμένα, η ποικιλία Green Tower κατείχε ένα ικανοποιητικό ποσοστό βλαστικότητα μέχρι το επίπεδο καταπόνησης 15% PEG ενώ για το επίπεδο καταπόνησης 20%

PEG το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας αυτής έφτασε το 54,17% που είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester που έφτασε το 3,33%.

Όσον αφορά τον δείκτη απορρόφησης νερού των σπόρων (WU%) και την περιεκτικότητα των σποροφύτων σε υγρασία (WC%) παρατηρήθηκε μείωση σε σχέση με το επίπεδο καταπόνησης στις δύο ποικιλίες.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του WU% των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση το επίπεδο καταπόνησης φαίνονται στους Πίνακες 3.1 και 3.2 για την τρίτη και έβδομη ημέρα καταπόνησης αντίστοιχα. Την τρίτη ημέρα στην ποικιλία Green Tower υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της απορρόφησης των σπόρων στο μάρτυρα σε σχέση με όλα τα επίπεδα καταπόνησης εκτός αυτό του 5% PEG. Σε σχέση με τα άλλα επίπεδα επίσης υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο επίπεδο 20% PEG σε σχέση με τα επίπεδα 10% και 15% PEG. Στα φυτά της ποικιλίας Manchester η απορρόφηση των σπόρων στο μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με όλα τα άλλα επίπεδα, επίσης στο επίπεδο 15% PEG υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην απορρόφηση σε σχέση με τα επίπεδα 5% και 10% PEG. Τέλος στο επίπεδο 20% PEG η απορρόφηση ήταν μηδενική.

Πίνακας 3.1: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 3^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					Mean
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
3							
	Green Towers	1,62 ^a	1,27 ^{ab}	1,11 ^b	0,76 ^{bc}	0,19 ^e	0,99 ^a
	Manchester	1,10 ^b	0,75 ^c	0,66 ^c	0,43 ^d	0	0,59 ^b
	Mean	1,36 ^a	1,01 ^b	0,89 ^b	0,59 ^c	0,10 ^e	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την έβδομη ημέρα στην ποικιλία Green Tower υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της απορρόφησης των σπόρων στο μάρτυρα σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης 10%, 15% και

20% PEG. Μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για την ποικιλία Green Tower. Στην ποικιλία Manchester η απορρόφηση των σπόρων στο μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με όλα τα άλλα επίπεδα. Τέλος στο επίπεδο 20% PEG η απορρόφηση παρέμεινε μηδενική.

Πίνακας 3.2: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 7^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					Mean
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
7							
	Green Towers	3,45 ^a	1,90 ^{ab}	1,56 ^b	1,15 ^b	0,7 ^{bc}	1,75 ^a
	Manchester	1,44 ^b	1,15 ^c	0,60 ^c	0,6 ^c	0	0,76 ^b
	Mean	2,44 ^a	1,53 ^b	1,08 ^b	0,87 ^b	0,35 ^c	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Και στις δύο ποικιλίες παρατηρήθηκε μείωση του WU% σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Στα φυτά του μάρτυρα καθώς και στα φυτά καταπόνησης παρατηρήθηκε μεγαλύτερο WU στην ποικιλία Green Tower. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των μέσων όρων WU των φυτών της ποικιλίας Green Tower σε σχέση με τα φυτά της ποικιλίας Manchester σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης και στις δύο ημερομηνίες καταμέτρησης του του ποσοστού απορρόφησης νερού των σπόρων, ενώ το μικρότερο WU παρατηρήθηκε στην ποικιλία Manchester.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων WC των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση το επίπεδο καταπόνησης φαίνονται στον Πίνακα 3.3 και 3.4 για την όγδοη και δέκατη πέμπτη ημέρα καταπόνησης αντίστοιχα.

Την όγδοη ημέρα στην ποικιλία Green Tower υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας των σποροφυτών του μάρτυρα και των επιπέδων 5% και 10% PEG

και των σποροφύτων των επιπέδων 15% PEG. Στα φυτά της ποικιλίας Manchester η περιεχόμενη υγρασία των σποροφύτων δε διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε κανένα επίπεδο καταπόνησης σε σχέση με τα σπορόφυτα του μάρτυρα ή των άλλων μεταχειρίσεων. Τέλος, το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG παρέμεινε μηδενικό.

Πίνακας 3.3: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 8^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
8							Mean
	Green Towers	0,96 ^a	0,96 ^a	0,91 ^a	0,60 ^b	0,67 ^{ab}	0,82 ^a
	Manchester	0,98 ^a	0,93 ^a	0,95 ^a	0,92 ^a	0	0,75 ^b
	Mean	0,97 ^a	0,94 ^a	0,93 ^a	0,75 ^b	0,33 ^b	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τη δέκατη πέμπτη ημέρα στην ποικιλία Green Tower υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων στο μάρτυρα και στα επίπεδα καταπόνησης 5% και 10% PEG σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης 15% και 20% PEG. Στα φυτά της ποικιλίας Manchester η περιεχόμενη υγρασία των σποροφύτων στο μάρτυρα και στα επίπεδα 5% και 10% PEG διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με τα σπορόφυτα του επιπέδου καταπόνησης των 20% PEG. Η περιεχόμενη υγρασία σε σπορόφυτα του επιπέδου 20% PEG δεν καταμετρήθηκε σε καμιά από τις ημερομηνίες καταμέτρησης καθώς δεν υπήρχαν σπορόφυτα λόγω περιορισμένου ποσοστού βλαστικότητας σε αυτό το επίπεδο.

Πίνακας 3.4: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 15^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					Mean
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
15							
	Green Towers	0,98 ^a	0,97 ^a	0,95 ^a	0,92 ^b	0,90 ^b	0,95 ^a
	Manchester	0,97 ^a	0,97 ^a	0,95 ^a	0,93 ^b	0	0,76 ^b
	Mean	0,97 ^a	0,97 ^a	0,95 ^a	0,92 ^b	0,45 ^b	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Και στις δύο ποικιλίες παρατηρήθηκε μείωση του WC σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Στα φυτά του μάρτυρα καθώς και στα φυτά καταπόνησης παρατηρήθηκε μεγαλύτερο WC στην ποικιλία Green Tower. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των μέσων όρων WC των φυτών της ποικιλίας Green Tower σε σχέση με τα φυτά της ποικιλίας Manchester για το καταμετρούμενο γνώρισμα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μήκους του βλαστού και της ρίζας των σποροφύτων που παρατίθενται στα διαγράμματα 3.8 έως 3.15, τα διάφορα επίπεδα καταπόνησης επηρέασαν τόσο το μήκος του βλαστού όσο και το μήκος της ρίζας των υπό εξέταση σποροφύτων, αφού όσο αυξάνεται το επίπεδο καταπόνησης τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση του μήκους του βλαστού και της ρίζας.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μήκους του βλαστού των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης φαίνονται στα διαγράμματα 3.8, 3.9, 3.10 και 3.11 για την τέταρτη, την όγδοη, την ενδέκατη και τη δέκατη πέμπτη ημέρα καταπόνησης αντίστοιχα.

Στην τέταρτη ημέρα το μήκος του βλαστού των σποροφύτων στην ποικιλία Green Tower μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 15% PEG σε σχέση με το μάρτυρα και το επίπεδο 5% PEG. Επίσης το μήκος του βλαστού των σποροφύτων στην παραπάνω ποικιλία μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 20% PEG σε σχέση με τα υπόλοιπα επίπεδα καταπόνησης και το μάρτυρα.

Στην ποικιλία Manchester το μήκος βλαστού των σποροφύτων διέφερε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 10% και 15% PEG σε σχέση με μήκος βλαστού των σποροφύτων στο μάρτυρα και στο επίπεδο 5% PEG αλλά και μεταξύ τους οι παρατηρούμενες τιμές στα επίπεδα 10% και 15% PEG διέφεραν στατιστικώς σημαντικά. Τα σπορόφυτα της παραπάνω ποικιλίας στο επίπεδο 20% PEG δεν αναπτύχθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια που λαμβάνονταν μετρήσεις.



Διάγραμμα 3.8: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 4^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Στην όγδοη ημέρα το μήκος του βλαστού των σποροφύτων στην ποικιλία Green Tower μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 15% PEG σε σχέση με το μάρτυρα και το επίπεδο 5% PEG. Επίσης το μήκος του βλαστού των σποροφύτων στην παραπάνω ποικιλία μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 20% PEG σε σχέση με όλα τα επίπεδα καταπόνησης και το μάρτυρα.

Στην ποικιλία Manchester στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το μήκος βλαστού των σποροφύτων παρατηρήθηκαν μεταξύ του επιπέδου 15% PEG και του μήκους του βλαστού των σποροφύτων του επιπέδου 5% PEG και του μάρτυρα.



Διάγραμμα 3.9: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 8^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

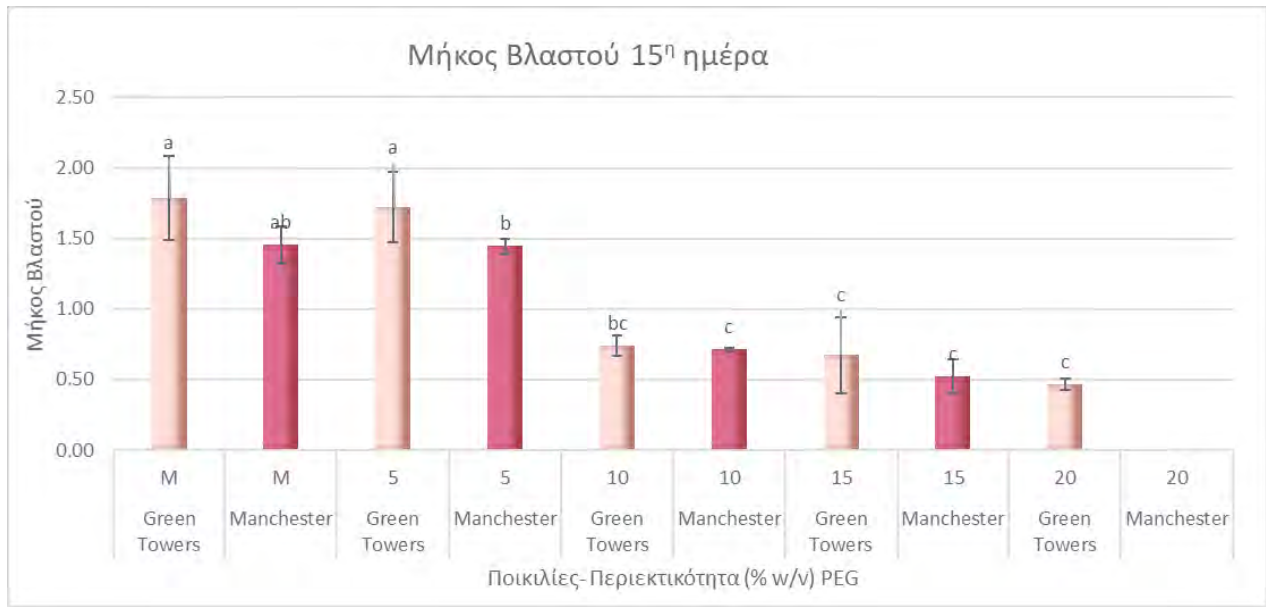
Την ενδέκατη ημέρα το μήκος του βλαστού των σποροφύτων της ποικιλίας Green Tower σε επίπεδο 10% PEG εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με το μήκος του βλαστού των σποροφύτων στο επίπεδο 5% PEG και στο μάρτυρα. Επίσης το μήκος του βλαστού των σποροφύτων στο επίπεδο 20% PEG διέφερε στατιστικώς σημαντικά από το μήκος του βλαστού των σποροφύτων σε όλες τις άλλες μεταχειρίσεις και στο μάρτυρα. Για τα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester την παραπάνω ημέρα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το μήκος του βλαστού στα σπορόφυτα των επιπέδων 10% και 15% PEG σε σχέση με τις αντίστοιχες μετρήσεις των σποροφύτων του επιπέδου 5% PEG και του μάρτυρα.



Διάγραμμα 3.10: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 11^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τη δέκατη πέμπτη ημέρα το μήκος του βλαστού στα σπορόφυτα και των δύο ποικιλιών διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων 5% PEG και μάρτυρα σε σύγκριση με τα υπόλοιπα επίπεδα καταπόνησης.



Διάγραμμα 3.11: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 15^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

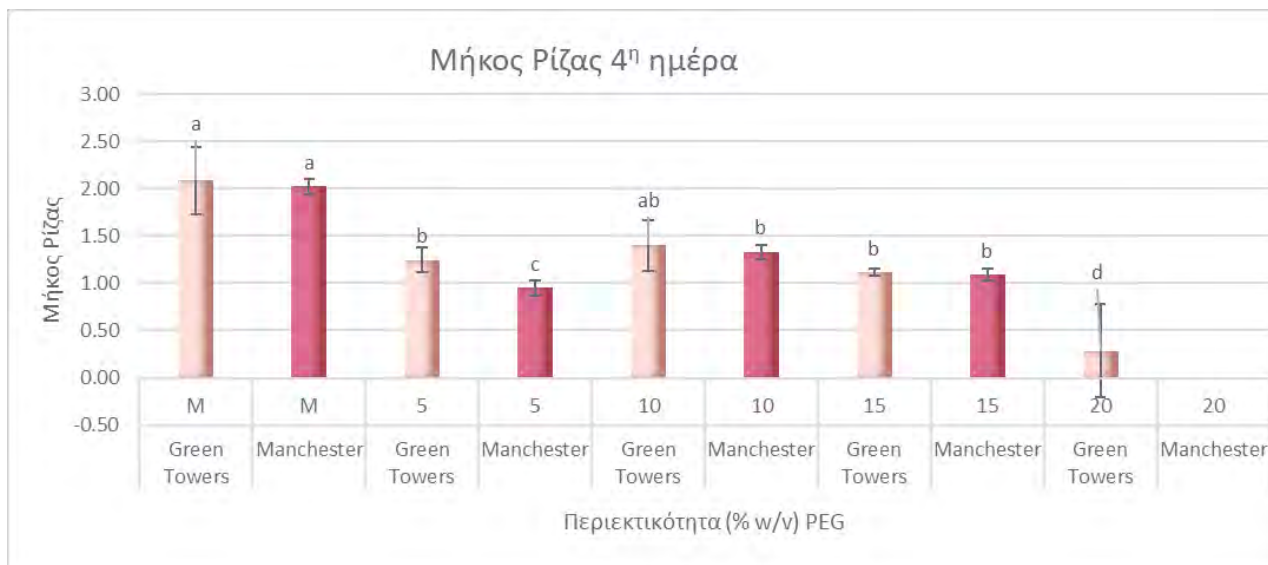
Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Και τις τέσσερις ημέρες μετρήσεων η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στην ποικιλία Manchester ωστόσο οι ποικιλίες δεν είχαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους στην αρχή των παρατηρήσεων αλλά τόσο την ενδέκατη όσο και την δέκατη πέμπτη ημέρα εμφανίσθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών εντός της μεταχείρισης 5% PEG επίσης η διαφορά επισημάνθηκε και στο επίπεδο 20% PEG όπου στην ποικιλία Manchester δεν υπήρξαν σπορόφυτα για να γίνει η καταμέτρηση.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μήκους της ρίζας των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης φαίνονται στα διαγράμματα 3.12, 3.13, 3.14 και 3.15 για την τέταρτη, την όγδοη, την ενδέκατη και τη δέκατη πέμπτη ημέρα καταπόνησης αντίστοιχα.

Την τέταρτη ημέρα το μήκος της ρίζας των σποροφύτων της ποικιλίας Green Tower στο μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις επίσης στατιστικώς σημαντικά διέφερε και το μήκος ρίζας των σποροφύτων στο επίπεδο 20% PEG σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Το μήκος ρίζας των σποροφύτων της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης 5% PEG διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με το μήκος της ρίζας των σποροφύτων όλων των άλλων μεταχειρίσεων και του μάρτυρα. Μεταξύ των ποικιλιών σημαντικές

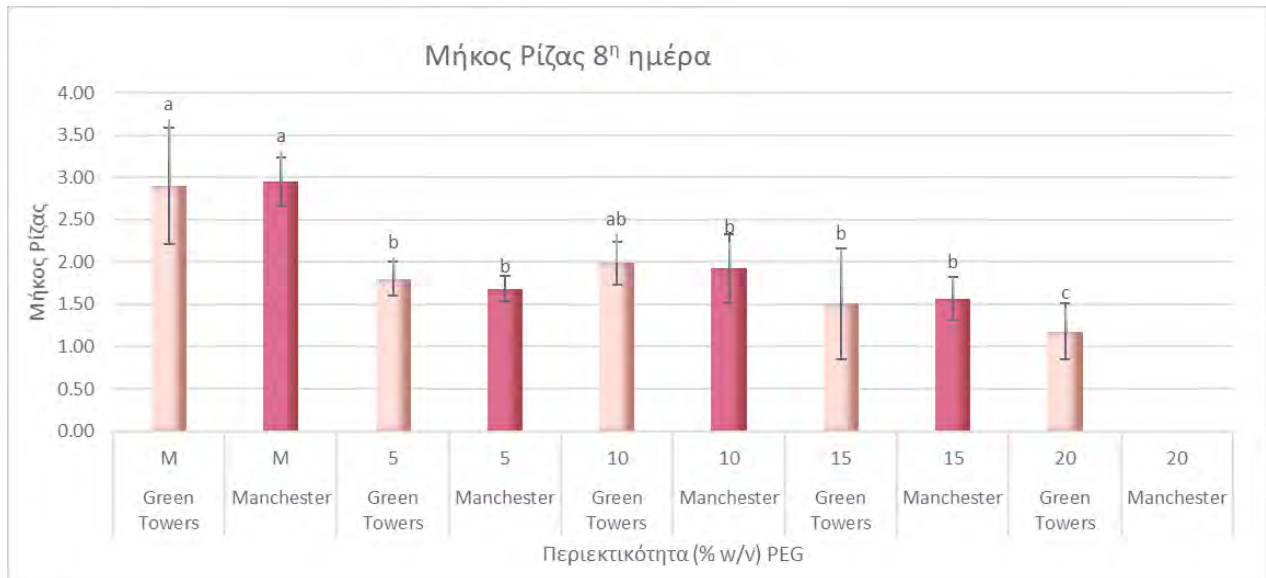
διαφορές υπήρξαν στο επίπεδο 5% PEG. Επίσης όπως προαναφέρθηκε τα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG δεν αναπτύχθηκαν.



Διάγραμμα 3.12: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 4^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

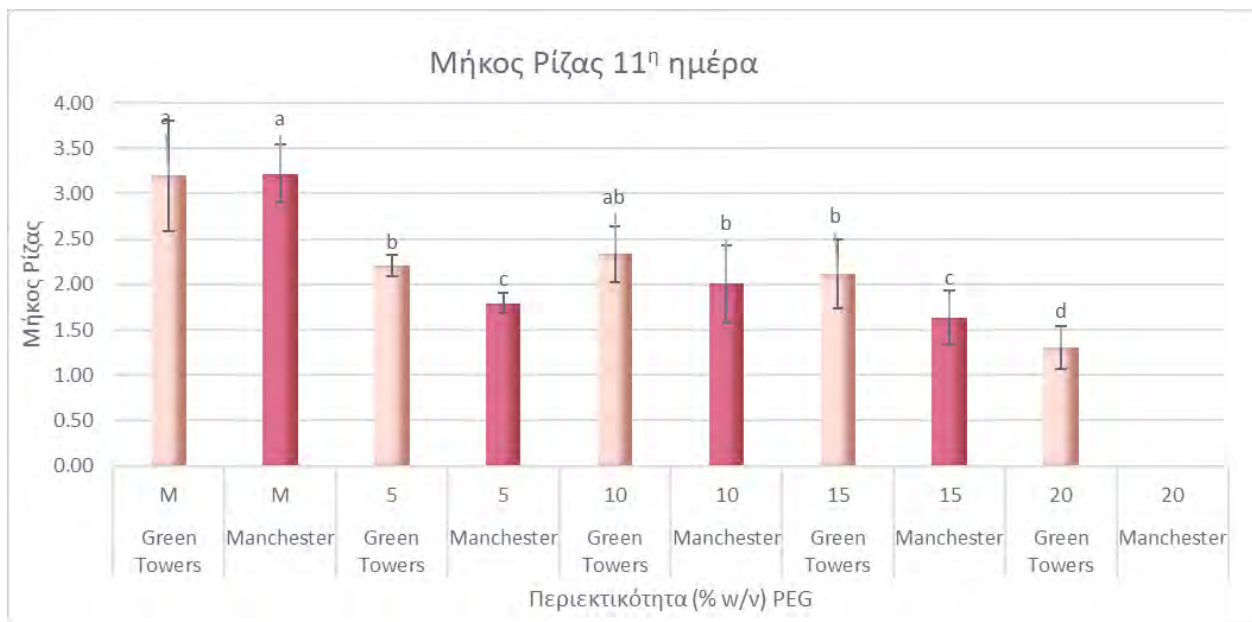
Την 8^η ημέρα για τα σπορόφυτα και των δύο ποικιλιών στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το μήκος της ρίζας παρατηρήθηκαν μεταξύ των φυτών του μάρτυρα και των υπολοίπων μεταχειρίσεων καθώς και σε ότι αφορά την Green Tower στα σπορόφυτα του επιπέδου 20 % PEG και των υπολοίπων μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 3.13: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 8^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

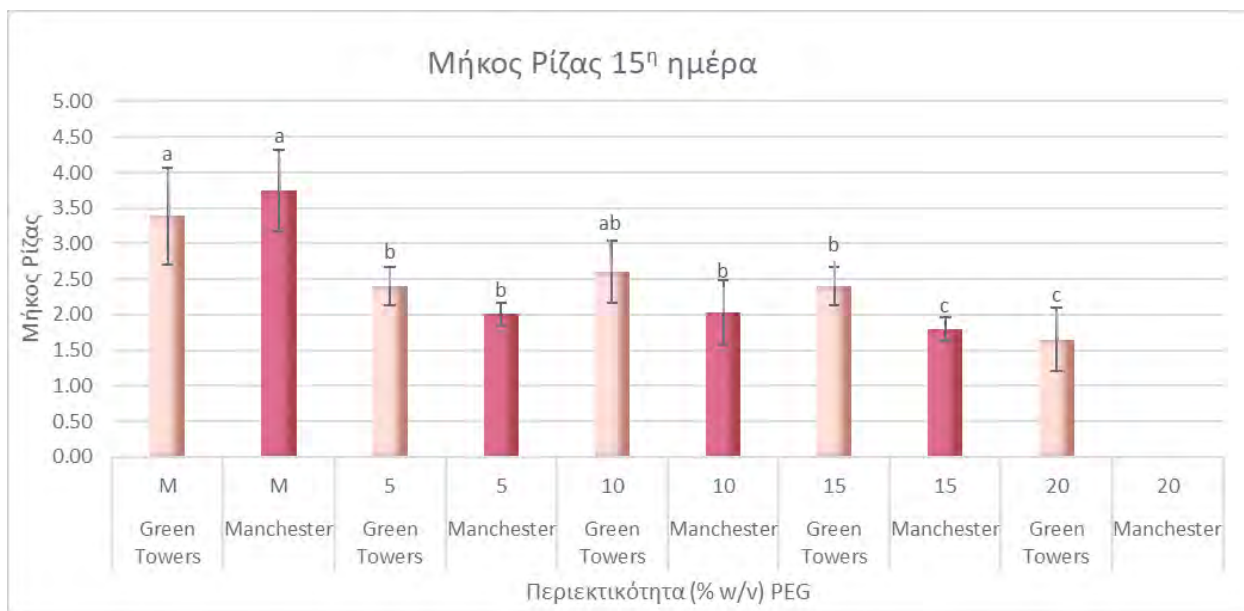
Την ενδέκατη ημέρα οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν για τα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower σε ότι αφορά το μήκος της ρίζας σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης σε σύγκριση με το μάρτυρα επίσης στα επίπεδα καταπόνησης 20% PEG υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μήκος της ρίζας σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων 5% και 15% PEG και του επιπέδου 10% PEG. Επίσης τα σπορόφυτα του μάρτυρα διέφεραν συγκρινόμενα με τα σπορόφυτα των υπολοίπων μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 3.14: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 11^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τη δέκατη πέμπτη ημέρα οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν για τα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower σε ότι αφορά το μήκος της ρίζας στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και το μάρτυρα. Στα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων 5% και 10% PEG και του επιπέδου 15% PEG. Επίσης τα σπορόφυτα του μάρτυρα διέφεραν συγκρινόμενα με τα σπορόφυτα των υπολοίπων μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 3. 15: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG- άξονας x) την 15^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Μεταξύ των ποικιλιών εντός των μεταχειρίσεων καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο επίπεδο 5% PEG την τέταρτη ημέρα και την ενδέκατη ημέρα καθώς και στο επίπεδο 15% PEG την ενδέκατη και τη δέκατη πέμπτη ημέρα. Τέλος όπως προαναφέρθηκε υπήρξε η διαφορά στο επίπεδο 20% PEG.

Και τις τέσσερις ημέρες μετρήσεων η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στην ποικιλία Manchester με εξαίρεση τα σπορόφυτα του μάρτυρα όπου υπήρχε ένα προβάδισμα στην ποικιλία Manchester. Επίσης ένα προβάδισμα στα σπορόφυτα της παραπάνω ποικιλίας παρατηρήθηκε την όγδοη ημέρα στο επίπεδο καταπόνησης 15% PEG σε σχέση με τα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower.

Στους Πίνακες 3.5, 3.6 που ακολουθούν καταγράφεται ο δείκτης ευρωστίας. Ο δείκτης ευρωστίας την 8^η ημέρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά στα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Επίσης διέφερε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 15% PEG σε σχέση με τον μάρτυρα και το επίπεδο 5% PEG.

Ο δείκτης ευρωστίας διέφερε στατιστικώς σημαντικά στα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης 10% PEG καθώς και 15% PEG σε σχέση με το επίπεδο 5% PEG και το μάρτυρα.

Πίνακας 3.5: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 8^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					Mean
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
8							
	Green Towers	1,51 ^a	1,52 ^a	0,8 ^{ab}	0,59 ^b	0,18 ^c	0,92 ^a
	Manchester	1,32 ^a	1,33 ^a	0,7 ^b	0,35 ^{bc}	0	0,74 ^b
	Mean	1,42 ^a	1,41 ^a	0,75 ^b	0,47 ^b	0,09 ^c	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Ο δείκτης ευρωστίας τη δέκατη πέμπτη ημέρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά στα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Επίσης διέφερε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο 15% PEG σε σχέση με τον μάρτυρα και το επίπεδο 5% PEG. Ο δείκτης ευρωστίας διέφερε στατιστικώς σημαντικά στα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης 10% PEG καθώς και 15% PEG σε σχέση με το επίπεδο 5% PEG και το μάρτυρα.

Πίνακας 3.6: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση PEG) την 15^η ημέρα της καταπόνησης ξηρασίας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
15						Mean	
	Green Towers	1,79 ^a	1,72 ^a	0,74 ^{bc}	0,66 ^c	0,25 ^d	1,03 ^a
	Manchester	1,45 ^{ab}	1,45 ^b	0,7 ^c	0,37 ^{cd}	0	0,79 ^b
	Mean	1,62 ^a	1,58 ^b	0,71 ^b	0,51 ^c	0,12 ^d	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

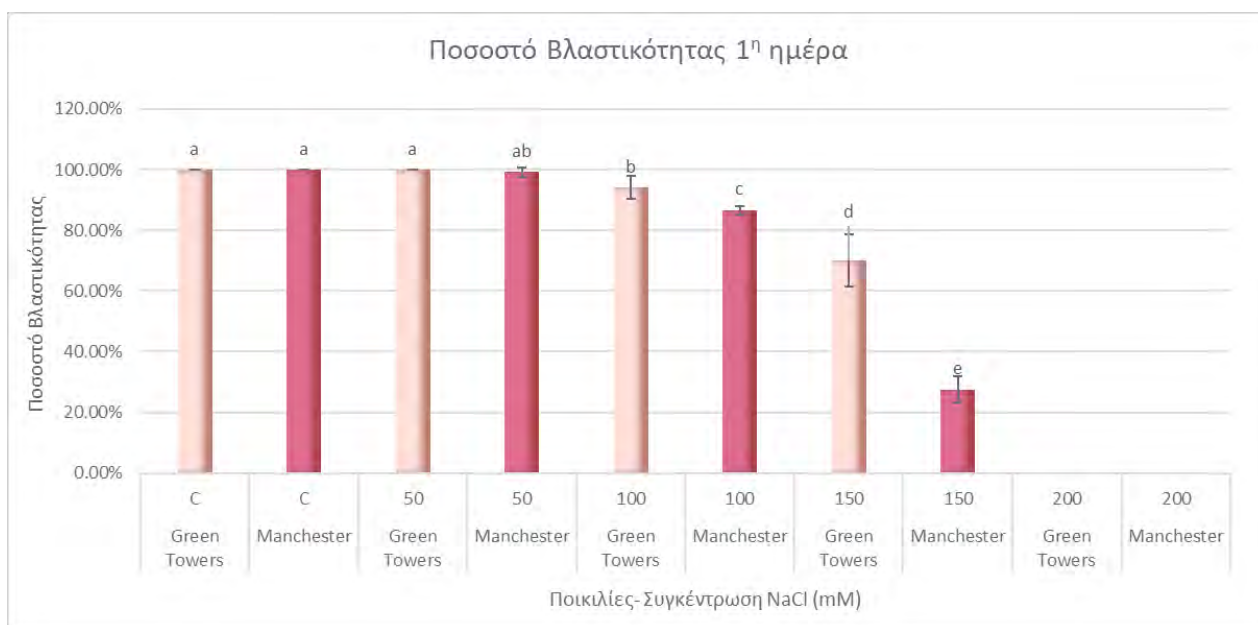
Μεταξύ των ποικιλιών καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το δείκτη ευρωστίας στο επίπεδο 5% PEG τη δέκατη πέμπτη ημέρα. Φυσικά η ευαισθησία της ποικιλίας Manchester είναι εμφανής σε σχέση με την ποικιλία Green Tower στο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG όπου δεν παρατηρήθηκε ανάπτυξη των σποροφύτων.

3.2. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Ομοίως με την καταπόνηση ξηρασίας, το ποσοστό βλαστικότητας στην καταπόνηση αλατότητας προέκυψε επίσης ως συνάρτηση του επιπέδου της καταπόνησης και της ποικιλίας. Η βλάστηση ξεκίνησε από την πρώτη ημέρα μετά την εγκατάσταση των σπόρων και όσο αυξανόταν το επίπεδο καταπόνησης μειωνόταν και το ποσοστό βλαστικότητας όπως και στα άλλα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν. Η μεγαλύτερη διαφοροποίηση υπήρξε στο επίπεδο καταπόνησης 150 mM NaCl όπου πιο ανθεκτική ποικιλία στην καταπόνηση αποδείχθηκε η ποικιλία Green Tower. Επιπλέον, σε καμία από τις δύο ποικιλίες Green Tower και Manchester δε κατέστη δυνατή η βλάστηση των σπόρων στο υψηλότερο επίπεδο των 200 mM NaCl.

Την πρώτη ημέρα καταπόνησης στο μάρτυρα και των δύο ποικιλιών του πειράματος καθώς και στην ποικιλία Green Tower στο μικρότερο επίπεδο καταπόνησης (50 mM NaCl) το ποσοστό βλαστικότητας έφθασε 100% όπως παρατηρείται στο διάγραμμα 3.16. Επίσης το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower στην καταπόνηση των 150 mM NaCl ήταν περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές

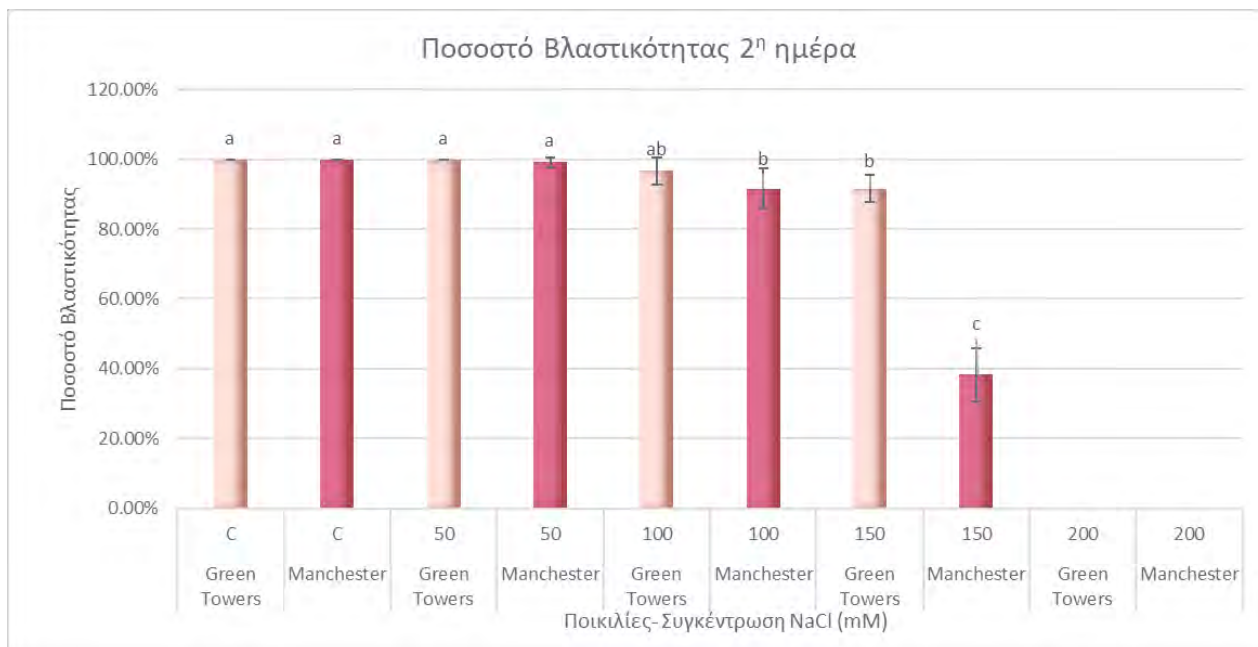
παρατηρήθηκαν και στις δύο ποικιλίες μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 100 mM NaCl και 150 mM NaCl με το μάρτυρα και το επίπεδο καταπόνησης 50 mM NaCl. Τα δύο προαναφερόμενα επίπεδα 100 και 150 mM NaCl διέφεραν στατιστικώς σημαντικά και μεταξύ τους. Μεταξύ των ποικιλιών στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στα επίπεδα καταπόνησης 100 mM NaCl και 150 mM NaCl.



Διάγραμμα 3.16: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 1^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τη δεύτερη ημέρα, αυξήθηκαν τα ποσοστά βλαστικότητας όλων των επιπέδων καταπόνησης για όλες της ποικιλίες εκτός από την ποικιλία Manchester στο μικρότερο επίπεδο καταπόνησης που έμεινε σταθερό και ίδιο με την πρώτη ημέρα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.17. Ομοίως με την πρώτη ημέρα το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower στην καταπόνηση 150 mM NaCl ήταν περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester.



Διάγραμμα 3.17: Ποσοστό βλαστικότητα (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 2^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την τρίτη ημέρα η ποικιλία Green Tower συνέχισε να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητα σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης με το ποσοστό βλαστικότητα του επιπέδου των 150 mM NaCl να μένει σταθερό για την ποικιλία Green Tower και να αυξάνεται για την ποικιλία Manchester σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.18. Ως αποτέλεσμα, το ποσοστό βλαστικότητα για την ποικιλία Green Tower την τρίτη ημέρα ήταν δύο φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester.

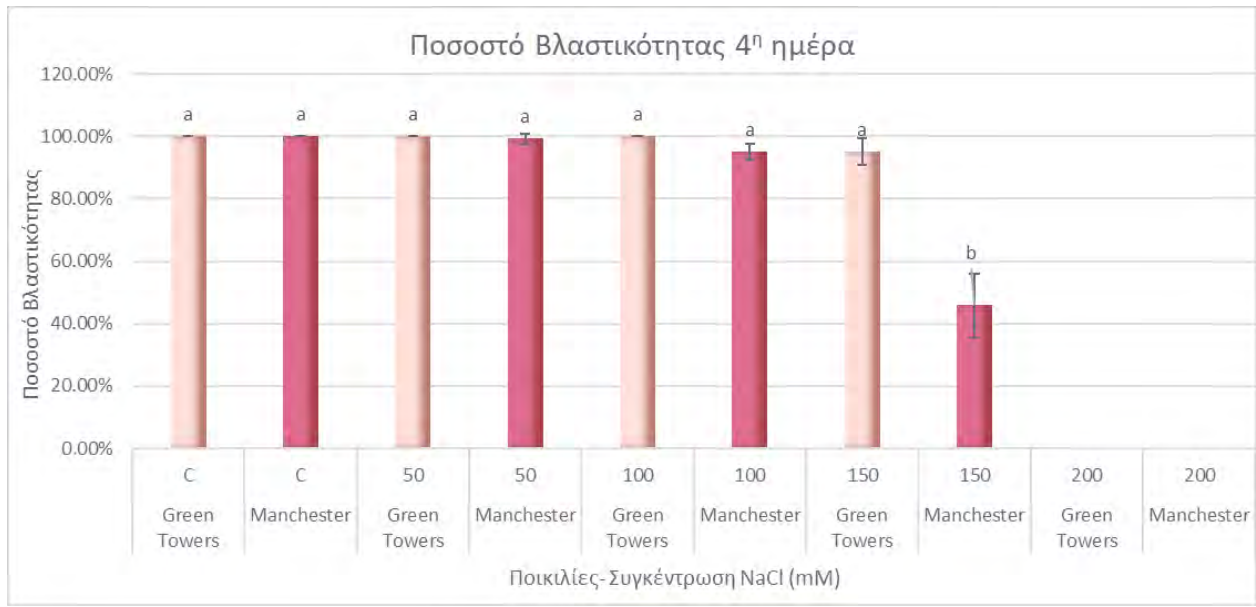


Διάγραμμα 3.18: Ποσοστό βλαστικότητα (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 3^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τόσο τη δεύτερη όσο και την τρίτη ημέρα στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στην ποικιλία Green Tower στο επίπεδο καταπόνησης 150 mM NaCl σε σχέση με το μάρτυρα και το επίπεδο καταπόνησης 50 mM NaCl. Ενώ στην ποικιλία Manchester μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης 100 mM NaCl και 150 mM NaCl σε σύγκριση με το μάρτυρα και το επίπεδο καταπόνησης 50 mM NaCl. Τα δύο προαναφερόμενα επίπεδα 100 και 150 mM NaCl διέφεραν στατιστικώς σημαντικά και μεταξύ τους στην ποικιλία Manchester. Μεταξύ των ποικιλιών στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στο επίπεδο καταπόνησης 150 mM NaCl.

Την τέταρτη ημέρα τα ποσοστά βλαστικότητας των δύο ποικιλιών παρέμειναν σταθερά μέχρι το επίπεδο καταπόνησης των 50 mM NaCl, ενώ παρατηρήθηκε σταθερή αύξηση στο επόμενο επίπεδο των 100 mM NaCl σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.19. Στο επίπεδο καταπόνησης των 150 mM NaCl το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower ήταν δύο φορές μεγαλύτερο από αυτό της ποικιλίας Manchester.



Διάγραμμα 3.19: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 4^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τα ποσοστά βλαστικότητας των ποικιλιών Green Tower και Manchester παρέμειναν σταθερά σε όλα τα επίπεδα καταπονήσεων την πέμπτη ημέρα, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.20.



Διάγραμμα 3.20: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 5^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

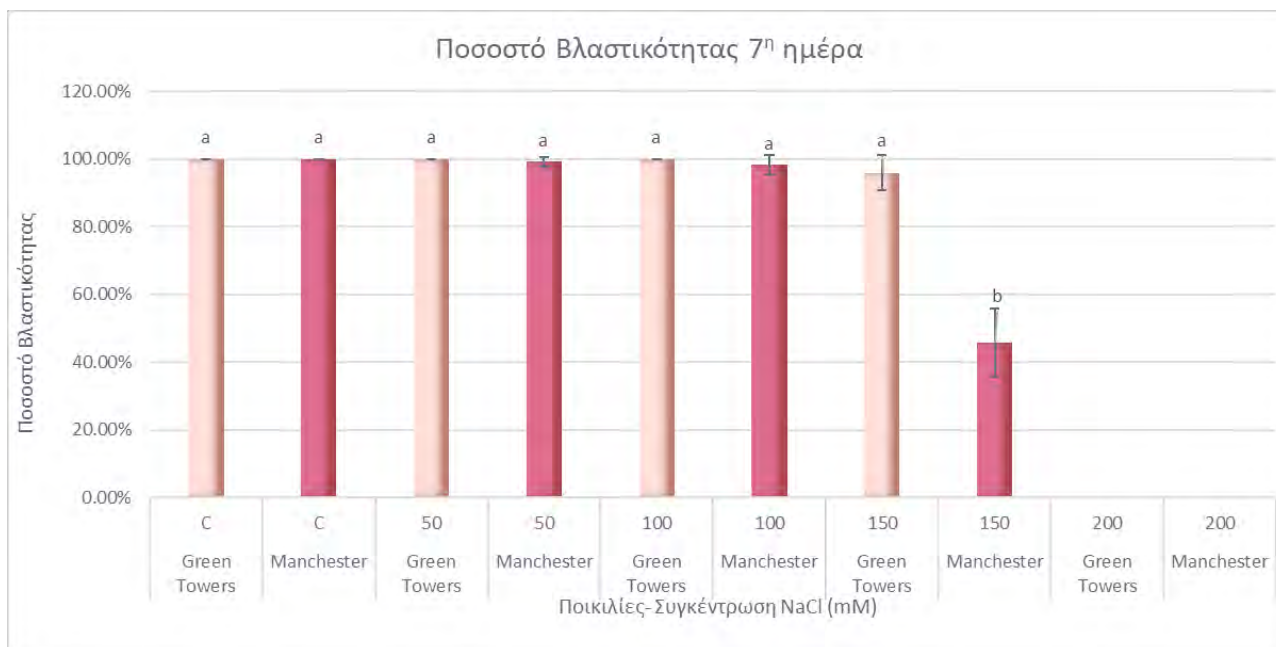
Ομοίως σταθερά παρέμειναν τα ποσοστά βλαστικότητας και την έκτη ημέρα για τις ποικιλίες Green Tower και Manchester σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.21.



Διάγραμμα 3.21: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 6^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την έβδομη ημέρα τα ποσοστά βλαστικότητας όλων των επιπέδων καταπόνησης έμειναν σταθερά εκτός από την ποικιλία Manchester όπου στο επίπεδο καταπόνησης των 100 mM NaCl παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση, σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.22. Επίσης, στο επίπεδο καταπόνησης των 150 mM NaCl το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower συνέχισε να είναι περίπου διπλάσιο από το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Manchester.



Διάγραμμα 3.22: Ποσοστό βλαστικότητας (GP%) ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 7^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Από την τέταρτη έως και την έβδομη ημέρα στατιστικώς σημαντικά διέφερε το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Manchester στο επίπεδο καταπόνησης των 150 mM NaCl σε σχέση με τα ποσοστά βλαστικότητας στα χαμηλότερα επίπεδα καταπόνησης και στο μάρτυρα. Μεταξύ των ποικιλιών από την τέταρτη ως και την έβδομη ημέρα στατιστικώς σημαντικά διέφερε το ποσοστό βλαστικότητας στο επίπεδο των 150 mM NaCl.

Η μεγαλύτερη διαφοροποίηση ανάμεσα στα επίπεδα καταπόνησης μεταξύ των ποικιλιών παρατηρήθηκε από την πρώτη ημέρα λήψης παρατηρήσεων στο επίπεδο καταπόνησης των 150 mM NaCl. Σε αυτό το επίπεδο η ποικιλία Green Tower κατείχε το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας σε σχέση με την ποικιλία Manchester με εμφανή διαφορά, αφού την έβδομη ημέρα το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower έφτασε το 95,83% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό της ποικιλίας Manchester ήταν πολύ μικρότερο και συγκεκριμένα ήταν 45,83%. Από την τέταρτη ημέρα και ύστερα η απόκριση των ποσοστών βλαστικότητας ήταν σταθερή με την ποικιλία Green Tower να εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή στην καταπόνηση αλατότητας σύμφωνα με τα ποσοστά βλαστικότητας.

Παράλληλα οι σπόροι που εκτέθηκαν στο υψηλότερο επίπεδο καταπόνησης (200 mM NaCl) δεν βλάστησαν καθ' όλη τη διάρκεια λήψης των παρατηρήσεων και στις δύο ποικιλίες.

Αναφορικά με τον δείκτη απορρόφησης νερού των σπόρων (WU%) και την περιεκτικότητα των σποροφύτων σε υγρασία (WC%) παρατηρήθηκε μείωση και στις δύο περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του WU% των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση το επίπεδο καταπόνησης φαίνονται στους Πίνακες 3.7 και 3.8 για την τρίτη και έβδομη ημέρα αντίστοιχα.

Πίνακας 3.7: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 3^η ημέρα καταπόνησης αλατότητας.

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση NaCl (mM)					Mean
		C	50 mM NaCl	100 mM NaCl	150 mM NaCl	200 mM NaCl	
3							
	Green Towers	1,86 ^a	1,33 ^b	1,07 ^{bc}	0,92 ^c	0	1,04 ^a
	Manchester	1,41 ^a	1,01 ^c	0,58 ^d	0,46 ^e	0	0,69 ^b
	Mean	1,64 ^a	1,17 ^b	0,82 ^c	0,69 ^c	0	

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Πίνακας 3.8: Ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων (WU %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 7^η ημέρα καταπόνησης αλατότητας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση NaCl (mM)					Mean
		C	50 mM NaCl	100 mM NaCl	150 mM NaCl	200 mM NaCl	
7							
	Green Towers	2,42 ^a	1,84 ^b	1,55 ^{bc}	1,45 ^c	0	1,45 ^a
	Manchester	1,8 ^b	1,41 ^c	0,99 ^d	0,71 ^{de}	0	1,2 ^b
	Mean	2,11 ^a	1,56 ^b	1,27 ^c	1,08 ^c	0	

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού απορρόφησης στα επιμέρους επίπεδα καταπόνησης στους σπόρους και των δύο ποικιλιών σε σχέση με τους σπόρους του μάρτυρα. Επιπλέον, μεταξύ των ποικιλιών καταγράφηκε μεγαλύτερο ποσοστό απορρόφησης στην ποικιλία Green Tower

Τόσο την τρίτη όσο και την έβδομη ημέρα υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην ποικιλία Green Tower μεταξύ της απορρόφησης των σπόρων του μάρτυρα και της αντίστοιχης απορρόφησης σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης. Επίσης στην παραπάνω ποικιλία παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην απορρόφηση νερού των σπόρων μεταξύ των επιπέδων καταπόνησης των 50 mM και 150 mM NaCl. Για την ποικιλία Manchester υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην απορρόφηση σπόρων του μάρτυρα σε σχέση με την αντίστοιχη απορρόφηση σε όλα τα άλλα επίπεδα καταπόνησης. Επίσης στατιστικώς σημαντικά διέφεραν και οι απορροφήσεις νερού των σπόρων σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης για την ποικιλία Manchester την τρίτη ημέρα ενώ την έβδομη ημέρα παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά για το υπό καταγραφή γνώρισμα μεταξύ του επιπέδου 50 mM NaCl και των υπολοίπων δύο μεταχειρίσεων. Μεταξύ τους οι δύο ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά σε ότι αφορά την απορρόφηση νερού των σπόρων σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης. Επίσης διέφεραν στα σπορόφυτα του μάρτυρα την έβδομη ημέρα.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων WC% των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση το επίπεδο καταπόνησης φαίνονται στον Πίνακα 3.9 και 3.10 για την όγδοη και δέκατη πέμπτη ημέρα καταπόνησης αντίστοιχα.

Την όγδοη ημέρα υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην ποικιλία Green Tower μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων του μάρτυρα και του επιπέδου των 50 mM NaCl σε σχέση με την περιεχόμενη υγρασία σποροφύτων τόσο στο επίπεδο των 100 mM NaCl όσο και στο επίπεδο καταπόνησης των 150 mM NaCl. Όσον αφορά τα φυτά της ποικιλίας Manchester η περιεχόμενη υγρασία των σποροφύτων διέφερε στατιστικώς σημαντικά στα φυτά του μάρτυρα και της μεταχείρισης 50 mM NaCl σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η περιεχόμενη υγρασία διέφερε στατιστικώς σημαντικά και μεταξύ του επιπέδου των 100 mM NaCl και του επιπέδου 150 mM NaCl. Μεταξύ τους οι ποικιλίες δε διέφεραν στην περιεχόμενη υγρασία των σποροφύτων στατιστικώς σημαντικά. Τέλος, το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των

σποροφύτων στο επίπεδο των 200 mM NaCl είναι μηδενικό διότι δεν αναπτύχθηκαν σπορόφυτα προς μέτρηση σε αυτό το επίπεδο.

Πίνακας 3.9: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 8^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					Mean
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
8	Green Towers	0,96 ^a	0,96 ^a	0,91 ^a	0,60 ^b	0,67 ^{ab}	0,82 ^a
	Manchester	0,98 ^a	0,93 ^a	0,95 ^a	0,92 ^a	0	0,75 ^b
	Mean	0,97 ^a	0,94 ^a	0,93 ^a	0,75 ^b	0,33 ^b	

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την δέκατη πέμπτη ημέρα στην ποικιλία Green Tower υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων στο μάρτυρα και στα επίπεδα καταπόνησης των 50 mM NaCl και 100 mM NaCl σε σχέση με το επίπεδο των 150 mM NaCl. Στην ποικιλία Manchester υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων στο μάρτυρα και στα επίπεδα καταπόνησης των 50 mM NaCl σε σχέση με το επίπεδο των 100 mM NaCl. Επίσης, στατιστικώς σημαντικά διέφερε και το επίπεδο των 100 mM NaCl σε σχέση με το επίπεδο των 150 mM NaCl. Μεταξύ τους οι ποικιλίες διέφεραν στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο καταπόνησης 100 mM NaCl και 150mM NaCl.

Πίνακας 3.10: Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων (WC %) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 15^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση PEG (%)					Mean
		M	5% PEG	10% PEG	15% PEG	20% PEG	
15							
	Green Towers	0,98 ^a	0,97 ^a	0,95 ^a	0,92 ^b	0,90 ^b	0,95 ^a
	Manchester	0,97 ^a	0,97 ^a	0,95 ^a	0,93 ^b	0	0,76 ^b
	Mean	0,97 ^a	0,97 ^a	0,95 ^a	0,92 ^b	0,45 ^b	

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Παρατηρήθηκε μείωση του WC% και στις δύο ποικιλίες σε σχέση με τα φυτά μάρτυρα. Το μεγαλύτερο WC% σημείωσε η ποικιλία Green Tower τόσο στα φυτά του μάρτυρα τη δέκατη πέμπτη ημέρα καθώς και στα φυτά των επιμέρους καταπονήσεων.

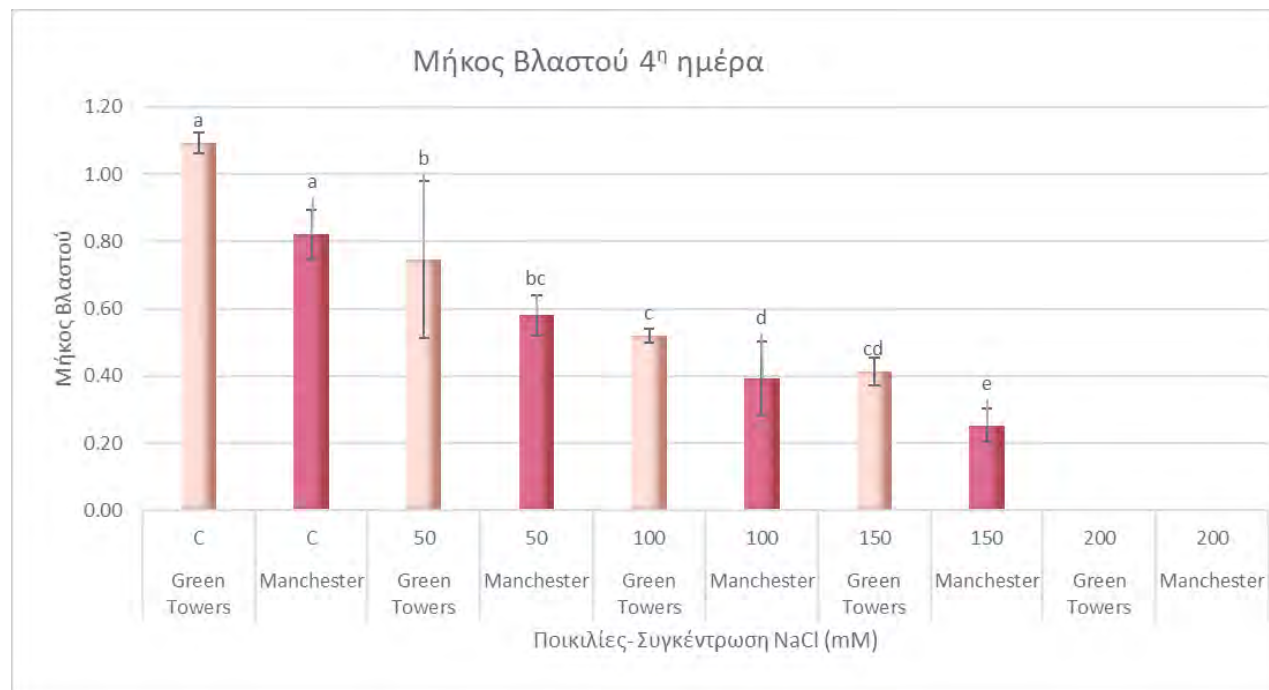
Σύμφωνα με τα Διαγράμματα 3.23 έως 3.30 που αφορούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μήκους του βλαστού και της ρίζας των σποροφύτων τα διάφορα επίπεδα καταπόνησης επηρέασαν τόσο το μήκος του βλαστού όσο και το μήκος της ρίζας των υπό εξέταση φυτών. Πιο συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται το επίπεδο καταπόνησης τόσο μεγαλύτερη είναι και η μείωση του μήκους του βλαστού και της ρίζας.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μήκους του βλαστού των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης φαίνονται στα διαγράμματα 3.23, 3.24, 3.25 και 3.26 για την τέταρτη, την όγδοη, την ενδέκατη και τη δέκατη πέμπτη ημέρα καταπόνησης αντίστοιχα.

Την τέταρτη ημέρα το μήκος βλαστού των σποροφύτων της ποικιλίας Green Tower στο μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σύγκριση με τα φυτά όλων των μεταχειρίσεων. Επίσης, το

μήκος βλαστού των σποροφύτων αυτής της ποικιλίας διέφερε στατιστικώς σημαντικά στο επίπεδο των 150 mM NaCl σε σχέση με το επίπεδο των 50 mM NaCl.

Στην ποικιλία Manchester το μήκος βλαστού των σποροφύτων διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των σποροφύτων όλων των μεταχειρίσεων καθώς και του μάρτυρα. Στατιστικώς σημαντικές ήταν και οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών για το υπό καταγραφή γνώρισμα στις μεταχειρίσεις 100 και 150 mM NaCl.

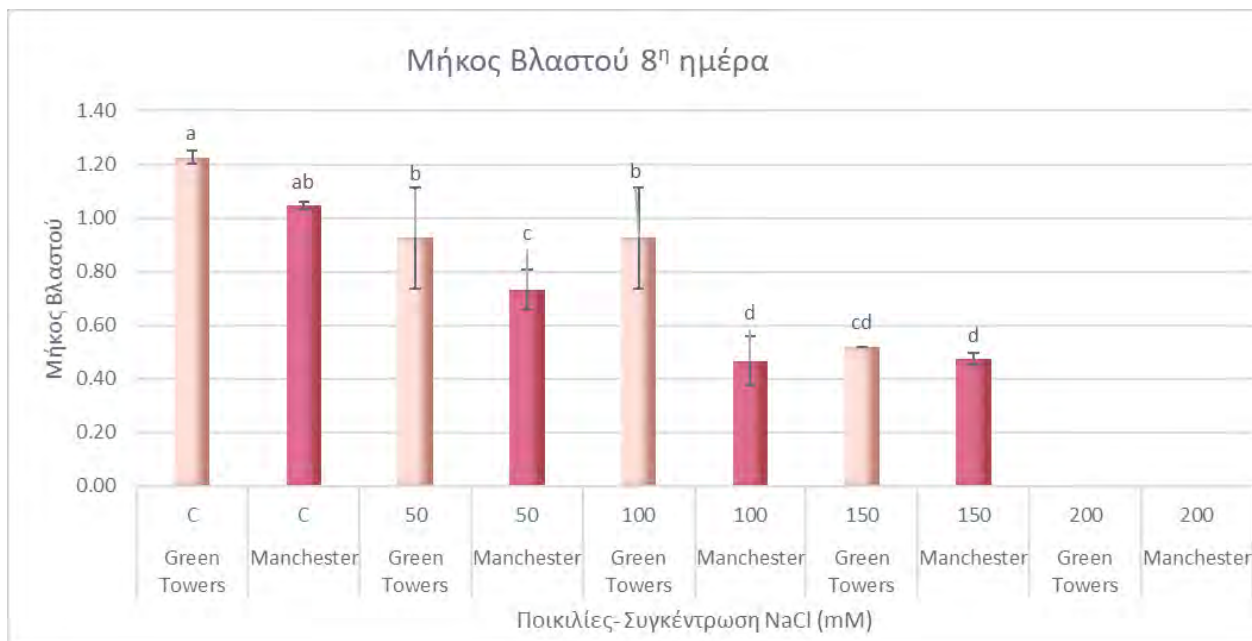


Διάγραμμα 3.23: : Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 4^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την όγδοη ημέρα το μήκος βλαστού των σποροφύτων του μάρτυρα τόσο στην ποικιλία Green Tower όσο και στην ποικιλία Manchester διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σύγκριση με το μήκος του βλαστού των σποροφύτων των υπολοίπων μεταχειρίσεων. Στα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower στατιστικώς σημαντική ήταν η διαφορά στο μήκος του βλαστού που μετρήθηκε στην μεταχείριση των 150 mM NaCl σε σχέση με το μήκος του βλαστού των σποροφύτων των υπολοίπων μεταχειρίσεων. Στην ποικιλία Manchester στατιστικώς διέφερε το μήκος του βλαστού των σποροφύτων μεταξύ των μεταχειρίσεων 150 και 50 mM NaCl.

Στατιστικώς σημαντικές ήταν και οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών για το υπό καταγραφή γνώρισμα στις μεταχειρίσεις 50 και 100 mM NaCl.

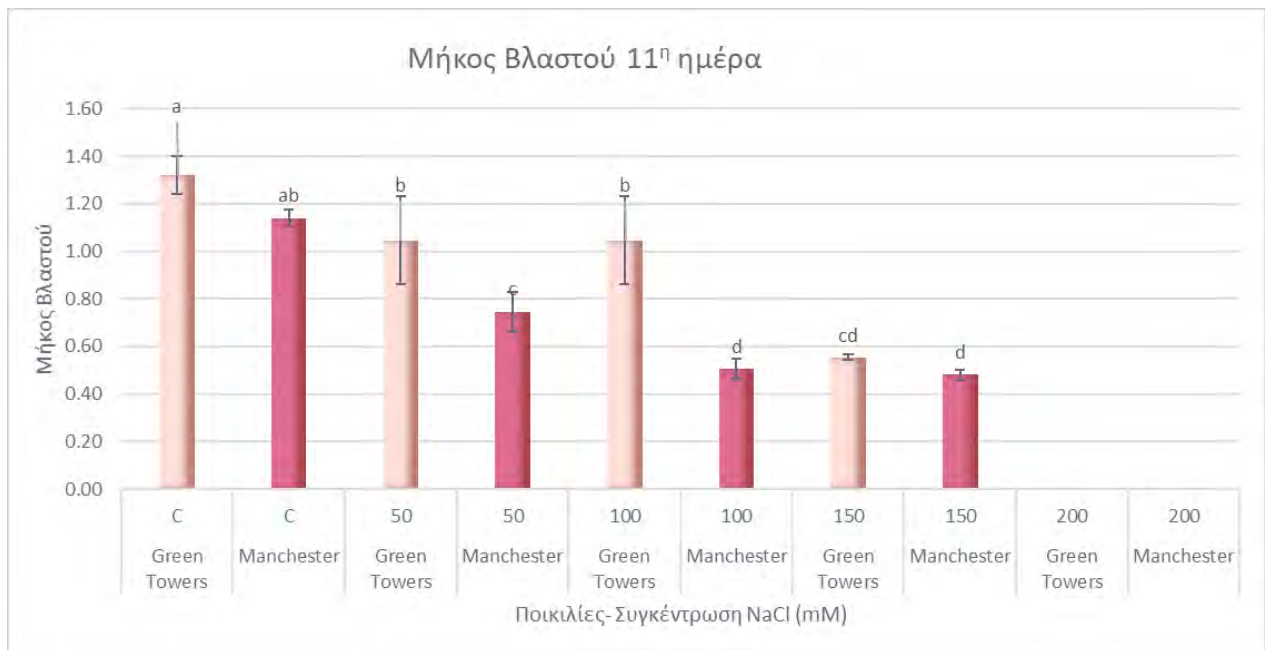


Διάγραμμα 3.23: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 8^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την ενδέκατη ημέρα μετρήσεων το μήκος του βλαστού των σποροφύτων του μάρτυρα της ποικιλίας Green Tower εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με το μήκος του βλαστού των σποροφύτων σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης. Επιπλέον, το μήκος του βλαστού των σποροφύτων στο επίπεδο των 150 mM NaCl διέφερε στατιστικώς σημαντικά από το μήκος των βλαστών των σποροφύτων στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Για τα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε ό,τι αφορά το μήκος του βλαστού των σποροφύτων του επιπέδου των 50 mM NaCl σε σχέση με τις μετρήσεις των σποροφύτων του μάρτυρα. Επίσης, το μήκος του βλαστού των σποροφύτων των επιπέδων των 100 mM NaCl και των 150 mM NaCl παρουσίαζαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με το μήκος των βλαστών του επιπέδου των 50 mM NaCl και του μάρτυρα. Στατιστικώς σημαντικές ήταν και οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών για το υπό καταγραφή γνώρισμα στις μεταχειρίσεις 50 και 100 mM NaCl.

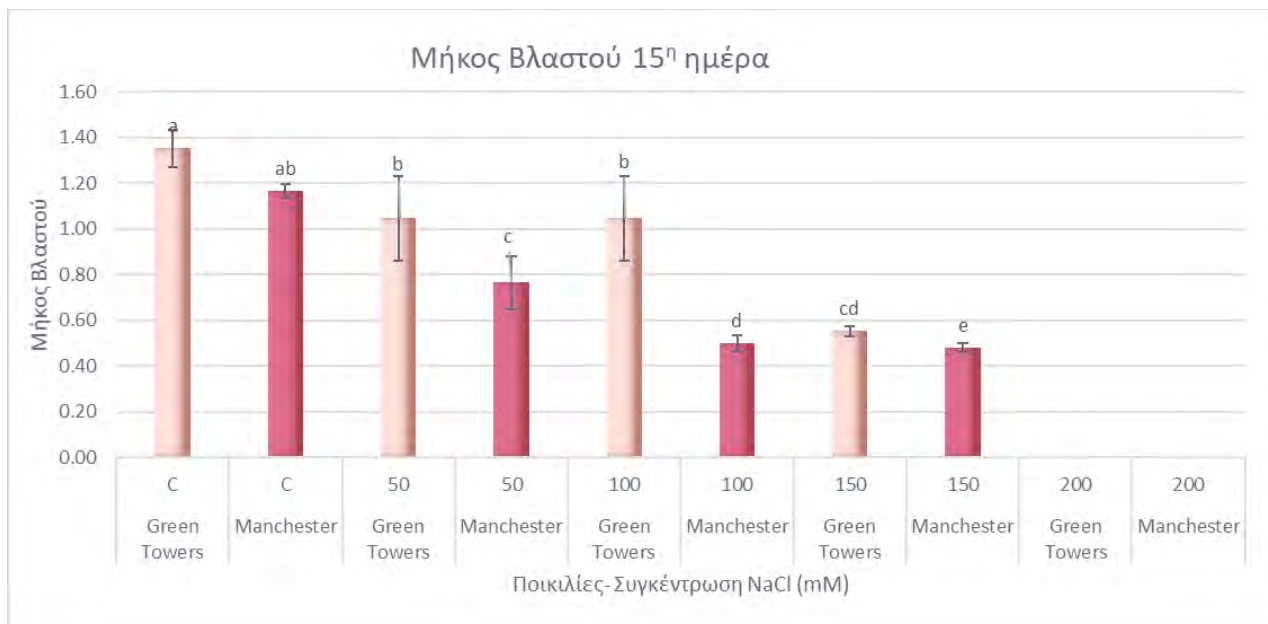


Διάγραμμα 3.24: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 11^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Αναφορικά με την δέκατη πέμπτη ημέρα, για τα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower δεν υπήρξε κάποια διαφορά στα αποτελέσματα σε σχέση με αυτά που προαναφέρθηκαν την ενδέκατη ημέρα.

Για την ποικιλία Manchester το μήκος των βλαστών των σποροφύτων του μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σύγκριση με το μήκος του βλαστού των σποροφύτων των υπολοίπων μεταχειρίσεων. Στατιστικώς σημαντικές ήταν και οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών για το υπό καταγραφή γνώρισμα σε όλες τις μεταχειρίσεις.



Διάγραμμα 3.25: Μήκος βλαστού των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 15^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Η μεγαλύτερη επίπτωση της αλατότητας σε ότι αφορά το μήκος βλαστού παρατηρήθηκε στην ποικιλία Manchester και τις τέσσερις ημέρες μετρήσεων. Από την άλλη πλευρά η ποικιλία Green Tower φάνηκε ότι δεν επηρεάζεται στις μικρές συγκεντρώσεις αλατότητας έως 100 mM NaCl για το παραπάνω γνώρισμα και η οποιαδήποτε επίπτωση παρατηρήθηκε την τέταρτη ημέρα εξαλείφθηκε με την πάροδο του χρόνου.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μήκους της ρίζας των υπό εξέταση ποικιλιών σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης φαίνονται στα διαγράμματα 3.27, 3.28, 3.29 και 3.30 για την τέταρτη, την όγδοη, την εντέκατη και τη δέκατη πέμπτη ημέρα καταπόνησης αντίστοιχα.

Για την ποικιλία Green Tower την τέταρτη ημέρα το μήκος της ρίζας των σποροφύτων στο μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά με το μήκος ρίζας των σποροφύτων στην μεταχείριση 100 και 150 mM NaCl, ενώ στατιστικώς σημαντικά διέφερε και το μήκος ρίζας των σποροφύτων στο επίπεδο των 150 mM NaCl σε σχέση με το επίπεδο καταπόνησης 50 mM NaCl.

Για το μήκος της ρίζας των σποροφύτων της ποικιλίας Manchester παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα σπορόφυτα όλων των μεταχειρίσεων και του μάρτυρα. Μεταξύ των

ποικιλιών στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στο επίπεδο καταπόνησης 150 mM NaCl.



Διάγραμμα 3.26: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 4^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Για το μήκος της ρίζας των σποροφύτων της ποικιλίας Green Tower την όγδοη ημέρα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα επίπεδα καταπόνησης των 100 mM NaCl και 150 mM NaCl σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης των 50 mM NaCl και του μάρτυρα. Επίσης στατιστικώς διέφεραν και το μήκος ρίζας των σποροφύτων του μάρτυρα σε σχέση με τα σπορόφυτα των 50 mM NaCl.

Για το μήκος της ρίζας των σποροφύτων της ποικιλίας Manchester παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε όλες τις μεταχειρίσεις. Εντός των ποικιλιών στατιστικώς σημαντικές ήταν οι διαφορές στα σπορόφυτα του μάρτυρα και στο επίπεδο των 150 mM NaCl. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι για το υπο καταγραφή γνώρισμα η ποικιλία Manchester παρουσίασε μεγαλύτερο μήκος ρίζας στα σπορόφυτα του μάρτυρα σε σχέση με την ποικιλία Green Tower.

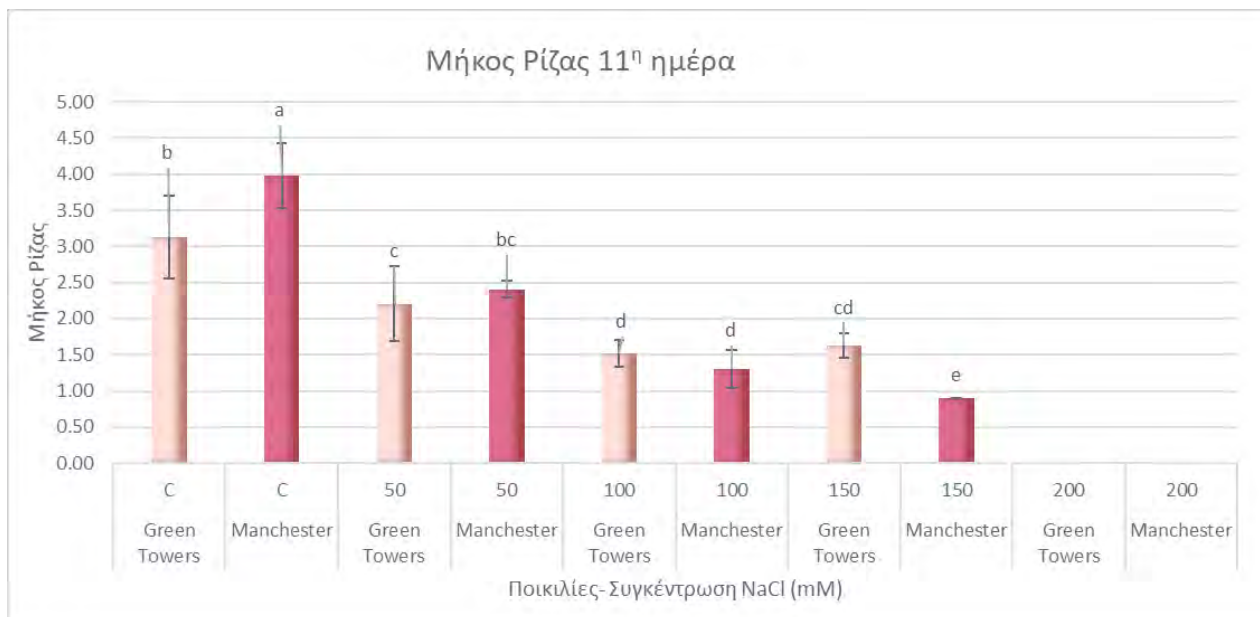


Διάγραμμα 3.27: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 8^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την ενδέκατη ημέρα και την δέκατη πέμπτη ημέρα για την ποικιλία Green Tower το μήκος της ρίζας των σποροφύτων του μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά με τα σπορόφυτα όλων των άλλων μεταχειρίσεων. Επίσης υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων των 100 mM NaCl και 150 mM NaCl σε σύγκριση με τα σπορόφυτα του επιπέδου 50 mM NaCl την ενδέκατη ημέρα και μεταξύ του επιπέδου 100 mM NaCl σε σύγκριση με τα σπορόφυτα του επιπέδου 50 mM NaCl τη δέκατη πέμπτη ημέρα

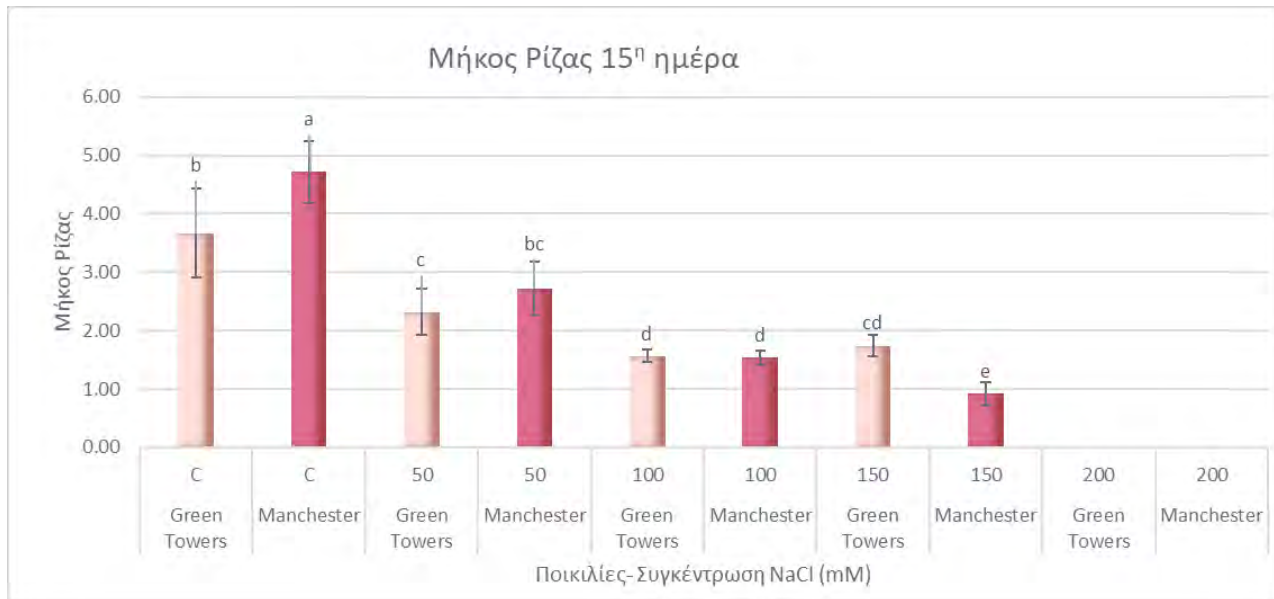
Για την ποικιλία Manchester το μήκος της ρίζας των σποροφύτων διέφερε στατιστικώς σημαντικά για τα σπορόφυτα όλων των μεταχειρίσεων και του μάρτυρα. Εντός των ποικιλιών παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα σπορόφυτα του μάρτυρα και σε αυτά του επιπέδου των 150 mM NaCl.



Διάγραμμα 3.28: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 11^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τα σπορόφυτα της ποικιλία Manchester σε όλες τις ημέρες καταγραφής του γνωρίσματος του μήκους της ρίζας παρουσίασαν μεγαλύτερο μήκος ρίζας στο μάρτυρα και στο επίπεδο των 50 mM NaCl γεγονός που καταδεικνύει τη δυσμενή επίπτωση της αλατότητας στη συγκεκριμένη ποικιλία για το συγκεκριμένο γνώρισμα.



Διάγραμμα 3.29: Μήκος ρίζας των σποροφύτων ανά ποικιλία (άξονας y) και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl- άξονας x) την 15^η ημέρα της καταπόνησης αλατότητας

Στήλες που σημαίνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Στους πίνακες 3.11 και 3.12 που ακολουθούν καταγράφεται ο δείκτης ευρωστίας των σπόρων. Την όγδοη ημέρα ο δείκτης ευρωστίας διέφερε στατιστικώς σημαντικά στα σπορόφυτα της ποικιλίας Green Tower στα επίπεδα καταπόνησης 100 mM NaCl και 150 mM NaCl σε σχέση με τα σπορόφυτα του μάρτυρα. Εντός των μεταχειρίσεων για τη συγκεκριμένη ποικιλία δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Από την άλλη, στα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά τον δείκτη ευρωστίας μεταξύ όλων των επιπέδων καταπόνησης και του μάρτυρα. Εντός των ποικιλιών στατιστικώς σημαντικές ήταν οι διαφορές στο επίπεδο 100 mM NaCl και 150 mM NaCl.

Πίνακας 3.11: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 8^η ημέρα καταπόνησης αλατότητας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση NaCl (mM)					Mean
		C	50 mM NaCl	100 mM NaCl	150 mM NaCl	200 mM NaCl	
8							
	Green Towers	1,23 ^a	0,93 ^{ab}	0,73 ^b	0,50 ^{bc}	0	0,67 ^a
	Manchester	1,05 ^a	0,73 ^b	0,46 ^c	0,22 ^d	0	0,49 ^b
	Mean	1,13 ^a	0,82 ^b	0,59 ^b	0,35 ^c	0	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Την δέκατη πέμπτη ημέρα ο δείκτης ευρωστίας της ποικιλίας Green Tower στα σπορόφυτα του μάρτυρα διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με όλα τα επίπεδα καταπόνησης. Επίσης στατιστικώς σημαντικές ήταν οι διαφορές στο επίπεδο καταπόνησης 150 mM NaCl σε σχέση με το επίπεδο των 50 mM NaCl. Στα σπορόφυτα της ποικιλίας Manchester υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επιπέδων και του μάρτυρα. Εντός των ποικιλιών στατιστικώς σημαντικές ήταν οι διαφορές σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης.

Πίνακας 3.12: Δείκτης Ευρωστίας των σπόρων (SVI) ανά ποικιλία και επίπεδο στρες (συγκέντρωση NaCl) την 15^η ημέρα καταπόνησης αλατότητας

Ημέρα	Ποικιλία	Συγκέντρωση NaCl (mM)					
		C	50 mM NaCl	100 mM NaCl	150 mM NaCl	200 mM NaCl	
15						Mean	
	Green Towers	1,35 ^a	1,05 ^b	0,85 ^{bc}	0,53 ^{cd}	0	0,76 ^a
	Manchester	1,17 ^{ab}	0,76 ^c	0,49 ^d	0,22 ^e	0	0,53 ^b
	Mean	1,26 ^a	0,90 ^b	0,66 ^c	0,37 ^d	0	

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά κατά Tukey για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Τέλος, στο επίπεδο των 200 mM NaCl δεν παρατηρήθηκε ανάπτυξη των σποροφύτων. Σύμφωνα με τα παραπάνω, από τις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν τον υψηλότερο δείκτη ευρωστίας τον παρουσίασε η ποικιλία Green Tower.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση τις μετρήσεις που καταγράφηκαν για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας αποδεικνύεται ότι η επίδραση του υδατικού στρες στις δύο ποικιλίες ήταν ανάλογη του επιπέδου καταπόνησης. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα αποδεικνύουν την αρνητική επίδραση της υδατικής καταπόνησης τόσο στη βλάστηση των σπόρων όσο και στην ανάπτυξη των σποροφύτων και στις δύο ποικιλίες. Ωστόσο η ποικιλία Manchester έδειξε να επηρεάζεται περισσότερο σε σχέση με την ποικιλία Green Tower.

Εάν εξεταστούν και οι δύο ποικιλίες συγκεντρωτικά ως προς την ανθεκτικότητα τους στην υδατική καταπόνηση, περισσότερο ανθεκτική αποδείχθηκε η ποικιλία Green Tower. Αυτό προκύπτει από τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά.

Πιο συγκεκριμένα την έβδομη ημέρα μέτρησης του ποσοστού βλαστικότητας και στο μεγαλύτερο επίπεδο καταπόνησης (20% PEG) η ποικιλία Green Tower σημείωσε αισθητή διαφορά σε σχέση με την ποικιλία Manchester, δεδομένου ότι στην πρώτη το ποσοστό βλαστικότητας ήταν

μεγαλύτερο του 50% ενώ στη δεύτερη το ποσοστό βλαστικότητας ήταν (3,33%). Επιπρόσθετα στο επίπεδο 15% PEG η βλαστικότητα της Green Tower δεν επηρεάστηκε ενώ στην Manchester επηρεάστηκε αισθητά. Η αρνητική επίδραση της υδατικής καταπόνησης έχει καταγραφεί και σε παρόμοιες μελέτες με φυτά σιταριού (Mostafavi, 2011), κριθαριού (El Denary *et al.*, 2014) και φακής (Foti *et al.*, 2018).

Όσον αφορά το ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων υπήρξε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ποικιλίες με την απορρόφηση του νερού να είναι περίπου διπλάσια στην ποικιλία Green Tower σε σχέση με την ποικιλία Manchester σε όλα τα επίπεδα καταπόνησης. Η παρατηρούμενη αυτή διαφορά παρέμενε η ίδια με την αύξηση του χρόνου έκθεσης των ποικιλιών στην καταπόνηση. Ωστόσο εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι η απορρόφηση νερού ήταν μειωμένη και στα φυτά του μάρτυρα στην ποικιλία Manchester σε σχέση με την ποικιλία Green Tower. Η μείωση της απορρόφησης νερού έχει καταγραφεί και σε παρόμοια πειράματα με φυτά φακής (Foti *et al.*, 2018).

Το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων παρατηρήθηκε μειωμένο με την έκθεση σε υψηλά επίπεδα υδατικής καταπόνησης και στις δύο ποικιλίες. Μείωση της περιεχόμενης υγρασίας καταγράφηκε και σε παρόμοια πειράματα με διαφορετικές ποικιλίες μαρουλιού (Sorrentino *et al.*, 2020). Ένα άλλο αποτέλεσμα που προκύπτει από το πείραμα των Sorrentino *et al.* (2020) σε δύο ποικιλίες μαρουλιού και συνάδει με τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος είναι η μείωση της αύξησης των φυτών, δηλαδή του μήκους της ρίζας και του βλαστού.

Σε ότι αφορά το μήκος του βλαστού η ποικιλία Manchester επηρεάστηκε αρνητικά ακόμα και στο χαμηλό επίπεδο καταπόνησης 5% PEG ενώ στα υψηλότερα επίπεδα οι δυσμενείς επιπτώσεις στο μήκος του βλαστού ήταν παρόμοιες στις δύο ποικιλίες παρότι στις πρώτες ημέρες έκθεσης στον παράγοντα η Manchester εμφάνιζε αυξημένη ευαισθησία. Ωστόσο στο υψηλότερο επίπεδο καταπόνησης 20% PEG η Green Tower αποδείχθηκε πιο ανθεκτική. Σε ότι αφορά το μήκος ρίζας και οι δύο ποικιλίες επηρεάστηκαν δυσμενώς ακόμα και από τα χαμηλότερα επίπεδα έκθεσης στον παράγοντα καταπόνησης αλλά και πάλι η ποικιλία Green Tower στο υψηλότερο επίπεδο έκθεσης αποδείχθηκε πιο ανθεκτική.

Τέλος σε ότι αφορά τον δείκτη ευρωστίας ενώ δεν υπήρξε διαφορά στα φυτά του μάρτυρα μεταξύ των δύο ποικιλιών παρατηρήθηκαν διαφορές στο χαμηλότερο και στο υψηλότερο επίπεδο έκθεσης μεταξύ των ποικιλιών.

Με βάση όλα τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά η ποικιλία Green Tower είναι πιο ανθεκτική στην υδατική καταπόνηση. Υδατική καταπόνηση χαμηλού επιπέδου από ότι φαίνεται επηρεάζει ελάχιστα την παραπάνω ποικιλία ενώ στα πολύ υψηλά επίπεδα καταπόνησης η επίδραση είναι δυσμενής αλλά όχι όσο στην ποικιλία Manchester. Η ανθεκτικότητα επηρεάζεται από το επίπεδο καταπόνησης αλλά και από τη διάρκεια καταπόνησης

4.2. ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση τις μετρήσεις που καταγράφηκαν για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας αποδεικνύεται ότι η επίδραση της αλατότητας στις δύο ποικιλίες ήταν ανάλογη του επιπέδου καταπόνησης. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα αποδεικνύουν την αρνητική επίδραση της καταπόνησης αλατότητας τόσο στη βλάστηση των σπόρων όσο και στην ανάπτυξη των σποροφύτων και στις δύο ποικιλίες. Ωστόσο και πάλι η ποικιλία Manchester έδειξε να επηρεάζεται δυσμενώς περισσότερο και η ποικιλία Green Tower να αποδεικνύεται ανθεκτικότερη. Ομοίως με την καταπόνηση ξηρασίας αποδείχθηκε ότι η ανθεκτικότητα στην υψηλή αλατότητα ήταν αντιστρόφως ανάλογη της αύξησης του επιπέδου καταπόνησης.

Με βάση τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά μέχρι και την έβδομη ημέρα λήψης παρατηρήσεων καμία από τις δύο ποικιλίες μαρουλιού δεν εκβλάστησαν στο υψηλότερο επίπεδο καταπόνησης (200 mM NaCl). Ωστόσο, στο αμέσως προηγούμενο επίπεδο καταπόνησης (150 mM NaCl) παρατηρείται αισθητή διαφορά ανάμεσα στις δύο ποικιλίες, την έβδομη ημέρα το ποσοστό βλαστικότητας της ποικιλίας Green Tower έφτασε σχεδόν το 100% (95,83%) και της ποικιλίας Manchester έφτασε λίγο χαμηλότερα από 50% (45,83%). Μείωση του ποσοστού βλαστικότητας ομοίως παρατηρήθηκε και από τους Nasri *et al.* (2015) σε αντίστοιχο πείραμα με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl σε δύο ποικιλίες μαρουλιού. Επίσης σε παρόμοια πειράματα έχουν καταγραφεί μειωμένα ποσοστά βλαστικότητας σε σιτάρι (Datta *et al.*, 2009), φασόλι (Jeannette *et al.*, 2002) και φακή (Foti *et al.*, 2019).

Όσον αφορά το ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων την έβδομη μέρα η ποικιλία Green Tower είχε διπλάσια περιεκτικότητα σε νερό στα επίπεδα καταπόνησης 100 mM και 150 mM

NaCl σε σχέση με την ποικιλία Manchester ωστόσο και στις δύο ποικιλίες για όλες τις μεταχειρίσεις το ποσοστό απορρόφησης νερού των σπόρων ήταν μειωμένο σε σχέση με το μάρτυρα. Το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας των σποροφύτων, που εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας ήταν μειωμένο συγκρινόμενο με το αντίστοιχο των σποροφύτων του μάρτυρα. Μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στο επίπεδο των 150 mM NaCl την δέκατη πέμπτη ημέρα που ήταν και το επίπεδο που παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ποικιλίες. Μειωμένη απορρόφηση νερού σπόρων έχει καταγραφεί και σε παρόμοια πειράματα με σπορόφυτα φακής καθώς και μειωμένη υγρασία σποροφύτων που εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας αναφέρθηκε και σε παρόμοια πειράματα με σπορόφυτα φακής (Foti *et al.*, 2019).

Το μήκος του βλαστού επηρεάστηκε αισθητά και στις δύο ποικιλίες στην υψηλή συγκέντρωση NaCl. Στις χαμηλότερες συγκεντρώσεις ωστόσο η ποικιλία Manchester έδειξε υψηλότερη ευαισθησία σε αντίθεση με την ποικιλία Green Tower όπου και πάλι καταγράφηκε μείωση του μήκους του βλαστού αλλά όχι τόσο έντονη. Ομοίως και το μήκος της ρίζας επηρεάστηκε από την υψηλή αλατότητα και ενώ στις χαμηλές συγκεντρώσεις και στον μάρτυρα η Manchester εμφάνισε κάποια υπεροχή στις υψηλότερες συγκεντρώσεις αυτή η υπεροχή έπαυε να υφίσταται καθιστώντας την ποικιλία Green Tower πιο ανθεκτική στις υψηλότερες συγκεντρώσεις. Παρόμοιες μελέτες έδειξαν την αρνητική επίδραση της αλατότητας στο μήκος βλαστού και ρίζας σε σπορόφυτα φακής (Ashraf *et al.*, 1993), σιταριού (Akbarimoghaddam *et al.*, 2011) και σόργου (El Naim *et al.*, 2012). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η ανάπτυξη της ρίζας επηρεάστηκε περισσότερο σε σχέση με την ανάπτυξη του βλαστού. Αυτό το αποτέλεσμα συνάδει και επιβεβαιώνεται και από την μελέτη των Nasri *et al.* (2015) όπου αναφέρθηκε ότι η ανάπτυξη της ρίζας επηρεάστηκε περισσότερο από την ανάπτυξη του βλαστού.

Στα σπορόφυτα που αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες αλατότητας παρατηρήθηκε μείωση της περιεχόμενης υγρασίας σε μελέτη έκθεσης σποροφύτων σιταριού σε συνθήκες αλατότητας παρατηρήθηκε μειωμένη βιομάζα καθώς και μείωση του μήκους βλαστού και ρίζας (Datta *et al.*, 2009). Επίσης σε σπορόφυτα φυτών φυσαλίδος (golden berry) μειώθηκε το νωπό και ξηρό βάρος καθώς και το μήκος ρίζας και βλαστού όταν αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες αλατότητας (Yildirim *et al.*, 2011).

Τέλος σε ότι αφορά το δείκτη ευρωστίας την δέκατη πέμπτη ημέρα καθιστά ξεκάθαρα την ποικιλία Green Tower πιο ανθεκτική έναντι του παράγοντα αλατότητας συγκρινόμενη με την ποικιλία Manchester.

Το μαρούλι ως φυτό ανήκει στα φυτά που επηρεάζονται μέτρια από συνθήκες αλατότητας (Shannon *et al.*, 1999). Από τις δύο ποικιλίες που αξιολογήθηκαν ως προς την ανθεκτικότητα τους σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης και αλατότητας η ποικιλία Green Tower εμφάνισε την υψηλότερη ανθεκτικότητα και στις παραπάνω δύο συνθήκες. Η αντοχή της συνίσταται στη ικανότητα να διατηρεί ικανοποιητικό ποσοστό βλαστικότητας σε συνθήκες καταπόνησης και να αναπτύσσεται ακόμα και σε υψηλά επίπεδα.

Στην πράξη, τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση το τρόπου αντίδρασης των διαφόρων ποικιλιών μαρουλιού στο υδατικό στρες και στο στρες αλατότητας πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε στοχευμένες επιλογές καθώς και σε καλύτερη αξιοποίηση των πόρων. Επιπλέον η αξιολόγηση γίνεται σε πρώιμο στάδιο που δίνει το πλεονέκτημα των έγκαιρων επιλογών αλλά από την άλλη είναι απαραίτητη η επιβεβαίωση αυτών των αποτελεσμάτων.

Η πρώτη αυτή αξιολόγηση των δύο γονοτύπων θα μπορούσε να συνεχιστεί σε συνθήκες θερμοκηπίου και σε συνθήκες αγρού προκειμένου να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα. Η αξιολόγηση αυτή θα έδινε την ευκαιρία και για λήψη επιπλέον παρατηρήσεων οι οποίες είναι συνυφασμένες με ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως περιεκτικότητα σε φαινολικές και αντιοξειδοτικές ενώσεις, ξηρά ουσία και άλλα προκειμένου να διαπιστωθεί η τυχόν επίπτωση των παραγόντων καταπόνησης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά του εδώδιμου προϊόντος. Επίσης θα ήταν ενδιαφέρον η ποικιλία Manchester να αξιολογηθεί σε συνθήκες αλατότητας και ξηρασίας ταυτόχρονα κάτι το οποίο συμβαίνει συχνά στο περιβάλλον ανάπτυξης των φυτών τα οποία εκτίθενται σε περισσότερους από έναν παράγοντες καταπόνησης. Το μικρό ποσοστό βλαστικότητας υπό την επίδραση της αλατότητας ή της υδατικής καταπόνησης θα μπορούσε να θεωρηθεί ένας μηχανισμός για αποφυγή της βλάστησης υπό αντίξοες συνθήκες για να εξασφαλισθεί η καλή εγκατάσταση των φυτών υπό τις ευνοϊκότερες δυνατές συνθήκες (Gill *et al.*, 2003). Υπό το πρίσμα αυτό θα μπορούσαν να καταμετρηθούν τα επίπεδα ενζύμων που επηρεάζουν τη βλάστηση και την ανάπτυξη των σποροφύτων. Σε παρόμοια έρευνα που διεξήχθη με δύο διαφορετικές ποικιλίες μαρουλιού ένα από τα χαρακτηριστικά που καταγράφηκαν και θα

μπορούσαν να μελετηθούν σε μελλοντική έρευνα ήταν τα επίπεδα του ενζύμου όξινη φωσφατάση υπό συνθήκες καταπόνησης αλατότητας (Nasri *et al.*, 2015). Η όξινη φωσφατάση είναι ένα ένζυμο που επηρεάζει μεταξύ άλλων και τη βλάστηση των σπόρων καθορίζοντας τα επίπεδα του διαλυτού φωσφόρου (Ehsanpour and Amini, 2003). Έρευνα θα μπορούσε να διεξαχθεί και για την πιθανή ύπαρξη μοριακού μηχανισμού που πιθανόν να προκαλεί την αντοχή στην αλατότητα και την ξηρασία στην ποικιλία Green Tower. Οι παραπάνω προτάσεις θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικών ερευνών τόσο για τις ποικιλίες που εξετάστηκαν όσο και για άλλες εμπορικές ποικιλίες.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Ολυμπίου Χ. Μ., 2001. Η Τεχνική της Καλλιέργειας των Κηπευτικών στα Θερμοκήπια, Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα

Χα Ι. Α., Πετρόπουλος Σ., 2014. Γενική Λαχανοκομία & Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Akbarimoghaddam H., Galavi M., Ghanbari A., Panjehkeh N., 2011. Salinity Effects on Seed Germination and Seedling Growth of Bread Wheat Cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9, 43-50

Ashraf M., Ozturk M., Athar H. R., 2009. *Salinity and Water Stress Improving Crop Efficiency*, Springer, USA

Datta J.K., Nag S., Banerjee A., Mondal N.K., 2009. Impact of Salt Stress on Five Varieties of Wheat *Triticum aestivum* L. Cultivars under Laboratory Condition. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 13, 93-97

El Denary M.E., El Shawy E.E., 2014. Molecular and field analysis of some barley genotypes for water stress tolerance. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, 43, 187–198

El Naim A.M., Khawla E.M., Ibrahim E.A., Suleiman N.N., 2012. Impact of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Growth of three Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Cultivars. *Journal of Science and Technology*, 2, 16-20

- Foti C., Khah E., Pavli O., 2018. Response of lentil genotypes under PEG-induced drought stress: effect on germination and growth. *Plant*, 6(4), 75-83
- Foti C., Khah E., M., Pavli O., 2019. Germination profiling of lentil genotypes subjected to salinity stress. *Plant Biology*, 21(3), 480-486
- Jeannette S., Craig R., Lynch J.P., 2002. Salinity Tolerance of Phaseolus Species during Germination and Early Seedling Growth. *Crop Science*, 42, 1584-1594
- Jenks M.A., Hasegawa P. M., 2014. *Plant Abiotic Stress*, John Wiley & Sons, USA
- Kim M. J., Moon Y., Tou J. C., Mou B., Waterland N. L., 2016. Nutritional Value, Bioactive Compounds and Health Benefits of Lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 19- 34
- Mittler R., 2006. Abiotic Stress, the Field Environment and Stress Combination. *Trends in Plant Science*, 11, 15-19
- Mostafavi, K., 2011. An Evaluation of Safflower Genotypes *Carthamus tinctorius L.* Seed Germination and Seedling Characters in Salt Stress Conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 1667-1672
- Mou B., 2008. Lettuce. In: Prohens J., Nuez F. (eds), *Vegetables*, vol. 1, Springer, New York, pp. 75- 116
- Nasri N., Saïdi I., Kaddour R., Lachaâl M., 2015. Effect of Salinity on Germination Seedling Growth and Acid Phosphatase Activity in Lettuce. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 57- 63
- Okçu G., Kaya M. D., Atak M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum L.*). *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29, 237-242
- Simko I., Hayes R. J., Subbarao K. V., Sideman, R., 2010. SM09A and SM09B: Romaine Lettuce Breeding Lines Resistant to Dieback and with Improved Shelf Life. *HortScience horts*, 45, 670-672

Shannon M.C., Grieve C.M., 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. *Scientia Horticulturae*, 78, 5-38

Smith R., Cahn M., Daugovish O., Koike S., Natwick E., Smith H., Subbarao K., Takele E., Turini T., 2011. Leaf Lettuce Production in California Accessed March 2, 2020. Retrieved from <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7216.pdf>

Sorrentino M., Colla G., Roupael Y., Panzarová K., Trtílek M., 2020. Lettuce reaction to drought stress: automated high-throughput phenotyping of plant growth and photosynthetic performance. *Acta Horticulturae*, 1268, 133-142.

Taiz L., Zeiger E., Moller I. A., Murphy A., 2015. *Plant Physiology and Development*, Sixth Edition, Sinauer Associates, USA

Weaver G., Van Iersel M. W., 2019. Photochemical Characterization of Greenhouse-grown Lettuce (*Lactuca sativa* L. ‘Green Tower’) with Applications for Supplemental Lighting Control. *HortScience horts*, 54, 317-322

Yildirim E., Karlidag H., Dursun A., 2011. Salt Tolerance of *Physalis* during Germination and Seedling Growth. *Pakistan Journal of Botany*, 43, 2673-2676

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Ηλεκτρονική πηγή 1: <https://garden.org/plants/photo/317917/>

Ηλεκτρονική πηγή 2,3: https://courses.missouristate.edu/pbtrewatha/blue_lettuce.htm

Ηλεκτρονική πηγή 4: <http://www.padil.gov.au/seeds/pest/main/142259/42782>

Ηλεκτρονική πηγή 5: <https://www.hobbyfarms.com/how-to-grow-celtuce-or-stem-lettuce/>

Ηλεκτρονική πηγή 6:

https://fddb.info/db/en/food/natural_product_batavia_lettuce_fresh/photos.html

Ηλεκτρονική πηγή 7:

http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Αρχείο:Ποικιλία_μαρουλιού_Parris_island_Cos.jpg

Ηλεκτρονική πηγή 8: <https://www.yumpu.com/xx/document/read/62886140/-2020>