

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



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ



**Η Επίδραση της Αλατότητας στα Μορφολογικά και
Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Υβριδίων και Ποικιλιών
Τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

ΦΙΛΙΠΠΑΚΗΣ ΙΓΚΟΡ

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Πασχαλίδης Κωνσταντίνος

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ - ΚΡΗΤΗΣ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2017**

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ,
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ,
2017

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η Επίδραση της Αλατότητας στα Μορφολογικά και Ποιοτικά
Χαρακτηριστικά Υβριδίων και Ποικιλιών Τομάτας (*Lycopersicon
esculentum* Mill.)»**

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘ. ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ

ΚΑΘ. ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΒΕΡΒΕΡΙΔΗΣ

ΚΑΘ. ΕΙΡΗΝΗ ΜΑΡΑΓΚΑΚΗ

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΑΥΤΟ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ, ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΟΥ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**

*Αφιερώνεται στους αγαπημένους γονείς μου,
που με υποστηρίζουν και μου δίνουν το θάρρος.*

Φωτογραφία εξωφύλλου: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρή σήψη κορυφής (Blossom end rot) σε δυο καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor.
(Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	10
---------------	----

SUMMARY.....	13
--------------	----

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή στην τομάτα.....	15
1.1 Γενικά.....	16
1.2 Συστηματική ταξινόμηση του φυτού τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).....	16
1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά της τομάτας.....	24
1.3.1 Το φυτό της τομάτας.....	24
1.3.2 Το ριζικό σύστημα της τομάτας.....	24
1.3.3 Ο βλαστός της τομάτας.....	27
1.3.4 Τα φύλλα της τομάτας.....	29
1.3.5 Η ταξιανθία και τα άνθη της τομάτας.....	31
1.3.6 Ο καρπός της τομάτας.....	34
1.3.7 Ο σπόρος της τομάτας.....	35
1.4 Ποικιλίες τομάτας.....	37
1.5 Σύσταση και διατροφική αξία καρπού.....	50
1.5.1 Τα ολικά στερεά.....	51
1.5.2 Οι υδατάνθρακες.....	51
1.5.3 Τα αμινοξέα.....	52
1.5.4 Τα οξέα.....	52
1.5.5 Τα λιπαρά συστατικά.....	53
1.5.6 Οι βιταμίνες.....	54
1.5.7 Τα ανόργανα στοιχεία.....	55
1.6 Οι καλλιεργητικές απαιτήσεις φυτών τομάτας.....	55
1.6.1 Οι κλιματικές απαιτήσεις.....	55
1.6.1.1 Η θερμοκρασία.....	55
1.6.1.2 Ο φωτισμός.....	56
1.6.1.3 Η σχετική υγρασία.....	56
1.6.2 Οι εδαφικές απαιτήσεις.....	57
1.6.3 Οι αρδευτικές απαιτήσεις.....	57
1.6.4 Οι λιπαντικές απαιτήσεις.....	58
1.6.4.1 Το άζωτο (N).....	58
1.6.4.2 Ο φώσφορος (P).....	58
1.6.4.3 Το κάλιο (K).....	58
1.6.4.4 Το ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg) και άλλα ιχνοστοιχεία.....	59
1.7 Προϊόντα τομάτας.....	59
1.8 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού τομάτας.....	60
1.8.1 Το χρώμα.....	60
1.8.2 Η υφή και σκληρότητα.....	62
1.8.3 Η περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά.....	64
1.8.4 Η ολική οξύτητα και το Ph.....	65
1.8.5 Τα ελαττώματα καρπού και ξένες ύλες.....	66
1.8.5.1 Το φούσκωμα καρπού (Bloating fruit).....	66

1.8.5.2 Η παραμόρφωση καρπού (Catfacing ή Misshapen fruit).....	66
1.8.5.3 Το σκίσιμο καρπού (Cracks fruit).....	67
1.8.5.4 Γωνιώδης καρπός (Boxy fruit).....	68
1.8.5.5 Η εσωτερική καστώνωση καρπού (Internal Broening ή Bronzing fruit).....	68
1.8.5.6 Τα γκριζα τοιχώματα καρπού (Graywall fruit).....	68
1.8.5.7 Η ανομοιόμορφη (ή κηλιδωτή) ωρίμανση καρπού (Blotchy ripening fruit).....	68
1.8.5.8 Το ηλιόκαυμα καρπού (Sunburns ή Sunscald fruit).....	69
1.8.5.9 Η ξηρή σήψη κορυφής καρπού (Blossom end rot fruit).....	69
1.8.5.10 Ξένες ύλες – Υπολείμματα.....	70
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εισαγωγή στην αλατότητα.....	71
2.1 Το φαινόμενο της αλατότητας.....	72
2.1.1 Γενικά.....	72
2.1.2 Ορισμός.....	72
2.1.3 Το πρόβλημα της αλατότητας στην Ελλάδα.....	72
2.1.4 Παράγοντες δημιουργίας αλατότητας.....	73
2.1.4.1 Η άρδευση με κακής (χαμηλής) ποιότητας νερό.....	73
2.1.4.2 Οι ξηρές κλιματικές συνθήκες – Παράγοντας εξατμισοδιαπνοής.....	73
2.1.4.3 Γεωγραφική (ή τοπογραφική) θέση περιοχής καλλιέργειας.....	74
2.1.5 Το νερό άρδευσης ως παράγοντας της αλατότητας.....	76
2.1.5.1 Συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων.....	76
2.1.5.2 Συγκέντρωση ιόντων νατρίου (Na ⁺).....	77
2.1.5.3 Συγκέντρωση όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO ₃ ⁻).....	78
2.1.5.4 Συγκέντρωση τοξικών ιόντων.....	78
2.1.5.5 Η αξιολόγηση του νερού άρδευσης.....	79
2.1.6 Η λίπανση ως παράγοντας της αλατότητας.....	80
2.1.7 Οι τρόποι περιορισμού της αλατότητας.....	80
2.2 Η φυσιολογία του φυτού στην αλατότητα.....	82
2.2.1 Η σημασία του νερού για τα φυτά.....	82
2.2.2 Η αλατότητα ως μη παρασιτική ασθένεια.....	82
2.2.3 Ο τρόπος δράσης της αλατότητας στα φυτά.....	83
2.2.3.1 Οι άμεσες επιπτώσεις καταπόνησης λόγω αλατότητας.....	85
2.2.3.1.1 Οσμωτική καταπόνηση.....	85
2.2.3.1.2 Τοξική (ή ιοντική) καταπόνηση.....	87
2.2.3.2 Οι έμμεσες επιπτώσεις καταπόνησης λόγω αλατότητας.....	92
2.3 Η κατηγοριοποίηση και οι μηχανισμοί άμυνας των φυτών στην αλατότητα.....	93
2.3.1 Τα αλόφυτα και τα γλυκόφυτα.....	93
2.3.1.1 Αλόφυτα.....	93
2.3.1.2 Γλυκόφυτα.....	93
2.3.2 Οι στρατηγικές και μηχανισμοί άμυνας των φυτών στην αλατότητα.....	93
2.3.2.1 Η στρατηγική της διαφυγής.....	93
2.3.2.2 Η στρατηγική της αποφυγής.....	94
2.3.2.3 Η στρατηγική της ανθεκτικότητας.....	96
2.4 Η αντοχή των καλλιεργουμένων φυτών στις συνθήκες αλατότητας.....	100
2.5 Η επίδραση της αλατότητας στα φυτά.....	103
2.5.1 Η επίδραση της αλατότητας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά.....	103
2.5.1.1 Η επίδραση της αλατότητας στην φύτευση και βλάστηση των σπερμάτων.....	103
2.5.1.2 Η επίδραση της αλατότητας στην ανθοφορία.....	104

2.5.1.3	Η επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή.....	104
2.5.1.4	Η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη.....	107
2.5.1.5	Η επίδραση της αλατότητας στην φυλλική επιφάνεια.....	109
2.5.1.6	Η επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών, φύλλων και ρίζας.....	110
2.5.2	Η επίδραση της αλατότητας στις φυσιολογικές παραμέτρους.....	110
2.5.2.1	Η επίδραση της αλατότητας στην συγκέντρωση της προλίνης.....	110
2.5.2.2	Η επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και καροτενοειδών.....	112
2.5.3	Η επίδραση της αλατότητας στις ανατομικές παραμέτρους.....	115
2.5.3.1	Η επίδραση αλατότητας στο πάχος φύλλων.....	115
2.5.3.2	Η επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των στοματίων.....	119
2.5.4	Η επίδραση της αλατότητας στην θρέψη του φυτού.....	121
2.5.4.1	Η επίδραση της αλατότητας στο κάλιο (K).....	122
2.5.4.2	Η επίδραση της αλατότητας στο ασβέστιο (Ca).....	123
2.5.4.3	Η επίδραση της αλατότητας στο μαγνήσιο (Mg).....	125
2.5.4.4	Η επίδραση της αλατότητας στο άζωτο (N).....	126
2.5.4.5	Η επίδραση της αλατότητας στα ιχνοστοιχεία.....	127
2.5.5	Η επίδραση της αλατότητας στην καλλιέργεια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).....	128
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Σκοπός και στόχος.....		130
3.1	Η σημασία της αλατότητας ως αντικείμενο της έρευνας.....	131
3.2	Η τοποθέτηση του θέματος.....	131
3.3	Milsana® - Ένα εγκεκριμένο φυτικό εκχύλισμα από το φυτό <i>Reynoutria sachalinensis</i> (F. Schmidt) Nakai.....	132
3.4	Σκοπός της εργασίας.....	134

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ – ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Υλικά και μέθοδοι.....		137
4.1	Υλικά και μέθοδος πειραματισμού.....	138
4.1.1	Γενετικό υλικό.....	138
4.1.2	Θερμοκήπιο.....	139
4.1.3	Οι απαιτούμενες χημικές ενώσεις και λιπάνσεις (πριν της μεταφύτευση).....	140
4.1.4	Το υπόστρωμα μεταφύτευσης.....	140
4.1.5	Τα υλικά και η διαδικασία μεταφύτευσης.....	141
4.1.6	Οι επεμβάσεις του πειράματος.....	141
4.1.6.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	142
4.1.6.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl & Milsana.....	144
4.1.6.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl & L-Proline.....	146
4.2	Η μέθοδος καλλιέργειας.....	150
4.2.1	Οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την καλλιεργητική περίοδο.....	150
4.2.1.1	Η θερμοκρασία.....	150
4.2.1.2	Η υγρασία εδάφους.....	152
4.2.1.3	Ο φωτισμός.....	153
4.2.2	Οι καλλιεργητικές φροντίδες.....	156
4.2.2.1	Το κλάδεμα (βλαστολόγημα).....	156
4.2.2.2	Το σύστημα υποστύλωσης.....	157
4.2.2.3	Ανθοφορία – Επικονίαση – Γονιμοποίηση.....	158
4.2.2.4	Η καρπόδεση και η συγκομιδή.....	160
4.2.3	Εμφάνιση των εχθρών και ασθενειών και η καταπολέμησή τους.....	160

4.2.3.1	Εμφάνιση των εχθρών.....	160
4.2.3.2	Εμφάνιση των ασθενειών.....	163
4.2.3.3	Καταπολέμηση των εχθρών.....	165
4.2.3.4	Καταπολέμηση των ασθενειών.....	167
4.2.3.5	Υλικά καταπολέμησης (ψεκασμών) των εχθρών και ασθενειών.....	168
4.2.4	Πρακτικά προβλήματα κατά την πειραματική καλλιέργεια.....	171
4.3	Η λήψη φωτογραφιών και ο φωτογραφικός πάγκος.....	172
4.4	Μέθοδοι και παράμετροι που μελετήθηκαν κατά πειραματική καλλιέργεια.....	175
4.4.1	Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	175
4.4.1.1	Ύψος κύριου στελέχους.....	175
4.4.1.2	Διάμετρος κύριου στελέχους.....	176
4.4.1.3	Αριθμός φύλλων.....	177
4.4.1.4	Διάμετρος λαιμού – Μήκος και διάμετρος ριζικού συστήματος.....	177
4.4.1.5	Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά.....	179
4.4.2	Ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	179
4.4.2.1	Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής).....	180
4.4.2.2	Συνολικός αριθμός καρπών.....	180
4.4.2.3	Βάρος καρπών.....	180
4.4.2.4	Διάμετρος καρπών.....	180
4.4.2.5	Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών.....	180
4.4.2.6	Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών.....	182
4.4.2.7	Υφή – Σκληρότητα καρπών.....	184
4.4.2.8	Ολικά διαλυτά στερεά καρπών.....	185
4.4.2.8.1	Προσδιορισμός σακχάρων καρπών (σε °Brix, %)......	186
4.4.2.8.2	Προσδιορισμός αλάτων καρπών (σε ‰)......	189

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποτελέσματα.....	191	
5.1	Επεξήγηση επεμβάσεων και παραμέτρων μελέτης.....	192
5.1.1	Επεξήγηση επεμβάσεων.....	192
5.1.2	Επεξήγηση παραμέτρων.....	194
5.2	Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	196
5.2.1	Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους.....	196
5.2.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	197
5.2.1.1.1	Ύψος κύριου στελέχους.....	197
5.2.1.1.2	Διάμετρος κύριου στελέχους.....	199
5.2.1.1.3	Αριθμός φύλλων.....	202
5.2.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	208
5.2.1.2.1	Ύψος κύριου στελέχους.....	208
5.2.1.2.2	Διάμετρος κύριου στελέχους.....	212
5.2.1.2.3	Αριθμός φύλλων.....	216
5.2.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	225
5.2.1.3.1	Ύψος κύριου στελέχους.....	225
5.2.1.3.2	Διάμετρος κύριου στελέχους.....	227
5.2.1.3.3	Αριθμός φύλλων.....	229
5.2.2	Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπόγειου μέρους.....	232
5.2.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	232

5.2.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	240
5.2.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	247
5.2.3	Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά.....	251
5.2.3.1	Καρούλιασμα, χλώρωση, πάχυνση και νέκρωση φύλλων.....	251
5.2.3.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	255
5.2.3.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	259
5.2.3.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	261
5.2.3.2	Επικτήτες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού).....	263
5.2.3.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	264
5.2.3.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	266
5.2.3.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	267
5.3	Ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	269
5.3.1	Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής).....	270
5.3.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	270
5.3.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	275
5.3.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	279
5.3.2	Συνολικός αριθμός και βάρος καρπών.....	280
5.3.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	280
5.3.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	284
5.3.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	286
5.3.3	Διάμετρος καρπών.....	288
5.3.3.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	288
5.3.3.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	291
5.3.3.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	295
5.3.4	Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών.....	301
5.3.4.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	301
5.3.4.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	302
5.3.4.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	303
5.3.5	Υφή – Σκληρότητα καρπών.....	304
5.3.5.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	304
5.3.5.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	305
5.3.5.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	306
5.3.6	Ολικά διαλυτά στερεά καρπών.....	307
5.3.6.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	307
5.3.6.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	309
5.3.6.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	311
5.3.7	Ελαττώματα – Φυσιολογίες ασθένειες καρπών.....	313
5.3.7.1	Ξηρή σήψη κορυφής καρπών (Blossom end rot).....	313
5.3.7.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	314
5.3.7.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	317
5.3.7.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	319
5.3.7.2	Σκίσμο καρπών (Cracking).....	321
5.3.7.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	322
5.3.7.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	323
5.3.7.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	325
5.3.7.3	Παραμόρφωση καρπών (Catfacing).....	326
5.3.7.3.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	326

5.3.7.3.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	328
5.3.7.3.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	329

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα και συζήτηση.....	330
6.1	Συμπεράσματα και συζήτηση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	331
6.1.1	Συμπεράσματα και συζήτηση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους.....	331
6.1.1.1	Ύψος κύριου στελέχους.....	331
6.1.1.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	331
6.1.1.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	331
6.1.1.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	331
6.1.1.2	Διάμετρος κύριου στελέχους.....	332
6.1.1.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	332
6.1.1.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	332
6.1.1.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	333
6.1.1.3	Αριθμός φύλλων.....	333
6.1.1.3.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	333
6.1.1.3.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	333
6.1.1.3.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	334
6.1.2	Συμπεράσματα και συζήτηση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά υπόγειου μέρους.....	334
6.1.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	334
6.1.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	335
6.1.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	335
6.1.3	Συμπεράσματα και συζήτηση στα συμπτώματα αλατότητα και ανατομικά χαρακτηριστικά.....	336
6.1.3.1	Καρουύλιασμα, χλώρωση, πάχυνση και νέκρωση φύλλων.....	336
6.1.3.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	336
6.1.3.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	336
6.1.3.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	336
6.1.3.2	Επικτήτες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού).....	337
6.1.3.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	337
6.1.3.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	337
6.1.3.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	337
6.1.4	Ανακεφαλαίωση συμπερασμάτων στα μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	338
6.2	Συμπεράσματα και συζήτηση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	339
6.2.1	Συνολικός αριθμός και βάρος καρπών.....	339
6.2.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	339
6.2.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	339
6.2.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	339
6.2.2	Διάμετρος καρπών.....	340
6.2.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	340
6.2.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	340
6.2.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	341
6.2.3	Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών.....	341
6.2.3.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	341
6.2.3.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	341
6.2.3.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	342
6.2.4	Υφή – Σκληρότητα καρπών.....	342

6.2.4.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	342
6.2.4.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	343
6.2.4.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	343
6.2.5	Ολικά διαλυτά στερεά καρπών.....	344
6.2.5.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	344
6.2.5.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	344
6.2.5.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	345
6.2.6	Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών.....	346
6.2.6.1	Ξηρή σήψη κρυφής καρπών (Blossom end rot).....	346
6.2.6.1.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	346
6.2.6.1.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	347
6.2.6.1.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	347
6.2.6.2	Σκίσιμο καρπών (Cracking).....	347
6.2.6.2.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	347
6.2.6.2.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	348
6.2.6.2.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	348
6.2.6.3	Παραμόρφωση καρπών (Catfacing).....	348
6.2.6.3.1	Επέμβαση 1 ^η : NaCl.....	348
6.2.6.3.2	Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana.....	348
6.2.6.3.3	Επέμβαση 3 ^η : NaCl + L-Proline.....	349
6.2.7	Ανακεφαλαίωση συμπερασμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	349
	Ευχαριστίες.....	351
	Βιβλιογραφία.....	352

Περίληψη

Το ενδιαφέρον για τη μελέτη της αντοχής των φυτών στις συνθήκες αλατότητας είναι τεράστιας οικονομικής σημασίας και αυξάνεται συνεχώς, καθώς νέα προβλήματα που σχετίζονται με την αλατότητα προκύπτουν ολοένα στη σύγχρονη Γεωργία, ιδιαίτερα στις παραμεσόγειες χώρες της Ευρώπης με ξηρό ή ημίξηρο κλίμα. Τα προβλήματα της αυξημένης αλατότητας, καθώς και η μείωση της παραγωγής και της ανάπτυξης των καλλιεργουμένων εκτάσεων στην Ευρώπη αναμένεται να γίνουν ακόμα σοβαρότερα στο μέλλον, ειδικότερα για την Ελλάδα που βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, μελετήθηκαν τα αποτελέσματα της υψηλής αλατότητας, που προκαλείται από το χλωριούχο νάτριο (Sodium chloride, NaCl), σε εμπορεύσιμα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), επειδή η χρησιμοποίηση νερού άρδευσης με υψηλή συγκέντρωση NaCl αποτελεί συχνό πρόβλημα στις εμπορικές θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του υπέργειου και του υπόγειου μέρους (όπως ύψος και διάμετρος του κύριου στελέχους, αριθμός φύλλων, καθώς και μήκος και διάμετρος του ριζικού συστήματος), στην παραγωγικότητα των φυτών (αθροιστική παραγωγή και εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών, συνολικός αριθμός, μέσο βάρος και διάμετρος των νωπών καρπών) και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (δύναμη αποκοπής ποδίσκου, υφή και σκληρότητα, ολικά διαλυτά στερεά, καθώς και διάφορα ελαττώματα και φυσιολογικές ασθένειες καρπών).

Επίσης, μελετήθηκαν οι διάφορες βιολογικές (κατά κύριο λόγο) μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα φυτά τομάτας, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αρνητική αυτή επίδραση, όταν τα φυτά εκτίθενται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Στις βιολογικές μεθόδους χρησιμοποιήθηκε το εγκεκριμένο εμπορικό σκεύασμα Milsana[®], το οποίο είναι ένα φυτικό εκχύλισμα από το φυτό *Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai. Το σκεύασμα αυτό έχει αποδειχτεί ότι περιέχει πολλές φαινολικές ενώσεις και προσφέρει μια «άμυνα» στο φυτό εναντίον των αβιοτικών και κυρίως βιοτικών καταπονήσεων. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το αμινοξύ προλίνη (L-Proline), το οποίο είναι ένα α-αμινοξύ και έχει αποδειχτεί ότι λειτουργεί ως ωσμολύτης όταν εφαρμόζεται εξωγενώς στα φυτά τομάτας, προστατεύοντας έτσι το φυτό από τις αβιοτικές καταπονήσεις (όπως της ωσμωτικής και υδατικής καταπόνησης).

Για το σκοπό αυτό, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, χρησιμοποιήθηκαν τα πιο εμπορεύσιμα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας του ελληνικού εμπορίου, στα οποία εφαρμόστηκαν οι τρεις παρακάτω πειραματικές επεμβάσεις:

➤ Επέμβαση 1^η: NaCl

Στην επέμβαση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, καθώς και τις ποικιλίες Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη. Στα υβρίδια και στις ποικιλίες αυτές εφαρμόστηκαν από εδάφους (ανά διάστημα 4^{ων} ημερών) διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl και 200 mM NaCl), όπου το Control αντιπροσωπεύει το απιονισμένο νερό.

➤ **Επέμβαση 2^η: NaCl & Milsana**

Στην επέμβαση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1. Στα υβρίδια αυτά εφαρμόστηκαν από εδάφους (ανά διάστημα 4^{ων} ημερών) διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl, ενώ παράλληλα εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός (ανά διάστημα 7 ημέρες) με το φυτικό εκχύλισμα Milsana (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana), όπου το Control αντιπροσωπεύει το απιονισμένο νερό.

➤ **Επέμβαση 3^η: NaCl & L-Proline**

Στην επέμβαση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1. Στα υβρίδια αυτά εφαρμόστηκαν από εδάφους (ανά διάστημα 4^{ων} ημερών) διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl, ενώ παράλληλα εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός και άρδευση (ανά διάστημα 7 ημέρες) με το α-αμινοξύ L-Proline (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline), όπου το Control αντιπροσωπεύει το απιονισμένο νερό.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η υψηλή συγκέντρωση NaCl επέδρασε αρνητικά στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του υπέργειου και του υπόγειου μέρους (όπως ύψος και διάμετρος του κύριου στελέχους, αριθμός φύλλων, καθώς και μήκος και διάμετρος του ριζικού συστήματος). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί σε μεγάλο βαθμό η ανάπτυξη των υβριδίων και των ποικιλιών τομάτας. Επίσης, η υψηλή συγκέντρωση NaCl επέδρασε αρνητικά στην παραγωγικότητα των φυτών, μειώνοντας έτσι το συνολικό αριθμό, το βάρος και τη διάμετρο των καρπών, καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, μειώνοντας τη δύναμη αποκοπής του ποδίσκου, την υφή-σκληρότητα της σάρκας και τη συγκέντρωση των σακχάρων (%). Αντίθετα, αύξησε τη συγκέντρωση των αλάτων (%) στους καρπούς και τον αριθμό των καρπών που εμφάνισαν διάφορες φυσιολογικές ασθένειες, όπως για παράδειγμα Ξηρή σήψη κορυφής.

Η θετική επίδραση του φυτικού εκχυλίσματος Milsana και του αμινοξέος L-Proline, σε υβρίδια τομάτας, που ταυτοχρόνως εκτέθηκαν σε υψηλή συγκέντρωση NaCl ήταν αρκετά σημαντική και είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή, σε αρκετά μεγάλο βαθμό, της μείωσης των μορφολογικών χαρακτηριστικών του υπέργειου και του υπόγειου μέρους του φυτού (όπως ύψος και διάμετρος του κύριου στελέχους, αριθμός φύλλων, καθώς και μήκος και διάμετρος του ριζικού συστήματος). Επίσης, η παράλληλη έκθεση των φυτών τομάτας σε αλατότητα και Milsana ή σε αλατότητα και προλίνη, είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή σε αρκετά μεγάλο βαθμό των συμπτωμάτων αλατότητας (όπως καρούλιασμα, χλώρωση και νέκρωση φύλλων, την δημιουργία επίκτητων και εναέριων ριζών στα στελέχη, πάχυνση φύλλων). Επιπλέον, η παράλληλη έκθεση είχε θετική επίδραση στην παραγωγικότητα των φυτών, αυξάνοντας το συνολικό αριθμό, το βάρος και τη διάμετρο των καρπών, καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, βελτιώνοντας την υφή-σκληρότητα σάρκας και τις συγκεντρώσεις των ολικών διαλυτών στερεών (δηλ. αυξάνοντας το ποσοστό των σακχάρων και μειώνοντας το ποσοστό των αλάτων). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η εφαρμογή Milsana ή προλίνης, είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή σε αρκετά

μεγάλο διάφορων ελαττωμάτων και φυσιολογικών ασθενειών των καρπών (όπως της Ξηρής σήψης κορυφής, του σκισίματος και της παραμόρφωσης καρπών) σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες μέτριας προς υψηλής αλατότητας.

Οι παραπάνω ουσίες επέδρασαν ιδιαίτερα θετικά όταν εφαρμόστηκαν στις συγκεντρώσεις των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana), καθώς και στις συγκεντρώσεις των 1 mM και 5 mM L-Proline (δηλ. στις επεμβάσεις 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline και 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξεταστεί εάν η χρήση βιολογικών επεμβάσεων, όπως το Milsana ή η προλίνη, ενισχύουν ή μειώνουν τις αρνητικές επιδράσεις του χλωριούχου νατρίου σε διάφορες εμπορικές ποικιλίες και υβρίδια ντομάτας που διαφέρουν σημαντικά στην αντοχή σε αλατότητα. Συμπεραίνεται ότι η Milsana και η προλίνη είναι και οι δύο αξιόπιστοι ανακουφιστές της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης άλατος που προκαλείται στα μελετώμενα εμπορικά υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, επιτρέποντάς μας έτσι να καθορίσουμε όρια καταπόνησης αλατότητας για την απόδοση των καρπών τομάτας, καθώς και για την ποιότητα, διατηρησιμότητα και εμπορευσιμότητα του τελικού προϊόντος.

Summary

The interest in studying the resistance of plants to salinity is of enormous economic importance and is constantly increasing, as new problems associated with salinity are increasingly emerging in modern agriculture, particularly in the Mediterranean countries having a dry or semi-dry climate. The problems of increased salinity as well as the subsequent reduction in production and growth of cultivated land in Europe are expected to become even more serious in the future, especially for Greece as it is located in Europe's southern end.

In the present study, the effects of high salinity, caused by Sodium chloride (NaCl), on marketable hybrids and tomato varieties (*Lycopersicon esculentum* Mill.) were studied, because the use of irrigation water with a high concentration of NaCl is frequently a problem in commercial greenhouse and open-air crops. More specifically, the salinity effect was studied on the morphological characteristics of the hypergeous and the hypogeous plant parts (such as height and diameter of the main stem, number of leaves as well as the length and diameter of the root system), on plant productivity (cumulative production and appearance of inflorescences and fruits, total number, average weight and diameter of the fresh fruits) and on the fruit quality characteristics (stalk cutting force, texture / hardness, total soluble solids, as well as various defects and normal diseases).

Furthermore, among others, several biological methods have been studied in tomato plants in order to minimize the negative effects of salinity. The approved Milsana[®] commercial formulation, a plant extract from *Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai, has been used, as it has been shown to contain many phenolic compounds and is effective for plant defense against abiotic and biotic stresses. Finally, the amino acid proline (L-Proline), which is an α -amino acid, has been shown to function as an osmolyte, when applied exogenously to tomato plants, thus "protecting" plants from abiotic stress factors, mainly from osmotic / water stress.

In this purpose, the most marketable tomato hybrids and varieties were used, to which three experimental procedures were applied:

➤ Treatment 1: NaCl

In this treatment, the hybrids Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 and Rastony F1, as well as the varieties Athina, Pakmor, Pomodoro and locally red were used. In hybrids and varieties, different concentrations of NaCl (i.e., Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl and 200 mM NaCl) were soil applied in a 4-day interval, where Control represents the deionized water.

➤ Treatment 2nd: NaCl & Milsana

In this treatment, the Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 and Formula F1 hybrids were used. In these hybrids, various concentrations of NaCl were soil applied in a 4-day interval and various concentrations of Milsana plant extract were foliar sprayed in a 7-day interval (i.e., Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0.5% v / v Milsana, 70 mM NaCl + 1.0% v / v Milsana, 70 mM NaCl + 2.0% v / v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0.5% v / v Milsana, 140 mM NaCl + 1.0% v / v Milsana, 140 mM NaCl + 2.0% v / v Milsana).

➤ Treatment 3rd: NaCl & L-Proline

In this treatment, the hybrids Ebia F1, Elpida F1 and Faidra F1 were used. In these hybrids, various concentrations of NaCl were soil applied in a 4-day interval and various concentrations of

L-Proline α -amino acid were foliar sprayed in a 7-day interval (i.e., Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

The results of the experiment showed that the high concentration of NaCl negatively affected the morphological characteristics of the hypergeous and the hypogeous plant parts (such as height and diameter of the main stem, number of leaves, and length and diameter of the root system). This has resulted in a significant reduction in the growth of hybrids and tomato varieties. Also, the high concentration of NaCl has adversely affected plant productivity, reducing the total number, weight and diameter of the fruit, as well as the quality characteristics of the fruit, by reducing the stinging power of the stalk, the texture / hardness of the flesh and the concentration of sugars (%). Instead, it increased the concentration of salts (‰) in the fruits and the number of fruits that exhibited various physiological diseases, such as, for example, Blossom-End rot.

The positive effect of the Milsana plant extract and the L-Proline amino acid on tomato hybrids that were simultaneously exposed to a high NaCl concentration was quite significant and resulted in a significant reduction in the morphological characteristics of the aboveground and the underground parts of the plant (such as height / diameter of the main stem, number of leaves, and length / diameter of the root system). Also, the parallel exposure of tomato plants to both salinity and Milsana or to both salinity and proline resulted in a significant avoidance of salinity symptoms (such as reeling, leaf chlorosis / necrosis, generation of adventitious hypergeous roots, leaf thickening). In addition, this parallel exposure had a positive effect on plant productivity, increasing the total number, weight and diameter of the fruit, as well as the quality characteristics of the fruit, improving the textural / hardness of the flesh and the concentrations of total soluble solids (i.e. increasing the percentage of sugars and reducing the percentage of salts). Finally, it is worth mentioning that the application of Milsana or Proline resulted in a significant avoidance of various defects and normal diseases of the fruits (such as blossom-end rot, tear and deformation) in almost all tomato hybrids when exposed in conditions of moderate to high salinity.

The most important positive effects on tomato plants against salinity were detected when Milsana 1.0% and 2.0% v / v concentrations (i.e., 70 mM NaCl + 1.0% v / v Milsana, 70 mM NaCl + 2.0% Milsana, 140 mM NaCl + 1.0% v / v, Milsana, 140 mM NaCl + 2.0% v / v Milsana), as well as 1 mM and 5 mM L-Proline concentrations (i.e. 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline and 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) were applied.

The objective of this study was to examine whether the use of biological treatments, such as Milsana or proline enhance or reduce the NaCl negative effects in several commercial tomato cultivars and hybrids highly differing in salt tolerance. It was concluded that Milsana and proline are both reliable alleviators of the environmental burden of salt imposed on commercial tomato hybrids and varieties, thus allowing us to establish salinity stress thresholds for tomato fruit yield, as well as for the subsequent quality, sustainability and marketability of the final product.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
Εισαγωγή στην Τομάτα

1.1 Γενικά

Η τομάτα είναι κανονικά ένα φρούτο, αλλά λόγω του τρόπου που χρησιμοποιείται συγκαταλέγεται στα λαχανικά, όπως αντίστοιχα συμβαίνει και με το κολοκύθι, το αγγούρι, τη μελιτζάνα και την πιπεριά. Μάλιστα μεταξύ των λαχανικών, η τομάτα καταναλώνεται σήμερα σε τέτοιες ποσότητες που στις περισσότερες χώρες έρχεται σε δεύτερη θέση λαχανικών προς κατανάλωση, με τον μόνο ανταγωνιστή την πατάτα, ενώ υπάρχουν χώρες όπου η τομάτα κατέχει την πρώτη θέση σε κατανάλωση.

Στις μέρες μας η τομάτα καλλιεργείται κατά την διάρκεια όλου του χρόνου, στο ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο, σχεδόν σε κάθε χώρα του πλανήτη μας και καταναλώνεται όλο τον χρόνο. Το φυτό της τομάτας καλλιεργείται για τον καρπό του, ο οποίος μπορεί να καταναλωθεί ώριμος, νωπός ή αποξηραμένος ή σε άλμη, ακέραιος (αποφλοιωμένος ή μη) ή σε πολτό (ποικίλου βαθμού συμπίκνωσης). Οι σπουδαιότεροι λόγοι που καθιστούν το λαχανικό αυτό ιδιαίτερα δημοφιλές, είναι ότι εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με βιταμίνες και έχει ελκυστικό χρώμα και άρωμα (Ολυμπίου, 2001; Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών, 2002; 2007).

1.2 Συστηματική ταξινόμηση του φυτού τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.)



Πίνακας 1.1: Συστηματική ταξινόμηση του φυτού τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) (Πηγή: www.el.wikipedia.org).	
Βαθμίδα ταξινόμησης:	Συστηματική ταξινόμηση της τομάτας :
Kingdom (Βασίλειο):	Plantae (Φυτά)
Division (Συνομοταξία):	Magnoliophyta (Αγγειόσπερμα)
Class (Κλάση):	Magnoliopsida (Δικοτυλήδονα)
Subclass (Υπόκλαση):	Asteridae (Αστερίδες)
Order (Τάξη):	Solanales (Στρυχνώδη)
Family (Οικογένεια):	Solanaceae (Σολανίδες)
Genus (Γένος):	<i>Lycopersicon</i> (Λυκοπερσικόν) ή <i>Solanum</i> (Στρώχων)
Species (Είδος):	<i>Lycopersicon esculentum</i> ή <i>Solanum lycopersicum</i>

Εικόνα 1.1: Απεικόνιση του φυτού τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Η τομάτα (ή αλλιώς ντομάτα) έχει επιστημονική ονομασία *Lycopersicon esculentum* (ελλ. Λυκοπερσικόν το εδώδιμων), με συνώνυμη ονομασία *Solanum lycopersicum* (ελλ. Στρώχων το λυκοπερσικόν). Ανήκει στην οικογένεια Solanaceae (ελλ. Σολανίδες) και στην τάξη Solanales (ελλ. Στρυχνώδη). Η τομάτα είναι ένα από τα 8-10 πολύ συγγενικά είδη του γένους *Lycopersicon sp.*, το οποίο ξεχωρίζει από το πολύ συγγενικό γένος *Solanum sp.*, λόγω της διαφορετικότητας διάρρηξης των ανθών και απελευθέρωσης της γύρης. Η πλειονότητα των ειδών του γένους *Lycopersicon sp.* είναι ετήσιοι θάμνοι, βραχείας διάρκειας, και με βιολογικό κύκλο 5 ή και λιγότερους μήνες.

Όλα τα είδη του γένους *Lycopersicon sp.* είναι ενδογενή της ΝΑ Αμερικής. Η άγρια μορφή της καλλιεργούμενης τομάτας είναι η *Lycopersicon esculentum var. cerasiforme* και έχει βρεθεί επίσης και στο Μεξικό, στην Κεντρική Αμερική και σε άλλες περιοχές της Ν. Αμερικής. Αρχικά επικρατούσε η άποψη ότι η χώρα καταγωγής της τομάτας είναι το Περού, όμως με τις σημερινές πληροφορίες του Jenkins (1948), έγινε δεκτό ότι η καταγωγή της καλλιεργουμένης τομάτας είναι το Μεξικό και μάλιστα η περιοχή Vera Cruz-Puebla. Από την περιοχή αυτή μεταφέρθηκε τον 16^ο αιώνα στην Ευρώπη και στην συνέχεια διασκορπίστηκε σε αρκετές απομακρυσμένες χώρες της γης. Από την Ευρώπη στην Ελλάδα, η τομάτα εισάχθηκε αρχικά στην Αθήνα (περίπου το 1818), απ' όπου και εξαπλώθηκε σε όλη την χώρα. Σήμερα αποδεικτικό, ότι αμέσως πρόγονος της καλλιεργουμένης τομάτας είναι η *Lycopersicon esculentum var. cerasiforme* και κατά πάσα πιθανότητα ο άλλος πρόγονος της είναι η *Lycopersicon pimpinellifolium*, εάν και υπάρχει άποψη ότι είναι παραπροϊόν του παραπάνω είδους, πάρα μέλος της γενετικής σειράς. Όλα τα είδη του γένους *Lycopersicon sp.* έχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων (δηλ. $2n=24$ χρωμοσώματα), αλλά έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις αυτοπολυπλοειδίας (Ολυμπίου, 2001; Λυδάκη, 2014).



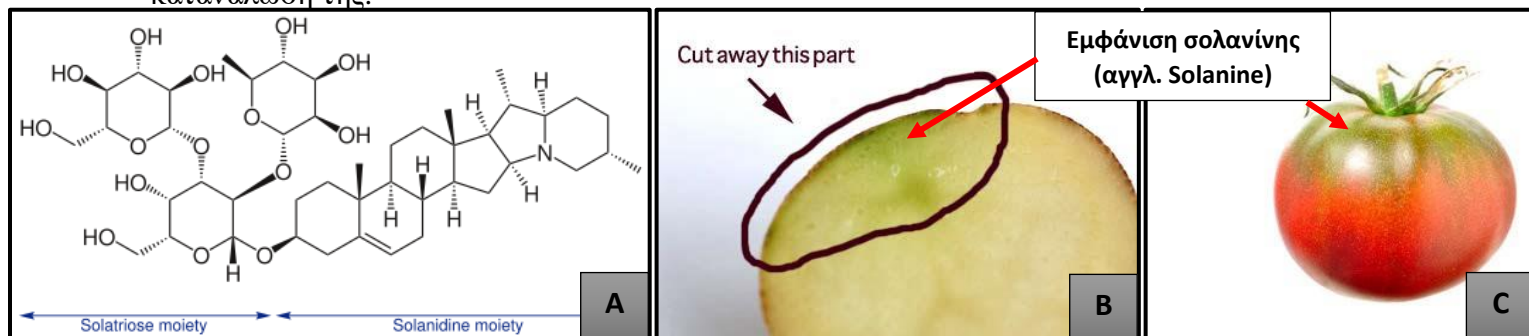
Εικόνα 1.2: Απεικόνιση της άγριας μορφής φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. *cerasiforme*) (A, B).

Η καλλιεργουμένη τομάτα (*Lycopersicon esculentum* Mill.) και οι στενοί συγγενείς της, είναι γενικά αυτογονιμοποιούμενα είδη. Σταυρογονιμοποιούνται μόνο στις περιοχές που αυτοφύονται και σε μερικές άλλες υποτροπικές περιοχές, αλλά στα άλλα μέρη αυτογονιμοποιούνται πλήρως. Τα υπόλοιπα είδη του γένους *Lycopersicon sp.* είναι αυτόστειρα, και επομένως σταυρογονιμοποιούνται πλήρως με διάφορα είδη επικονιαστών. Η τομάτα μπορεί να διασταυρωθεί με μικρή ή μεγάλη δυσκολία, με όλα τα άλλα είδη του γένους, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν τα υβρίδια. Η διαδικασία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση τα τελευταία 50 χρόνια, με αποτέλεσμα αρκετά επιθυμητά χαρακτηριστικά (γόνοι), να έχουν μεταφερθεί και ενσωματωθεί στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια (Ολυμπίου, 2001).

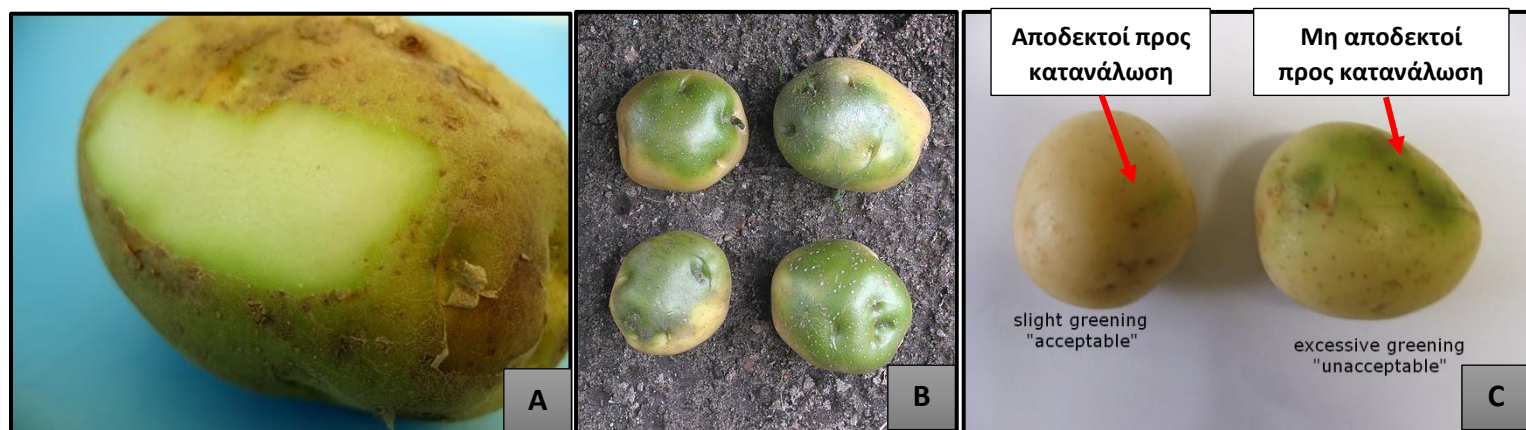
➤ **Λόγοι επιφυλακτικότητας προς κατανάλωση καρπών τομάτας και άλλων λαχανικών οικ. Σολανωδών:**

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, το φυτό της τομάτας ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών (Solanaceae), όπου σχεδόν όλα τα μέλη της είναι γνωστό πως περιέχουν κυρίως στα

φύλλα τους αλκαλοειδές ουσίες, με επικρατέστερο αλκαλοειδές την σολανίνη (αγγλ. Solanine), εξού και η ονομασία της οικογένειας. Η σολανίνη, όπως και άλλες ενώσεις των αλκαλοειδών, είναι τοξική για τον άνθρωπο και τα ζώα. Το φυτό τομάτας περιέχει πράγματι στα φύλλα της σολανίνη, στον ίδιο περίπου βαθμό που περιέχουν και τα φύλλα του καπνού, τα φύλλα της πατάτας (οι πρασινισμένοι κόνδυλοι της πατάτας περιέχουν βέβαια πολύ περισσότερη σολανίνη και είναι πιο επικίνδυνη από αυτή της τομάτας) και άλλα φυτικά είδη της ίδιας οικογένειας. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις άγνωστες ιδιότητες των καρπών ενός «εξωτικού» είδους, όπως εθεωρείτο τα χρόνια εκείνα η τομάτα, αποτέλεσαν έναν λόγο της επιφυλακτικότητας για την κατανάλωσή της.



Εικόνα 1.3: Απεικόνιση της δομής μορίου σολανίνης (αγγλ. Solanine) (A). Η εμφάνιση των ιχνών σολανίνης σε εγκάρσια τομή κονδύλων πατάτας (*Solanum tuberosum* L.) (B) και τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (C).



Εικόνα 1.4: Απεικόνιση της εμφάνισης των ιχνών σολανίνης σε ανώριμους κονδύλους πατάτας (*Solanum tuberosum* L.). **A:** Μετά την αφαίρεση φλούδας (φλοιού) σε κόνδυλο πατάτας. **B:** Σε διαφορετικά στάδια ωρίμανσης και εξάπλωση σολανίνης, διαφορετικού μεγέθους κονδύλων πατάτας. **C:** Αποδεκτοί προς κατανάλωση και μη αποδεκτοί προς κατανάλωση κόνδυλοι πατάτας, με βάση την εξάπλωση της σολανίνης.

Το κυριότερο λόγω όμως αποτέλεσε η μεγάλη ομοιότητα της τομάτας με το φυτό άτροπος η ευθάλεια (*Atropus belladonna* L.) της ίδιας οικογένειας (Solanaceae), το όποιο είναι γνωστό από την αρχαιότητα για τις φαρμακευτικές και δηλητηριώδες ιδιότητες του. Το όνομα του φυτού αυτού δόθηκε από τον Θεόφραστο και παραπέμπει στη Μοίρα Άτροπο των Αρχαίων Ελλήνων, εκείνη που κόβει το νήμα της ζωής. Το φυτό, που οφείλει τις τοξικές ιδιότητές του στην αλκαλοειδή ουσία την «ατραπίνη», την οποία περιέχει σε όλα τα φυτικά του μέρη, ήταν γνωστό στους περισσότερους λαούς και συνδεδεμένο με ιστορίες κακών μαγισσών, με δηλητηριάσεις στρατευμάτων, περίεργες αντιδράσεις σε ανθρώπους, κλπ. Έτσι, η ομοιότητα του φυτού της τομάτας με την άτροπο στάθηκε εμπόδιο στην αξιοποίηση της για περίπου τρεις αιώνες.

Λόγο των ιστοριών αυτών, την τομάτα στην Γερμάνια την έλεγαν «ροδάκινο του λύκου», κάτι που κατέγραψε και ο Λινναίος, τον 18^ο αιώνα όταν έδωσε το επιστημονικό όνομα στην τομάτα (*Lycopersicon esculentum* = εδώδιμο ροδάκινο του λύκου) (Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών, 2002; 2007).

➤ **Δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών τομάτας:**

Οι διάφοροι τύποι τομάτας που ήρθαν κατά καιρούς στην Ευρώπη απετέλεσαν την βάση για τη δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών με άριστα χαρακτηριστικά και κατάλληλες για διάφορες χρήσεις. Προς την κατεύθυνση αυτή υπήρχε μεγάλο ενδιαφέρον και έγιναν εντατικές προσπάθειες το 19^ο αιώνα, αρχικά στην Ευρώπη και λίγο αργότερα και στην Β. Αμερική. Ουσιαστικά δημιουργήθηκαν ποικιλίες διαφόρων σχημάτων, μεγέθους και χρώματος καρπού που ικανοποίησαν όλες τις επιθυμίες. Αρκετές από τις ποικιλίες αυτές είχαν τέτοια επιτυχία που καλλιεργήθηκαν για πάνω από 100 χρόνια, αντίθετα ορισμένες καλλιεργούνται ακόμα και σήμερα. Είναι ποικιλίες που ξεχώρισαν ιδιαίτερα για τις γευστικές τους ιδιότητες, φυλάσσονται ως κόρες οφθαλμού από θιασώτες των παλιών καλών ποικιλιών και αναφέρονται διεθνώς ως τομάτες «κειμήλια» (αγγλ. heirloom tomatoes).



Εικόνα 1.5: Απεικόνιση διαφόρων ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), διεθνώς ονομαζόμενα ως «τομάτες κειμήλια» (αγγλ. heirloom tomatoes) (A, B).

Η διατήρηση και η μεγάλη επιτυχία αυτών των ποικιλιών διευκολύνθηκε από το σημαντικό χαρακτηριστικό που έχουν τα άνθη της τομάτας να είναι αυτογονιμοποιούμενα. Λόγου αυτού του γεγονότος, στην τομάτα αυξάνει η ομοζυγοτία από γενεά σε γενεά και η ποικιλία αποκτά μεγάλη σταθερότητα όσον αφορά τα χαρακτηριστικά της. Ο καλλιεργητής κρατάει σπόρο από τα φυτά του και τα νέα φυτά που θα προκύψουν θα είναι ακριβώς της ποικιλίας που καλλιεργήσε (Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών, 2002; 2007).

➤ **Εφαρμογή γενετικής βελτίωσης για δημιουργία υβριδίων:**

Η ύπαρξη ομοζυγोटών σειρών στην τομάτα διευκόλυνε επίσης πάρα πολύ την περεταίρω βελτίωση με υβριδισμό. Με την διασταύρωση δηλαδή καθαρών (ομοζυγोटών) σειρών, από τις παραπάνω καλλιεργούμενες ποικιλίες ή και από τις άγριες σειρές που υπήρχαν στην περιοχή

καταγωγής της τομάτας, παράχθηκαν από τις αρχές του 20ου αιώνα, υβρίδια που ήταν ανώτερα και από τους δυο αρχικούς γονείς που χρησιμοποιήθηκαν (δηλ. σαν $1 + 1 = 3$).

Έτσι, αρχικά παράχθηκαν υβρίδια που είχαν επιθυμητό μέγεθος και ομοιομορφία καρπού, πολύ μεγαλύτερη απόδοση, επιθυμητό τρόπο ανάπτυξης του φυτού, κλπ. Στο επόμενο βήμα επιχειρήθηκε στα υβρίδια να ενσωματωθούν και γονίδια ανθεκτικότητας σε διάφορες ασθένειες, πράγμα που συνεχίζεται με πολύ καλή επιτυχία μέχρι και τις σημερινές μας μέρες.

Τα πλεονεκτήματα των υβριδίων για την καλλιέργεια της τομάτας σε εμπορεύσιμη κλίμακα ήταν τόσο μεγάλη, που πολύ σύντομα επικράτησαν ολοκληρωτικά τα υβρίδια, με αποτέλεσμα να αντικαταστήσουν μερικώς τις ποικιλίες. Όμως, με την επικράτηση των υβριδίων δημιουργήθηκαν και μερικά προβλήματα. Έτσι, λόγω του ότι με τον υβριδισμό επιδιώχθηκε κυρίως η βελτίωση των καλλιεργητικών και εμπορικών χαρακτηριστικών της τομάτας, τα εξαιρετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά μπήκαν στην δεύτερη μοίρα και δεν είναι λίγοι εκείνοι που υποστηρίζουν ότι τα υβρίδια γενικά υστερούν στο άρωμα και στην γεύση των καρπών. Παράλληλα, οι καλλιεργητές έχασαν την δυνατότητα να κρατάνε τον σπόρο από την αναμενόμενη καλλιέργεια τους, έτσι ώστε να τον χρησιμοποιήσουν στην επόμενη καλλιεργητική χρονιά, με αποτέλεσμα έπρεπε κάθε χρόνο να προμηθεύονται νέο σπόρο, γιατί ο σπόρος από τις τομάτες υβριδίων δεν δίνει ποτέ τα ίδια φυτά και καρπούς, λόγω της ετεροζυγωτίας δεν υπάρχει σταθερότητα των χαρακτηριστικών (Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών, 2002; 2007).



Εικόνα 1.6: Απεικόνιση θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας (*Lycopersicum esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1, περιοχή Ιεράπετρα Κρήτης (A, B) (Πηγή: <http://www.spirou.gr/el>).

➤ **Δημιουργία βελτιωμένων υβριδίων τομάτας:**

Με την μέθοδο γενετικής βελτίωσης, όπως αναφέραμε και παραπάνω, είχε σαν αποτέλεσμα την διασταύρωση και επιλογή εκατοντάδων ποικίλων και υβριδίων, τα οποία είναι κατάλληλα για ποικίλες συνθήκες (δηλ. τροπικές, υποτροπικές, ψυχρές) και διάφορους σκοπούς (δηλ. νωπή κατανάλωση, μεταποίηση, για καλλιέργεια στην ύπαιθρο, στα θερμοκήπια, κλπ.). Λόγω μάλιστα του μεγάλου αριθμού ποικιλιών και υβριδίων που παράγονται σε σύντομο διάστημα, η αντικατάσταση ποικιλιών και υβριδίων με νέα, γίνεται με γρήγορο ρυθμό. Είναι γνωστό ότι η τομάτα είναι φυτό που εύκολα μπορεί να μεταχειριστεί κάνεις τα άνθη του για διασταυρώσεις και παραγωγή υβριδίων. Επίσης, για παραγωγή υβριδίων χρησιμοποιούνται σήμερα αρενόστειρες σειρές.

Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που επιτεύχθηκαν εφαρμόζοντας την γενετική βελτίωση στην τομάτα, αναφέρονται παρακάτω:

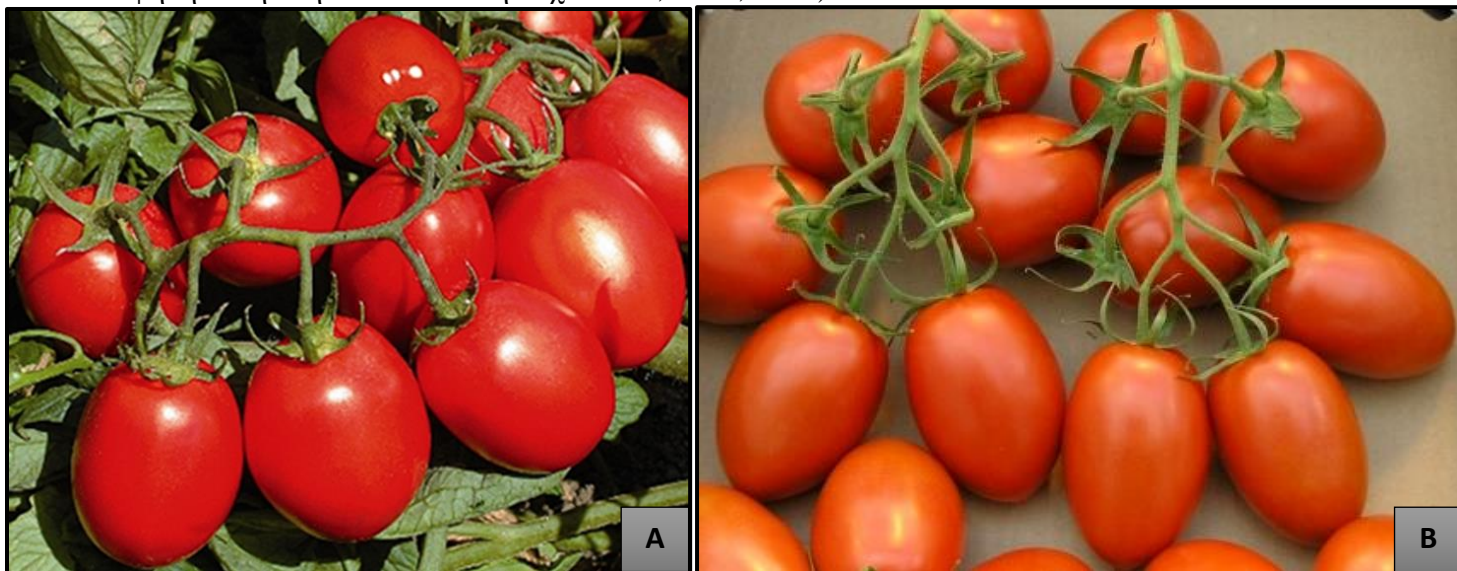
- a) Η αύξηση της παραγωγής, λόγο της αύξησης:
 - a. Του μεγέθους του καρπού.
 - b. Του αριθμού των καρπών ανά φυτό.
- b) Η βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού, πιο συγκεκριμένα:
 - a. Του σχήματος.
 - b. Του χρώματος.
 - c. Του αρώματος.
 - d. Της υφής.
- c) Η ομοιομορφία σε όλα τα χαρακτηριστικά του καρπού.
- d) Η βελτίωση του φυτού για την διευκόλυνση των καλλιεργητικών περιποιήσεων και της συγκομιδής τους.
- e) Σημαντικό γεγονός αποτελεί και η ανακάλυψη των γενετικών αλλαγών που έγιναν στα φυτά τομάτας, όπως:
 - a. Η ελεγχόμενη ανάπτυξη (αγγλ. determinate) των φυτών.
 - b. Η αντοχή του καρπού στις μεταχείρισης αποθήκευσης.
 - c. Η πρωιμότητα της παραγωγής.
 - d. Η δυνατότητα καρπόδεσης στις αντίξοες συνθήκες.
 - e. Η αντοχή στους εχθρούς και ασθένειες,
 - f. Η δημιουργία υβριδίων των οποίων οι καρποί έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής μετά την συγκομιδή (αγγλ. long life ή semi long life).

Η καλλιέργεια των υβριδίων αυτών στο θερμοκήπιο έχει επεκταθεί σημαντικά σε πολλές χώρες του Μεσογείου, γιατί διευκολύνει σημαντικά η μεταφορά των καρπών χωρίς προβλήματα σε αγορές που βρίσκονται σε μακρινές αποστάσεις. Η μεγάλη διάρκεια ζωής έχει εξασφαλιστεί με την ενσωμάτωση στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβριδίων γόνων ανωριμότητας (non ripening genes).

Με την γενετική βελτίωση έχουν επιτευχθεί και σημαντικές αλλαγές στην μορφολογία του άνθους. Έτσι επιλεχτήκαν άνθη που από μακρόστυλα έγιναν κοντόστυλα, τα οποία εξυπηρετούν την αυτογονιμοποίηση και ευνοούν την καρπόδεση στα θερμοκήπια, όπου ως γνωστό απουσιάζει ο αέρας και τα έντομα (Ολυμπίου, 2001).

➤ **Βιομηχανική τομάτα:**

Από το 1920 περίπου, στις αναπτυγμένες χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής, αρχίζει η βιομηχανική επεξεργασία και η κονσερβοποίηση της τομάτας, η οποία στα επόμενα χρόνια θα δώσει νέα μεγάλη ώθηση στην επέκταση της καλλιεργούμενης τομάτας. Δημιουργούνται νέες ποικιλίες και υβρίδια κατάλληλα για τη βιομηχανία, πολλά και διαφορά προϊόντα βιομηχανικής επεξεργασίας και η τομάτα βρίσκει συνεχώς νέες χρήσεις (Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών, 2002; 2007).



Εικόνα 1.7: Απεικόνιση δυο τύπων βιομηχανικής τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **A:** Υβρίδιο βιομηχανικής τομάτας Heinz 2206 F1. **B:** Ποικιλία βιομηχανικής τομάτας Roma.

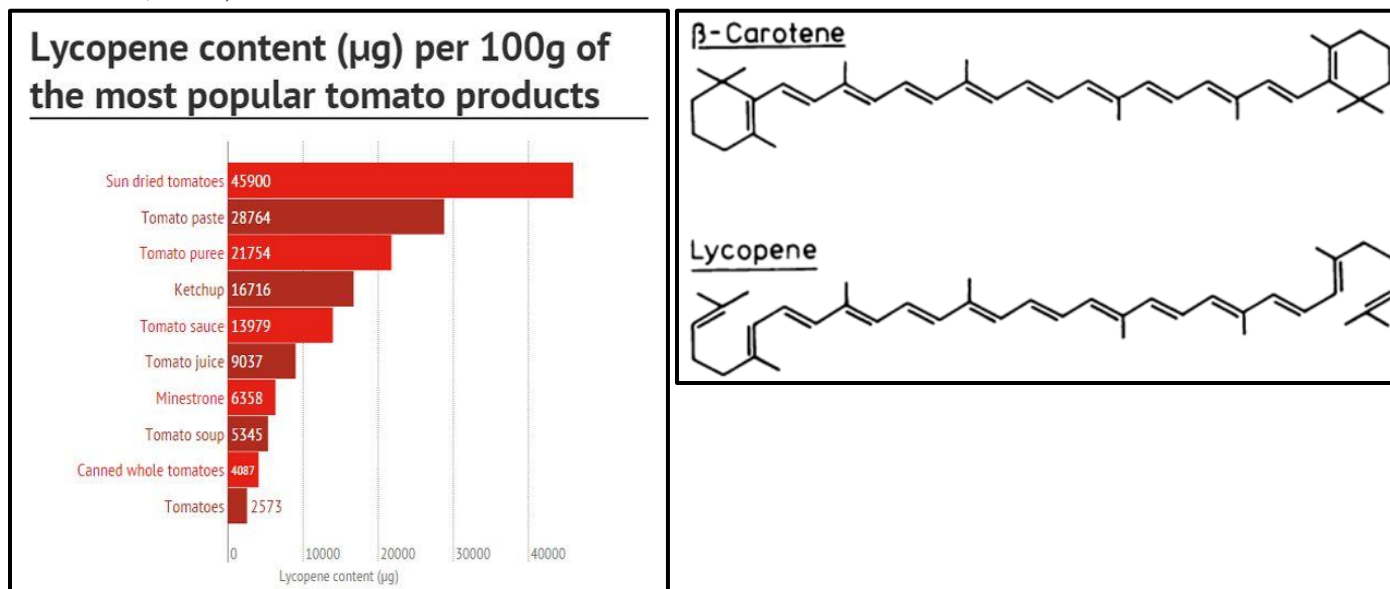
➤ **Αναγνώριση της διατροφικής αξίας τομάτας:**

Έχει αναφερθεί η μεγάλη διατροφική αξία της τομάτας, καθώς αποδεικνύεται ότι αποτελεί για τον άνθρωπο μια από τις κυρίες πηγές κάλυψης των αναγκών του σε βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία. Σήμερα θεωρείται ότι με τον τρόπο που καταναλώνεται στις δυτικές χώρες αποτελεί το πιο σημαντικό λαχανικό από την άποψη αυτή.

Το ενδιαφέρον για την τομάτα αυξάνει ακόμα περισσότερο τα τελευταία χρόνια χάρη στο λυκοπένιο που περιέχει σε μεγάλη ποσότητα. Το λυκοπένιο (αγγλ. Lycopene) είναι μια καροτενοειδής χρωστική ουσία που υπάρχει άφθονη τον καρπό της τομάτας, ο οποίος οφείλει ακριβώς σε αυτήν την χρωστική το κόκκινο του χρώμα. Όμως, εκτός από την χρωστική του ιδιότητα, το λυκοπένιο θεωρείται και ως μια ισχυρή αντιοξειδωτική ουσία, η οποία με την ιδιότητα της αυτή εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (αγγλ. Reactive oxygen species, συντ. ROS) που συσσωρεύονται στους ιστούς του φυτικού οργανισμού και μπορεί να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες βλάβες στα ενδοκυτταρικά συστήματα.

Όπως και στους φυτικούς οργανισμούς, έτσι και στους ζωικούς, το λυκοπένιο έχει την δράση της αντιοξειδωτικής ουσίας. Πολλά πρόσφατα πειράματα που έχουν γίνει στο επίπεδο της ιατρικής επιστήμης, έχουν αποδείξει ότι οι άνθρωποι που καταναλώνουν αυξημένες ποσότητες καρπών τομάτας και των προϊόντων που προέρχονται από αυτή, έχουν σημαντικά μικρότερο κίνδυνο για καρδιοπάθειες και ορισμένες μορφές καρκίνου. Σύμφωνα με εκτιμήσεις των ειδικών, το 85% περίπου του λυκοπενίου που προσλαμβάνει ο άνθρωπος με το σύγχρονο διαιτολόγιο προέρχεται

αποκλειστικά από την τομάτα, η οποία είναι από τα ελάχιστα φρούτα και λαχανικά που περιέχουν άφθονο λυκοπένιο, για παράδειγμα ένας άλλος καρπός είναι αυτός της καρπουζιάς (*Citrullus lanatus* Thunb.) (Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών, 2002; 2007).



Σχήμα 1.1: Σχηματική απεικόνιση του διαγράμματος περιεκτικότητας σε λυκοπένιο (αγγλ. Lycopene) της τομάτας και των διαφόρων προϊόντων που προκύπτουν από αυτήν (σε µg λυκοπενίου ανά 100 gr προϊόντος) (A). Η δομή μορίου της β-καροτίνης (αγγλ. β-carotenoid) και του λυκοπενίου (αγγλ. Lycopene) (B).

➤ Οι χρήσεις του φυτού και καρπού τομάτας:

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, στις αρχές του 16^{ου} αιώνα στο Μεξικό, τόπο καταγωγής της τομάτας, ο Bernardino de Sahagun κατέγραψε διάφορα είδη tomatl που χρησιμοποιούνταν από του Αζτέκους για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες, ενώ δυο από αυτά καταναλώνονταν επίσης και ως τροφή: η coztomatl και η xaltomatl (*Saracha jaltomata*). Προς τα τέλη του 16^{ου} αιώνα, στην Λατινική Αμερική, στην μετά Κολόμβο εποχή, οι ντομάτες χρησιμοποιούνταν πλέον για την παρασκευή νόστιμης σάλτσας, σύμφωνα με τη μαρτυρία του Jose de Acosta.

Στην Ευρώπη η κατανάλωση της τομάτας ως τροφής πρωτοαναφέρεται το 1544 από τον Mattioli, που πληροφορεί ότι μαγειρεύεται και καταναλώνεται όπως οι μελιτζάνες και ταμανιτάρια. Όμως, εάν στην Ιταλία και Ισπανία η τομάτα καταναλώνεται ευρέως ως τροφή ήδη επί δυο αιώνες (όπως π.χ. στην παρασκευή των σαλτσών), σε άλλες χώρες της Ευρώπης οι κάτοικοι τον 17^ο αιώνα χρησιμοποιούσαν την τομάτα αποκλειστικά ως καλλωπιστικό ή φαρμακευτικό φυτό, λόγω της ομοιότητας με το μανδραγόρα.

Τις φαρμακευτικές ιδιότητες του φυτού αναφέρονται σε γραπτές πηγές από το 17^ο και αρχές του 18^ο αιώνα. Διάφορα σκευάσματα δημιουργήθηκαν με σκοπό την ίαση ασθενειών, όπως ο καρπός τομάτας θεωρήθηκε κατάλληλος για την θεραπεία οφθαλμικών φλεγμονών και της δερματικής ασθένειας ερυσίπελας. Ενώ, ο ολόκληρος καρπός τομάτας (βρασμένος ή εμποτισμένος σε λαδί) ανακουφίζει από τα συμπτώματα του κνησμού και της ψώρας. Το αιθέριο έλαιο της τομάτας που παρασκευαζόταν από χημική επεξεργασία φύλλων και ανθέων, με την ονομασία «Chemical oil», θεωρείται κατάλληλος για την θεραπεία εγκαυμάτων, αλλά έχει και χαλαρωτική δράση, με επάλειψη του στους κροτάφους (Λυδάκη, 2014).

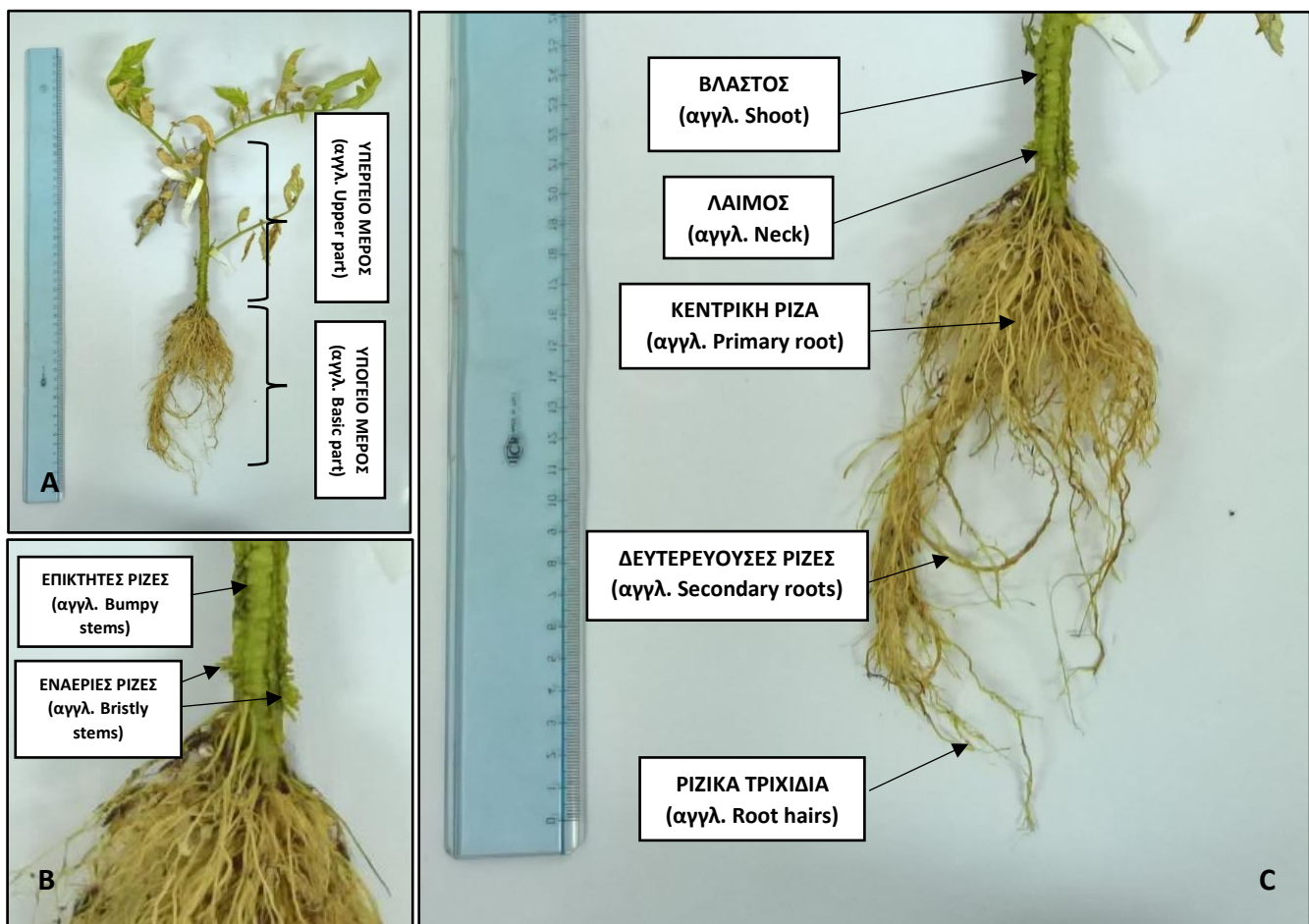
1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά της τομάτας

1.3.1 Το φυτό της τομάτας

Η τομάτα είναι ένα φυτό ποώδες και κατά κύριο λόγο ετήσιο, εάν και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι διετές και σπανιότερα πολυετές (Ολυμπίου, 2001).

1.3.2 Το ριζικό σύστημα της τομάτας

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει μια ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες ρίζες και από αυτά τα ριζικά τριχίδια, όταν ο σπόρος σπέρνεται απευθείας στην μόνιμη θέση στο έδαφος. Επειδή όμως η τομάτα κατά κανόνα τουλάχιστον, στην καλλιέργεια στο θερμοκήπιο η τομάτα μεταφυτεύεται μια ή περισσότερες φορές, η κεντρική ρίζα κόβεται, καταστρέφεται και το φυτό αρχίζει να παράγει με πολύ ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες, ακόμα και από τον λαιμό του φυτού, γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνεται η μεταφύτευση του φυτού, ακόμη και με γυμνή ρίζα ή με μπάλα χώματος, χωρίς όμως να σημαίνει ότι αυτή είναι και η ενδεδειγμένη τεχνική καλλιέργειας της τομάτας (Ολυμπίου, 2001).



Εικόνα 1.8: Απεικόνιση του υπέργειου και υπόγειου μέρους του φυτού τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1 (A), των μερών του ριζικού συστήματος (C), και της δημιουργίας επίκτητων και εναέριων ριζών στον λαιμό του στελέχους (B). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Η τομάτα ανήκει στην κατηγορία των φυτών που μεταφυτεύονται εύκολα, γιατί γρήγορα παράγει νέες ρίζες και το τραυματισμένο ριζικό σύστημα με τα οποία απορρόφα νερό τα θρεπτικά στοιχεία, που του επιτρέπουν να αναλάβει γρήγορα από τη μεταφυτευτή διαταραχή. Η τοποθέτηση βρεγμένης τύρφης ή χώματος στο κάτω μέρος του βλαστού κοντά στην επιφάνεια του εδάφους προκαλεί την ανάπτυξη των δευτερογενών ριζών σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το γεγονός ότι το φυτό εύκολα παράγει νέες ρίζες από το λαιμό του βοηθάει στην διαπίστωση των συνθηκών κάτω από τις οποίες ζει και αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα. Έτσι, εάν παρατηρηθούν εξογκώματα ή εναέριες ρίζες στην περιοχή του λαιμού του φυτού, εμβάλει σε υποψία ότι η κατάσταση στο ριζόστρωμα είναι προβληματική, για παράδειγμα λόγω κακού αερισμού (δηλ. έλλειψη O_2), λόγω υπερβολικής υγρασίας ή συμπίεσης του εδάφους, καθώς και λόγω άλλων αιτιών (αβιοτικών ή βιοτικών) που ευθύνονται για την ελαχιστοποίηση της αναπνοής του ριζικού συστήματος (Ολυμπίου, 2001).

➤ **Δημιουργία επίκτητων ριζών και εναέριων ριζών:**

Οι διάφορες προσκρούσεις, λόγω βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, που προκαλούνται στα στελέχη και στους μίσχους φύλλων σε φυτά τομάτας έχει ως συνέπεια να δημιουργούνται εκατοντάδες μικροσκοπικά εξογκώματα πάνω και κάτω από το μίσχο. Τα εξογκώματα αυτά ονομάζονται επίκτητες ρίζες και μπορούν να μετατραπούν σε ρίζες όταν το στέλεχος τομάτας βρίσκεται κάτω από το έδαφος. Κάτω από το έδαφος, στην αρχή σχηματίζουν μικροσκοπικά οζίδια, που ονομάζονται επίσης αρχικές προεκβολές ριζών ή τυχαίες ρίζες ή αρχέγονα στελέχη, και πρόκειται για το αρχικό στάδιο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος της τομάτας.

Η εμφάνιση των επίκτητων ριζών στα στελέχη φυτών τομάτας τις περισσότερες φορές είναι ένα φυσιολογικό φαινόμενο. Όμως συνήθως είναι το αποτέλεσμα όταν το φυτό τομάτας βρίσκεται σε κάποια είδος καταπόνησης, και το άδρωμα (αγγειακό σύστημα) του φυτού έχει μπλοκαριστεί από κάποιο αίτιο (βιοτικό ή αβιοτικό), με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο να νερό και θρεπτικές ουσίες να μετακινηθούν από το ριζικό σύστημα προς τα φύλλα και τον καρπό. Συγκεκριμένα, η ορμόνη της αυξίνης, η οποία βρίσκεται κυρίως στο ακραίο μερίστωμα των στελεχών στέλνει ένα σήμα στο ριζικό σύστημα, όταν δεν υπάρχει κανένα μπλοκάρισμα του αγγειακού συστήματος. Όμως, όταν το αγγειακό σύστημα έχει μπλοκαριστεί από διάφορα αίτια και η ορμόνη δεν μπορεί να μετακινηθεί ελεύθερα από το στέλεχος προς το ριζικό σύστημα, τότε συσσωρεύεται σε υπερβολική συγκέντρωση στο στέλεχος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζονται επίκτητες ρίζες ή εναέριες ρίζες. Το μπλοκάρισμα του αγγειακού συστήματος μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε σημείο του στελέχους, αλλά κατά κύριο λόγο συμβαίνει στην περιοχή του λαιμού και των μίσχων.

Τα αίτια που οφείλονται στο μπλοκάρισμα του κύριου στελέχους είναι αρκετοί, αλλά τα κυριότερα αίτια αναφέρονται παρακάτω:

- a) Εσωτερική βιοτική ή αβιοτική καταπόνηση.
- b) Ακανόνιστη κυτταρική ανάπτυξη.
- c) Υψηλή σχετική υγρασία εδάφους.
- d) Υπερβολικά υγρός καιρός (π.χ. με πολλές βροχές).
- e) Υπερβολικά συχνή άρδευση.
- f) Κακή αποστράγγιση του εδάφους.
- g) Υπερβολική συμπίεση του εδάφους.

Σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις το φαινόμενο αυτό μπορεί να προκληθεί από διάφορες μυκητολογικές κυρίως ασθένειες, όπως η φουζαρίωση (*Fusarium sp.*) και η βερτισιλίωση (*Verticillium sp.*). Η πιο συνηθισμένη αίτια του μπλοκαρίσματος του στελέχους σχετίζεται με το νερό. Οι ρίζες των φυτών τομάτας χρειάζονται οξυγόνο τόσο όσο χρειάζονται και νερό. Όμως, η υψηλή εδαφική υγρασία ή υπερβολική βροχή, συμπεριλαμβανομένης της κακής αποστράγγισης και της συμπίεσης του εδάφους, αποτελεί το φαινόμενο ότι το φυτό δεν έχει το προαπαιτούμενο οξυγόνο για την αναπνοή του ριζικού συστήματος. Το αποτέλεσμα αυτό έχει ότι το φυτό αντισταθμίζει προσπαθώντας να αναπτύξει περισσότερες ρίζες έξω από το στέλεχος, δημιουργώντας έτσι τις επίκτητες ρίζες και στην συνέχεια εναέριες ρίζες. Ανάλογα με την ποικιλία τομάτας οι αρχικές εναέριες ρίζες συνήθως έχουν το ίδιο χρώμα με το στέλεχος, αλλά μπορεί και να διαφέρουν στο χρώμα, έτσι στην αρχή να είναι λευκού χρώματος και στην συνέχεια να πάρουν έναν καφέ χρωματισμό (Grant, 2017).

Παρακάτω αναφέρονται διάφοροι ορισμοί για τις επίκτητες ρίζες (αγγλ. Bumpy stems) και εναέριες ρίζες (αγγλ. Bristly stems), όπως αυτοί αναφέρονται από την ξένη βιβλιογραφία.

➤ **Επίκτητες ρίζες (αγγλ. Bumpy stems):**

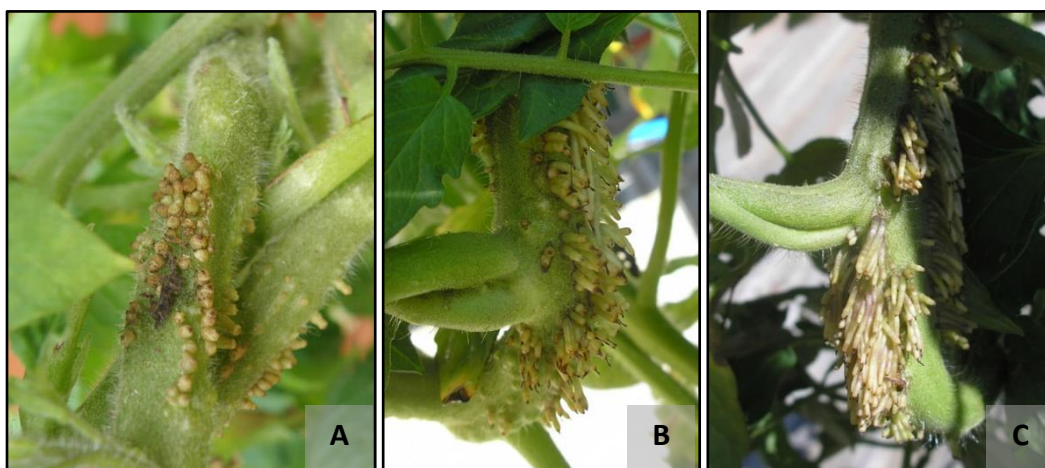
Οι επίκτητες ρίζες είναι πολλές μικρές ανυψώσεις (φουσκάλες ή εξογκώματα) στα στελέχη και στους μίσχους των φυτών τομάτας και αποτελούν το αρχικό στάδιο ανάπτυξης των εναέριων ριζών (όταν βρίσκονται στο στέλεχος ή στους μίσχους) ή της προέκτασης του ριζικού συστήματος (όταν βρίσκονται στην περιοχή του λαιμού ή όταν το στέλεχος βρεθεί κάτω από την επιφάνεια του εδάφους) (Grant, 2017).



Εικόνα 1.9: Αποκοπή της δημιουργίας επίκτητων ριζών (αγγλ. Bumpy stems) στα στελέχη των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (A, B, C).

➤ **Εναέριες ρίζες (αγγλ. Bristly stems):**

Οι εναέριες (ή τυχαίες) ρίζες είναι πολλές μικρές λευκές ή σκούρες τριχοειδείς αναπτύξεις (μικρά ριζίδια) στα στελέχη και στους μίσχους των φυτών τομάτας, οι οποίες έχουν προέλθει από τις προεκβολές των επίκτητων ριζών (Grant, 2017).

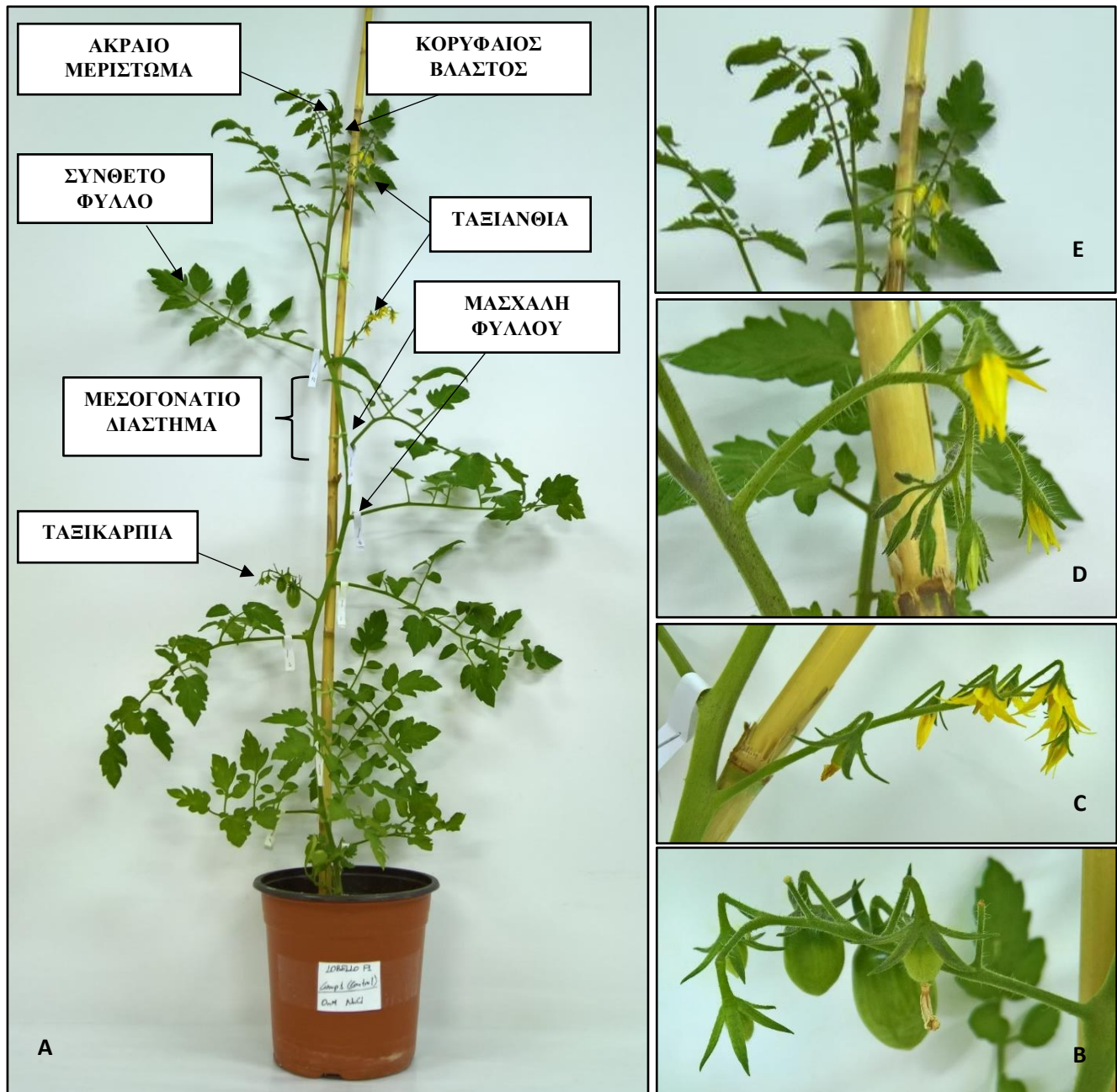


Εικονα 1.10: Αποκοπή της δημιουργίας εναερίων ριζών (αγγλ. Bristly stems) στα στελεχη των φυτων τοματας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (A, B, C).

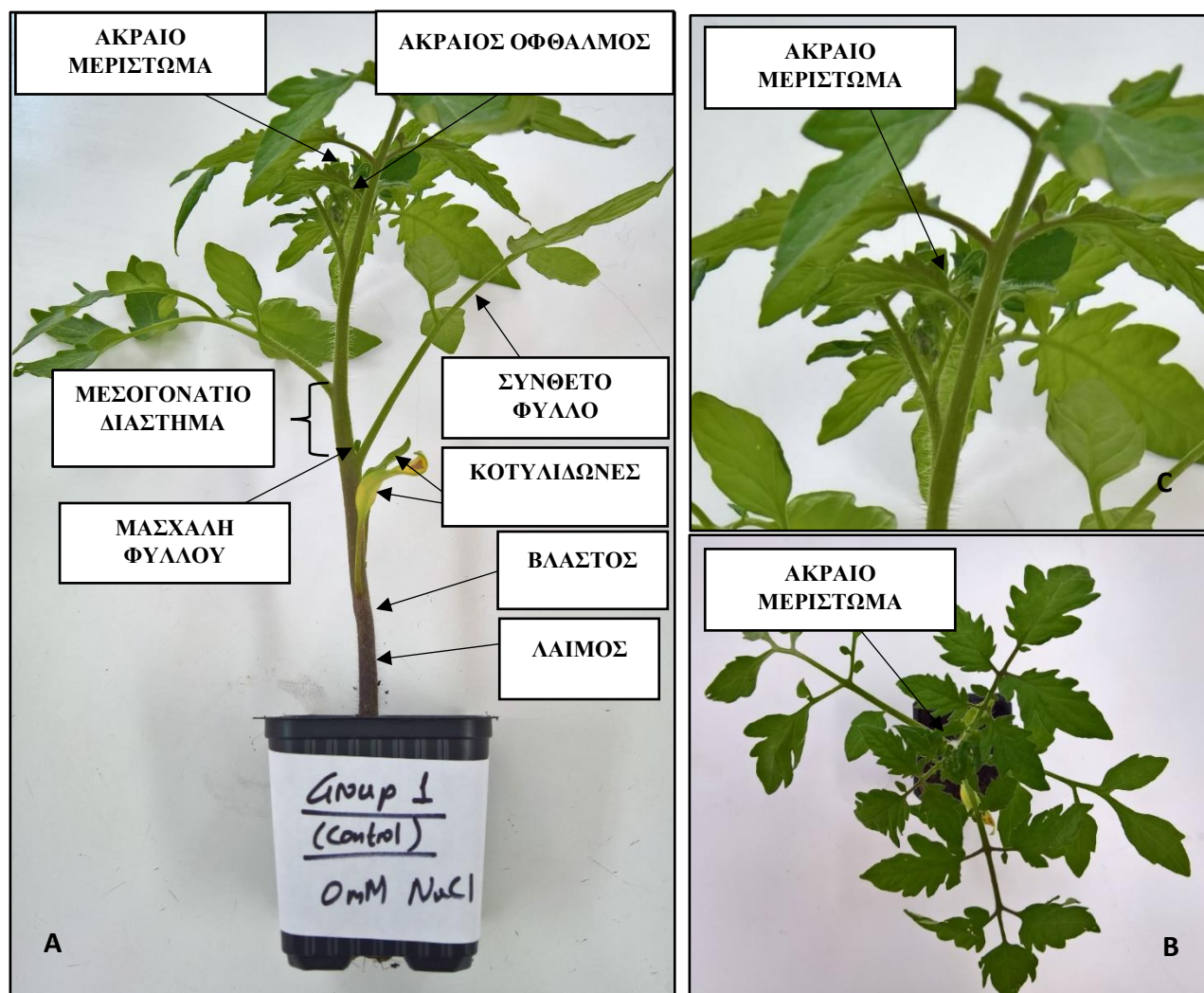
1.3.3 Ο βλαστός της τομάτας

Κατά το φύτευμα και μετά την οριζοντιοποίηση των κοτυληδόνων από το αρχέφυτρο παράγεται ο κεντρικός βλαστός, ο οποίος βρίσκεται ανάμεσα τους. Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οι οφθαλμοί που δίνουν τους πλευρικούς βλαστούς. Η τομάτα έχει την τάση να σχηματίζει πολλούς βλαστούς. Πολλές φορές, οι πλευρικοί βλαστοί που βρίσκονται στην κορυφή του φυτού, είναι τόσο ζωντοί, που με δυσκολία μπορεί κανείς να ξεχωρίσει ποιος είναι ο κεντρικός βλαστός και ποιος ο πλευρικός. Είναι σημαντικό κατά το κλάδεμα του φυτού να μπορεί να ξεχωρίσει ο χειριστής, τον κεντρικό βλαστό από τον πλευρικό βλαστό. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. Σε μερικές περιπτώσεις ο βλαστός εμφανίζεται με κενό στο εσωτερικό του, η κατάσταση όμως αυτή δεν είναι φυσιολογική. Μεταξύ των αίτιων που προκαλούν το 'κούφωμα' του βλαστού στην τομάτα είναι η προσβολή από βακτήρια. Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του ή καλύτερα αμέσως κάτω το αρχέφυτρο, είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης, μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός, αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς όμως να ξυλοποιείται, και είναι σχετικά εύθραυστος.

Η ανάπτυξη του βλαστού όσον αφορά το μήκος του, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και έτσι διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη βλαστών (αγγλ. indeterminate) ή με καθορισμένο μήκος βλαστών (αγγλ. determinate). Αυτό το γεγονός είναι πιο έντονο, όταν κλαδεύετε η τομάτα σε μονοστέλεχο σύστημα, με αφαίρεση των πλάγιων βλαστών, οπότε στην πρώτη περίπτωση το μήκος του κεντρικού βλαστού μπορεί να φθάσει και 10 ή περισσότερα μέτρα (Ολυμπίου, 2001).



Εικόνα 1.11: Απεικόνιση του υπέργειου σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1 και επεξήγηση των μερών του (A), καθώς και των ταξιανθιών (C-E) και της ταξικαρπίας (B). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.12: Απεικόνιση του υπέργειου σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1 και επεξήγηση των μερών του (A), καθώς και του ακραίου μεστώματος (B, C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

1.3.4 Τα φύλλα της τομάτας

Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα, όπου το καθένα αποτελείται από πολλά ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων, με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη του σύνθετου φύλλου. Ο αριθμός των ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και από την θέση του φύλλου πάνω στον βλαστό.

Είναι δυνατόν να συναντηθούν ποικιλίες με 3,4 ή και 5 ζεύγη φυλλαρίων. Τα πρώτα πραγματικά φύλλα μιας συγκεκριμένης ποικιλίας, δηλαδή αυτά που σχηματίζονται αμέσως μετά τις κοτυληδόνες έχουν μικρότερο αριθμό παράφυλλων από ότι τα αμέσως συνέχεια που βγαίνουν. Εκτός από τον αριθμό των ζευγών φυλλαρίων και το μέγεθος των φύλλων (μήκος-πλάτος), που είναι χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας, επηρεάζεται και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος όπου βρίσκεται η καλλιέργεια.

Συνήθως, οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες έχουν πιο μακριά και πιο πλατιά φύλλα, ενώ οι μικρόκαρπες ποικιλίες οι διαστάσεις των φύλλων είναι μικρότερες. Το μέγεθος των φύλλων της

ποικιλίας που θα καλλιεργηθεί θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καθαρισμό των αποστάσεων φύτευσης των φυτών στο θερμοκήπιο. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη πάνω στον βλαστό. Η επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοικτό πράσινο (Ολυμπίου, 2001).

➤ **Καρούλιασμα φύλλων (αγγλ. Leaf reeling):**

Το καρούλιασμα των φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) είναι μια φυσιολογική ασθένεια που συναντάται συχνά και η οποία έχει την τάση να παρουσιάζεται σε ορισμένες μόνο ποικιλίες τομάτας. Το καρούλιασμα ξεκινάει από τα φύλλα της βάσης και προχωρεί προς τα φύλλα της κορυφής. Τα φύλλα καρουλιάζουν είτε προς την πάνω επιφάνεια είτε προς τα κάτω επιφάνεια, και σταδιακά γίνονται εύθραυστα.

Οι αιτίες του καρουλιάσματος των φύλλων είναι ποικίλες και συχνά αλληλεξαρτημένες (Μαλαθράκης et al, 2007). Οι κυριότερες από τις αιτίες αυτές αναφέρονται παρακάτω:

- a) Η έντονη ηλιοφάνεια.
- b) Η περιορισμένη άρδευση.
- c) Τα ισχυρά κλαδέματα.
- d) Το βαθύ όργωμα.
- e) Τα γενετικά αίτια.



Εικόνα 1.13: Αποκοπή του καρουλιάσματος των φύλλων (αγγλ. Leaf reeling) σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (A, B).

1.3.5 Η ταξιανθία και τα άνθη της τομάτας

Οι ταξιανθίες της τομάτας εμφανίζονται πάνω στο κεντρικό στέλεχος του φυτού και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα, ανάλογα με την ποικιλία.

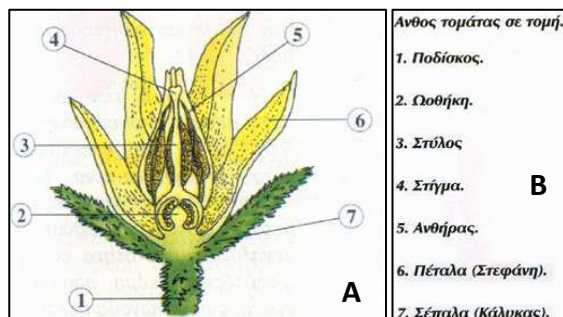
Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται πάνω στις ταξιανθίες, οι οποίες μπορεί να φέρουν από 2-3 άνθη μέχρι και 20 ή/και περισσότερα άνθη, όπου και αυτό εξαρτάται από την ποικιλία. Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει και ένα άνθος. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελιχθεί σε καρπούς είναι 6 με 8 άνθη (Ολυμπίου, 2001).



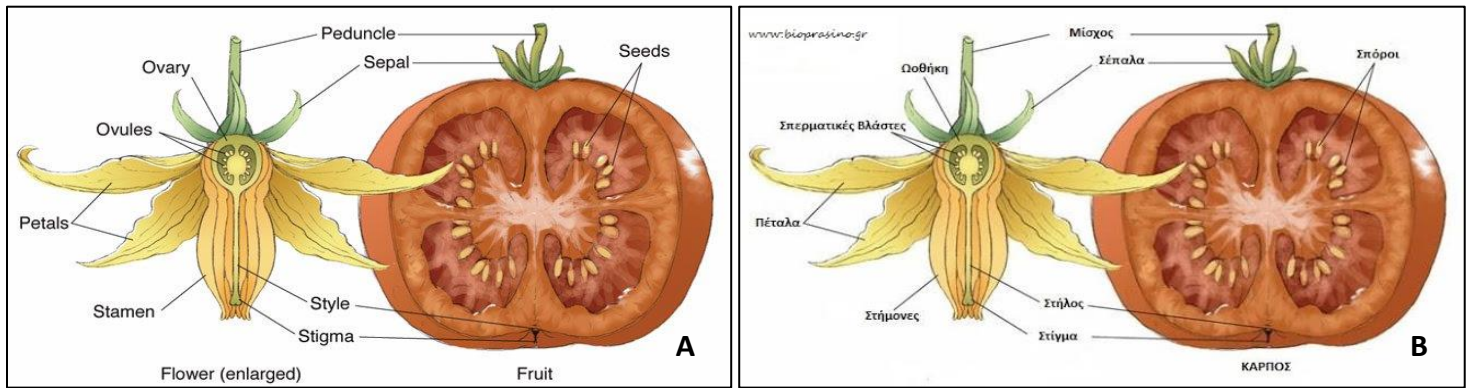
Εικόνα 1.14: Απεικόνιση των αναπαραγωγικών μερών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Rastony F1, της ταξιανθίας (A), του άνθους (B) και των καρπιδίων πάνω στην ταξικαρπία (C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Το άνθος της τομάτας αποτελείται από τα εξής μέρη (σύμφωνα και με την Εικόνα 1) (Γρινιεζάκη, 2013):

- a) Έναν πράσινο και δερματώδη κάλυκα, ο οποίος αποτελείται από 5 ή/και περισσότερα σέπαλα (7).
- b) Μια κίτρινη στεφάνη, η οποία αποτελείται από 5 ή/και περισσότερα ενωμένα πέταλα (6).
- c) Ένα ανδρείο, το οποίο αποτελείται από:
 - a. Τους στήμονες (5): Ο αριθμός τους κυμαίνεται 5 ή/και περισσότερους, ενωμένους μεταξύ τους και στην βάση τους με την στεφάνη.
- d) Ένα γυναικείο, το οποίο αποτελείται από:
 - a. Το στίγμα (4).
 - b. Το στύλο (3): Ο οποίος είναι κοντός και εγκλωβισμένος από τους ανθήρες.
 - c. Την ωοθήκη (2): Η ωοθήκη είναι πολύχωρη, με 2 έως 7 ή/και περισσότερους χώρους, που ο κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια.



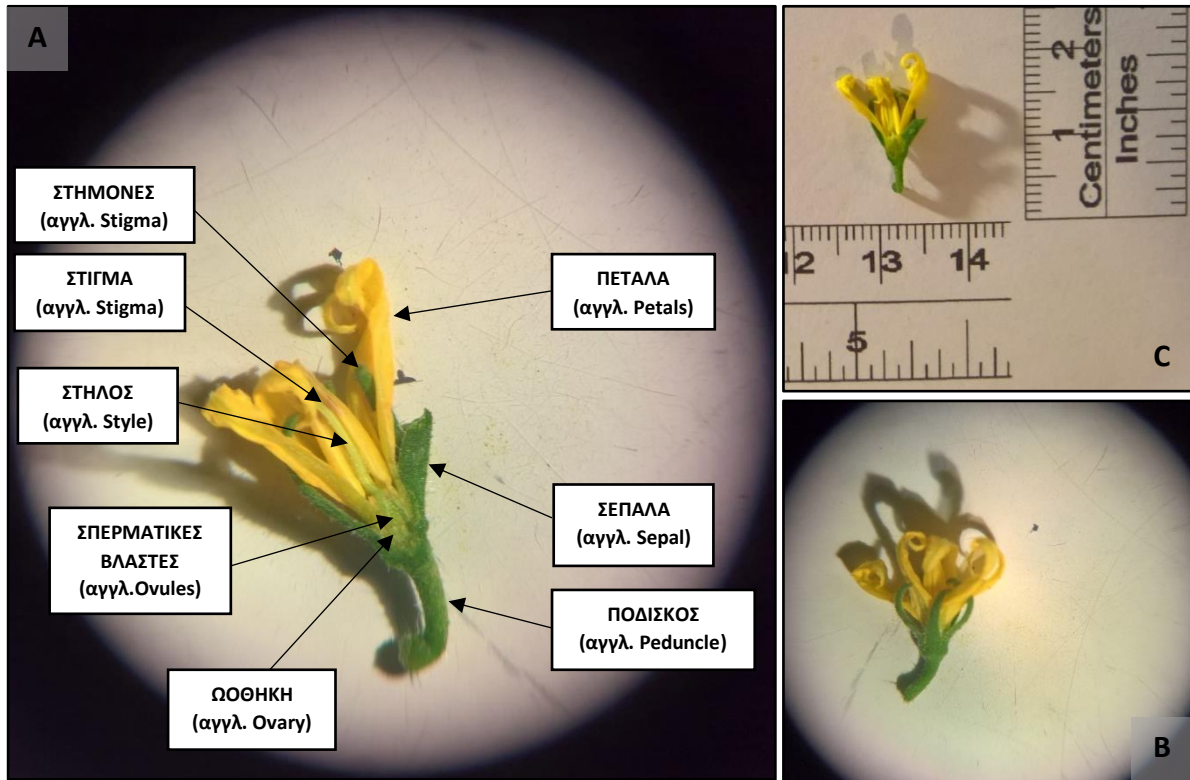
Σχήμα 1.2: Σχηματική απεικόνιση του άνθους της τομάτας (*L. esculentum* Mill.) (A) και των μερών του (B).



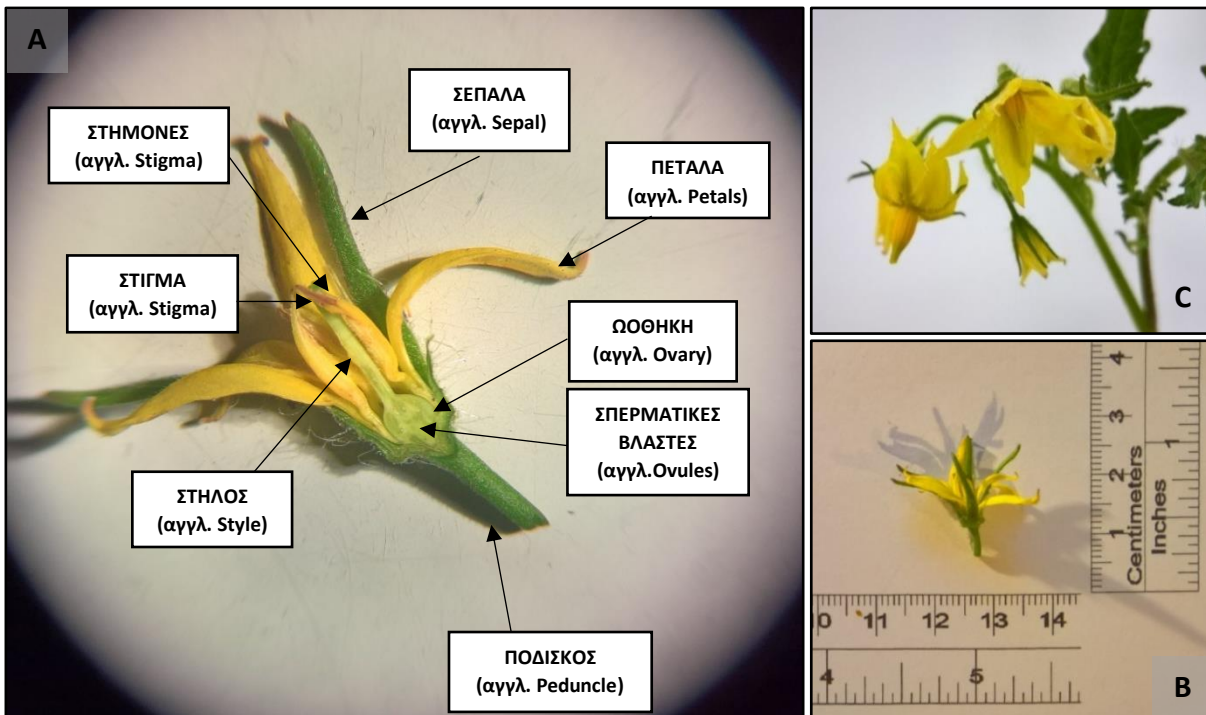
Σχήμα 1.3: Σχηματική απεικόνιση του άνθους και καρπού της τομάτας (*L. esculentum* Mill.) και επεξήγηση των μερών του στα αγγλικά (A) και ελληνικά (B).



Εικόνα 1.15: Απεικόνιση του άνθους της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1 (C), φωτογραφία από το στερεοσκόπιο (B) και η επεξήγηση των ανθικών μερών του (A). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.16: Απεικόνιση του άνθους της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1 (C), φωτογραφία από το στερεοσκόπιο (B) και η επεξήγηση των ανθικών μερών του (A). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.17: Απεικόνιση του άνθους της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1 (C), φωτογραφία από το στερεοσκόπιο (B) και η επεξήγηση των ανθικών μερών του (A). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.18: Απεικόνιση των αναπαραγωγικών μερών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Rakmor, της ταξιανθίας (A, B) και του μεμονωμένου άνθους (C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

1.3.6 Ο καρπός της τομάτας

Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρος ράγα. με ποικίλα σχήματα ανάλογα με την ποικιλία, αλλά και στην ίδια ποικιλία διαφέρει λόγω διαφορετικής θρέψης ή κλιματικών συνθηκών όπου καλλιεργείται η τομάτα. Ο καρπός ποικιλιών με δυο χωρίσματα (δηλ. χώρους) είναι συνήθως στρογγυλός, ενώ αυτός με 3,4,5 ή και περισσότερα χωρίσματα είναι πεπλατυσμένος και πιθανόν ακανόνιστου σχήματος (Ολυμπίου, 2001).

Το χρώμα των καρπών τομάτας διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία (και το υβρίδιο) και εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε καροτένια και λυκοπένιο, οπότε μπορεί να φέρουν τα παρακάτω χρώματα:

- a) Κόκκινο χρώματος.
- b) Ρόδινο χρώματος.
- c) Κίτρινου χρώματος.
- d) Κιτρινοκόκκινου χρώματος.
- e) Μαύρου χρώματος.

Το μέγεθος των καρπών τομάτας διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία (και το υβρίδιο), οπότε υπάρχουν οι παρακάτω κατηγορίες μεγέθους καρπού:

- a) Πολύ μικρός καρπός (βάρος 10-20 gr), γνωστός με την ονομασία «cherry».
- b) Μικρόκαρπες (βάρος 60-100 gr).
- c) Μεσόκαρπες (βάρος 100-150 gr).
- d) Μεγαλόκαρπες (βάρος 150 gr και άνω) (Γρινιεζάκη, 2013).

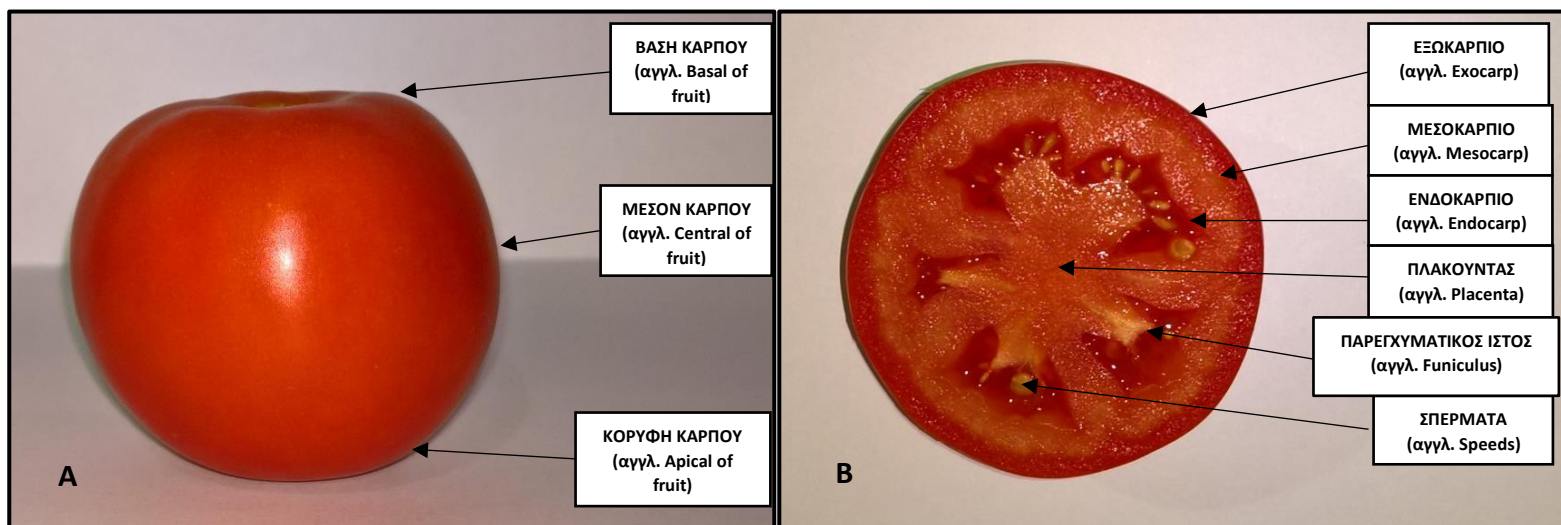
Τα εξωτερικά και εσωτερικά μέρη ενός καρπού τομάτας αναφέρονται παρακάτω:

- a) Το περικάρπιο (αγγλ. Pericarp), το οποίο αποτελείται από τα εξής μέρη:
 - i. Το εξωκάρπιο ή τον φλοιό (αγγλ. Exocarp ή Skin): Το οποίο έχει σχετικά χονδρό πάχος, φέρει λεπτή επιδερμίδα χωρίς στομάτια και κηρώδη εφυμενίδα.
 - ii. Το μεσοκάρπιο (αγγλ. Mesocarp).
 - iii. Το ενδοκάρπιο ή την σάρκα (αγγλ. Endocarp ή Flesh): Το οποίο είναι χυμώδη και περιέχει πολυάριθμους σπόρους.
- b) Τον πλακούντα (αγγλ. Placenta).

- c) Τον ζελατινώδη παρεγχυματικό ιστό (αγγλ. Funiculus).
- d) Τα σπέρματα (αγγλ. Seeds) (Δέδε, 2015).

Το σχήμα του καρπού τομάτας διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία ή το υβρίδιο, οπότε υπάρχουν οι παρακάτω κατηγορίες σχήματος καρπού:

- a) Στρογγυλό σχήμα καρπού.
- b) Επίμηκες (οβάλ) σχήμα καρπού.
- c) Απιοειδές σχήμα καρπού (Ολυμπίου, 2001).



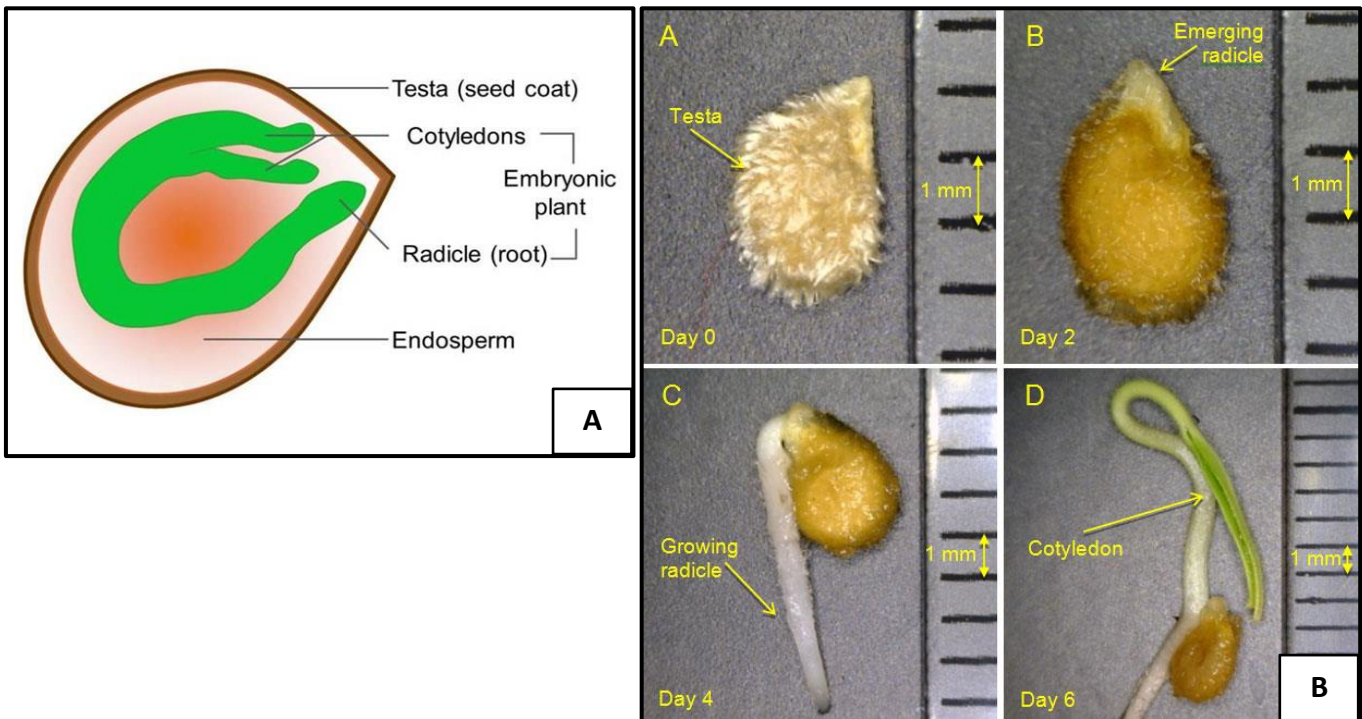
Εικόνα 1.19: Απεικόνιση του καρπού τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβρίδιο Elpida F1 και επεξήγηση των μερών του, στο εξωτερικό του (A) και στο εσωτερικό κατά την εγκάρσια τομή του (B). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

1.3.7 Ο σπόρος της τομάτας

Ο σπόρος (ή αλλιώς σπέρμα) της τομάτας είναι μικρού μεγέθους (διαμέτρου περίπου 3-5 mm), έχει σχήμα ωοειδής και είναι ελαφρός πεπλατυσμένος στις άκρες. Ο σπόρος έχει χρώμα κίτρινο έως καφέ και η επιφάνεια του καλύπτεται με τριχοειδείς αποφύσεις, που του δίνουν μια μεταξώδη επιφάνεια, σε αντίθεση με τον σπόρο της μελιτζάνας ή της πιπεριάς, οι οποίοι είναι λείοι. Οι 450 σπόροι ζυγίζουν περίπου ένα γραμμάριο, αυτό όμως εξαρτάται από την ποικιλία. Εσωτερικά ο σπόρος φέρει ένα κυρτό (σπειροειδές) έμβρυο, το οποίο περιβάλλεται από ένα μικρό ενδοσπέρμιο (Ολυμπίου, 2001).



Εικόνα 1.20: Απεικόνιση των σπόρων της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (A, B). Η ένθετη της εικόνας B φαίνονται οι τριχοειδείς αποφύσεις σε σπόρο τομάτας.



Εικόνα 1.21: A: Σχηματική απεικόνιση του σπόρου της τομάτας και των μερών του. B: Απεικόνιση της βλάστησης του σπόρου της τομάτας. (A. Ένας ξηρός και αδρανής σπόρος ντομάτας όπου φαίνονται οι τρίχες (τριχώματα). B. Μετά από 2 ημέρες σε ένα ζεστό και υγρό περιβάλλον, η ρίζα έχει ξεκινήσει να προβάλλεται. Γ. Μετά από 4 ημέρες η ρίζα έχει αυξηθεί αρκετά χιλιοστά. Δ. Μετά από 6 ημέρες, οι κοτυληδόνες έχουν βγει και η ρίζα έχει συνεχίσει να αναπτύσσεται. Σημειώστε ότι σε κάθε φωτογραφία σημειώνεται 1 mm.)

Ο σπόρος της τομάτας υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης διατηρείται την βλαστικότητα του για τουλάχιστον 4 χρόνια μετά την συγκομιδή του, εάν όμως αποθηκευτή σε χαμηλή θερμοκρασία και με χαμηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία, διατηρεί εύκολα την βλαστικότητά του για πάνω από 10 χρόνια (Ολυμπίου, 2001).

1.4 Ποικιλίες τομάτας

Οι ποικιλίες (και τα υβρίδια) τομάτας, ανάλογα τον τρόπο διάθεσης των καρπών και την τεχνική καλλιέργειάς τους, διακρίνονται από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

a) Με βάση τον τρόπο διάθεσης των καρπών τους, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Ποικιλίες νωπής κατανάλωσης: Που προορίζονται απευθείας στο εμπόριο για κατανάλωση σε νωπή μορφή.
- ii. Ποικιλίες βιομηχανικής μεταποίησης: Οι οποίες πριν φτάσουν στο εμπόριο, λαμβάνει χώρα η μεταποίηση τους σε ένα εργοστάσιο, έτσι ώστε να προκύψουν τα προϊόντα.

b) Με βάση τον τόπο καλλιέργειάς, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Υπαίθριας καλλιέργειας ποικιλίες (βιομηχανικής μεταποίησης και νωπής κατανάλωσης): Είναι καθορισμένης ανάπτυξης, με μικρό ύψος φυτά, που τα κάνει εύκολο στην χρήση τους και έχουν σχετικά μικρό κόστος παραγωγής.
- ii. Θερμοκηπιακής καλλιέργειας ποικιλίες (νωπής κατανάλωσης): Είναι μη καθορισμένης ανάπτυξης φυτά, χρησιμοποιούνται σε καλλιέργεια στο θερμοκήπιο, εξαιτίας της μεγαλύτερης και λιγότερο ταυτόχρονης περιόδου συγκομιδής.

c) Με βάση την τεχνική καλλιέργειάς τους, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Αναρριχώμενες ποικιλίες.
- ii. Αυτοκλαδευόμενες ποικιλίες.

Επίσης, ανεξάρτητα με τον προορισμό χρήσης, οι ποικιλίες (και τα υβρίδια) τομάτας διακρίνονται και από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

a) Με βάση την ανάπτυξη των φυτών, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Μικρής ανάπτυξης φυτά.
- ii. Μέτριας ανάπτυξης φυτά.
- iii. Μεγάλης ανάπτυξης φυτά.

b) Με βάση το σχήμα των καρπών, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Στρογγυλό σχήμα καρπών.
- ii. Πεπλατυσμένο σχήμα καρπών.
- iii. Ωοειδείς σχήμα καρπών.
- iv. Απιόμορφο σχήμα καρπών.
- v. Κερασόμορφο σχήμα καρπών.

c) Με βάση το μέγεθος των καρπών, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Μικρό μέγεθος καρπών.
- ii. Μέτριο μέγεθος καρπών.
- iii. Μεγάλο μέγεθος καρπών.

d) Με βάση το χρώμα των καρπών, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Κόκκινο χρώμα καρπών.
- ii. Ροζ χρώμα καρπών.
- iii. Κίτρινο χρώμα καρπών.
- iv. Πορτοκαλί χρώμα καρπών.
- v. Μαύρο χρώμα καρπών, κ.λπ.

e) Με βάση τον χρόνο ωρίμανσης των καρπών, διακρίνονται αντίστοιχα σε:

- i. Πρώιμες (50-65 ημερών).
- ii. Μεσοπρώιμες (70-80 ημερών).

- iii. Όψιμες (85-95 ημερών).
- f) **Με βάση της ταυτόχρονης ωρίμανσης των καρπών, διακρίνονται αντίστοιχα σε:**
 - i. Σύγχρονη ωρίμαση.
 - ii. Σταδιακή ωρίμαση.
- g) **Με βάση την ανθεκτικότητα τους σε ασθένειες, διακρίνονται αντίστοιχα σε:**
 - i. Ανθεκτικές σε ασθένειες.
 - ii. Ευαίσθητες σε ασθένειες
- h) **Με βάση την γενετική τους προέλευση, διακρίνονται αντίστοιχα σε:**
 - i. Ποικιλίες κοινές
 - ii. Υβρίδια (1^{ης} αναδιασταύρωσης) (Δέδε, 2015).

Στις παρακάτω παραγράφους περιγράφονται αναλυτικά οι διάφοροι τύποι τομάτας που συναντιούνται στην ενδοχώρια και διεθνή αγορά.

1) Τομάτες τύπου «Standard» (Μεσόκαρπες):

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς μικρού ή μέτριου μεγέθους, με βάρος από 80-220 gr. Συνήθως έχουν στρογγυλό σχήμα και 2-4 εσωτερικές κοιλότητες (καρπόφυλλα). Το χρώμα τους είναι συνήθως κόκκινο, η υφή της σάρκας τους τραγανή και διακρίνονται από υψηλή μετασυλλεκτική διατηρησιμότητα. Είναι η πιο δημοφιλής κατηγορία στις αγορές της Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης, Τουρκίας, Μέσης Ανατολής, καθώς και άλλων χωρών.

2) Τομάτες τύπου «Beefsteak» (Μεγαλόκαρπες):

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς μεγάλου μεγέθους, με βάρος πάνω από 230 gr (συνήθως έως και 250-300 gr). Το σχήμα τους ποικίλει από πλακέ, στρογγυλό ή μηλοειδές (globe). Έχουν πολλές εσωτερικές κοιλότητες (συνήθως από 4 και πάνω καρπόφυλλα), η υφή της σάρκας τους είναι πιο χυμώδης. Είναι η κυρίαρχη κατηγορία στην Ελληνική αγορά (άνω των 80% της συνολικής αγοράς), καθώς είναι ιδιαίτερα δημοφιλή και σε άλλες χώρες, όπως στην Ισπανία, στα Βαλκάνια, στην Λίβανο, στο Μεξικό και σε άλλες χώρες.

3) Τομάτες τύπου «Cluster» (Τσαμπί):

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς μικρού έως μετρίου μεγέθους, με βάρος συνήθως 60-150 gr. Το σχήμα τους είναι συνήθως στρογγυλό και λείο και χαρακτηρίζονται από υψηλή ομοιομορφία. Στην πραγματικότητα το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι ότι είναι δυνατή η συγκομιδή ολόκληρης της ταξιοκαρπίας (τσαμπί), καθώς η πρώτη τομάτα που ωριμάζει δεν σκάει, ώσπου να ωριμάσει και η τελευταία τομάτα. Με αυτό τον τρόπο συγκομίζονται ολόκληρα τα τσαμπιά (clusters) με 4-8 καρπούς. Η κατηγορία αυτή γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στους καταναλωτές παγκοσμίως, καθώς η παρουσίαση στο ράφι ολόκληρων των τσαμπιών με τον πράσινο μίσχο τους παραπέμπει σε πιο φρέσκο προϊόν που έχει μόλις μαζευτεί.

4) Τομάτες τύπου «Cocktail»:

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς μικρού μεγέθους, με βάρους έως 40-60 gr. Βασικό χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι ότι έχουν μεγάλο αριθμό καρπών ανά ταξιοκαρπία, πιο συχνά 10 με 12 καρπούς (σε κάθε ταξιοκαρπία). Το σχήμα τους είναι στρογγυλό και λείο και η σάρκα είναι τραγανή εξωτερικά αλλά χυμώδεις εσωτερικά. Οι τομάτες τύπου cocktail έχουν συνήθως προέλθει από διασταύρωση τοματών (υβριδίων) τύπου cluster και cherry, οπότε και προκύπτει το ενδιαμέσο μέσο βάρος. Συγκομίζονται σαν μεμονωμένοι καρποί ή σαν ολόκληρες

ταξιοκαρπίες (clusters). Οι τομάτες αυτές συνήθως χρησιμοποιούνται σαν διακόσμηση στα πιάτα ή snacks, ειδικά στις χώρες της Β. Ευρώπης.

5) Τομάτες τύπου «Cherry» (Κερασόμορφη):

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς πολύ μικρού μεγέθους, με βάρος έως και 15-30 gr. Συνήθως έχουν στρογγυλό σχήμα και έχουν μεγάλο αριθμό καρπών ανά ταξιοκαρπία (άνω των 12 με 15, ή και περισσότερους καρπούς). Συγκομίζονται σαν μεμονωμένοι καρποί ή ολόκληρες ταξιοκαρπίες και συσκευάζονται σε πλαστικές συσκευασίες (πιο συχνά οι ποικιλίες με λιγότερους καρπούς ανά ταξιοκαρπία). Υπάρχουν τρεις υποκατηγορίες τύπου «Cherry», όπως:

- i. «Cherry round» (Κερασόμορφη στρογγυλή): Όπου ο καρπός είναι μικρού μεγέθους και στρογγυλού σχήματος.
- ii. «Cherry olive» (Κερασόμορφη ελιά): Όπου ο καρπός είναι μικρού μεγέθους, στρογγυλού έως ελάχιστα επιμηκές σχήματος στην άκρη.
- iii. «Cherry acorn» (Κερασόμορφη βελανίδι): Όπου ο καρπός είναι μικρού μεγέθους και έντονα επιμηκές σχήματος.

6) Τομάτες τύπου «Plum» (Δαμάσκηνο):

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς μεσαίου μεγέθους, με βάρος έως και 150 gr. Συνήθως έχουν σχήμα επίμηκες έως οβάλ, που μοιάζει με δαμάσκηνο, εξού και η ονομασία «plum». Συχνά έχουν υψηλό βαθμό Brix° (δηλ. συγκέντρωση σακχάρων), κρεμώδη υφή και καλή συνεκτικότητα. Οι καρποί της κατηγορίας αυτής συγκομίζονται ως μεμονωμένοι ή σε τσαμπιά. Στην Ελλάδα είναι γνωστές και με την κοινή ονομασία «πομοντόρια».

7) Τομάτες τύπου «Perino» ή «San Marzano»:

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς τομάτας με σχήμα παρόμοιο αυτών που καλλιεργήθηκαν αρχικά στην πόλη St. Marzano (επαρχία Campania, χώρα Ιταλία). Οι καρποί είναι επίμηκες (μήκους 12-15 εκατ.), με ελαφρά τετραγωνισμένο σχήμα και μέσο βάρος έως και 100-150 gr. Είναι σαρκώδεις, με γλυκιά γεύση και λιγότερο χυμώδεις και με λιγότερους σπόρους από τις άλλες ποικιλίες. Αντιπροσωπεύει την χαρακτηριστική εικόνα της ιταλικής τομάτας σε ολόκληρο τον κόσμο.

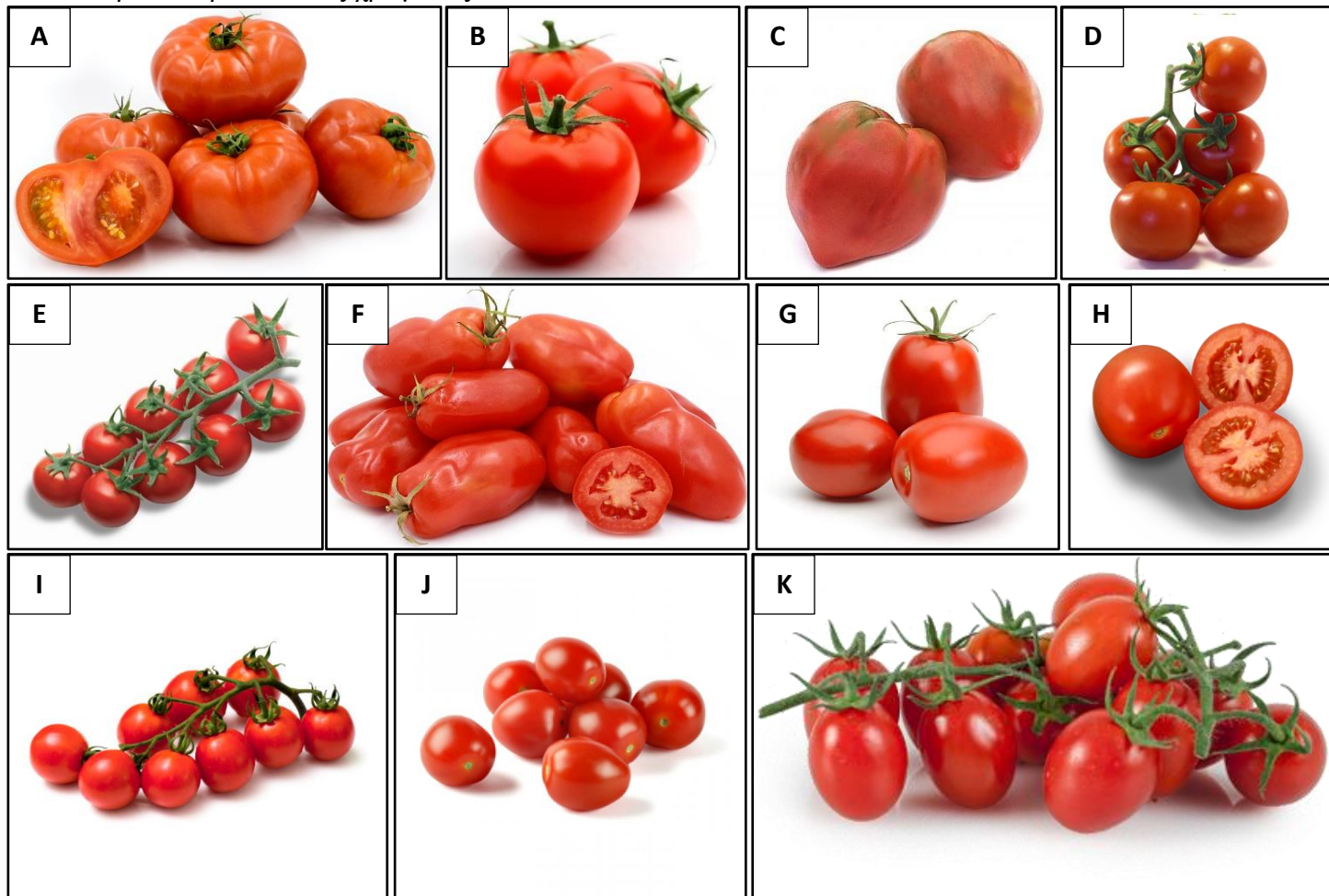
8) Τομάτες τύπου «Salad» (Βιομηχανικού τύπου):

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς μέσου ή μεγάλου μεγέθους, με βάρος έως και 250-300 gr. Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι ότι πριν την ωρίμανση το χρώμα των ανώριμων καρπών είναι πιο σκουροπράσινο και γίνονται έντονα κόκκινοι στην ωρίμανση. Συγκομίζονται όταν στην άκρη του καρπού εμφανιστεί το χαρακτηριστικό χρώμα, καθώς ωριμάζουν στο εσωτερικό τους πιο γρήγορα απ' ό,τι στο εξωτερικό. Η υφή τους είναι σαρκώδης, με μοναδική ισορροπία γλυκύτητας και οξύτητας στη γεύση. Εκτός από την Ιταλία, είναι αρκετά δημοφιλείς στη Βόρεια Ευρώπη και στην Ισπανία, καθώς και στις άλλες χώρες της Ευρώπης.

9) Τομάτες «Ox Heart» ή «Cuore di Bue» (Καρδιά βοδιού):

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρπούς με χαρακτηριστικό αχλαδοειδές σχήμα, που έχει πολύ έντονες λαβώσεις στην εξωτερική του επιδερμίδα. Το βάρος του καρπού μπορεί να είναι από 100 έως και 400 gr. και έχει σαρκώδη υφή και γλυκιά γεύση. Όταν συγκομίζονται οι καρποί το χρώμα ποικίλει από αποχρώσεις του ροζ-πορτοκαλί έως και κόκκινο.

Εκτός από τις παραπάνω κατηγορίες, υπάρχει ακόμα μια μεγάλη γκάμα τύπων που ποικίλουν σε μέγεθος, όπου συλλέγονται ως μεμονωμένοι καρποί ή σαν ολόκληρα τσαμπιά. Το σχήμα τους ποικίλει από πλακέ, στρογγυλό έως οβάλ και επιμηκές. Επίσης, δεν έχουν πάντα κόκκινο χρώμα τους, αλλά μπορεί να ποικίλει από κίτρινο, πορτοκαλί, ροζ, καφέ, μοβ, μαύρο ή ακόμα και να έχει περισσότερα του ενός χρώματος.



Εικόνα 1.22: Απεικόνιση διαφόρων τύπων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) των περισσότερο εμπορεύσιμων ποικιλιών. **A:** Τύπος «Beefsteak» (Μεγαλόκαρπη). **B:** Τύπος «Standard» (Μεσόκαρπη). **C:** Τύπος «Ox Heart» ή «Cuore di Bue» (Καρδιά βοδιού). **D:** Τύπος «Cluster» (Τσαμπιά). **E:** Τύπος «Cocktail». **F:** Τύπος «Perino» ή «San Marzano». **G:** Τύπος «Plum» (Δαμάσηγγο). **H:** Τύπος «Salad» (Βιομηχανικού τύπου). **I:** Τύπος «Cherri round» (Κερασόμορφη στρογγυλή). **J:** Τύπος «Cherri olive» (Κερασόμορφη ελιά). **K:** Τύπος «Cherri acorn» (Κερασόμορφη βελανίδι).

Παρακάτω στους Πίνακες από 1.2 έως 1.5 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά κάποιων εμπορεύσιμων υβριδίων και ποικιλιών της ελληνικής αγοράς, καθώς και αυτών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πειραματική καλλιέργεια.

Πίνακας 1.2: Χαρακτηριστικά διαφόρων εμπορεύσιμων υβριδίων ελληνικής αγοράς (Πηγή: http://www.spirou.gr/el)					
Χαρακτηριστικό:	Bobcat F1	Elpida F1	Formula F1	Faidra F1	Rastony F1
Γενετική ταξινόμηση:	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).
Εποχή καλλιέργειας (φύτευσης):		Φθινοπωρινές και χειμωνιάτικες φυτεύσεις.	Φθινοπωρινές και ανοιξιάτικες φυτεύσεις.		
Τρόπος καλλιέργειας:	Αυτοκορυφολογούμενο.	Αναρριχόμενη.	Αναρριχόμενη.	Αναρριχόμενη.	
Τόπος καλλιέργειας:	Υπαίθρια.	Θερμοκήπιο.	Θερμοκήπιο.	Υπαίθρια	
Ωρίμαση – Συγκομιδή:	Μεσοπρώιμη.		Πρώιμη	Πρώιμη.	Μεσοπρώιμη.
Καρπός:					
i. Τύπος:		Μεγαλόκαρπη.	Μεγαλόκαρπη (beef tomato).		Στρογγυλοί.
ii. Σχήμα:	Στρογγυλοί-οβάλ, ομοιόμορφοι.		Ομοιόμορφοι.	Ελαφρώς πεπλατυσμένοι.	Συνεκτικοί, υψηλής ποιότητας.
iii. Υφή-Συνεκτικότητα:	Συνεκτικοί.	Συνεκτικοί.			
iv. Χρώμα:	Λαμπερό κόκκινο.	Ελκυστικό κόκκινο.	Ελκυστικό κόκκινο.	Έντονο κόκκινο.	
v. Γεύση:	Εξαιρετική.	Εξαιρετική.			
vi. Σάκχαρα (σε Brix°):					
vii. Βάρος (σε gr):	250-300			240-320	250-320
viii. Μέγεθος:					
ix. Διατηρησιμότητα μετασυλλεκτικά:			Μεγάλη.	Πολύ καλή.	
x. Πράσινη ράχη:				Όχι.	
xi. Ανθεκτικότητα καρπού:	Σκάσιμο (cracking) και φατιά καστανώση (blotchy ripening).			Σκάσιμο (cracking).	Σκάσιμο (cracking).
xii. Ευαισθησίες καρπού:					
Δυναμικό καρπόδεσης- παραγωγής (ανά φυτό ή στρέμμα):	Υψηλή παραγωγή και καλό δέσιμο, ακόμη και σε υψηλές θερμοκρασίες.	Υψηλή ποιότητα, ομοιόμορφη παραγωγή. Πολύ καλή συμπεριφορά στις χαμηλές θερμοκρασίες.	Υψηλή καρπόδεση και πολύ υψηλή παραγωγή. Πολύ υψηλή διάρκεια παραγωγής και καλή συμπεριφορά στις χαμηλές θερμοκρασίες.	Μεγάλη και πρώιμη παραγωγή.	
Τύπος βλάστησης:	Φυτό δυνατό με φύλλωμα που καλύπτει άριστα τους καρπούς. Ιδανικό και για καλλιέργεια χωρίς υποστύλωση			Φυτό εύρωστο, με πλούσιο φύλλωμα και συγκεντρωμένη παραγωγή.	Φυτό ζωηρό με πλούσια φυλλική επιφάνεια και πλούσιο ανθεκτικό ριζικό σύστημα
Ανθεκτικότητα:	F1, 2 VaVd και Sb1	ToMV, Cf:1-5, Va, Vd, Fol:0,1, For, Ma, Mi, Mj, Ol	ToMV, Va, Vd, Fol:0,1, Ma, Mi, Mj	ToMV, TSWV, Vd, Fol (race 1,2), Sl, TYLCV, Mj,Mi.	Vd, Fol 1,2, Mj, ToMV
Ανοχή:					
Προσαρμοστικότητα:					
Άλλα χαρακτηριστικά:					

Πίνακας 1.3: Χαρακτηριστικά διαφόρων εμπορεύσιμων υβριδίων ελληνικής αγοράς (Πηγή: <http://www.spirou.gr/el>)

Χαρακτηριστικό:	Meridian F1	Berberana F1	Zizel F1	E.50321 F1	Belford F1
Γενετική ταξινόμηση:	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).
Εποχή καλλιέργειας (φύτευσης):				Ανοιξιάτικες και φθινοπωρινές φυτεύσεις.	
Τρόπος καλλιέργειας:	Αναρριχώμενη.	Αναρριχώμενη.	Αναρριχώμενη.	Αναρριχώμενη.	Αναρριχώμενη.
Τόπος καλλιέργειας:	Θερμοκηπίου και υπαίθρια.	Θερμοκηπίου.	Θερμοκηπίου.	Θερμοκηπίου.	
Ωρίμαση – Συγκομιδή:	Μεσοπρώιμη.				Πρώιμη.
Καρπός:					
i. Τύπος:		Μεγαλόκαρπη	Μεγαλόκαρπη	Μεγαλόκαρπη	Μεγαλόκαρπη
ii. Σχήμα:	Πεπλατυσμένος, ομοιόμορφος.			Ιδιαίτερα ομοιόμορφοι.	Ομοιόμορφοι
iii. Υφή-Συνεκτικότητα:				Πολύ συνεκτικοί.	Συνεκτικοί
iv. Χρώμα:	Κόκκινο.	Κόκκινο.	Κόκκινο.	Έντονο κόκκινο.	Ελκυστικό κόκκινο.
v. Γεύση:			Άριστη.	Εξαιρετική.	Εξαιρετική.
vi. Σάκχαρα (σε Brix°):					
vii. Βάρος (σε gr):				250-270	250-300
viii. Μέγεθος:					
ix. Διατηρησιμότητα μετασυλλεκτικά:					
x. Πράσινη ράχη:					
xi. Ανθεκτικότητα καρπού:					
xii. Ευαισθησίες καρπού:				Παντελής έλλειψη ξυλώδους ιστού στο εσωτερικό τους.	
Δυναμικό καρπόδεσης- παραγωγής (ανά φυτό ή στρέμμα):	Καλή καρποφορία ανά σταυρό	Συνεχής παραγωγή, προσαρμόζεται εύκολα σε υψηλές θερμοκρασίες	Άριστο δέσιμο		Υψηλή παραγωγή. Εύκολη γονιμοποίηση λόγω έντονης προσέλευσης των μελισσών.
Τύπος βλάστησης:					
Ανθεκτικότητα:	F:1,2 , V, N, ToMV, Bsp	ToMV, Cf:1-5, V, F:1,2, TSWV, N	Fol:1,2 ToMV, Ma, Mi, Mj, Va	ToMV, Ff:1-5, VaVd, Fol0,1, For, N, TSWV, TYCLV	ToMV/Ff:1-5/Va:0/Vd:0/Fol:0-2 TSWV/Ma/Mi/Mj
Ανοχή:					
Προσαρμοστικότητα:					
Άλλα χαρακτηριστικά:	Ζωηρό φυτό με καλή φυλλική επιφάνεια.		Ζωηρό φυτό με κοντά μεσογονάτια διαστήματα.	Πολύ δυνατό και ανθεκτικό ριζικό σύστημα. Προτείνεται και για υδροπονικές καλλιέργειες.	Ιδιαίτερα εύρωστο και ισορροπημένο φυτό, με δυνατό ριζικό σύστημα.

Πίνακας 1.4: Χαρακτηριστικά διαφόρων εμπορεύσιμων υβριδίων ελληνικής αγοράς (Πηγή: http://www.spirou.gr/el)				
Χαρακτηριστικό:	Rally F1	Aegean F1	Ekstasis F1	Ebia F1
Γενετική ταξινόμηση:	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).	Υβρίδιο (F1).
Εποχή καλλιέργειας (φύτευσης):	Φθινοπωρινές και χειμωνιάτικες φυτεύσεις.			
Τρόπος καλλιέργειας:	Αναρριχωμένη.	Αναρριχωμένη.		
Τόπος καλλιέργειας:	Θερμοκηπίου.	Θερμοκηπίου.	Υπαίθρια	
Ωρίμαση – Συγκομιδή:	Πρώιμη.		Πρώιμη.	
Καρπός:			στρογγυλά	
i. Τύπος:	Μεγαλόκαρπη (beef tomato).	Μεγαλόκαρπη (beef tomato).		
ii. Σχήμα:		Ομοιόμορφο.	Ομοιόμορφο, ελ. πεπλατυσμένο.	Στρογγυλός.
iii. Υφή-Συνεκτικότητα:	Υψηλή.	Υψηλή.	Υψηλή.	
iv. Χρώμα:	Ελκυστικό κόκκινο.		Ελκυστικό κόκκινο.	
v. Γεύση:	Άριστη.			Εξαιρετική.
vi. Σάκχαρα (σε Brix°):				
vii. Βάρος (σε gr):			250 – 300 gr.	220 gr.
viii. Μέγεθος:				
xiii. Διατηρησιμότητα μετασυλλεκτικά:				
xiv. Πράσινη ράχη:				
xv. Ανθεκτικότητες καρπού:				
ix. Ευαισθησίες καρπού:				
Δυναμικό καρπόδεσης-παραγωγής (ανά φυτό ή στρέμμα):	Φυτό υπερπαραγωγικό με άριστη καρπόδεση. Πολύ υψηλή διάρκεια παραγωγής και καλή συμπεριφορά στις χαμηλές θερμοκρασίες.	Φυτό με άριστη καρπόδεση, υψηλή παραγωγή και διάρκεια παραγωγής. Καλή συμπεριφορά στις χαμηλές θερμοκρασίες.		Καλό δέσιμο και υψηλή παραγωγή.
Τύπος βλάστησης:			.	
Ανθεκτικότητα:	ToMV, TSWV, Cf:1-5, Va, Vd, Fol:0,1, Ma, Mi, Mj	TYLCV, ToMV, Va,Vd, Fol:0,1, For	V, F12, Tmv, N, Tswv.	Fol: 1, 2, S, ToMV: 0, V
Ανοχή:				
Προσαρμοστικότητα:				
Άλλα χαρακτηριστικά:			Χαμηλή βλαστική ανάπτυξη.	

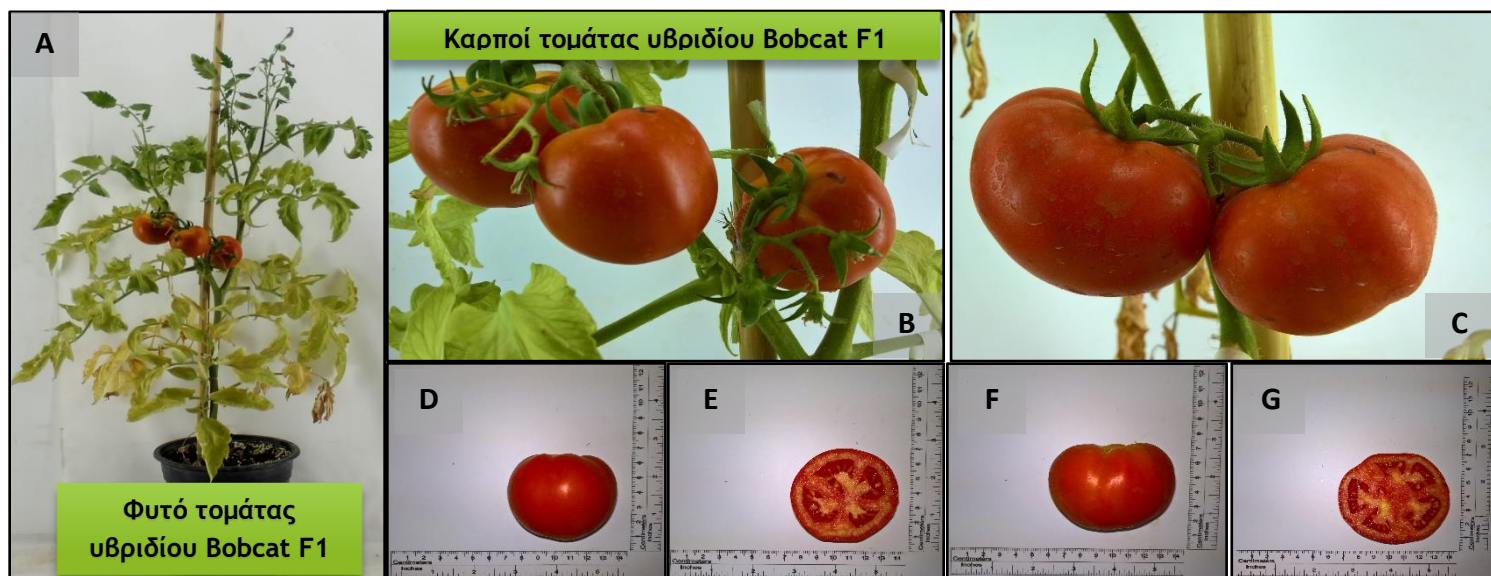
Πίνακας 1.5: Χαρακτηριστικά διαφόρων εμπορεύσιμων ποικιλιών ελληνικής αγοράς (Πηγή: http://www.spirou.gr/el)		
Χαρακτηριστικό:	ACE 55 VF	PAKMOR
Γενετική ταξινόμηση:	Ποικιλία.	Ποικιλία.
Εποχή καλλιέργειας (φύτευσης):		
Τρόπος καλλιέργειας:		
Τόπος καλλιέργειας:		
Ωρίμαση – Συγκομιδή:	Μεσοόψιμη.	Πρώιμη.
Καρπός:		
i. Τύπος:	Μεγαλόκαρπη.	
ii. Σχήμα:		Στρογγυλό.
iii. Υφή-Συνεκτικότητα:		Συνεκτικό.
iv. Χρώμα:	Σκούρο κόκκινο	Κόκκινο.
v. Γεύση:	Πολύ καλή.	
vi. Σάκχαρα (σε Brix°):		
vii. Βάρος (σε gr):	220 - 250 gr	200 gr
viii. Μέγεθος:		
ix. Διατηρησιμότητα μετασυλλεκτικά:		
x. Πράσινη ράχη:		
xi. Ανθεκτικότητες καρπού:		
xii. Ευαισθησίες καρπού:		
Δυναμικό καρπόδεσης-παραγωγής (ανά φυτό ή στρέμμα):		
Τύπος βλάστησης:		
Ανθεκτικότητα:	Βερτισίλιο και Φουζάριο.	
Ανοχή:		
Προσαρμοστικότητα:		
Άλλα χαρακτηριστικά:	Φυτό με ζωηρή ανάπτυξη, σχετικά κοντό.	Φυτό με ζωηρή ανάπτυξη, σχετικά κοντό.

Παρακάτω στον Πίνακα 1.6 αναφέρονται οι συμβολισμοί της ανθεκτικότητας τομάτας σε διάφορα παθογόνα με τις αντίστοιχες ασθένειες που προκαλούν τα παθογόνα αυτά.

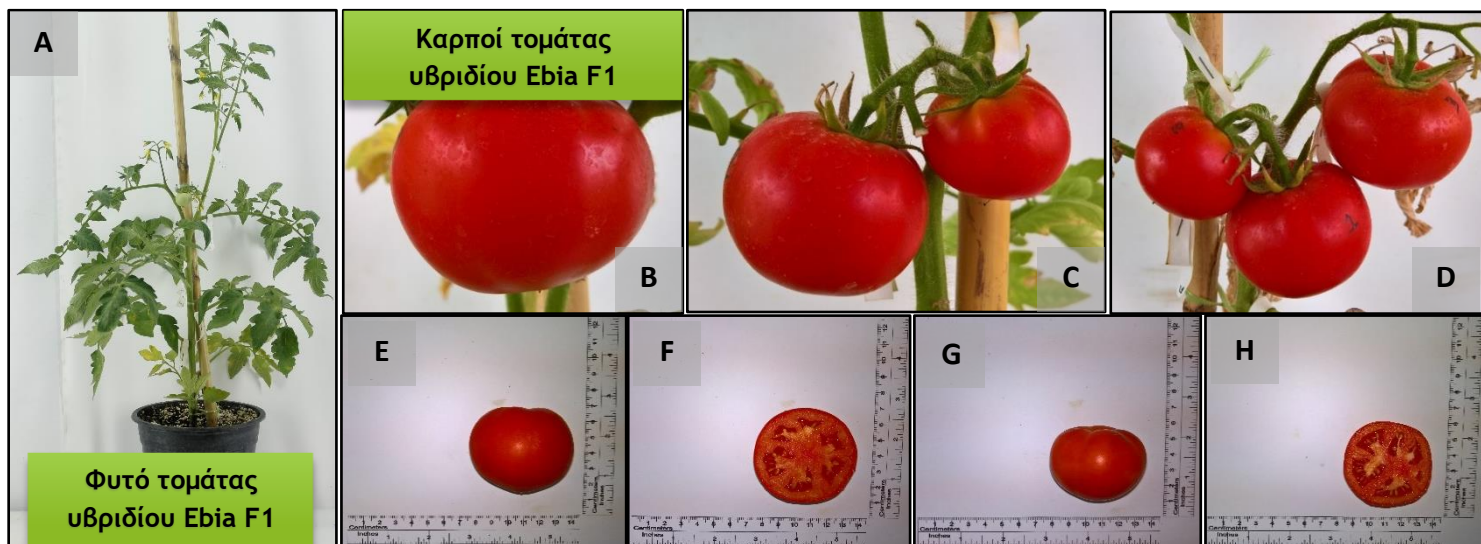
Πίνακας 1.6: Επεξήγηση του συμβολισμού των παθογόνων, με την αντίστοιχη ανώτερη ταξινόμηση τους, καθώς και τις ασθένειες που προκαλούν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Ανώτερη ταξινόμηση παθογόνων:	Επιστημονική ονομασία παθογόνων:	Κοινή αγγλική ονομασία ασθένειας:	Συμβολισμός παθογόνων:
Μύκητες (αγγλ. Fungi):	<i>Alternaria alternata</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	Alternaria stem canker	Aal
	<i>Alternaria solani</i>	Early blight	As
	<i>Corynespora cassiicola</i>	Target spot	Cc
	<i>Fulvia fulva</i> (συν. <i>Cladosporium fulvum</i>)	Leaf mold	Ff (ex Cf)
	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	Fusarium wilt	Fol
	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Fusarium crown and root rot	For
	<i>Leveillula taurica</i> (αγενής μορφή: <i>Oidiopsis sicula</i>)	Powdery mildew	Lt
	<i>Oidium neolycopersici</i> (συν. <i>Oidium lycopersicum</i>)	Powdery mildew	On (ex Ol)
	<i>Phytophthora infestans</i>	Late blight	Pi
	<i>Phytophthora parasitica</i>	Buckeye fruit and root rot	Pp
	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	Corky root rot	Pl
	<i>Stemphylium botryosum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	Gray leaf spot	Sbl
	<i>Stemphylium lycopersici</i>	Gray leaf spot	Sl
	<i>Stemphylium solani</i>	Gray leaf spot	Ss
	<i>Verticillium albo-atrum</i>	Verticillium wilt	Va
<i>Verticillium dahliae</i>	Verticillium wilt	Vd	
Βακτήρια (αγγλ. Bacteria):	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Bacterial canker	Cmm
	<i>Pseudomonas corrugata</i>	Pith necrosis	Pc
	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Bacterial speck	Pst
	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Bacterial wilt	Rs
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Bacterial spot	Xcv
Ιώσεις (αγγλ. Viruses):	<i>Beet curly top virus</i>	Curly top	BCTV
	<i>Cucumber mosaic virus</i>	Cucumber mosaic	CMV
	<i>Pepino mosaic virus</i>	Pepino mosaic	PepMV
	<i>Tobacco mosaic virus</i>	Tobacco mosaic	TMV
	<i>Tomato apex necrotic virus</i>	Tomato apex necrotic	ToANV
	<i>Tomato mosaic virus</i>	Tomato mosaic	ToMV
	<i>Tomato torrado virus</i>	Tomato torrado	ToTV
	<i>Tomato spotted wilt virus</i>	Tomato spotted wilt	TSWV
<i>Tomato yellow leaf curl virus</i>	Tomato yellow leaf curl	TYLCV	
Νηματώδεις (αγγλ. Nematodes):	<i>Meloidogyne arenaria</i>	Root-knot	Ma
	<i>Meloidogyne incognita</i>	Root-knot	Mi
	<i>Meloidogyne javanica</i>	Root-knot	Mj

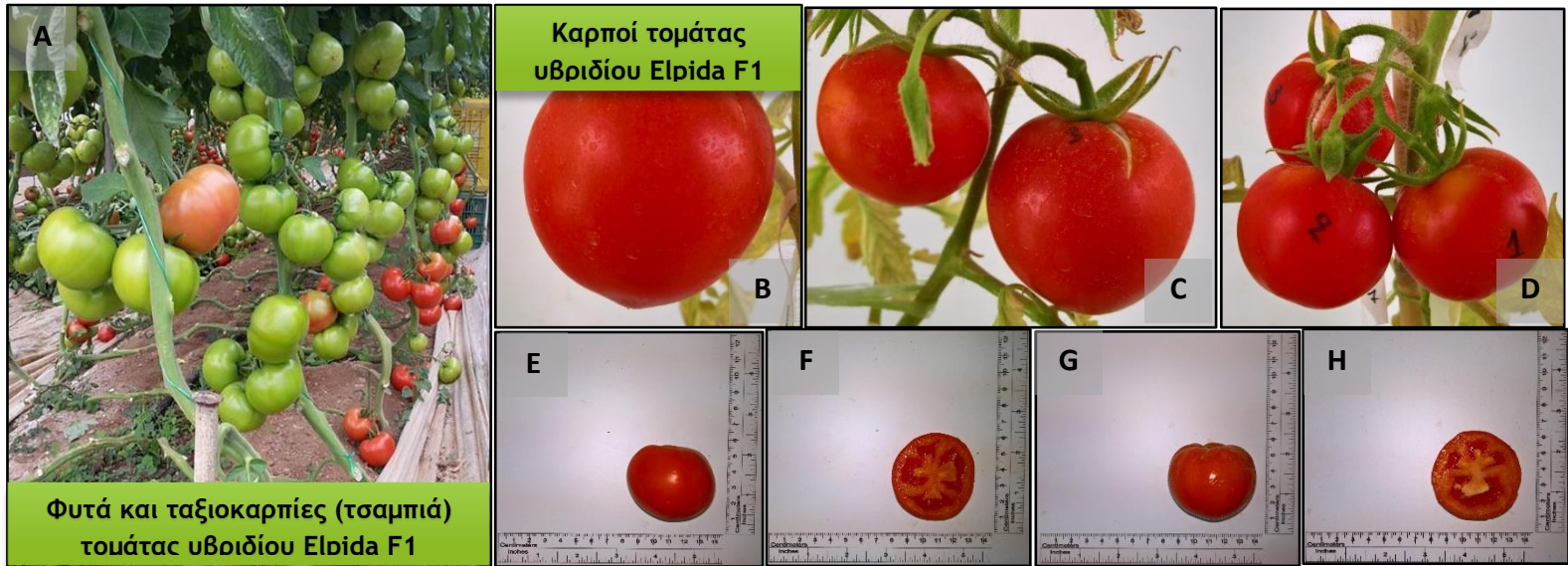
Παρακάτω στις Εικόνες από 1.23 έως 1.4 απεικονίζονται τα φυτά, οι ταξικαρπίες (τσαμπιά) και απομονωμένοι καρποί ορισμένων υβριδίων και ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική καλλιέργεια.



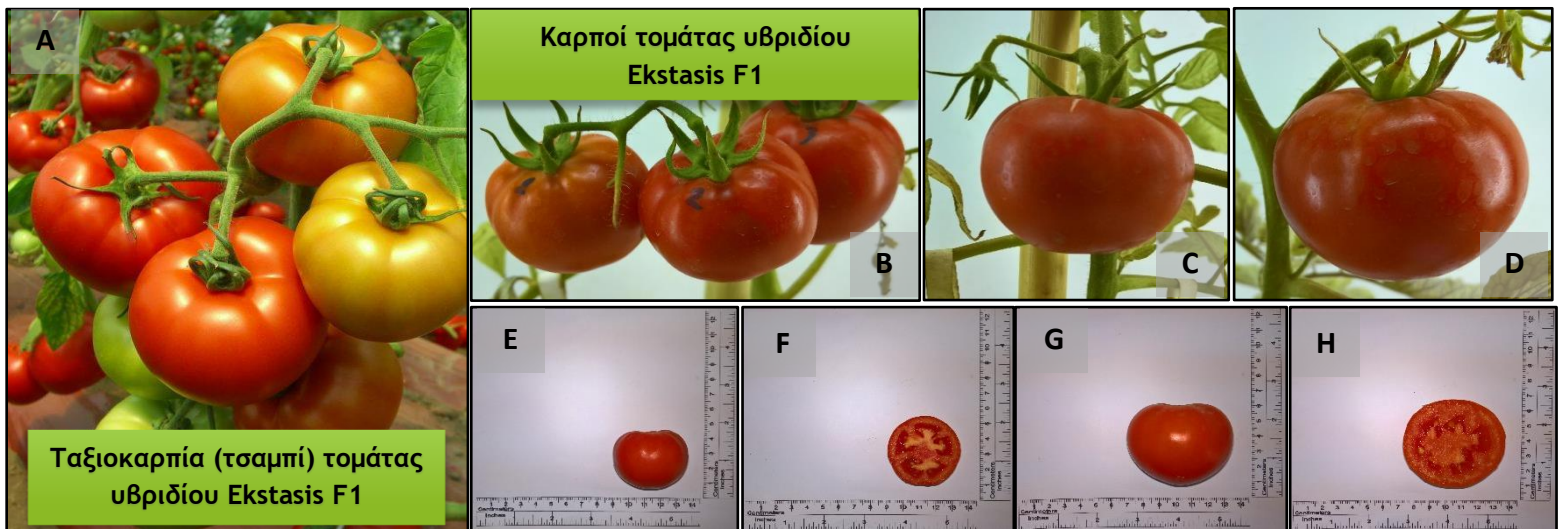
Εικόνα 1.23: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-C:** Ταξικαρπιών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **D-G:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



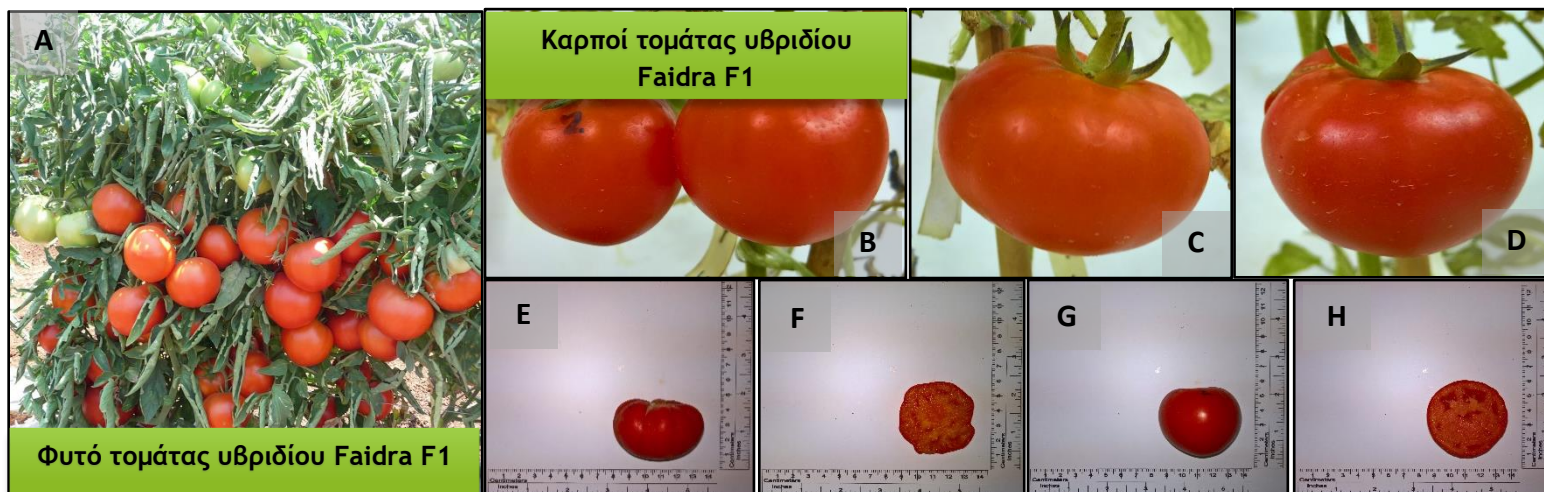
Εικόνα 1.24: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-D:** Ταξικαρπιών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **E-H:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



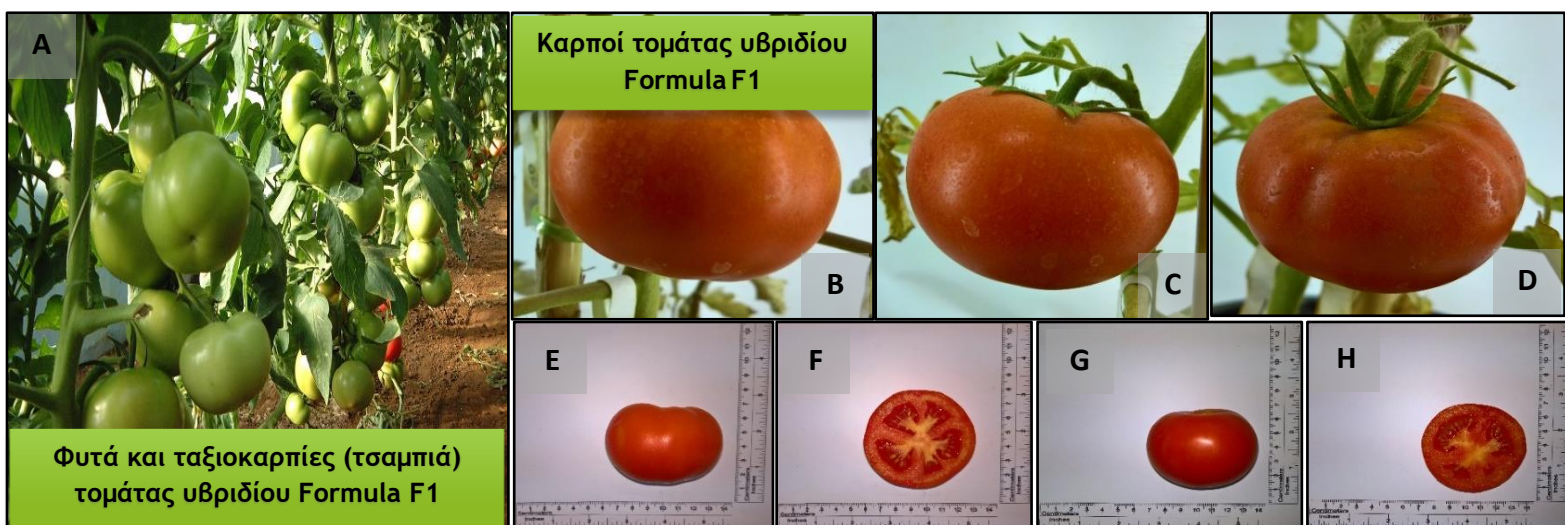
Εικόνα 1.25: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-D:** Ταξιοκαρπιών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **E-H:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



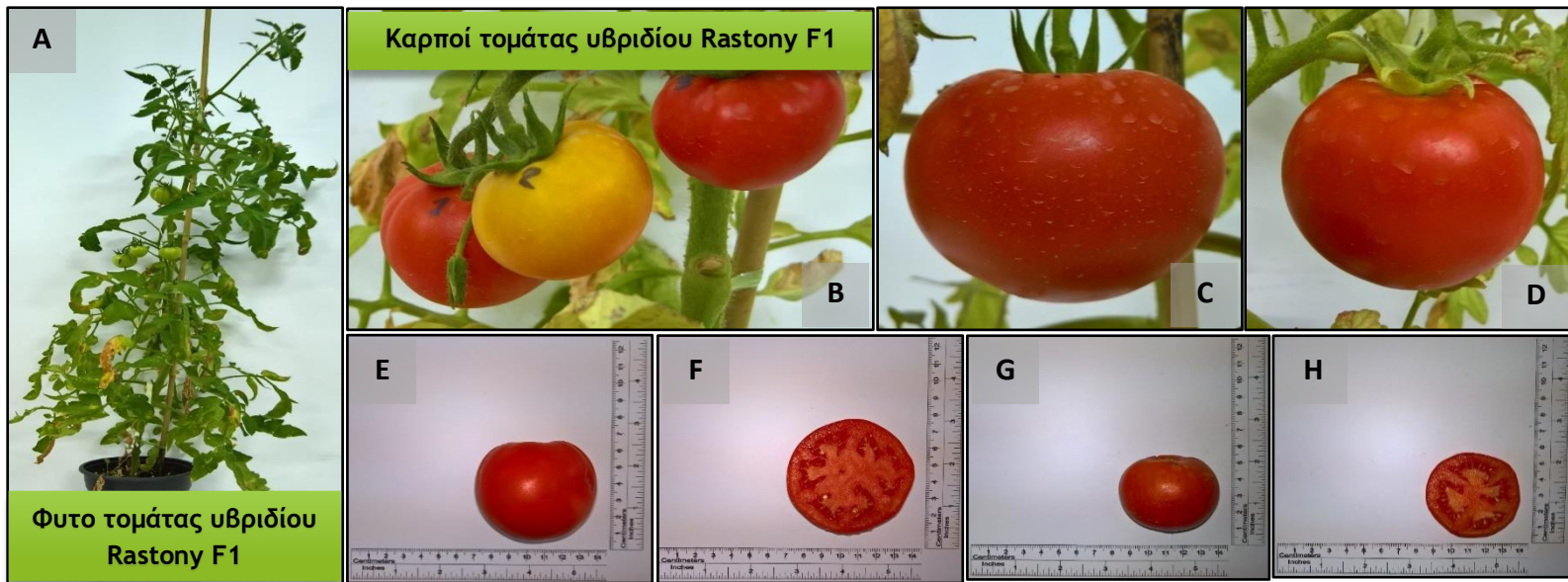
Εικόνα 1.26: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-D:** Ταξιοκαρπιών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **E-H:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



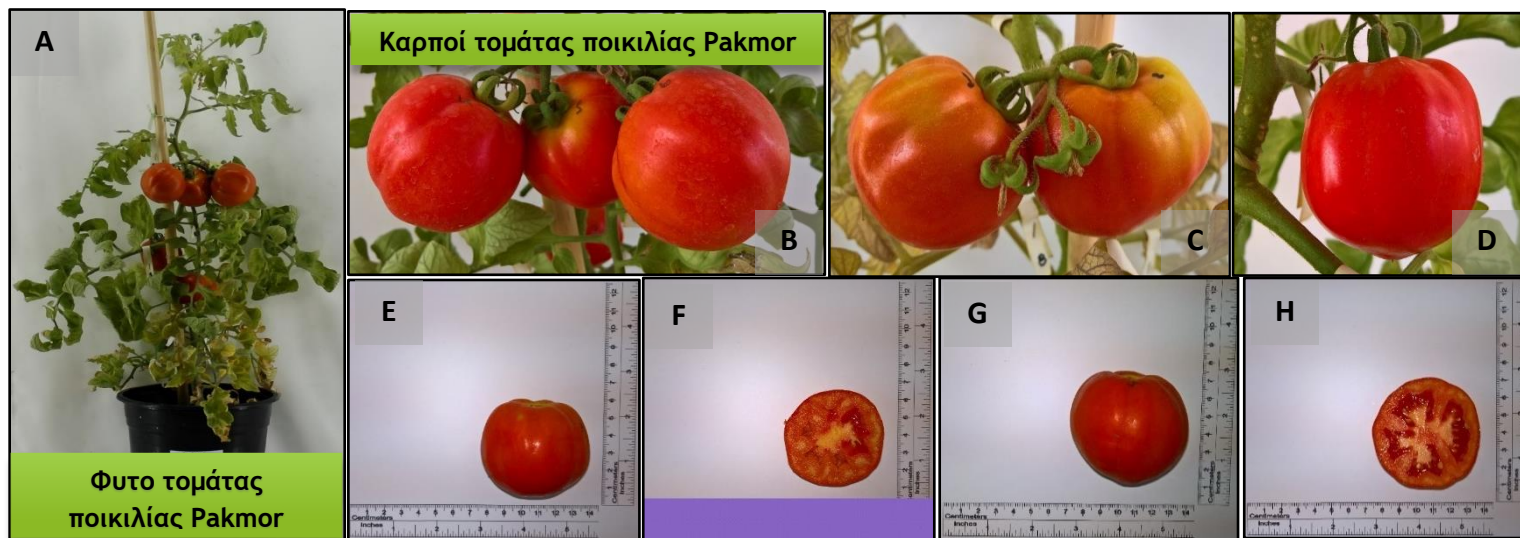
Εικόνα 1.27: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-D:** Ταξικαριπών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **E-H:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.28: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-D:** Ταξικαριπών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **E-H:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.29: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Rastony F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-D:** Ταξικαρπιών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **E-H:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.30: Απεικόνιση φυτού και καρπών της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor F1. **A:** Ολόκληρου του φυτού. **B-D:** Ταξικαρπιών (τσαμπιών) τομάτας σε in vivo συνθήκες. **E-H:** Απομονωμένων καρπών σε in vitro συνθήκες. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 1.31: Απεικόνιση των ταξικάρπιων της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1, ταξικαρπίας των τριών καρπών (A), ταξικαρπίας των εννέα καρπών (B), ταξικαρπίας των εννέα καρπών (C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

1.5 Σύσταση και διατροφική αξία καρπού

Ο καρπός της τομάτας, όπως και των περισσότερων λαχανικών, αποτελείται κυρίως από το νερό, το οποίο περιλαμβάνει 94 – 95 % του νωπού βάρους καρπού. Ενώ τα υπόλοιπα 5-6 % του νωπού βάρους της τομάτας αποτελούν τα σάκχαρα, τα οξέα, οι διαιτητικές ίνες, οι πρωτεΐνες, τα διάφορα ιχνοστοιχεία και οι βιταμίνες. Στα ιχνοστοιχεία περιλαμβάνονται το κάλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο, φώσφορο και είναι καλή πηγή βιταμινών και αντιοξειδωτικών ουσιών.

Μια τομάτα μέτριου μεγέθους (δηλ. στο εύρος των 150 g), αποδίδει περίπου 35 θερμίδες. Οι μεταποιημένες τομάτες ενδέχεται να διαθέτουν υψηλότερα επίπεδα ορισμένων θρεπτικών συστατικών, αφενός διότι η συγκέντρωσή τους μπορεί να είναι υψηλότερη σε αυτές τις μορφές και αφετέρου διότι η μεταποίηση μπορεί να επιφέρει αλλαγές στη χημική τους δομή και στη βιοδιαθεσιμότητα τους (Δέδε, 2015).

Παρακάτω στον Πίνακα 1.7 αναφέρεται η διατροφική σύσταση της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού.

Πίνακας 1.7. Η διατροφική σύσταση της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού (Δέδε, 2015).

Διατροφική σύσταση:	Μονάδες:	Τιμή ανά 100 g	
		Νωπή τομάτα	Τοματοπολτός*
Νερό (αγγλ. Water)	g	94,5	87,88
Ενέργεια (αγγλ. Energy)	kcal	18	38
Πρωτεΐνες (αγγλ. Proteins)	g	0,88	1,65
Λίπος (αγγλ. Fat)	g	0,20	0,21
Τέφρα	g	0,50	1,28
Υδατάνθρακες (αγγλ. Carbohydrates)	g	3,89	8,98
Διαιτητικές ίνες (αγγλ. Dietary fiber)	g	1,20	1,90
Σάκχαρα (αγγλ. Sugars)	g	2,63	4,83

*Σημείωση: Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata)



Εικόνα 1.32: Οι καρποί τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

1.5.1 Τα ολικά στερεά

Ο καρπός της νωπής τομάτας αποτελείται από ποσοστό των 4,5-8,5 % σε ολικά στερεά, τα περισσότερα από τα 1 % αντιστοιχεί στο φλοιό και στους σπόρους. Αναφέρεται ότι τα ολικά στερεά του ώριμου καρπού της τομάτας κυμαίνονται μεταξύ των 5,0 και 7,5 % (Δέδε, 2015).

Το ποσοστό των ολικών στερεών της τομάτας μπορεί να ποικίλει αρκετά, ανάλογα με τους παρακάτω παράγοντες:

- Την ποικιλία τομάτας.
- Το έδαφος.
- Το ύψος των βροχοπτώσεων κατά την περίοδο της ανάπτυξης και της συγκομιδής.

Παρακάτω στον Πίνακα 1.8 αναφέρεται η ποσοστιαία σύνθεση των ολικών στερεών του καρπού της τομάτας.

Πίνακας 1.8: Η ποσοστιαία σύνθεση των ολικών στερεών του καρπού της τομάτας (Δέδε, 2015).		
Συστατικά:		Ποσοστό (%):
Κοινή ονομασία:	Επιστημονική ονομασία:	
Ολικά στερεά	Total solids	4,5 – 8,5
Αδιάλυτα στερεά	Insoluble solids	0,5 - 1,5
Διαλυτά στερεά	Soluble solids	4,0 – 7,0
Σάκχαρα	Sugars	2,0 – 3,0
Οξέα	Acids	0,3 – 0,5
Διαλυτά αμινοξέα	Soluble amino acids	0,8 – 1,2
Ανόργανα άλατα	Inorganic salts	0,3 – 0,6

1.5.2 Οι υδατάνθρακες

Οι πολυσακχαρίτες αποτελούν το ποσοστό των 0,7 % του τοματοχυμού, εκ του οποίου το 50 % καταλαμβάνουν οι πηκτίνες και οι αραβινογαλακτάνες, το 25 % οι ξυλάνες και οι αραβινοξυλάνες και το 25 % η κυτταρίνη. Στις πηκτίνες οφείλεται η χαρακτηριστική σαρκώδης υφή της τομάτας. Αρχικά στον καρπό σχηματίζεται ένα αδιάλυτο συστατικό που ονομάζεται πρωτοπηκτίνη, το οποίο συνδέει τα κύτταρα μεταξύ τους. Καθώς ο καρπός ωριμάζει η πρωτοπηκτίνη μετατρέπεται σε πηκτίνη. Η περαιτέρω ωρίμαση του καρπού της τομάτας έχει ως αποτέλεσμα την αποικοδόμηση της πηκτίνης σε διαλυτά συστατικά, με συνέπεια ο καρπός να γίνεται αρκετά μαλακός (Δέδε, 2015).

Παρακάτω στον Πίνακα 1.9 αναφέρονται τα αναγωγικά σάκχαρα της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού.

Πίνακας 1.9: Τα αναγωγικά σάκχαρα της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού (Δέδε, 2015).						
Σάκχαρα (αγγλ. Sugars):				Μονάδες:	g σακχάρου / 100 g	
Κοινή ονομασία:	Επιστημονική ονομασία:	Χημικός τύπος:	Μοριακό βάρος (g/mol):		Νωπή τομάτα:	*Τοματοπολτός:
Γλυκόζη	Glucose (D-Glucose)	C ₆ H ₁₂ O ₆	180,156	g	1,25	2,45
Φρουκτόζη	Fructose (D-Fructose)	C ₆ H ₁₂ O ₆	180,156	g	1,37	2,38

***Σημείωση:** Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπίκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata).

1.5.3 Τα αμινοξέα

Στον καρπό της νωπής τομάτας υπάρχουν περίπου 19 διαλυτά αμινοξέα. Τα κυριότερα από αυτά είναι το γλουταμινικό οξύ (αγγλ. Glutamic acid), το ασπαρτικό οξύ (αγγλ. Aspartic acid), η θρεονίνη (αγγλ. Threonine) και η λυσίνη (αγγλ. Lysine).

Όταν όμως γίνεται επεξεργασία της νωπής τομάτας σε τοματοπολτό, η περιεκτικότητα σε διαλυτά αμινοξέα μεταβάλλεται, λόγω της αποικοδόμησης και μερικής υδρόλυσης των πρωτεϊνών. Τότε παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση στο γλουταμινικό και στο ασπαρτικό οξύ, στη θρεονίνη, στην αλανίνη και στην φαινυλαλανίνη (Δέδε, 2015).

Παρακάτω στον Πίνακα 1.10 αναφέρονται τα αμινοξέα νωπής της τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού.

Πίνακας 1.10: Τα αμινοξέα της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού (Δέδε, 2015).						
Αμινοξέα (αγγλ. Amino acids):				Μονάδες:	g αμινοξέος / 100 g	
Κοινή ονομασία:	Επιστημονική ονομασία:	Χημικός τύπος:	Μοριακό βάρος (g/mol):		Νωπή τομάτα:	*Τοματοπολτός:
Γλουταμινικό οξύ	Glutamic acid (L-glutamic acid)	C ₅ H ₉ NO ₄	147,13	g	0,431	0,658
Ασπαρτικό οξύ	Aspartic acid (L-aspartic acid)	C ₄ H ₇ NO ₄	133,103	g	0,135	0,206
Θρεονίνη	Threonine (L-threonine)	C ₄ H ₉ NO ₃	119,12	g	0,027	0,037
Λυσίνη	Lysine (L-lysine)	C ₆ H ₁₄ N ₂ O ₂	146,19	g	0,027	0,048
Φαινυλαλανίνη	Phenylalanine (L-phenylalanine)	C ₉ H ₁₁ NO ₂	165,192	g	0,027	0,034
Αλανίνη	Alanine (L-alanine)	C ₃ H ₇ NO ₂	89,094	g	0,027	0,052
Σερίνη	Serine (L-serine)	C ₃ H ₇ NO ₃	105,093	g	0,026	0,039
Λευκίνη	Leucine (L-leucine)	C ₆ H ₁₃ NO ₂	131,175	g	0,025	0,046
Αργινίνη	Arginine (L-arginine)	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	174,204	g	0,021	0,032
Γλυκίνη	Glycine (L-glycine)	C ₂ H ₅ NO ₂	75,067	g	0,019	0,027
Ισολευκίνη	Isoleucine (L-isoleucine)	C ₆ H ₁₃ NO ₂	131,175	g	0,018	0,031
Βαλίνη	Valine (L-valine)	C ₅ H ₁₁ NO ₂	117,148	g	0,018	0,033
Προλίνη	Proline (L-proline)	C ₅ H ₉ NO ₂	115,132	g	0,015	0,036
Τυροσίνη	Tyrosine (L-tyrosine)	C ₉ H ₁₁ NO ₃	181,191	g	0,014	0,021
Ιστιδίνη	Histidine (L-histidine)	C ₆ H ₉ N ₃ O ₂	155,157	g	0,014	0,025
Κυστίνη	Cystine (L-cystine)	C ₆ H ₁₂ N ₂ O ₄ S ₂	240,292	g	0,009	0,010
Τρυπτοφάνη	Tryptophan (L-tryptophan)	C ₁₁ H ₁₂ N ₂ O ₂	204,229	g	0,006	0,011
Μεθειονίνη	Methionine (L-methionine)	C ₅ H ₁₁ NO ₂ S	149,208	g	0,006	0,009

***Σημείωση:** Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata)

1.5.4 Τα οξέα

Τα οξέα αποτελούν έναν από του σημαντικότερους παράγοντες γεύσης των περισσότερων φρούτων και λαχανικών, αντίστοιχα και της τομάτας, ενώ η ολική οξύτητα αποτελεί δείκτη ικανοποιητικής επεξεργασίας των προϊόντων της. Η αναλογία σακχάρων προς οξέα στον καρπό είναι επίσης ένας σημαντικός ποιοτικός παράγοντας.

Τα κυριότερα οξέα που υπάρχουν σε καρπό της νωπής τομάτας, με την σειρά σπουδαιότητας, είναι το κιτρικό οξύ (αγγλ. Citric acid), το μηλικό οξύ (αγγλ. Malic acid), το γαλακτικό οξύ (αγγλ. Lactic acid), το α-κετογλουταρικό οξύ (αγγλ. A-ketoglutaric acid), το οξικό οξύ (αγγλ. Acetic acid), το καρβοξυλικό της πυρρολιδόνης (αγγλ. Carboxylate of pyrrolidone), και το ηλεκτρικό οξύ (αγγλ. Succinic acid).

Η μέγιστη συγκέντρωση οργανικών οξέων έχει βρεθεί στο στάδιο αλλαγής του χρώματος του καρπού, όπου τα οργανικά οξέα αποτελούν το 15% της ξηρής ουσίας του καρπού και το 5,0-7,5% του νωπού του βάρους.

Στον επεξεργασμένο τοματοχύμο, όμως, το δεύτερο επικρατέστερο μετά το κιτρικό οξύ είναι το καρβοξυλικό οξύ της πυρρολιδόνης. Η επεξεργασία του τοματοχυμού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ολικής οξύτητας στο τελικό προϊόν. Έχει αναφερθεί αύξηση της περιεκτικότητας σε οξικό οξύ κατά 32 % που αποδίδεται στην οξείδωση αλδεϋδών και αλκοολών και την απαμίνωση αμινοξέων του χυμού τομάτας κατά την επεξεργασία (Δέδε, 2015).

Παρακάτω στον Πίνακα 1.11 αναφέρονται τα οξέα του φρέσκου και επεξεργασμένου τοματοχυμού.

Πίνακας 1.11: Τα οξέα του φρέσκου και επεξεργασμένου τοματοχυμού (Δέδε, 2015).

	Οξέα (αγγλ. Acids):			Μονάδες:	mEq / L τοματοχυμού	
	Επιστημονική ονομασία:	Χημικός τύπος:	Μοριακό βάρος (g/mol):		Φρέσκος τοματοχυμός:	Επεξεργασμένος τοματοχυμός:
Κιτρικό οξύ	Citric acid	C ₆ H ₈ O ₇	192,123	mEq	60,92	66,92
Μηλικό οξύ	Malic acid	C ₄ H ₆ O ₅	134,087	mEq	3,72	5,39
Γαλακτικό οξύ	Lactic acid	C ₃ H ₆ O ₃	90,078	mEq	1,37	1,46
Α-κετογλουταρικό οξύ	A-ketoglutaric acid	C ₅ H ₆ O ₅	146,098	mEq	1,10	0,53
Οξικό οξύ	Acetic acid	C ₂ H ₄ O ₂	60,052	mEq	1,06	1,56
Καρβοξυλικό της πυρρολιδόνης	Carboxylate of pyrrolidone	C ₅ H ₇ NO ₃	129,115	mEq	0,81	8,10
Ηλεκτρικό οξύ	Succinic acid	C ₄ H ₆ O ₄	118,088	mEq	0,60	0,49

1.5.5 Τα λιπαρά συστατικά

Τα λιπαρά συστατικά αποτελούν το 0,2 % του συνολικού βάρους της τομάτας και απαντώνται κυρίως στους σπόρους, ενώ στον τοματοχύμο περιέχονται τα λιπόφιλα καροτενοειδή. Το κυρίαρχο καροτενοειδές της τομάτας είναι το λυκοπένιο. Το λυκοπένιο είναι ένας πολυακόρεστος υδρογονάνθρακας και έχει βαθύ κόκκινο χρώμα. Επίσης θεωρείται ως μία από τις πλέον ισχυρές αντιοξειδωτικές ουσίες των φυτικών οργανισμών αλλά και για τον άνθρωπο. Η βιοσύνθεση του λυκοπενίου πραγματοποιείται μόνο στους φυτικούς οργανισμούς και ο άνθρωπος το λαμβάνει αποκλειστικά μέσω της τροφής και κυρίως μέσω της κατανάλωσης τομάτας και επεξεργασμένων προϊόντων της (Δέδε, 2015).

Παρακάτω στον Πίνακα 1.12 αναφέρονται οι καροτενοειδές ενώσεις και τα λιπαρά συστατικά της νωπής τομάτας.

Πίνακας 1.12: Οι καροτενοειδές ενώσεις και τα λιπαρά συστατικά της νωπής τομάτας (Δέδε, 2015).

Καροτενοειδή (αγγλ. Carotenoids)				Μονάδες:	Τιμή ανά 100 g νωπού βάρους:
Κοινή ονομασία:	Επιστημονική ονομασία:	Χημικός τύπος:	Μοριακό βάρος (g/mol):		
Φυτοένιο	Phytoene	C ₄₀ H ₆₄	544,952	mg	1,3
Φυτοφλουένιο	Phytofuel	C ₄₀ H ₆₄	544,952	mg	0,7
ζ-καροτένιο	ζ-carotene	C ₄₀ H ₆₀	540,904	mg	0,84
Λυκοπένιο	Lycopene	C ₄₀ H ₅₆	536,888	mg	4,7
β-καροτένιο	β-carotene	C ₄₀ H ₅₆	536,888	mg	0,59

α, β-κρυπτοξανθίνη	α, β-crypoxanthine	C ₄₀ H ₅₆ O	552,887	mg	0,5
Λουτεΐνη	Lutein	C ₄₀ H ₅₆ O ₂	568,886	mg	0,12
Ολικά καροτενοειδή	Total carotenoids			mg	5,1-8,5

1.5.6 Οι βιταμίνες

Οι νωποί καρποί τομάτας και τα προϊόντα της αποτελούν μια από τις κυριότερες πηγές του ασκορβικού οξέος (αγγλ. L-Ascorbic acid Vitamin C) για τον άνθρωπο. Η μέση περιεκτικότητα του ασκορβικού οξέος στον καρπό της τομάτας είναι μεταξύ 23 mg έως 100 g του νωπού βάρους. Επίσης, η τομάτα αποτελεί επίσης σημαντική πηγή βιταμίνης A, η οποία απαντάται με τη μορφή καροτένιου και βιταμινών του συμπλέγματος B. Οι βιταμίνες του συμπλέγματος B, που υπάρχουν στον καρπό νωπής τομάτας και των προϊόντων της, είναι η θειαμίνη (αγγλ. Thiamine), η ριβοφλαβίνη (αγγλ. Riboflavin), η νιασίνη (αγγλ. Niacin), το παντοθενικό οξύ (αγγλ. Pantothenic acid), η πυριδοξίνη (αγγλ. Pyridoxine) και το φολικό οξύ (αγγλ. Folic acid) (Δέδε, 2015).

Παρακάτω στον Πίνακα 1.13 αναφέρονται οι βιταμίνες και οι αντιοξειδωτικές ενώσεις της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού.

Πίνακας 1.13: Οι βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ενώσεις της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού (Δέδε, 2015).

Κοινή ονομασία:	Βιταμίνες			Μονάδες:	Τιμή ανά 100 g	
	Επιστημονική ονομασία:	Χημικός τύπος:	Μοριακό βάρος (g/mol):		Νωπή ντομάτα:	*Τοματοπολτός:
Ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C)	Ascorbic acid L-ascorbic acid Vitamin C	C ₆ H ₈ O ₆	176,124	mg	23,0	10,6
Θειαμίνη (Βιταμίνη B1)	Thiamine (Vitamin B1)	C ₁₂ H ₁₇ N ₄ OS ⁺	265,355	mg	0,037	0,025
Ριβοφλαβίνη (Βιταμίνη B2)	Riboflavin (Vitamin B2)	C ₁₇ H ₂₀ N ₄ O ₆	376,369	mg	0,019	0,080
Νιασίνη (Βιταμίνη B3)	Niacin (Vitamin B3)	C ₆ H ₅ NO ₂	123,111	mg	0,594	1,466
Παντοθενικό οξύ (Βιταμίνη B5)	Pantothenic acid (Vitamin B5)	C ₉ H ₁₇ NO ₅	219,237	mg	0,089	0,440
Πυριδοξίνη (Βιταμίνη B6)	Pyridoxine (Vitamin B6)	C ₈ H ₁₁ NO ₃	169,181	mg	0,080	0,126
Φολικό οξύ (Βιταμίνη B9)	Folic acid (Vitamin B9)	C ₁₉ H ₁₉ N ₇ O ₆	441,404	μg	15	11
Βιταμίνη A (RAE)	Vitamin A (Retinol)	C ₂₀ H ₃₀ O	286,459	μg	42	26
Καροτένιο β	Beta-carotene	C ₄₀ H ₅₆	536,888	μg	449	306
Καροτένιο α	Alpha-carotene	C ₄₀ H ₅₆	536,888	μg	101	0,0
Λυκοπένιο	Lycopene	C ₄₀ H ₅₆	536,888	mg	2,57	21,75
Λουτεΐνη	Lutein	C ₄₀ H ₅₆ O ₂	568,886	μg	123	0,0
Ζεαξανθίνη	Zeaxanthin	C ₄₀ H ₅₆ O ₂	568,886			
α-τοκοφερόλη, (Βιταμίνη E)	Alpha-tocopherol (Vitamin E)	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	430,717	mg	0,54	1,97
Φυλλοκινόνη (Βιταμίνη K)	Phylloquinone (Vitamin K)	C ₃₁ H ₄₆ O ₂	450,707	μg	7,9	3,4

***Σημείωση:** Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού.

1.5.7 Τα ανόργανα στοιχεία

Τα μεταλλικά στοιχεία που απαντώνται στον καρπό της νωπής τομάτας κυμαίνονται σε ποσοστό των 0,3-0,6 % και παίζουν έναν δευτερεύοντα ρόλο στην ποιότητα των προϊόντων τομάτας (Δέδε, 2015).

Παρακάτω στον Πίνακα 1.14 αναφέρονται τα ανόργανα άλατα της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού.

Πίνακας 1.14: Τα ανόργανα άλατα της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού (Δέδε, 2015).					
Ανόργανα άλατα			Μονάδες:	Τιμή ανά 100 g	
Κοινή ονομασία:	Επιστημονική ονομασία:	Χημικός τύπος:		Νωπή τομάτα:	*Τοματοπολτός:
Ασβέστιο	Calcium	Ca	mg	10	18
Σίδηρος	Iron	Fe	mg	0,27	1,78
Μαγνήσιο	Magnesium	Mg	mg	11	23
Φώσφορος	Phosphorus	P	mg	24	40
Κάλιο	Potassium	K	mg	237	439
Νάτριο	Sodium	Na	mg	5	28
Ψευδάργυρος	Zinc	Zn	mg	0,17	0,36
Χαλκός	Copper	Cu	mg	0,059	0,287
Μαγγάνιο	Manganese	Mn	mg	0,114	0,169
Φθόριο	Fluorine	F	mg	0,002	0,000
Σελήνιο	Selenium	Se	mg	0,000	0,700

***Σημείωση:** Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata).

1.6 Οι καλλιεργητικές απαιτήσεις φυτών τομάτας

1.6.1 Οι κλιματικές απαιτήσεις

Η ανάπτυξη και η παραγωγή των φυτών τομάτας εξαρτώνται κύριος από τρεις κλιματικούς παράγοντες, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- Την θερμοκρασία.
- Τον φωτισμό.
- Την σχετική υγρασία.

Για να έχει το φυτό την καλύτερη ανάπτυξη, την μεγαλύτερη παραγωγή και καλύτερη ποιότητα προϊόντος, θα πρέπει οι παραπάνω παράγοντες να βρίσκονται στα άριστα (αγγλ. optimum) επίπεδα των αναγκών του (Γρινιζάκη, 2013).

1.6.1.1 Η θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι πολύ σημαντικός παράγοντας ειδικότερα για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας, επειδή τους χειμερινούς μήνες βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και τους καλοκαιρινούς σε υψηλά.

Παρακάτω αναφέρονται οι ιδανικές (άριστες, optimum) θερμοκρασίες που πρέπει να επικρατούν σε διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών τομάτας, καθώς και τα όρια αυτών που προκαλούν διάφορες μεταβολικές βλάβες στα φυτά.

a) Θανατηφόρος θερμοκρασία:

Η ελάχιστη θανατηφόρος θερμοκρασία είναι 0-2 °C και η μέγιστη είναι 48-50 °C. Όταν η θερμοκρασία παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα κάτω από την ελάχιστη και πάνω

από τη μέγιστη, τότε το φυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εξασθενεί ή ακόμα και να καταστρέφεται ολότελα.

b) Βιολογική θερμοκρασία:

Η ελάχιστη βιολογική θερμοκρασία είναι 8-10 °C και η μέγιστη είναι 30-35 °C. Οι μικρότερες ή οι μεγαλύτερες αντίστοιχα από αυτές τις θερμοκρασίες για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα δημιουργούν διαταραχές στο φυτό, χωρίς όμως να το καταστρέφουν.

c) Θερμοκρασία Φυτρώματος:

Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι 9-10 °C, η μέγιστη είναι 35-40 °C και η άριστη είναι 20-30 °C. Όσο απομακρύνεται από τα άριστα επίπεδα, τόσο καθυστερεί το φύτεμα και αυξάνει το ποσοστό των σπόρων που δε φυτρώνουν.

d) Θερμοκρασία ανάπτυξης και καρπόδεσης:

Οι ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη και καρπόδεση των φυτών είναι της ημέρας 20-28 °C και της νύκτας 13-18 °C. Όσο απομακρύνονται από τις κανονικές, τόσο αυξάνουν τα προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών, στη γονιμοποίηση και καρπόδεση και στην ανάπτυξη των καρπών. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρείται επιβράδυνση ή διακοπή της ανάπτυξης του φυτού, πρόωρη γήρανση, μείωση του μεγέθους των καρπών, μείωση της συνεκτικότητας του καρπού, πρόωμη και ακανόνιστη ωρίμαση, πρόωμη πτώση φύλλων, ανθέων και νεαρών καρπών και εγκαύματα φύλλων και καρπών. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρείται μεταχρωματισμός των βλαστών και των φύλλων, ανωμαλίες στο έλασμα των φύλλων ή και νέκρωση αυτών μερικώς ή ολικώς, ανθόπτωση, ξυλοποίηση διαφόρων οργάνων του φυτού, μικροκαρπία, παραμόρφωση καρπών, ανομοιομορφος και ανεπαρκής χρωματισμός και σημαντική καθυστέρηση ωρίμασης.

e) Θερμοκρασία εδάφους:

Η ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους είναι 13-14 °C και άριστη είναι 18-22 °C. Μικρότερες ή μεγαλύτερες θερμοκρασίες δυσχεραίνουν την ανάπτυξη των φυτών, την ανανέωση του ριζικού συστήματος και την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων. Οι απαιτήσεις της τομάτας σε θερμοκρασία αυξάνονται με την ηλικία του φυτού. Για την ανάπτυξη απαιτούνται υψηλότερες θερμοκρασίες απ' ό,τι για την άνθηση (Γρινιεζάκη, 2013; Ολύμπιου, 2001).

1.6.1.2 Ο φωτισμός

Ο φωτισμός ως παράγοντας είναι πολύ σημαντικός για την ομαλή ανάπτυξη και παραγωγή της τομάτας επειδή λαμβάνει μέρος και καθορίζει τις περισσότερες και σπουδαιότερες λειτουργίες της. Σε έλλειψη ή ανεπάρκεια φωτισμού, έστω αν οι υπόλοιποι παράγοντες βρίσκονται σε άριστα επίπεδα, το φυτό δεν αναπτύσσεται κανονικά.

Ο φωτισμός θετική έχει επίδραση κυρίως στην ανάπτυξη του φυτού, στη διάρκεια του βλαστικού του κύκλου, στην άνθηση και καρπόδεση, στην ποσότητα και ποιότητα της παραγωγής, στη διαφοροποίηση των ιστών, στη δημιουργία σταθεροποιητικών ουσιών, στην έκπτυξη και ανάπτυξη των ριζών, στο μέγεθος, σχήμα, αριθμό, χρωματισμό βλαστών, φύλλων και καρπών (Γρινιεζάκη, 2013).

1.6.1.3 Η σχετική υγρασία

Σημαντικός παράγοντας και αυτός και επιδρά στο φυτό και στην παραγωγή, όπως περίπου και το νερό. Επιδρά στο άνοιγμα και στο κλείσιμο των στοματίων των φύλλων. Σε φυσιολογικά επίπεδα (55-70%) παραμένουν ανοικτά. Όταν υπάρχει υψηλή σχετική υγρασία στο χώρο του θερμοκηπίου, δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη και εξάπλωση πολλών ασθενειών και δε μπορεί να απελευθερωθεί η γύρη από τους ανθήρες. Ενώ όταν υπάρχει χαμηλή σχετική

υγρασία, τότε το στίγμα ξηραίνεται. Όταν η χαμηλή σχετική υγρασία συνοδεύεται από υψηλές θερμοκρασίες και κακή κυκλοφορία του αέρα, ξηραίνεται η γύρη και δε μπορεί να βλαστήσει (Γρινιεζάκη, 2013).

1.6.2 Οι εδαφικές απαιτήσεις

Η τομάτα είναι ένα φυτό που δεν θεωρείται απαιτητικό όσον αφορά το έδαφος. Παρόλα αυτά τα καλύτερα εδάφη θεωρούνται με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μέσης σύστασης
- Βαθιά.
- Καλά αεριζόμενα.
- Διαπερατά στο νερό.
- Πλούσια σε οργανική ουσία και μικροοργανισμούς.
- Με καλή αποστράγγιση και διαπερατότητα.

Οι μικροοργανισμοί και οι άλλοι οργανισμοί του εδάφους παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη βιολογική γεωργία, γιατί είναι υπεύθυνοι για την διάσπαση της οργανικής ύλης του εδάφους και την παραγωγή ανόργανων στοιχείων διαθέσιμων για το φυτό.

Τα ελαφρά, αμμοαργιλώδη εδάφη είναι πιο θερμά, σχετικά φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία, με χαμηλή I.A.K. και χαμηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, δίνουν όμως ικανοποιητικές αποδόσεις και πρόιμη παραγωγή.

Πίνακας 1.15: Η ερμηνεία της ποιότητας του εδάφους σε αντιστοιχία με τον τύπο του εδάφους (Δέδε, 2015).			
Ποιότητα εδάφους:	Τύπος εδάφους:		
	Αμμώδες:	Αμμοπηλώδες:	Πηλώδες και αργιλοπηλώδες:
Φτωχό	< 0,9	< 1,4	< 1,9
Ικανοποιητικό	1,0 – 1,6	1,5 – 1,9	2,0 – 2,9
Καλό	> 1,5	> 2,0	> 3,0

Όσον αφορά το pH του εδάφους, οι καλύτερες αποδόσεις σε καλλιέργεια τομάτας επιτυγχάνονται σε ελαφρώς όξινα έως ουδέτερα εδάφη, με pH που κυμαίνεται από 5,8 έως 7,0, αντίστοιχα. Το pH του εδάφους επηρεάζει σημαντικά την πρόσληψη και αφομοίωση από τα φυτά των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων. Σε χαμηλό pH ($pH < 6$) ελαττώνεται η δυνατότητα αφομοίωσης του φωσφόρου και δημιουργούνται τροφωπενίες ασβεστίου, μαγνησίου και καλίου. Σε πολύ υψηλό pH ($pH > 7.5$) παρατηρείται έλλειψη σιδήρου και μαγγανίου. Επίσης το pH επηρεάζει τη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους και την ανάπτυξη ασθενειών (Δέδε, 2015).

1.6.3 Οι αρδευτικές απαιτήσεις

Η άρδευση της τομάτας επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και την ποιότητα της καλλιέργειας. Η τομάτα όπως και όλες οι υπαίθριες καλλιέργειες λαχανικών είναι ευαίσθητη και επηρεάζεται κατά την καλλιέργεια της από ένα μεγάλο αριθμό ασθενειών, όπως μύκητες, βακτήρια, ιώσεις, οι οποίοι ευνοούνται από την υπερβολική υγρασία. Για τον λόγο αυτό η άρδευση πρέπει να γίνεται με σταγόνες, για να αποφεύγεται η υγρασία στα φύλλα που ευνοεί τις προσβολές από διάφορα παθογόνα.

Στην καλλιέργεια τομάτας συνιστάται ένα βαθύ πότισμα κατά αραιά διαστήματα και όχι ελαφρύ πότισμα σε κατά μικρά διαστήματα. Συνολικά χρειάζονται περίπου 400-500 m³ νερού ανά στρέμμα, ανάλογα και με τη σύσταση του εδάφους (Δέδε, 2015; Ολύμπιου, 2001).

1.6.4 Οι λιπαντικές απαιτήσεις

Η τομάτα είναι καλλιέργεια μεγάλης παραγωγικότητας και έχει ανάγκη από ποσότητα θρεπτικών στοιχείων ανάλογη με τον όγκο παραγωγής. Οι ποσότητες των λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν, εκτός από τις απαιτήσεις της ποικιλίας, εξαρτώνται και από τη γονιμότητα του χωραφιού. Η σωστή χορήγηση λιπάσματος πρέπει να βασίζεται σε αποτελέσματα ανάλυσης εδάφους και φυλλοδιαγνωστικής.

Η καλλιέργεια τομάτας έχει ισοδύναμη απαίτηση στα τρία βασικά στοιχεία, άζωτο (N), φώσφορο (P) και κάλιο (K), και πρακτικά συνιστάται η χορήγηση 20-24 μονάδων αζώτου, 20-24 μονάδες φωσφόρου, 20-24 μονάδες καλίου και 4 μονάδες μαγνήσιο (Mg) (Δέδε, 2015; Ολύμπιου, 2001).

1.6.4.1 Το άζωτο (N)

Το άζωτο αποτελεί απαραίτητο συστατικό των κυριότερων μορίων του φυτικού κυττάρου, όπως είναι τα αμινοξέα, οι πρωτεΐνες, τα ένζυμα, τα νουκλεϊκά οξέα κ.ά. και πρωταρχικό παράγοντα της αύξησης και της απόδοσης των φυτών. Επίσης, το άζωτο είναι ο σημαντικότερος παράγοντας της αύξησης και της απόδοσης των φυτών τομάτας (Γρινιεζάκη, 2013). Από το άζωτο επηρεάζονται σημαντικά το ύψος των φυτών, η φαλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να υπάρχει επαρκές άζωτο για ανάπτυξη φυλλώματος ικανού να προστατεύσει τους καρπούς από τα ηλιακά εγκαύματα.

Όμως η υπερβολική αζωτούχος λίπανση προκαλεί υπερβολική βλαστική ανάπτυξη που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των απαιτήσεων σε νερό, την παράταση της άνθισης, τη μείωση της καρπώδεσης και την οψίμιση και κλιμάκωση της ωρίμασης των καρπών (Δέδε, 2015).

1.6.4.2 Ο φώσφορος (P)

Η αντίδραση της τομάτας στα χορηγούμενα λιπάσματα φωσφόρου εξαρτάται κυρίως από τα υπάρχοντα στο έδαφος ποσά φωσφόρου σε διαθέσιμη μορφή, την παρουσία οργανικής ουσίας και το pH του εδάφους. Η βλάστηση και η καρποφορία εξαρτώνται άμεσα από τον επαρκή φώσφορο. Επίσης, ο φώσφορος επιταχύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος και το γέμισμα των καρπών.

Η αυξημένη δόση φωσφόρου συμβάλλει στην αύξηση του ποσοστού των καρπών τομάτας με ανομοιόμορφο χρωματισμό κατά την ωρίμαση, καθώς και στην υποβάθμιση της ποιότητας τους. Επίσης, η χορήγηση πολύ φωσφόρου στο έδαφος είναι δυνατό να διαταράξει την ισόρροπη θρέψη του φυτού προκαλώντας τροφωπενίες ψευδαργύρου, σιδήρου και χαλκού επειδή δημιουργούνται δυσδιάλυτες ενώσεις των στοιχείων αυτών με τα φωσφορικά ανιόντα (Δέδε, 2015).

1.6.4.3 Το κάλιο (K)

Για την καλλιέργεια της τομάτας είναι πολύ σημαντικό και το κάλιο, γιατί η τομάτα θεωρείται ως ένα καλιόφιλο φυτό. Έτσι η καλλιέργεια της τομάτας έχει υψηλές απαιτήσεις σε

κάλιο. Η προσθήκη ικανών ποσοτήτων καλίου στο έδαφος, έχει σαν αποτέλεσμα την βελτίωση όλων των ποιοτικών παραμέτρων των καρπών. Η αυξημένη χορήγηση καλίου στο έδαφος, έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνει την ολική οξύτητα του χυμού και τα σάκχαρα των καρπών, να μειώνει το ποσοστό των καρπών με ανομοιόμορφο χρωματισμό και να καλυτερεύει το σχήμα και τη συνεκτικότητα τους (Δέδε, 2015).

1.6.4.4 Το ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg) και άλλα ιχνοστοιχεία

Το ασβέστιο και το μαγνήσιο εξουδετερώνουν την οξύτητα του εδάφους και αποτελούν θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά. Το μαγνήσιο είναι απαραίτητο για το σχηματισμό χλωροφύλλης από τα φυτά. Δεν έχει προσδιοριστεί κάποια επίδραση του ασβεστίου και του μαγνησίου στην ποιότητα των καρπών τομάτας. Άλλα ιχνοστοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού είναι το θείο, ο σίδηρος, το βόριο, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος (Δέδε, 2015).

1.7 Προϊόντα τομάτας

Στις σημερινές μέρες έχουν αναπτυχθεί πολλές διεργασίες επεξεργασίας της τομάτας, που μας περιέχουν για την κατανάλωση μια ποικιλία από προϊόντα.

Παρακάτω στον Πίνακα 1.16 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα προϊόντα επεξεργασίας τομάτας και οι αντίστοιχοι ορισμοί επεξηγήσεων τους (σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών) (Δέδε, 2015).

Πίνακας 1.16: Τα σημαντικότερα προϊόντα τομάτας και οι ορισμοί τους (σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών) (Δέδε, 2015).	
Προϊόν:	Ορισμός:
Φυσικός χυμός τομάτας (αγγλ. Natural tomato juice)	Είναι ο ασυμπύκνωτος χυμός των ώριμων καρπών της τομάτας, χωρίς να περιέχει φλοιούς και σπέρματα.
Ελαφρώς συμπυκνωμένος χυμός τομάτας (αγγλ. Slightly concentrated tomato juice)	Είναι το προϊόν που παρασκευάζεται από χυμό τομάτας, που έχει υποστεί ελαφρά συμπύκνωση, έτσι ώστε τα στερεά συστατικά να είναι τουλάχιστον 6%.
Τοματοπολτός (αγγλ. Tomato paste)	Είναι το προϊόν που παρασκευάζεται από χυμό ώριμων καρπών της τομάτας, που έχει υποστεί διαφόρου βαθμού συμπύκνωση. Ανάλογα με το βαθμό συμπύκνωσης, διακρίνεται στους παρακάτω τύπους: 1) Πελτέ τύπου Θήρας: Με στερεά συστατικά από χυμό τομάτας τουλάχιστον 40%. 2) Τοματοπολτός τριπλής συμπύκνωσης: Με στερεά συστατικά από χυμό τομάτας τουλάχιστον 36%. 3) Τοματοπολτός διπλής συμπύκνωσης: Με στερεά συστατικά από χυμό τομάτας τουλάχιστον 28%. 4) Τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης: Με στερεά συστατικά από χυμό τομάτας τουλάχιστον 22%. 5) Ημισυμπυκνωμένος τοματοπολτός: Με στερεά συστατικά από χυμό τομάτας τουλάχιστον 16%.
Κέτσαπ (αγγλ. Tomato Ketchup)	Το προϊόν που παρασκευάζεται με ειδική επεξεργασία είτε της ακατέργαστης σάρκας της τομάτας είτε του τοματοπολτού και μπορεί να περιέχει ξύδι, αλάτι, αρτύματα, μπαχαρικά και φυσικές γλυκαντικές ύλες.
Αποφλοιωμένες κονσερβοποιημένες τομάτες ολόκληρες ή σε τεμάχια	

1.8 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού τομάτας

Τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά που καθαρίζουν την τομάτα προς κατανάλωση, αναφέρονται παρακάτω:

- a) Το χρώμα.
- b) Η υφή και σκληρότητα.
- c) Η περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά.
- d) Η ολική οξύτητα και το pH.
- e) Τα ελαττώματα του καρπού από ξένες ύλες.

Στις παρακάτω παραγράφους αναφέρονται αναλυτικότερα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, καθώς και οι τρόποι προσδιορισμού τους.

1.8.1 Το χρώμα

Το χρώμα είναι ένα χαρακτηριστικό για κάθε είδος και ποικιλία καρπού, επηρεάζεται όμως από το στάδιο ωριμότητας και τις κλιματικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ηλιοφάνεια και άλλες συνθήκες. Το χρώμα είναι ίσως ο πιο σημαντικός παράγοντας ποιοτικής αξιολόγησης για όλα τα τρόφιμα, γιατί είναι το πρώτο που παρατηρεί ο καταναλωτής, καθώς στα περισσότερα είδη καρπών χρησιμοποιείται ως κριτήριο ωριμότητας (όπως π.χ. στις τομάτες, φράουλες, κεράσια, κτλ.). Είναι σημαντικό επομένως το χρώμα να δημιουργεί μια θετική πρώτη εντύπωση στους καταναλωτές (Σφακιωτάκης, 1995). Στην περίπτωση της τομάτας και των προϊόντων τομάτας η χρωματική ποιότητα πρακτικά αντιπροσωπεύει και τη συνολική ποιότητα του προϊόντος (Δέδε, 2015).

Το χρώμα των καρπών οφείλεται στην παρουσία κυρίως των τριών ειδών χρωστικών. Τα τρία είδη χρωστικών που υπάρχουν σε ανώριμους και ώριμους καρπούς φρούτων και λαχανικών, αναφέρονται παρακάτω:

- a) **Η χλωροφύλλη:** Η περιεκτικότητα της οποίας μειώνεται με την ωρίμανση των καρπών και συνιστά το βασικότερο χρώμα του φλοιού των ανώριμων φρούτων (ή αυτών με το πράσινο χρώμα).
- b) **Τα καροτενοειδή:** Οι οποίοι φέρουν κίτρινες, πορτοκαλί και ρόδινες αποχρώσεις και χρωματισμούς στο καρπούς και παίζουν μεγάλο ρόλο στο χρώμα των κονσερβοποιημένων φρούτων (όπως π.χ. ανανάς, εσπεριδοειδή, κτλ.).
- c) **Οι ανθοκυάνες:** Οι οποίες φέρουν κόκκινες, μπλε και μωβ αποχρώσεις σε διάφορους καρπούς φρούτων και λαχανικών (Σφακιωτάκης, 1995).

Η επιτυχή αξιολόγηση του χρώματος της τομάτας και των προϊόντων της βασίζεται στη γνώση της προέλευσης του χρώματός της και των παραγόντων που το επηρεάζουν. Το χρώμα του καρπού της τομάτας οφείλεται στην παρουσία των καροτενοειδών ουσιών, οι οποίες αναφέρονται παρακάτω:

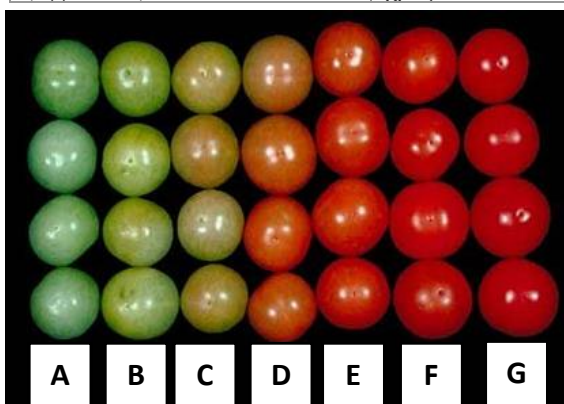
- a) Το λυκοπένιο.
- b) Το α-καροτένιο.
- c) Το β-καροτένιο.
- d) Το γ-καροτένιο.
- e) Το δ-καροτένιο.
- f) Οι ξανθοφύλλες.

Τα καροτενοειδή είναι μεταξύ των σημαντικότερων χρωστικών ουσιών που απαντώνται στα φρούτα. Το κυρίαρχο καροτενοειδές του καρπού της τομάτας είναι το λυκοπένιο (90 % των ολικών καροτενοειδών). Η συσσώρευση λυκοπενίου στον καρπό της τομάτας εξαρτάται από το βαθμό ωρίμασης. Έτσι η συγκέντρωση λυκοπενίου αυξάνεται σημαντικά κατά την αύξηση του καρπού από το στάδιο “ώριμος πράσινος” μέχρι το στάδιο “ώριμος κόκκινος” (Δέδε, 2015).

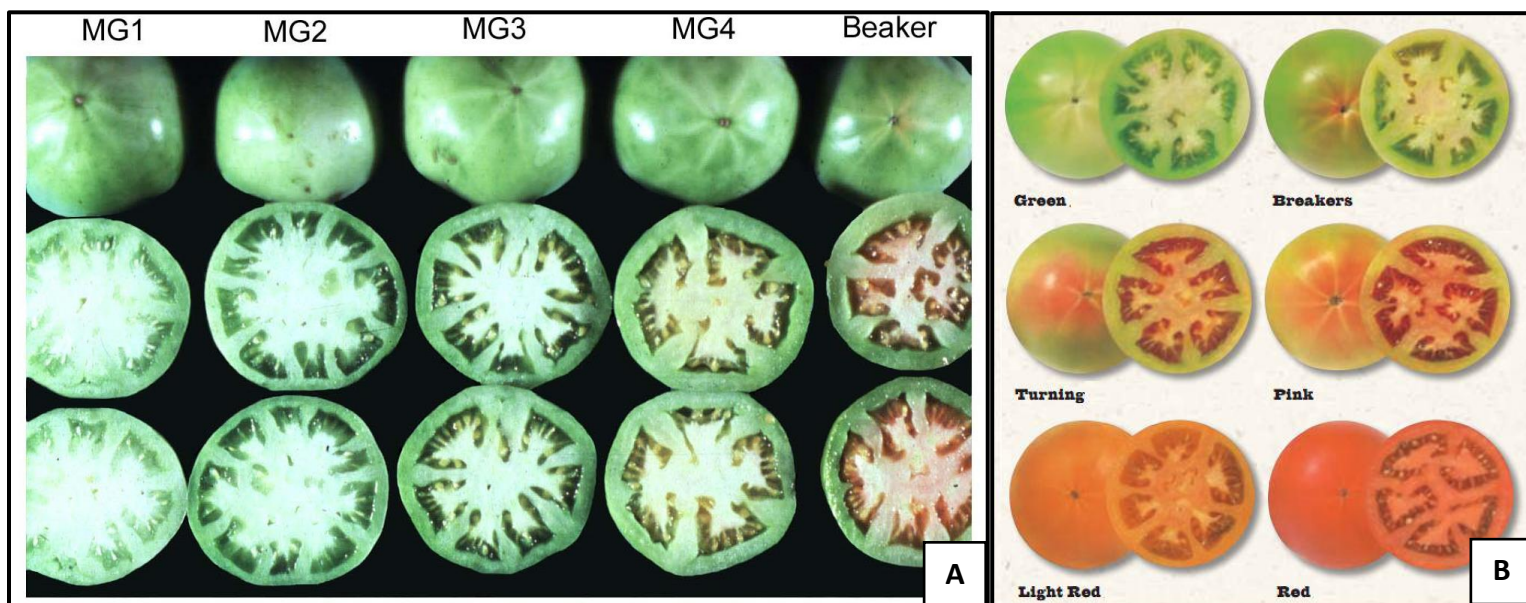
Παρακάτω στους Πίνακες 1.17 και 1.18 παρουσιάζονται αντίστοιχα τα στάδια φυσιολογικής και εμπορικής ωριμότητας των καρπών τομάτας.

Πίνακας 1.17: Στάδια φυσιολογικής ωριμότητας με την αντίστοιχη εσωτερική εμφάνιση σε καρπό τομάτας (Δέδε, 2015).	
Στάδια φυσιολογικής ωριμότητας:	Εσωτερική εμφάνιση καρπού:
MG-1	Οι σπόροι είναι ανώριμοι, άσπορου χρώματος, που κόβονται κατά τον τεμαχισμό της τομάτας. Δεν υπάρχει καθόλου σχηματισμός ζελατινώδους ουσίας ανάμεσα στις κοιλότητες.
MG-2	Οι σπόροι είναι ώριμοι. Σχηματισμός ζελατινώδους ουσίας σε δύο τουλάχιστον κοιλότητες.
MG-3	Οι σπόροι κατά τον τεμαχισμό της τομάτας παραμερίζονται. Όλες οι κοιλότητες έχουν ζελατινώδη ουσία, ενώ το εσωτερικό χρώμα είναι ακόμα πράσινο.
MG-4	Εμφάνιση κόκκινου χρώματος στη ζελατινώδη ουσία και στο περικάρπιο.

Πίνακας 1.18: Στάδια εμπορικής ωριμότητας με αντίστοιχο χρωματισμό καρπού τομάτας (Δέδε, 2015).	
Στάδια εμπορικής ωριμότητας:	Εξωτερικός χρωματισμός καρπού:
Ανώριμος (αγγλ. Immature)	Ο καρπός δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς ώστε να ωριμάσει εμπορικά σε αποδεκτά επίπεδα ποιότητας. Κάποιοι καρποί προοδευτικά θα ωριμάσουν εμπορικά, αλλά θα προκύψουν προϊόντα χαμηλής ποιότητας.
Ωριμος πράσινος (αγγλ. Mature Green)	Ο καρπός θα ωριμάσει εμπορικά σε αποδεκτά επίπεδα ποιότητας. Η επιφάνεια του καρπού είναι αποκλειστικά πράσινη. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τα τέσσερα στάδια φυσιολογικής ωριμότητας (MG-1, MG-2, MG-3, και MG-4).
Σπάσιμο (αγγλ. Breaker)	Υπάρχει ένα χαρακτηριστικό «σπάσιμο» στο χρώμα του καρπού από πράσινο σε φαιό-κίτρινο, ροζ ή κόκκινο σε μια περιοχή του καρπού μικρότερη από το 10 % της επιφάνειάς του.
Αλλαγή (αγγλ. Turning)	Η επιφάνεια του καρπού δεν είναι πράσινη σε ποσοστό 10 % - 30 %. Στο σύνολο υπάρχει χαρακτηριστική αλλαγή από το πράσινο χρώμα σε καφέ-κίτρινο, ροζ, κόκκινο ή συνδυασμό αυτών.
Ρόδινο (αγγλ. Pink)	Το 30 % - 60 % της επιφάνειας δεν είναι πράσινο. Στο σύνολο η επιφάνεια του καρπού παρουσιάζει ρόδινο ή κόκκινο χρώμα.
Ανοικτό κόκκινο (αγγλ. Light Red)	Το 60 % - 90 % της επιφάνειας δεν είναι πράσινο. Στο σύνολο, ο καρπός εμφανίζει ροζ-κόκκινο ή κόκκινο χρώμα.
Ωριμος κόκκινος (αγγλ. Red)	Περισσότερο από 90 % της επιφάνειας δεν είναι πράσινο. Στο σύνολο, ο καρπός έχει κόκκινο χρώμα.



Εικόνα 1.33: Απεικόνιση των σταδίων της εμπορικής ωριμότητας σε καρπούς τομάτας. Όπου **A:** Ανώριμος, **B:** Ωριμος πράσινος, **C:** Σπάσιμο, **D:** Ρόδινο, **E:** Ανοικτό κόκκινο, **F:** Ωριμος κόκκινος καρπούς.



Εικόνα 1.34: Απεικόνιση των σταδίων της φυσιολογικής (Α) και εμπορικής (Β) ωριμότητας σε καρπούς τομάτας.

1.8.2 Η υφή και σκληρότητα

Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται στην εσωτερική κατασκευή των φυτικών μερών και εξαρτώνται από την σπαργή των κυττάρων, την φύση των κυτταρικών τοιχωμάτων και από την παρουσία ορισμένων κυτταρικών ουσιών, όπως είναι το άμυλο, ο χυμός και το νερό. Η υφή δεν είναι ένα μονοσήμαντο, καθορισμένο με σαφήνεια χαρακτηριστικό, αλλά συμπεριλαμβάνει τις δομικές, οργανοληπτικές και μηχανικές ιδιότητες ενός τροφίμου.

Τα χαρακτηριστικά της υφής, σκληρότητας και τραγανότητας αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής με το μάσημα των καρπών στο στόμα και το ευχάριστο ή δυσάρεστο αίσθημα από το μάσημα αφορά το συγκεκριμένο είδος καρπών. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να μετρηθούν από ειδικά όργανα (όπως π.χ. πιεσόμετρο, tenderometer, κ.λπ.), αλλά οι ενδείξεις των οργάνων αυτών δεν ανταποκρίνονται πάντοτε στον καταναλωτή.

Η υφή των οπωροκυπευτικών προϊόντων, ενδιαφέρει όσους ασχολούνται με την διακίνηση και την εμπορία. Οι μαλακοί καρποί δεν διακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις, γιατί είναι ευαίσθητοι και κατά την μεταφορά παθαίνουν σοβαρές ζημιές. Για τον λόγο αυτό επιβάλλεται η συγκομιδή να γίνεται με συνεκτική σάρκα σε λιγότερο ώριμη κατάσταση, πριν το προϊόν έχει αποκτήσει τα άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Οι νωποί καρποί που προορίζονται για την βιομηχανοποίηση πρέπει να έχουν συνεκτική σάρκα, για να αντέχουν τις διάφορες μεταχειρίσεις μεταποίησης. Η υφή μπορεί να εκτιμηθεί με αντικειμενικές μετρήσεις ή με οργανοληπτικούς ελέγχους από ειδικά εκπαιδευμένους κριτές (Σφακιωτάκης, 1995).

Στη ελληνική και ξένη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλοί όροι για να χαρακτηρίσουν την υφή των νωπών φρούτων και λαχανικών (Δέδε, 2015). Οι κυριότεροι από τους ορισμούς αυτούς, αναφέρονται παρακάτω:

- Σκληρό (αγγλ. Hard ή tough).
- Συνεκτικό ή σφιχτό (αγγλ. Firm).
- Μαλακό (αγγλ. Soft).
- Τραγανό (αγγλ. Crisp).
- Αλευρώδες (αγγλ. Mealy).
- Εύτηκτο (αγγλ. Melting).

- g) Ξηρό (αγγλ. Dry).
- h) Χυμώδες (αγγλ. Juicy), και άλλοι ορισμοί.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την υφή των φρούτων και λαχανικών είναι πολύπλοκοι (Σφακιωτάκης, 1995; Δέδε, 2015). Οι κυριότεροι από τους παράγοντες αυτούς αναφέρονται παρακάτω:

- a) Η ποικιλία.
- b) Το στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή.
- c) Οι καλλιεργητικές τεχνικές (όπως η ποσότητα και ο τύπος λιπασμάτων, η άρδευση, ο βαθμός έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία, κ.α.).
- d) Οι περιβαλλοντικές συνθήκες.
- e) Οι μετασυλλεκτικοί παράγοντες καταπόνησης (όπως μηχανικοί χειρισμοί, χαμηλή υγρασία, πάγωμα, κτλ.).

Για την αντικειμενική μέτρηση της υφής εφαρμόζεται στο προϊόν κάποιο μηχανικό φορτίο και εκτίμηση των σχέσεων των παραμέτρων μάζα, χρόνος και απόσταση (Δέδε, 2015). Υπάρχουν πολλοί τύποι μηχανικών φορτίων και κατ' αντιστοιχία μέθοδοι μέτρησης της υφής. Οι κυριότεροι μέθοδοι μετρήσεις της υφής και σκληρότητας σάρκας σε διάφορους καρπούς είναι δυο, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- a) **Η καταστρεπτική μέθοδος, με διάτρηση ή διείσδυση:**

Όταν εφαρμόζεται η μέτρηση με την διάτρηση, τότε προκαλείται μη αναστρέψιμη βλάβη που σε έναν καρπό, επειδή εφαρμόζεται μια σταθερή δύναμη πάνω του, με τελικό αποτέλεσμα την διάρρηξή του. Παρόλα αυτά η μέθοδος της διάτρησης ή διείσδυσης είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκτίμησης των μηχανικών ιδιοτήτων των φρούτων.

- b) **Η μην καταστρεπτική μέθοδος, με συμπίεση ή παραμόρφωση:**

Όταν εφαρμόζεται η μέτρηση με την παραμόρφωση έχει ως αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η διάμετρος του καρπού, λόγω εφαρμογής πάνω του κάποιας σταθερής δύναμης. Η δύναμη αυτή πρέπει να είναι μικρότερη από την ελάχιστη δύναμη στην οποία μπορεί να σκιστεί η επιδερμίδα του καρπού.

Επίσης, ο βαθμός σκληρότητας ή το μαλάκωμα της σάρκας του καρπού, εκτιμάται με την πίεση του αντίχειρα πάνω στον καρπό, μέχρι να εμφανιστεί το χαρακτηριστικό βαθούλωμα. Καλύτερα όμως μετριέται με ειδικά όργανα, τα πιεσόμετρα (μέθοδος διάτρησης). Δυο κυρίως τύποι πιεσόμετρων είναι διαδεδομένα. Το πιο διαδεδομένο είναι το Magnes-Taylor, το οποίο αποτελείται από ένα δυναμόμετρο που φέρει ένα κυλινδρικό έμβολο (Σφακιωτάκης, 1995).



Εικόνα 1.35: Απεικόνιση του φορητού πιεσόμετρου «Magnes-Taylor», εφαρμοσμένο πάνω σε καρπό ροδάκινου (A) και μήλου (B). Το φορητό πιεσόμετρο εφαρμοσμένο πάνω στην βάση του πιεσόμετρου κατά την μέτρηση σε καρπό ροδάκινου (C).

1.8.3 Η περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά

Η περιεκτικότητα της τομάτας σε στερεά συστατικά, ή κάποια κλάσματα αυτών όπως τα ολικά υδατοδιαλυτά (ή διαλυτά) στερεά, χρησιμοποιούνται για την πρόγνωση των αποδόσεων σε τελικό προϊόν (π.χ. τοματοπολτός), της συνεκτικότητάς του και της γενικότερης ποιότητάς του.

Η περιεκτικότητα των καρπών της νωπής τομάτας σε στερεά συστατικά είναι ένα από τα σημαντικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά, τα οποία εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

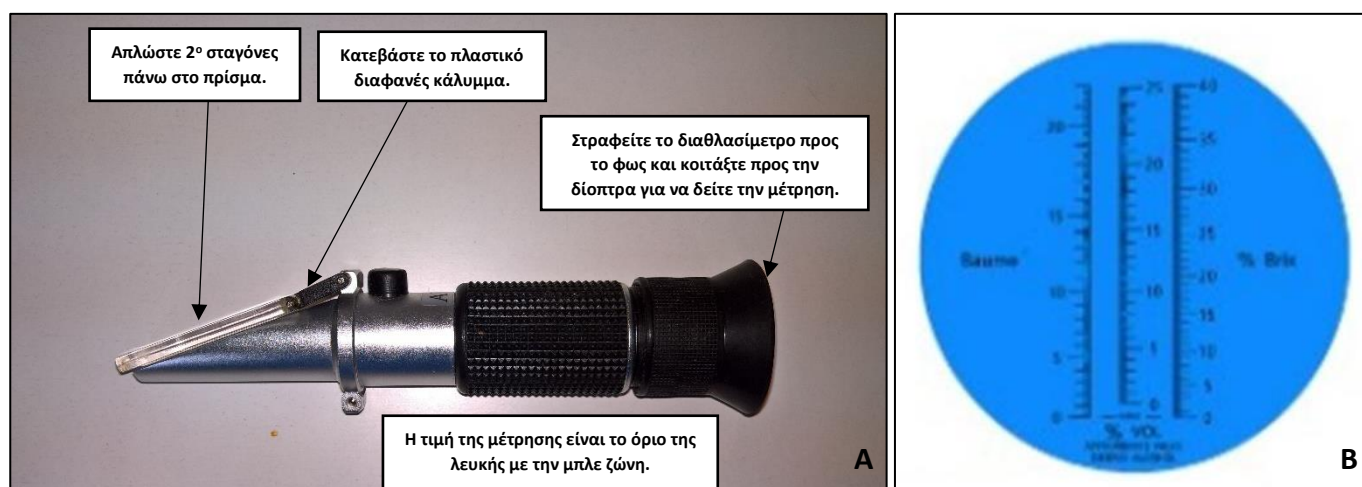
- Την ποικιλία.
- Το στάδιο ωρίμασης κατά τη συγκομιδή.
- Την τοποθεσία καλλιέργειας.
- Τις κλιματικές συνθήκες.
- Τις καλλιεργητικές πρακτικές (Σφακιωτάκης, 1995; Δέδε, 2015).

Οι κυριότεροι επίσημοι μέθοδοι που εφαρμόζονται για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των ολικών στέρεων συστατικών σε νωπούς καρπούς τομάτας, είναι οι παρακάτω:

- Εήρανση του δείγματος καρπού υπό κενό σε θερμοκρασία 70°C για 2 ώρες.
- Εήρανση του δείγματος καρπού υπό ατμοσφαιρική πίεση σε θερμοκρασία 100°C για 6 ώρες.
- Εήρανση του δείγματος καρπού σε φούρνο μικροκυμάτων μέχρι σταθερού βάρους.

Επειδή, όμως, οι επίσημοι μέθοδοι του προσδιορισμού των ολικών στέρεων συστατικών σε καρπούς τομάτας είναι χρονοβόρες και χρειάζονται προαπαιτούμενο εξοπλισμό, έτσι αναπτυχθήκαν πιο γρήγοροι και εύχρηστοι μέθοδοι, οι οποίοι μετρούν τα κλάσματα των ολικών στέρεων συστατικών, και πιο συχνά τα ολικά υδατοδιαλυτά στερεά.

Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών γίνεται με απευθείας ανάγνωση από διαθλασίμετρο και εκτιμάται σε βαθμούς °Brix. Τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά των καρπών φρούτων και λαχανικών (και των καρπών τομάτας) είναι τα σάκχαρα, τα οξέα, τα άλατα, τα μέταλλα και κάποιες από τις πρωτεΐνες (Δέδε, 2015).



Εικόνα 1.36: Απεικόνιση του οπτικού διαθλασίμετρου FERRARI FG-514 (εταιρίας FERRARI®, μοντέλου FG-514, χώρα παραγωγής την Ιταλία). **A:** Με τις οδηγίες μέτρησης των ολικών διαλυτών στερεών (συντ. ΟΔΣ). **B:** Οι 3^η κλίμακες μέτρησης, όπως φαίνονται στον οπτικό θάλαμο. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

1.8.4 Η ολική οξύτητα και το pH

Τα οξέα αποτελούν σημαντικό παράγοντα γεύσης και ποιότητας διαφόρων καρπών φρούτων και λαχανικών (και της τομάτας).

Ο προσδιορισμός των ολικών οξέων γίνεται τιτλοδοτώντας ένα μέρος του δείγματος με μια βάση γνωστή συγκέντρωσης (π.χ. υδροξείδιο του νατρίου, NaOH), προσθέτοντάς παράλληλα κατάλληλο δείκτη (π.χ. φαινολοφθαλεΐνης), μέχρι να προσδιοριστεί το τελικό σημείο της αντίδρασης εξουδετέρωσης. Η τιτλοδότηση μετράει και εκφράζει την οξύτητα του διαλύματος ως προς το επικρατές οξύ, στην περίπτωση της τομάτας το κιτρικό οξύ (Σφακιωτάκης, 1995; Δέδε, 2015).

Η ολική οξύτητα μπορεί να εκφραστεί με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

a) Σε ml NaOH 0,1N ανά 100 ml δείγματος:

$$\text{ml NaOH } 0,1 \text{ N ανά } 100 \text{ ml δείγματος} = \frac{\text{όγκος NaOH } 0,1\text{N}}{\text{όγκος δείγματος}} \times 100$$

b) Σε g οξέος ανά ml δείγματος:

$$\text{g οξέος ανά ml δείγματος} = \frac{\text{όγκος NaOH} \times \text{Κανονικότητα (N)NaOH} \times \text{mEq οξέος (0,064 για το κιτρικό)}}{\text{όγκος δείγματος}}$$

c) Σε g οξέος ανά 100 g δείγματος (% w/w):

$$\text{g οξέος ανά } 100 \text{ g δείγματος} \left(\% \frac{\text{w}}{\text{w}} \right) = \frac{\text{όγκος NaOH} \times \text{Κανονικότητα NaOH} \times \text{mEq οξέος} \times \text{όγκος αρχ.διαλ.}}{\text{όγκος τιτλ.κλάσματος του αρχ.διαλ.} \times \text{βάρος δείγματος που αραιώθηκε για να δώσει το αρχ.διαλ.}} \times 100$$

Το pH στα τρόφιμα παίζει σημαντικό ρόλο καθώς ρυθμίζει πολλές χημικές και μικροβιολογικές αντιδράσεις. Ο προσδιορισμός του pH μπορεί να γίνει με δυο από τους παρακάτω τρόπους:

a) Με χρωματομετρικές μεθόδους με την βοήθεια δεικτών.

b) Με ηλεκτρονικά πεχάμετρα με την βοήθεια ηλεκτροδίων.

Στη βιομηχανία κονσερβοποίησης τροφίμων αυτό που παίζει σημαντικότερο ρόλο είναι η τιμή του pH της πρώτης ύλης και όχι η ολική οξύτητα. Όπως προαναφέρθηκε το pH είναι εκείνο που ρυθμίζει τις χημικές και μικροβιολογικές αντιδράσεις στα τρόφιμα και έτσι είναι εκείνο που καθορίζει τη θερμοκρασία και τη διάρκεια εφαρμογής της κατά την κονσερβοποίηση ενός τροφίμου. Όσο χαμηλότερο είναι το pH, τόσο χαμηλότερος ο βαθμός θέρμανσης που απαιτείται για την κονσερβοποίησή του (Δέδε, 2015).

Οι κυριότεροι παράγοντες που πιθανότατα να επηρεάζουν το pH ενός καρπού, αναφέρονται παρακάτω:

- i. Η ποικιλία.
- ii. Ο βαθμός ωρίμασης.
- iii. Οι καλλιεργητικές πρακτικές.
- iv. Η τοποθεσία.
- v. Οι διαδικασίες συγκομιδής και συντήρησης πριν την επεξεργασία.

1.8.5 Τα ελαττώματα καρπού και ξένες ύλες

Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού της τομάτας συμπεριλαμβάνεται και η απουσία οποιουδήποτε ελαττώματος του καρπού, καθώς και η απουσία των ξένων υλών και υπολειμμάτων στους καρπούς. Τέλος, σημαντικό ρόλο παίζει και η απουσία προσβολής των καρπών από έντομα, ακάρεα, μύκητες, βακτήρια και ιούς (Δέδε, 2015).

Στους επομένους παραγράφους παρουσιάζονται τα κυριότερα ελαττώματα σε καρπούς τομάτας, τα οποία ως γενικότερη έννοια αποκαλούνται και φυσιολογικές ασθένειες καρπών τομάτας. Επίσης γίνεται αναφορά και για τις ξένες ύλες και τα υπολείμματα που μπορεί να υπάρχουν σε καρπούς.

1.8.5.1 Το φούσκωμα καρπών (Bloating fruit)

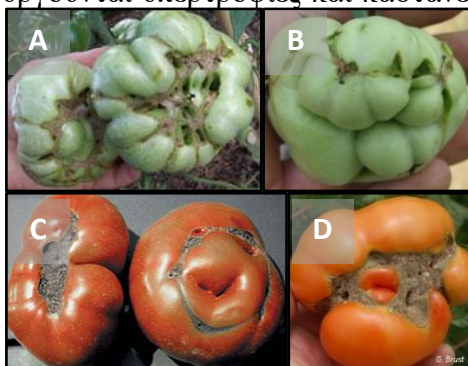
Οι φουσκωμένοι καρποί είναι ευδιάκριτοι 15 μέρες μετά το δέσιμο τους. Έχουν μέγεθος μεγαλύτερο του κανονικού, σχηματίζουν έντονες γωνίες και έχουν έντονη παραμόρφωση. Συνήθως είναι μαλακοί και εάν κοπούν οριζόντια τα καρπόφυλλα έχουν μικρά ή μεγαλύτερα κενά εξαιτίας της έλλειψης σπόρων και της μικρής ανάπτυξης του πλακούντα. Ο εξωτερικός τους χρωματισμός συχνά είναι ανομοιόμορφος και έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και είναι άγευστοι.

Το φούσκωμα καρπών προκαλείται από διάφορες αίτιες, όπως είναι η χρησιμοποίηση καρποδοτικών ουσιών (δηλ. ορμονών), ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται σε μεγάλες δόσεις, η επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών (κάτω των 15 °C), η υψηλή σχετική υγρασία και άλλων αίτιων (Μαλαθράκης et al, 2007).

1.8.5.2 Η παραμόρφωση καρπών (Catfacing ή Misshapen fruit)

Οι ζημιές είναι συνήθως ασήμαντες για τα ποιοτικά κυρίως χαρακτηριστικά. Όμως σε μεμονωμένες περιπτώσεις έχουν παρατηρηθεί σοβαρές οικονομικές απώλειες. Η ανωμαλία αυτή παρουσιάζεται σε ορισμένες μόνο ποικιλίες και ιδιαίτερα σε μεγαλόκαρπες.

Η κύρια αίτια της παραμόρφωσης οφείλεται κύριος λόγο της ανώμαλης ανάπτυξης του ανθούς, και εκδηλώνεται σαν ατελείς ανάπτυξη των εξωτερικών κυττάρων των καρπόφυλλων στην κορυφή των καρπών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, στο πίσω μέρος των καρπών να δημιουργούνται κοιλότητες διαφόρων μεγεθών, που πολλές φορές φτάνουν μέχρι και τον πλακούντα. Σύγχρονος δημιουργούνται υπερτροφίες και καστανές γραμμώσεις (Μαλαθράκης et al, 2007).



Εικόνα 1.37: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας παραμόρφωση καρπών (αγγλ. Catfacing ή Misshapen fruit) σε ανώριμους (A, B) και ώριμους (C, D) καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Τα δευτερεύοντα αίτια της φυσιολογικής ασθένειας αυτής, μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι τα παρακάτω:

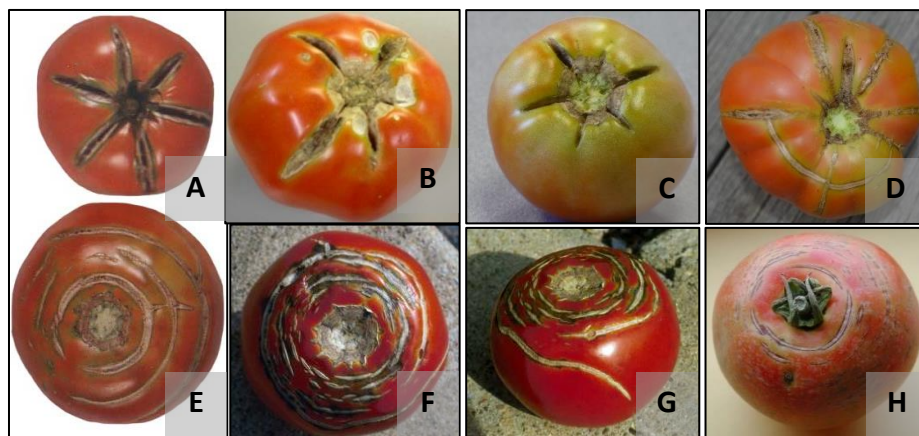
- a) Η επικράτηση των χαμηλών θερμοκρασιών κατά τον σχηματισμό του ανθούς, που έχει ως αποτέλεσμα την ανώμαλη ανάπτυξη των κυττάρων της ωοθήκης.
- b) Η υπερβολική χρήση καρποδοτικών ουσιών (π.χ. ορμονών).
- c) Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση.

1.8.5.3 Το σκίσιμο καρπών (Cracks fruit)

Η φυσιολογική ασθένεια αυτή παρατηρείται κυρίως σε πλήρως αναπτυγμένους καρπούς και σχεδόν πάντοτε σε υπαίθριες καλλιέργειες και σπανιότερα σε θερμοκηπιακές. Το ποσοστό των καρπών με σκισίματα είναι δυνατόν να είναι πολύ υψηλό, με την οικονομική απώλεια να είναι αρκετά μεγάλη. Τα σκισίματα μπορούν να παρουσιαστούν πάνω σε καρπούς με τρεις μορφές, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- a) Γύρο από τον ποδίσκο με την μορφή συγκριτικών κύκλων (αγγλ. Concentric cracks).
- a) Ακτινωτά από τον ποδίσκο προς την περιφέρεια (αγγλ. Radial cracks).
- b) Ακανόνιστα τοποθετημένα πάνω στον καρπό.

Το βάθος του σκισίματος μπορεί να ποικίλει, από ελάχιστα χιλιοστά μέχρι και 0,5 cm και το μήκος τους από λίγα χιλιοστά μέχρι μερικά εκατοστά. Οι σχισμένοι καρποί στο χωράφι, αλλά κυρίως κατά την διάρκεια της μεταφοράς και εμπορίας προσβάλλονται από δευτερογενή παθογόνα και σαπίζουν.



Εικόνα 1.38: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας σκισίματος (αγγλ. Cracks fruit) σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **A-D:** Με την μορφή ακτινωτού σκισίματος από τον ποδίσκο προς την περιφέρεια (αγγλ. Radial cracks). **E-H:** Με την μορφή συγκριτικών κύκλων γύρο από τον ποδίσκο (αγγλ. Concentric cracks).

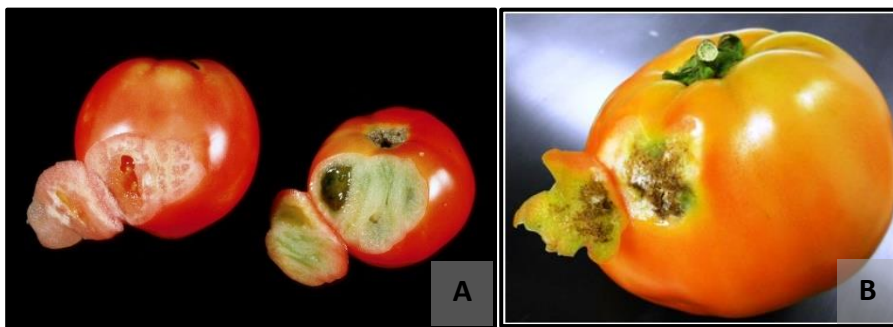
Το σκίσιμο των καρπών παρουσιάζεται πιο συχνά σε ορισμένες μόνο ποικιλίες. Η κύρια αίτια του σκισίματος θεωρείται ότι είναι η γρήγορη ανάπτυξη των καρπών και η ταχεία διόγκωσή τους, η οποία δεν ακολουθείται από αντίστοιχη αύξηση της επιδερμίδας. Έτσι με τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου, όπου οι καρποί διογκώνονται απότομα, το ποσοστό των σχισμένων καρπών αυξάνεται σημαντικά. Επίσης, ως αίτιες μπορούν να θεωρηθούν και οι μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας που συνεπάγονται μεγάλες διακυμάνσεις της εξατμισοδιαπνοής, καθώς και τα ακανόνιστα ποτίσματα. Τέλος, η έκθεση των καρπών στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία, προτρέπει την εκδήλωση σκασίματος (Μαλαθράκης et al, 2007).

1.8.5.4 Γωνιώδης καρπός (Boxy fruit)

Ο καρπός παρουσιάζει μια αλλαγή του χαρακτηριστικού σχήματος της αντίστοιχης ποικιλίας, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται περισσότερο γωνιώδης και είναι πιο ελαφρύς σε σχέση με το μέγεθος του. Επίσης, το ζελατινώδες υγρό που περιβάλλει τους σπόρους είναι περιορισμένο και παρουσιάζονται κενά μεταξύ της εσωτερικής σάρκας και των εξωτερικών τοιχωμάτων του καρπού. Η κύρια αίτια της φυσιολογικής αυτής ασθένειας πιστεύεται ότι είναι οι μειωμένες ποσότητες καλίου (K) στο έδαφος (Ολυμπίου, 2001).

1.8.5.5 Η εσωτερική καστάνωση καρπού (Internal Browning ή Bronzing fruit)

Ο καρπός εμφανίζει εσωτερικά προς το μέρος του ποδίσκου πλατείες ραβδώσεις, οι οποίες είναι καφέ χρώματος. Η συμπτωματολογική εικόνα φαίνεται καλύτερα όταν γίνει μια κατά μήκη τομή του ανώριμου πράσινου καρπού κοντά στην περιοχή του ποδίσκου. Η περιοχή αυτή εξωτερικά του καρπού είναι σκληρή, ανώμαλη και συχνά καθιζάνουσα. Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται συνήθως σε μια ή δυο ταξιανθίες ανά το φυτό. Η μην παρασιτική ασθένεια αυτή συχνά αναφέρεται ότι είναι το αποτέλεσμα της προσβολής του φυτού και του καρπού από τον Ιό μοσαϊκού του καπνού (αγγλ. *Tabaco mosaic virus*, TMV) (Ολυμπίου, 2001).



Εικόνα 1.39: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας εσωτερική καστάνωση καρπού (αγγλ. Internal Browning ή Bronzing fruit) σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που ξεπροβάλετε μετά την αφαίρεση του περικαρπίου (A, B).

1.8.5.6 Τα γκριζα τοιχώματα καρπού (Graywall fruit)

Ο καρπός στο στάδιο του πράσινου ή μόλις αρχίζει να γυαλίζει παρουσιάζει γκριζες ή γκριζοκαφέ ραβδώσεις στα εξωτερικά τοιχώματα και σε διάφορες άλλες θέσεις, κυρίως όμως στα πλευρικά και στην βάση του καρπού, ενώ η περιοχή κοντά στον ποδίσκο είναι ομαλή χωρίς καθίζηση, όπως αναφέραμε στην περίπτωση της εσωτερικής καστάνωσης καρπού (Ολυμπίου, 2001).

1.8.5.7 Η ανομοιόμορφη (ή κηλιδωτή) ωρίμανση καρπού (Blotchy ripening fruit)

Η ανωμαλία αυτή του καρπού της τομάτας είναι προχωρημένη μορφή της προηγούμενης (δηλ. γκριζα τοιχώματα καρπού), στον ώριμο ή σχεδόν ώριμο καρπό της τομάτας, που έχει ως αποτέλεσμα ο καρπός να παρουσιάζει έναν ανομοιόμορφο χρωματισμό.

Τα κύρια αίτια που προκαλούν δυο αυτές φυσιολογικές ασθενείς, τα γκριζα τοιχώματα και την ανομοιόμορφη ωρίμανση καρπών, είναι ποικίλα και δρουν μεμονωμένα ή σε συνδυασμούς. Από τα αίτια αυτά περιλαμβάνουν η χαμηλή ένταση φωτισμού, οι χαμηλές θερμοκρασίες, η

υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, η υψηλή εδαφική υγρασία, τα υψηλά επίπεδα αζώτου (N), τα χαμηλά επίπεδα καλίου (K). Οι διάφορες ποικιλίες παρουσιάζουν και διαφορετική ευπάθεια στις ανωμαλίες αυτές (Ολυμπίου, 2001).

1.8.5.8 Το ηλιοκαύμα καρπού (Sunburns ή Sunscald fruit)

Τα εγκαύματα από τον ήλιο συνήθως παρατηρούνται στους αναπτυγμένους πράσινους καρπούς, από την πλευρά που εκτίθενται στον ήλιο, όπου μετά από μικρό χρονικό διάστημα στο μέρος αυτό παρατηρούνται μεγάλες επιφανειακές κηλίδες οπού το κέντρο τους γίνεται λευκό από ότι το κανονικό χρώμα των καρπών και συχνά περιβάλλονται από κίτρινη περιφέρεια. Στο κέντρο των κηλίδων συχνά η επιφάνεια σχίζεται.

Τα εγκαύματα από τον ήλιο παρατηρούνται σε περιοχές με έντονη ηλιοφάνεια και όταν οι συνθήκες είναι ξηροθερμικές. Η ασθένεια παρατηρείται κυρίως σε υπαίθριες καλλιέργειες, οι οποίες είτε δεν αρδεύονται τακτικά και έχουν περιορισμένο φύλλωμα, είτε επειδή έχουν προσληφθεί από εχθρούς και ασθενείς, με αποτέλεσμα να έχουν υποστεί αποφύλλωση (Μαλαθράκης et al, 2007).



Εικόνα 1.40: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας ηλιοκαύματος καρπών (αγγλ. Sunburns ή Sunscald fruit) σε ανώριμους (A) και ώριμους (B, C) καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

1.8.5.9 Η ξηρή σήψη κορυφής καρπού (Blossom end rot fruit)

Η φυσιολογική ασθένεια αυτή εμφανίζεται όταν οι καρποί είναι ακόμα ανώριμοι (πράσινοι), και συχνότερα στους ανεπτυγμένους παρά στους μικρούς καρπούς. Στην αρχή παρατηρείται μια μικρή κηλίδα με βαθύτερο πράσινο χρωματισμό από εκείνο του υπόλοιπου καρπού. Στην συνέχεια η κηλίδα μεγαλώνει ταχύτατα και μπορεί να καλύψει περισσότερο από το μισό του καρπού. Το σχήμα της κηλίδας είναι περίπου κυκλικό και έχει ασαφή όρια, με στιλπνή και δερματώδης επιφάνεια. Όσο ωριμάζει ο καρπός ο χρωματισμός της κηλίδας γίνεται σκούρος καστανός και στην συνέχεια μαύρος. Προοδευτικά οι εσωτερικοί ιστοί αφυδατώνονται και η επιφάνεια της κοιλιάς γίνεται σχεδόν επίπεδη ή και βυθισμένη, έτσι ώστε να φαίνονται τα αγγεία του καρπού.

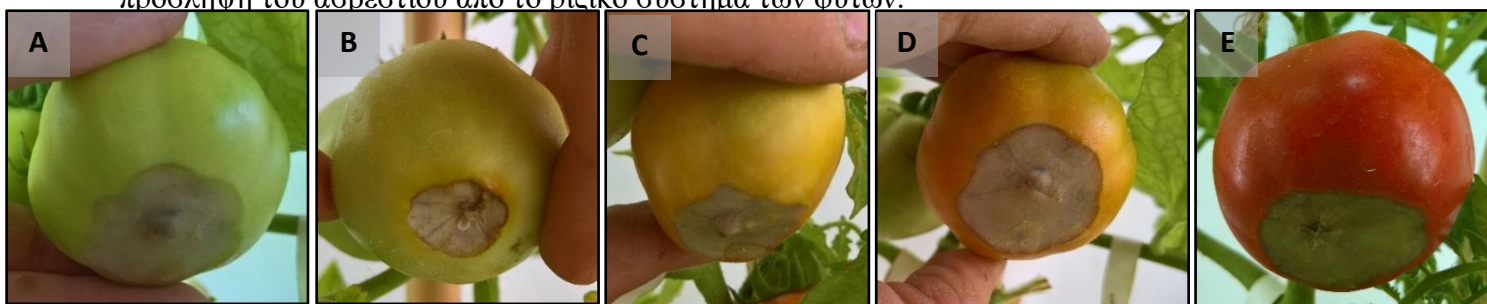
Η κύρια αίτια της ασθένειας αυτής είναι η έλλειψη του ασβεστίου, καθώς ευνοείτε από τις συνθήκες που επηρεάζουν την πρόσληψη του ασβεστίου (Ca^+) από το ριζικό σύστημα των φυτών. Τα αίτια αυτά θεωρούνται ότι είναι τα παρακάτω:

- Η χαμηλή αναλογία ασβεστίου ως προς τα ολικά διαλυτά άλατα.
- Η υψηλή συγκέντρωση θεικών και χλωριούχων αλάτων στο έδαφος.
- Η μεγάλη διαφορά αναλογίας φυλλώματος ως προς τους καρπούς στο φυτό.
- Τα ακανόνιστα ποτίσματα.

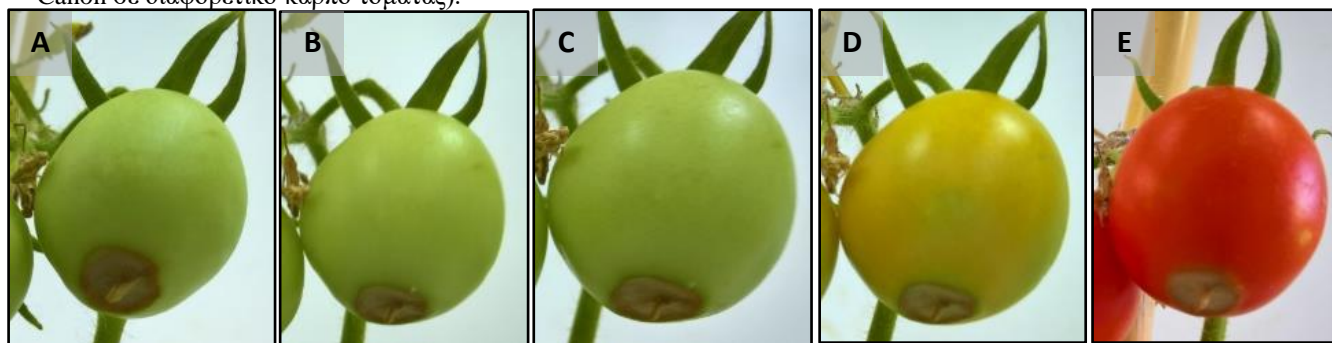
- e) Η υπερβολική υγρασία του εδάφους, που έχει ως αποτέλεσμα την παρεμπόδιση ανάπτυξης του ριζικού συστήματος στο φυτό.
- f) Η πλούσια αζωτούχος (N) και καλιούχος (K) λίπανση.
- g) Η υψηλή εξατμισοδιαπνοή.

Οι διάφορες ποικιλίες τομάτας διαφέρουν σημαντικά όσον αφορά την ευαισθησία τους στην φυσιολογική αυτή ασθένεια, με αποτέλεσμα κάποιες από αυτές να την παρουσιάζουν περισσότερο και κάποιες άλλες λιγότερο ή και καθόλου (Μαλαθράκης et al, 2007).

Πιο αναλυτικά θα γίνει η αναφορά για την ασθένεια στο Κεφάλαιο 2 ‘Η επίδραση της αλατότητας στο ασβέστιο (Ca)’, όπου θα γίνει περιγραφή της επίδρασης του NaCl στη ανταγωνιστική δράση με τα ιόντα ασβεστίου (Ca²⁺). Στο παραπάνω υποκεφάλαιο περιγράφονται περιληπτικά οι κύριες από τις αίτιες αλατότητας που είναι υπεύθυνες για την παρεμπόδιση στην πρόσληψη του ασβεστίου από το ριζικό σύστημα των φυτών.



Εικόνα 1.41: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρής σήψης κορυφής (αγγλ. Blossom end rot) σε διάφορα στάδια ωριμότητας καρπού τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Rakmor. **A:** Στο στάδιο του ώριμου πράσινου. **B:** Στο στάδιο του σπασίματος χρώματος. **C:** Στο στάδιο της αλλαγής χρώματος. **D:** Στο στάδιο του ρόδινου χρώματος. **E:** Στο στάδιο ανοικτού κόκκινου χρώματος. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon σε διαφορετικό καρπό τομάτας).



Εικόνα 1.42: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρής σήψης κορυφής (αγγλ. Blossom end rot) σε διάφορα στάδια ωριμότητας καρπού τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pomodoro. **A-C:** Στο στάδιο του ώριμου πράσινου. **D:** Στο στάδιο της αλλαγής χρώματος. **E:** Στο στάδιο ανοικτού κόκκινου χρώματος. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon στον ίδιο καρπό τομάτας).

1.8.5.10 Ξένες ύλες – Υπολείμματα

Οι ξένες μπορεί να είναι τα διάφορα όχι απαραίτητα υλικά, όπως διάφορα στελέχη, έδαφος, πέτρες και άλλα, τα οποία βρίσκονται ανάμεσα στην πρώτη ύλη ως αποτέλεσμα της μηχανικής συγκομιδής. Ανάμεσα σε αυτά μπορεί να θεωρηθούν και τα υπολείμματα (π.χ. από φυτοφάρμακα) πάνω σε καρπό. Οι ύλες αυτές αποτελούν κυρίως οικονομική ζημιά για τα εργοστάσια μεταποίησης και το εμπόριο, αλλά και ποιοτική ζημιά αφού θεωρούνται πηγές μολύνσεων (Δέδε, 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
Εισαγωγή στην Αλατότητα

2.1 Το φαινόμενο της αλατότητας

2.1.1 Γενικά

Η αλατότητα, ως παράγοντας καταπόνησης, παρουσιάζεται σε εκτεταμένες περιοχές του πλανήτη μας, όπου η έκταση τους φθάνει έως και το 20% του συνόλου των καλλιεργούμενων εδαφών οι οποίες για διαφορετικούς λόγους εμφανίζουν υψηλή αλατότητα στο έδαφος. Σε όλο τον κόσμο, καλλιεργήσιμη γη έχει σοβαρά επηρεασθεί από υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, οι οποίες μειώνουν την αύξηση των φυτών και την παραγωγή.

Τα αποτελέσματα αυτό οφείλεται συχνά σε δευτερογενή αλάτωση του εδάφους λόγω χρήσης ακατάλληλου νερού με υψηλές συγκέντρωσης σε άλατα για άρδευση. Σε ζεστές και ξηρές περιοχές, η συγκέντρωση των αλάτων αυξάνεται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, επειδή η εξατμισοδιαπνοή υπερβαίνει την βροχόπτωση. Η υψηλή αλατότητα του νερού άρδευσης δεν μειώνει μόνο την απορρόφηση νερού από τα φυτά και την αύξησή τους, αλλά μπορεί να προκαλέσει και ανισορροπίες στην θρέψη των φυτών, καθώς και τοξικές επιδράσεις από ορισμένα ιόντα (Καραμπουρνιώτης et al, 2003; Κοντής, 2009).

2.1.2 Ορισμός

Με τον όρο «αλατότητα» εννοούμε το σύνολο των υδατοδιαλυτών αλάτων στο ριζόστρωμα του φυτού. Αντίθετα, τα «αλατούχα εδάφη» χαρακτηρίζονται τα εδάφη εκείνα στα οποία η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων στην ριζόσφαιρα των φυτών είναι τόσο μεγάλη, έτσι ώστε να οδηγεί στην μείωση της απόδοσης τους (Σινάνης, 2009).

Τα υδατοδιαλυτά άλατα είναι κατά κύριο λόγο τα ανθρακικά, τα δισανθρακικά, τα θειικά, τα χλωριούχα, τα νιτρικά και τα βορικά άλατα, με ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}), μαγνησίου (Mg^{2+}), νατρίου (Na^+), καλίου (K^+) και αμμωνίου (NH_4^+). Από τα άλατα αυτά, το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), το θειικό ασβέστιο (CaSO_4) και το θειικό μαγνήσιο (MgSO_4) είναι δυσδιάλυτα άλατα.

Όταν τα υδατοδιαλυτά άλατα υπερβούν ένα κρίσιμο όριο, τότε έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την περιεκτικότητα των ολικών υδατοδιαλυτών αλάτων στην ριζόσφαιρα των φυτών, γιατί μας βοηθάει την βελτίωση και την εφαρμογή της κατάλληλης καλλιέργειας (Κοντής, 2009).

2.1.3 Το πρόβλημα της αλατότητας στην Ελλάδα

Το πρόβλημα της αλατότητας έχει επηρεάσει σημαντικά πολλές περιοχές της Ελλάδος, όπως την Θεσσαλία, η οποία είναι η μεγαλύτερη καλλιεργούμενη περιοχή στην Ελλάδα. Σαν συνέπεια της εφαρμογής υψηλών ποσοτήτων λιπασμάτων ετησίως και της ανεπαρκούς έκπλυσης με νερό καλής ποιότητας. Όμως και οι άλλες περιοχές της Ελλάδος αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της αλατότητας, σε μικρότερο βέβαια βαθμό. Οι περιοχές αυτές είναι η Σκάλα Λακωνίας, η πεδιάδα του ποταμού Σπερχειού, η πεδιάδα του ποταμού Αχελώου και άλλες περιοχές (Κοντής, 2009).

Στη χώρα μας η οικονομική σημασία και τα προβλήματα της αλατότητας στη γεωργία δεν έτυχαν της δέουσας προσοχής. Πολλές φορές δεν είναι σπάνιο οι παραγωγοί να χρησιμοποιούν νερό αποστράγγισης (που κατά κανόνα έχει υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων) ή υφάλμυρο νερό, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση περισσότερων αλάτων. Η καλλιέργεια φυτών κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας δημιουργεί προβλήματα λόγω των δυσμενών δράσεων τους στα

καλλιεργούμενα φυτά, που κατά πλειονότητα είναι ευπαθή στα άλατα. Απώλειες, όπως ποιοτική και ποσοτική μείωση της παραγωγής, μπορούν να παρουσιαστούν ακόμη και με συγκέντρωση αλάτων μικρότερη από την κρίσιμη για μία καλλιέργεια (Σινάνης, 2009).

2.1.4 Παράγοντες δημιουργίας της αλατότητας

Οι βασικότεροι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της αλατότητας στην περιοχή της ριζόσφαιρας των φυτών είναι τρεις, οι οποίοι περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

- a) **Η άρδευση με κακής (ή χαμηλής) ποιότητας νερό:** Οφείλεται λόγω της υπεράντλησης του υπόγειου νερού και την διείσδυση του θαλάσσιου νερού.
- b) **Οι ξηρές κλιματικές συνθήκες:** Ευνοούν την εξατμισοδιαπνοή του φυτού με συνέπεια το αρνητικό ισοζύγιο νερού.
- c) **Γεωγραφική (ή τοπογραφική) θέση της καλλιεργούμενης περιοχής.**

Στις επόμενες παραγράφους αναφέρονται αναλυτικά οι παράγοντες δημιουργίας της αλατότητας.

2.1.4.1 Η άρδευση με κακής (ή χαμηλής) ποιότητας νερό

Η εντατικοποίηση της γεωργίας προκειμένου να ικανοποιήσει τις ανάγκες του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού αφορά κυρίως την εύρεση νέων καλλιεργητικών μεθόδων και τη βελτίωση του υπάρχοντος φυτικού γενετικού υλικού, καθώς είναι στενά συνδεδεμένη με τις ολοένα μεγαλύτερες ανάγκες για αρδευτικό νερό (Σινάνης, 2009; Κοντής, 2009).

Το αρδευτικό νερό που χρησιμοποιείται για τις καλλιέργειες προέρχεται από επιφανειακά νερά (π.χ. ποταμοί, λίμνες) ή υπόγεια νερά (π.χ. γεωτρήσεις, πηγάδια). Τα άλατα συγκεντρώνονται στην περιοχή της ριζόσφαιρας των φυτών, όταν η ποσότητα αυτών που προστίθεται με το νερό άρδευσης είναι μεγαλύτερη από αυτή που επιλύεται.

Το νερό της άρδευσης περιέχει διάφορες ποσότητες αλάτων, μέρος των οποίων απορροφάται από τα φυτά και ένα άλλο μέρος επιλύεται στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Όμως ένα μεγάλο ποσοστό των αλάτων παραμένει στο ριζόστρωμα.

Το πρόβλημα της αλατότητας αρχίζει όταν η ποσότητα των αλάτων που προστίθενται με το νερό άρδευσης είναι μεγαλύτερη αυτής που επιλύεται στο έδαφος ή απορροφάται από τα φυτά. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί με χρήση ποσότητας ικανής να προκαλεί έκπλυση των αλάτων του εδάφους. Όμως η άρδευση έκτασης με λιγότερη απ' την απαιτούμενη ποσότητα επιφέρει ανεπαρκή έκπλυση και συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος (Κοντής, 2009).

2.1.4.2 Οι ξηρές κλιματικές συνθήκες – Παράγοντες εξατμισοδιαπνοής

Η κίνηση των υδατοδιαλυτών αλάτων στην περιοχή της ριζόσφαιρας των φυτών σχετίζεται με την κίνηση του νερού. Όταν το ανοδικό ρεύμα της εξατμισοδιαπνοής είναι μεγαλύτερο του καθοδικού ρεύματος της έκπλυσης των υδατοδιαλυτών αλάτων, τότε αυτό οδηγεί στη συσσώρευση διαλυτών αλάτων, τα οποία εναποθέτονται κατά τη συμπύκνωση και εξάτμιση του εδαφικού διαλύματος (δηλ. του διαλύματος που κυκλοφορεί μεταξύ του εδαφικού πορώδους) ή του θρεπτικού διαλύματος (δηλ. του διαλύματος που κυκλοφορεί σε υδροπονικό υπόστρωμα ή ριζόστρωμα).

Επίσης, εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι στην εξάτμιση περιλαμβάνεται και ο παράγοντας της αποστράγγισης. Κάτω από συνθήκες κακής αποστράγγισης η ύπαρξη υψηλής υπόγειας στάθμης επιτρέπει την ανοδική κίνηση του αλατούχου υπόγειου νερού στη ζώνη του ριζοστρώματος. Το ποσό των αλάτων συγκεντρώνεται στην περιοχή του ριζοστρώματος λόγω της άντλησης μεγάλης ποσότητας νερού (και κατά συνέπεια συμπύκνωση των αλάτων) για τις ανάγκες του φυτού. Με την πάροδο του χρόνου και τη συμπύκνωση του διαλύματος στην περιοχή των ριζών, το φυτό αναζητώντας νέες ποσότητες νερού συμπυκνώνει όλο και περισσότερο το διάλυμα (Κοντής, 2009).

2.1.4.3 Γεωγραφική (ή τοπογραφική) θέση της περιοχής καλλιέργειας

Οι κυριότερες περιοχές που ευνοούν τις προϋποθέσεις δημιουργία συνθηκών αλατότητας, αναφέρονται περιληπτικά παρακάτω:

- a) Εδάφη περιοχών με ημίξηρο ή ξηρό κλίμα.
- b) Δέλτα ποταμών ή παραθαλάσσιες περιοχές.
- c) Εδάφη χαμηλών περιοχών λεκανών απορροής.
- d) Περιοχές με εδάφη μικρής υδατοπερατότητας.
- e) Θερμοκηπιακές εκτάσεις.
- f) Υδροπονικές καλλιέργειες.

➤ Εδάφη περιοχών με ημίξηρο ή ξηρό κλίμα:

Συνθήκες αλατότητας παρατηρούνται και σε περιοχές με ημίξηρο ή ξηρό κλίμα, όπως οι στις μεσογειακές χώρες της Ευρώπης. Στις περιοχές αυτές, η μεν εξατμισοδιαπνοή είναι μεγάλη, ενώ η βροχόπτωση, η οποία θα βοηθούσε στη έκπλυση και απομάκρυνση των αλάτων από το περιβάλλον της ρίζας, είναι μικρή. Αυτό έχει ως συνέπεια ένα μεγάλο μέρος του εδαφικού νερού να εξατμίζεται στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση των αλάτων στην επιφάνεια ή κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, το οποίο πολλές φορές αποκτά ένα λευκό απάνθισμα (Σινάνης, 2009).



Εικόνα 2.1: Το πρόβλημα της αλατότητας σε διάφορες περιοχές με ημίξηρο ή ξηρό κλίμα. **A, B:** Προβληματικά αλατούχα εδάφη. **C:** Πρόβλημα τοξικότητας από NaCl στα Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας (ΦΜΚ).

➤ Δέλτα ποταμών ή παραθαλάσσιες περιοχές:

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το νερό κακής ποιότητας, που περιέχει πολλά άλατα, είναι δυνατόν να δημιουργήσει συνθήκες υψηλής αλατότητας. Τα δέλτα των ποταμών ή οι παραθαλάσσιες περιοχές λόγω της συνεχούς επαφής των εδαφών τους με το θαλασσινό νερό,

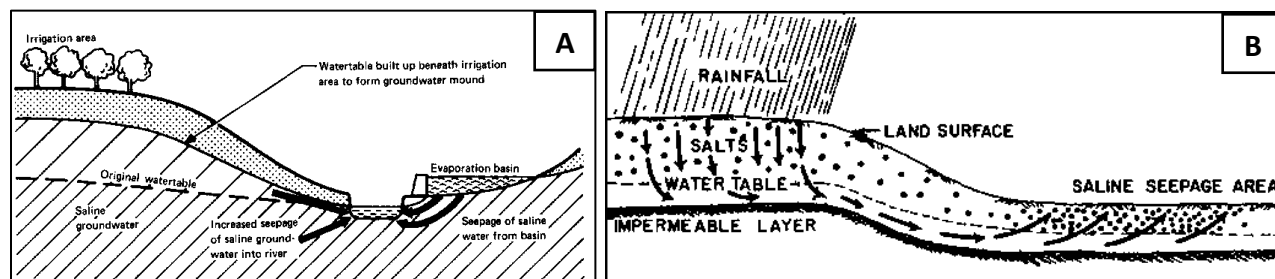
γίνονται βαθμιαία αλατούχα. Ως γνωστό το θαλασσινό νερό περιέχει κατά μέσο όρο 600 me/L άλατα, με κυρίαρχο στοιχείο τα ιόντα νατρίου (Na^+) υπό μορφή χλωριούχου νατρίου (NaCl) (Σινάνης, 2009). Το αποτέλεσμα της επαφής των περιοχών αυτών με το θαλασσινό νερό είναι ότι συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα αλάτων στα εδαφικά τους στρώματα. Οι περιοχές αυτές συναντιούνται σε όλα σχεδόν τα πλάτη της γης (Κοντής, 2009).



Εικόνα 2.2: Η αλάτωση των εδαφών σε δέλτα των ποταμών και παραθαλάσσιες περιοχές (A, B, C).

➤ Εδάφη χαμηλών περιοχών λεκανών απορροής:

Στα χαμηλότερα σημεία λεκανών απορροής, συγκεντρώνονται τα απορρέοντα ή διηθούμενα νερά από το υψόμετρο στα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την άνοδο της υπόγειας στάθμης του νερού, γεγονός που επιδεινώνεται όταν η περιοχή δεν έχει κάποιο διέξοδο στον ποταμό ή την θάλασσα. Η συσσώρευση του νερού στα σημεία αυτά και η ακόλουθη εξάτμιση του, συμβάλλει στην συσσώρευση των αλάτων, με αποτέλεσμα τα εδάφη να γίνονται αρχικά αλατούχα και στην συνέχεια νατριομένα (Σινάνης, 2009).



Εικόνα 2.3: Η αλάτωση των εδαφών σε χαμηλά σημεία λεκανών απορροής (A, B).

➤ Περιοχές με εδάφη μικρής υδατοπερατότητας:

Σε εδάφη τέτοιων περιοχών ή σε εδάφη που στην κατατομή τους εμφανίζουν ένα αδιαπέραστο οριζόντιο εδάφους, το νερό διηθείται πολύ αργά ή συσσωρεύεται στον αδιαπέραστο οριζόντιο, ανεβάζοντας την υπεδάφια στάθμη, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η εξάτμιση και η συσσώρευση των αλάτων (Σινάνης, 2009).

➤ Θερμοκηπιακές εκτάσεις:

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες της χώρας μας καθώς και σε άλλες χώρες, το πρόβλημα της αλατότητας παρουσιάζεται σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό. Η πλήρης έλλειψη των βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με την αυξανόμενη προσθήκη νερού άρδευσης κακής ποιότητας και των υψηλότερων θερμοκρασιών που επικρατούν συμβάλλει στην ένταση του φαινομένου με αποτέλεσμα να καθιστά ακόμη πιο δύσκολη την έκπλυση των αλάτων (Κοντής, 2009).

➤ Υδροπονικές καλλιέργειες:

Το πρόβλημα της αλατότητας, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, το συναντάμε και σε συστήματα των υδροπονικών καλλιεργειών. Αυτό γίνεται λόγω της συσσώρευσης των αλάτων που περιέχονται δοχείο με το θρεπτικό διάλυμα. Η αλατότητα στα μικρού όγκου υποστρώματα ανάπτυξης της ρίζας που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία είναι ιδιαίτερα έντονη, καθώς η συσσώρευση των αλάτων είναι ταχύτερη σε μικρό χρονικό διάστημα. Ιδιαίτερα, όταν οι καλλιέργειες αναπτύσσονται σε κλειστά συστήματα, με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, η συσσώρευση των αλάτων πραγματοποιείται με μεγάλη ταχύτητα (Κοντής, 2009).

2.1.5 Το νερό άρδευσης ως παράγοντας της αλατότητας

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η ποιότητα του νερού άρδευσης υποβαθμίζεται όταν περιέχει ουσίες, και κυρίως τα υδατοδιαλυτά άλατα, τα οποία έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη και παραγωγή των καλλιεργειών, επειδή είναι δυνατόν να δημιουργήσει συνθήκες αλατότητας στο ριζόστρωμα τους.

Τα κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν την καταλληλότητα και την ποιότητα του νερού άρδευσης και τα οποία πρέπει όπως και δήποτε να εξεταστούν, αναφέρονται περιληπτικά παρακάτω:

- a) Η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων.
- b) Η συγκέντρωση των ιόντων νατρίου (Na^+).
- a) Η συγκέντρωση των όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO_3^-).
- b) Η συγκέντρωση των τοξικών ιόντων.

Στην αξιολόγηση ποιότητας του νερού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για άρδευση μιας συγκεκριμένης περιοχής, θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά οι μεταβολές που θα δημιουργηθούν στο περιβάλλον του φυτού. Οι μεταβολές αυτές προκύπτουν από τις ιδιότητες που έχει το νερό αρδεύσεως. Για παράδειγμα, το pH του νερού άρδευσης, το οποίο κυμαίνεται από 6,0 έως 8,5, θα καθορίσει και το pH στην ριζόσφαιρα των φυτών. Επίσης, το νερό άρδευσης καλής ποιότητας δεν θα πρέπει να περιέχει τοξικές συγκεντρώσεις ιόντων, που είναι επιβλαβές για τα ευαίσθητα κυρίως φυτά (Γιαννόπουλος, 2010; Κοντής, 2009).

Στις επόμενους παραγράφους αναφέρονται αναλυτικά τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

2.1.5.1 Συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων

Η περιεκτικότητα του νερού αρδεύσεως σε υδατοδιαλυτά άλατα εκφράζεται κυρίως με δυο τρόπους, όπως:

- a) **Την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC):** Η οποία μετριέται και εκφράζεται σε millisiemens ανά cm (mS/cm), σε θερμοκρασία 25 °C.
- b) **Το ποσό των διαλυμένων αλάτων στο νερό (mg/l):** Το οποίο μετριέται και εκφράζεται σε mg των διαλυμένων αλάτων που περιέχονται σε 1L νερού.

Το είδος και η περιεκτικότητα του νερού σε υδατοδιαλυτά άλατα είναι υπεύθυνο κριτήριο για την καταλληλότητα του νερού για άρδευση.

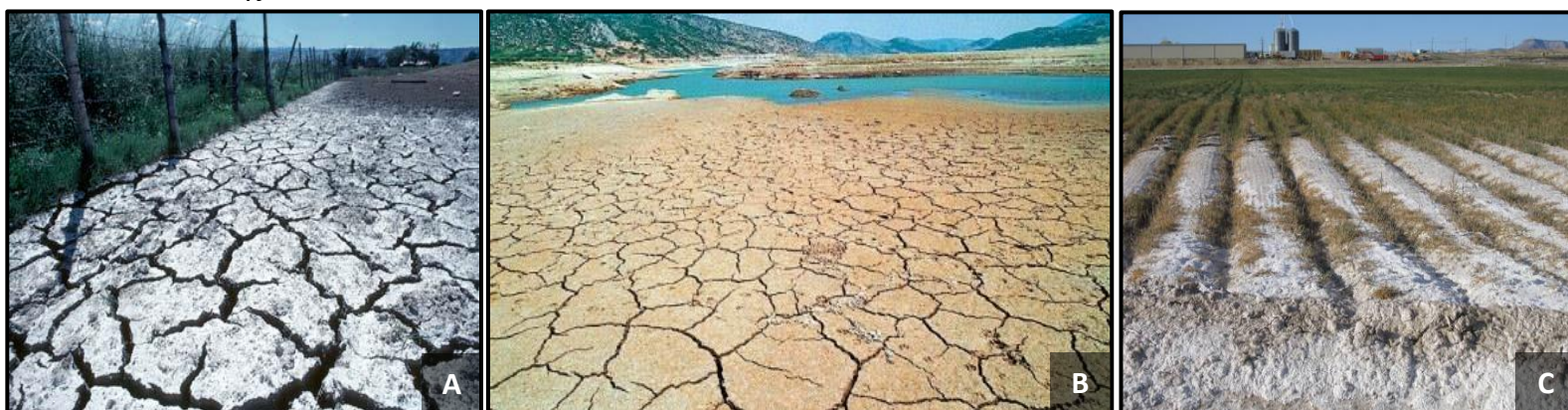
Στον Πίνακα 2.1 αναφέρονται τα κυριότερα υδατοδιαλυτά άλατα που μπορεί να υπάρξουν στο νερό άρδευσης.

Πίνακας 2.1: Τα κυριότερα υδατοδιαλυτά άλατα που μπορεί να υπάρξουν στο νερό άρδευσης (Γιαννόπουλος, 2010).	
Ανώτερη ταξινόμηση αλάτων:	Είδη αλάτων (και χημικός τύπος):
Όξινα ανθρακικά άλατα ($-(\text{HCO}_3)_2$):	a) Όξινο ανθρακικό ασβέστιο ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) b) Όξινο ανθρακικό μαγνήσιο ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$)
Θειικά άλατα ($-\text{SO}_4$):	a) Θεικό ασβέστιο (CaSO_4) b) Θεικό μαγνήσιο (MgSO_4) c) Θεικό νάτριο (Na_2SO_4)
Χλωριούχα άλατα ($-\text{Cl}$ ή $-\text{Cl}_2$):	a) Χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2) b) Χλωριούχο μαγνήσιο (MgCl_2) c) Χλωριούχο νάτριο (NaCl)

Η χρησιμοποίηση του αρδευτικού νερού κακής (ή χαμηλής ποιότητας) με υψηλή συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων, έχει ως αποτέλεσμα την συσσώρευση των αλάτων στο ριζόστρωμα των φυτών. Το πρόβλημα όμως αυτό μπορεί να εμφανιστεί και με άρδευση σχετικά καλής ποιότητας νερού, εάν η ποσότητα του νερού δεν επαρκεί για την έκπλυση των αλάτων από το ριζόστρωμα των φυτών (Γιαννόπουλος, 2010; Κοντής, 2009).

2.1.5.2 Συγκέντρωση ιόντων νατρίου (Na^+)

Όταν το νερό άρδευσης περιέχει σε μεγάλη συγκέντρωση ιόντα νατρίου (Na^+), έτσι ώστε η αναλογία $\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg}$ να είναι υψηλή, τότε τα εδάφη έχουν μειωμένη διαπερατότητα στο νερό και τον αέρα (μειώνεται το πορώδεις), κακή αποστράγγιση, καθώς εμφανίζονται σχισίματα όταν στεγνώσουν. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «νατρίωση του εδάφους». Παράλληλα με τη δυσμενή δράση του νατρίου στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, μπορεί επίσης να παρατηρηθεί τοξικότητα ιόντων νατρίου (Na^+) στα φυτά. Από τα διάφορα είδη αλάτων, αυτά που περιέχουν τα ιόντα νατρίου (όπως π.χ. NaCl και Na_2SO_4) είναι και τα πιο επιβλαβή (Γιαννόπουλος, 2010; Κοντής, 2009).



Εικόνα 2.4: Το πρόβλημα της αλατότητας και νατρίωση εδάφους, με εμφάνιση των σχισμάτων (A, B). Πρόβλημα τοξικότητας από NaCl στα Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας, σε μια περιοχή της Καλιφόρνιας ΗΠΑ (C).

SAR: Για τη διάγνωση της ακαταλληλότητας του νερού άρδευσης προσδιορίζεται η τιμή του χαρακτηριστικού δείκτη SAR (αγγλ. Sodium Adsorption Ratio, συντ. SAR, ελλ. Πηλίκιο Προσρόφησης Νατρίου). Η τιμή της βρίσκεται με προσδιορισμό του περιεχομένου του νερού άρδευσης σε νάτριο, ασβέστιο και μαγνήσιο σε meq/L .

Η SAR υπολογίζεται από τον τύπο που αναφέρεται παρακάτω:

$$SAR = \frac{[Na]}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \times 1/2$$

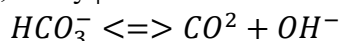
Όπου: οι συγκεντρώσεις των παραπάνω εκφράζονται σε mmoles/L.

Όταν το άθροισμα των ιόντων Ca+Mg βρίσκεται σε δυσμενή με το Na αναλογία στο νερό της άρδευσης, τότε απαιτείται η προσθήκη σε αυτό θεικό ασβέστιο (CaSO₄). Η ζημιογόνος επίδραση των ιόντων Na⁺ περιορίζεται όταν τα ιόντα Ca²⁺ και Mg²⁺ απαντώνται σε σχετικά ψηλές συγκεντρώσεις στο νερό άρδευσης (Γιαννόπουλος, 2010; Κοντής, 2009).

2.1.5.3 Συγκέντρωση όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO₃⁻)

Η ύπαρξη των όξινων ανθρακικών αλάτων (HCO₃⁻) στο νερό άρδευσης προκαλεί πολλά προβλήματα στις καλλιέργειες, οι κυριότεροι από τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- a) **Η αύξηση του pH στο υποστρώματα καλλιέργειας:** Αυτό γίνεται λόγω της αλκαλικής του δράσης στο νερό άρδευσης, όπως φαίνεται από τον παρακάτω χημικό τύπο:



Το πρόβλημα αυτό διορθώνεται με την προσθήκη κατάλληλης ποσότητας οξέος στο υπόστρωμα καλλιέργειας.

- b) **Η δημιουργία των ιζημάτων με τα ιόντα του ασβεστίου (Ca²⁺) και του μαγνήσιου (Mg²⁺):** Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται ανθρακικά άλατα ασβεστίου (CaCO₃) και μαγνησίου (MgCO₃) και γίνεται όταν η άρδευση εφαρμόζεται με το σύστημα της υδρονέφωσης. Τα ανθρακικά άλατα επικάθονται πάνω στα φύλλα και μειώνετε έτσι η εμπορική αξία των κυρίως καλλωπιστικών φυτών. Επίσης, και εδώ το πρόβλημα διορθώνεται με την προσθήκη κατάλληλης ποσότητας οξέος στο σύστημα της υδρονέφωσης (Γιαννόπουλος, 2010; Κοντής, 2009).

2.1.5.4 Συγκέντρωση τοξικών ιόντων

Τα περισσότερα από τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται στο νερό άρδευσης σε συγκεντρώσεις τέτοιες που δεν δημιουργούν προβλήματα τοξικότητας σε καλλιεργούμενα φυτά. Ορισμένα όμως ιόντα που ενδεχομένως να υπάρχουν στο νερό άρδευσης είναι δυνατόν να επηρεάσουν τα ευαίσθητα σ' αυτά φυτά, ιδιαίτερα όταν οι συγκεντρώσεις τους υπερτερούν (Σινάνης, 2009).

Στον Πίνακα 2.2 αναφέρονται οι ονομασίες των ιχνοστοιχείων, καθώς και οι αντίστοιχες μέγιστες συγκεντρώσεις (σε mg/l) τους στο νερό άρδευσης, που μπορούν να δράσουν τοξικά στα ευαίσθητα προς αυτά φυτά.

Πίνακας 2.2: Οι μέγιστες επιτρεπτές συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στο νερό άρδευσης (Γιαννόπουλος, 2010).	
Στοιχείο:	Μέγιστες επιτρεπτές συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων στο νερό άρδευσης:
Αλουμίνιο	5,00
Αρσενικό	0,10

Βηρύλλιο	0,10
Βόριο	0,75
Κάδμιο	0,01
Χρόμιο	0,10
Κοβάλτιο	0,05
Χαλκός	0,20
Φθόριο	1,00
Σίδηρος	5,00
Μόλυβδος	5,00
Λίθιο	2,50
Μαγγάνιο	0,20
Μολυβδαίνιο	0,01
Νικέλιο	0,20
Σελήνιο	0,02
Βανάδιο	0,10
Ψευδάργυρος	2,00

2.1.5.5 Η αξιολόγηση του νερού άρδευσης

Οι ιδιότητες του νερού αρδύσεως και οι μεταβολές που θα επιφέρουν στο υπόστρωμα και κατά συνέπεια στο φυτό, συνοψίζονται στον παρακάτω Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3: Αξιολόγηση του νερού αρδύσεως (Σινάνης, 2009).				
Προβλήματα από την άρδευση:	Μονάδες:	Επιπτώσεις στα φυτά:		
		Καμία	Μικρή έως μέση	Μεγάλη
Αλατότητα: (Επηρεάζει την διαθεσιμότητα του νερού) Ηλεκτρική αγωγιμότητα αρδ. νερού (EC_{va}) Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS)	dS/m mg/l	< 0,7 < 450	0,7 - 3,0 450 - 2000	> 3,0 > 2000
Διηθητικότητα: (Επηρεάζει την διηθητικότητα του εδάφους) SAR = 0-3 και EC_{va} = = 3-6 και = = 6-12 και = = 12-20 και = = 20-40 και =		> 0,7 > 1,2 > 1,9 > 2,9 > 5,0	0,7 - 0,2 1,2 - 0,3 1,9 - 0,5 2,9 - 1,3 5,0 - 2,9	< 0,2 < 0,3 < 0,5 < 1,3 < 2,9
Τοξικότητα ιόντων: (Επηρεάζει τα ευαίσθητα φυτά)				
Νάτριο (Na^+): Επιφανειακή άρδευση Καταιονισμός	me/l me/l	< 3 < 3	3-9 > 3	> 9 > 3
Χλώριο (Cl^-): Επιφανειακή άρδευση Καταιονισμός	me/l me/l	< 4 < 3	4-10 > 3	> 10 > 3
Βόριο (B):	mg/l	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3

Οι επιπτώσεις από τη χρήση του νερού αρδύσεως όπως φαίνεται στον πίνακα 1, διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το ύψος των τιμών, ως καμία, μικρή έως μέση και μεγάλη. Ασφαλώς η μετάβαση από τη μια κατηγορία στην άλλη είναι σταδιακή (Σινάνης, 2009).

2.1.6 Η λίπανση ως παράγοντας της αλατότητας

Τα περισσότερα ανόργανα λιπάσματα που υπάρχουν στο εμπόριο αποτελούνται υδατοδιαλυτά άλατα και ενεργούν ως πηγή θρεπτικών ουσιών για τις διάφορες καλλιέργειες. Όταν διατηρούνται οι ορθές γεωργικές προδιαγραφές και οι ποσότητες των λιπασμάτων που προστίθενται σε μια καλλιέργεια, τότε δεν έχουμε δυσμενείς επιπτώσεις ούτε στην καλλιέργεια, αλλά και ούτε κινδυνεύει το πρόβλημα αλάτωσης του εδάφους. Όμως όταν οι ποσότητες τους υπερβούν τις κανονικές που χρειάζονται για μια καλλιέργεια ή τοποθετηθούν σε ακατάλληλη χρονική περίοδο, τότε είναι δυνατόν να δημιουργήσουν το φαινόμενο αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη.

Εκείνο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εφαρμογή της λίπανσης διαφόρων καλλιεργειών, είναι ο «δείκτης αλατότητας» του λιπάσματος. Έτσι, όσο μικρότερος είναι ο δείκτης του λιπάσματος, τόσο μικρότερος ο κίνδυνος εγκαυμάτων στα φυτάρια από το λίπασμα που εφαρμόζεται σε αυτό (Κοντής, 2009).

2.1.7 Οι τρόποι περιορισμού της αλατότητας

Για να περιοριστούν τα βλαβερά αποτελέσματα της αλατότητας έχουν εφαρμοστεί διάφοροι μέθοδοι, οι οποίοι περιγράφονται παρακάτω:

Μέθοδοι γενετικής βελτίωσης:

- Η δημιουργία ανθεκτικών στα άλατα γονοτύπων φυτών (Κοντής, 2009).

Χημικοί μέθοδοι:

- Η χρήση χημικών προτρεπτικών: όπως είναι η ουσία DAAME (1,3 διαμινοπροπάνιο) που επιδρά στη φυσιολογία του φυτού (Κοντής, 2009).

Καλλιεργητικοί μέθοδοι:

Τα καλλιεργητικά μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν σε συνδυασμό με την εξασφάλιση καλών συνθηκών στράγγισης για την αντιμετώπιση της αλατότητας των εδαφών, είναι τα εξής:

- **Σύστημα προετοιμασίας εδάφους:**
 - a) **Η ισοπέδωση του εδάφους:** Έχει ως αποτέλεσμα την κανονική κατανομή του νερού και επομένως της αλατότητας. Για τα εδάφη των θερμοκηπιακών καλλιεργειών θεωρείται απαραίτητη (Σινάνης, 2009).
 - b) **Εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου:** Με εγκατάσταση στραγγιστικού δικτύου, έκπλυση της περίσσειας των αλάτων (Leaching Requirements-LR) κατά την περίοδο μικρής κατανάλωσης ύδατος εκ μέρους των φυτών και παρακολούθηση του φαινομένου της αλατότητας στις ημίξηρες κλιματικές ζώνες. Με την κατασκευή του στραγγιστικού δικτύου μειώνεται η υπόγεια στάθμη και αρχίζει η έκπλυση των αλάτων. Βελτίωση της καλλιέργειας σημαίνει απομάκρυνση των υδατοδιαλυτών αλάτων, με έκπλυση καλής ποιότητας νερού. Οι ποσότητες του νερού που θα χρειαστούν, εξαρτώνται από τη διηθητικότητα του εδάφους (Σινάνης, 2009; Κοντής, 2009).

- **Σύστημα άρδευσης:**
 - a) **Ο κατάλληλος προγραμματισμός των αρδεύσεων:** Στοχεύει στο να εξασφαλίζονται οι ανάγκες των φυτών σε νερό καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ανάλογα με το είδος του φυτού, τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος.
 - b) **Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου άρδευσης:** Η αποτελεσματική χρήση του νερού άρδευσης, ο τρόπος και η θέση συγκέντρωσης των αλάτων σχετίζονται απευθείας με τη μέθοδο άρδευσης (Σινάνης, 2009).
 - c) **Η αρδευτική διαχείριση ανάμειξης υφάλμυρου και επιφανειακού γλυκού νερού στην κατάλληλη αναλογία (1/6):** Η μέθοδος αυτή έχει αναφερθεί ότι αποτελεί μια διαφορετική στρατηγική σε πολλές μεσογειακές χώρες, επειδή έχει ως πλεονέκτημα να βελτιώνει κυρίως τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών σε φυτά τομάτας.
 - d) **Η εφαρμογή υδρονέφωσης στα φυτά:** Η μέθοδος αυτή βελτιώνει την ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας σε συνθήκες αλατότητας.
 - e) Χρήση της **στάγδην μεθόδου άρδευσης** (Κοντής, 2009).

- **Συστήμα φύτευσης:**
 - a) Η τοποθέτηση των φυταριών σε κατάλληλες θέσεις.
 - b) Η κατάλληλη πυκνότητα φύτευσης των φυτών στην καλλιέργεια (Σινάνης, 2009).

- **Σύστημα λίπανσης:**
 - a) **Η ορθή χρήση των λιπασμάτων:** Όπως έχει αναφερθεί και στην παράγραφο 2.1.6 , τα ανόργανα λιπάσματα αποτελούνται κυρίως από υδατοδιαλυτά άλατα, τα οποία με λάθος εφαρμογή μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα αλατότητας στις καλλιέργειες που εφαρμόζονται (Σινάνης, 2009).
 - b) **Επέμβαση στη θρέψη του φυτού, όπως:**
 - i. Η ενσωμάτωση των οργανικών υπολειμμάτων στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα.
 - ii. Η αύξηση της αναλογίας των επιπέδων των νιτρικών (NO_3^-) και αμμωνιακών (NH_4^+) ιόντων έχει δώσει ισχυρά αποτελέσματα.
 - iii. Η αύξηση της αναλογίας των επιπέδων των ιόντων καλίου (K^+), έχει επιφέρει την μείωση των συμπτωμάτων τοξικότητας του NaCl στα φύλλα.
 - iv. Η αύξηση της αναλογίας των επιπέδων των φωσφορικών ιόντων (PO_4^{4-}), έχει επιφέρει θετικά αποτελέσματα στο ριζικό σύστημα των φυτών.
 - v. Ο συνδυασμός αμμωνίας, όξινου ανθρακικού οξέος και ασβεστίου, έχει παρατηρηθεί ότι μειώνουν το αρνητικό αποτέλεσμα της αλατότητας σε φυτά της τομάτας (Κοντής, 2009).

- **Σύστημα εμβολιασμού φυτών:**
 - a) Εμβολιάζοντας τις καλλιεργητικές ποικιλίες επάνω σε ανθεκτικά υποκείμενα, είναι επίσης ένας εναλλακτικός τρόπος αύξησης της αντίστασης των φυτών στην αλατότητα.
 - b) Εμβολιάζοντας τα καλλιεργητικά φυτά σε διαφορετικά είδη δενδρόμορφων φλυκταινωδών ή μυκορριζών μυκήτων (VAM) (Κοντής, 2009).

Φυσιολογικοί μέθοδοι:

- a) Με προσαρμογή της φυσιολογίας των φυτών σε ξηρασία ως επέμβαση στο στάδιο των 5^ε φύλλων, έχει δώσει θετικό αποτέλεσμα στην αύξηση της αντίστασης του φυτού στις συνθήκες αλατότητας.
- b) Εμβάπτιση και προσαρμογή των σπορόφυτων ηλικίας 5^ε ημερών σε υφάλμυρο διάλυμα.
- c) Ο εμπλουτισμός του χώρου με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνει την απόδοση σε καλλιέργεια τομάτας υπό συνθήκες αλατότητας.
- d) Η εναλλαγή ημέρας/νύχτας στην κατανάλωση νερού χαμηλής/υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας αντίστοιχα, είχε αναφερθεί ότι έχει ενθαρρυντικά αποτελέσματα μόνο στην ποιότητα των καρπών (Κοντής, 2009).

2.2 Η φυσιολογία του φυτού στην αλατότητα**2.2.1. Η σημασία του νερού για τα φυτά**

Το πιο άφθονο συστατικό σε ένα ζωντανό φυτικό κύτταρο είναι το νερό. Το νερό συμμετέχει σε ενδιαφέρουσες βιοχημικές λειτουργίες του κυττάρου, αφού εκτελεί τους παρακάτω ρόλους στο φυτικό οργανισμό:

- a) Την βασικότερη ουσία για την σύνθεση των οργανικών συστατικών (όπως π.χ. η γλυκόζη) και δομικών ουσιών.
- b) Το μέσο διασποράς των κολλοειδών ουσιών του πρωτοπλάσματος, στο οποίο λαμβάνουν μέρος όλες οι ζωικές αντιδράσεις.
- c) Το μέσο δια του οποίου οι διαλυμένες ουσίες κινούνται από κύτταρο σε κύτταρο.
- d) Πηγή της σπαργής στα φυτικά κύτταρα.
- e) Τον κύριο θερμορυθμιστικό παράγοντα των φυτικών οργανισμών.

Το περισσότερο από το απαιτούμενο νερό στα ανωτέρα χερσαία φυτά το απορροφούν με το ριζικό σύστημα από το έδαφος. Η ποσότητα του νερού που προσλαμβάνει ένα φυτό καθημερινά είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που χρησιμοποιεί ένα ζώο με ανάλογο βάρος. Στα φυτά το περισσότερο από 90% του προσλαμβανόμενου νερού από τις ρίζες, το αποδίδει στον αέρα με την μορφή των υδρατμών. Η αναλογία του προσλαμβανόμενου νερού, καθορίζεται κατά το πλείστον από την αναλογία της ποσότητας του νερού που χάνεται στην ατμόσφαιρα από το σύστημα του βλαστού (Καράταγλης, 1994).

2.2.2 Η αλατότητα ως μη παρασιτική ασθένεια

Τα φυτά αναπτύσσονται ικανοποιητικά μόνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες του περιβάλλοντος, οι οποίες αποτελούν αναγκαία προϋπόθεση για μία επιτυχή, παραγωγική και ποιοτική γεωργία. Σημαντικές αποκλίσεις στις παραμέτρους των βασικών αυτών παραγόντων είναι υπεύθυνες για περιορισμένες ή εκτεταμένες ζημιές σε μία ή περισσότερες από τις λειτουργίες του φυτού. Πρόκειται για τις μη παρασιτικές ασθένειες των φυτών που οδηγούν σε απώλεια της παραγωγής και σε μερική ή ολική καταστροφή του φυτικού κεφαλαίου. Η αλατότητα εμφανίζει τα χαρακτηριστικά μιας μη παρασιτικής ασθένειας.

Τα χαρακτηριστικά και οι ιδιαιτερότητες των μη παρασιτικών ασθενειών σε σύγκριση με τις παρασιτικές ασθένειες, αναφέρονται παρακάτω:

- a) Τα φυτά και τα φυτικά προϊόντα ζημιώνονται σε όλα τα στάδια της αναπτύξεως τους.
- b) Τα φυτά και τα φυτικά προϊόντα ζημιώνονται λόγω ελλείψεως ή υπερβολικής ποσότητας ενός των παραγόντων που είναι αναγκαία για την ανάπτυξη και την επιβίωση των φυτών.
- c) Οι μη παρασιτικές ασθένειες οφείλονται σε αίτια που δεν χαρακτηρίζονται από την ιδιότητα της μεταδοτικότητας τους από ασθενές προς το υγιές φυτό.
- d) Η ένταση και η έκταση των συμπτωμάτων μη παρασιτικών ασθενειών ποικίλλει αναλόγως του βαθμού αποκλίσεως του περιβαλλοντικού παράγοντα από τις φυσιολογικές του παραμέτρους.

Οι μη παρασιτικές ασθένειες εκδηλώνονται τόσο σε φυσικά όσο και σε τεχνητά περιβάλλοντα (φυτείες, δενδροκομεία, θερμοκήπια, υδροπονικές καλλιέργειες) και όπως είδαμε προηγουμένως είναι απόρροια αποκλίσεων περιβαλλοντικών παραγόντων αναπτύξεως των φυτών στο χώρο καλλιέργειας (Τζάμος, 2004; Κοντής, 2009).

Πολλές φορές με μια μακροσκοπική παρατήρηση των φυτών, μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για την ύπαρξη του προβλήματος αλατότητας. Έτσι, σε φυτικά είδη που ζημιώθηκαν από άλατα, παρατηρούνται τα παρακάτω συμπτώματα:

- a) Μείωση της ανάπτυξης και της παραγωγής (απόδοσης) του φυτού.
- b) Χλώρωση των φύλλων.
- c) Ξήρανση των φύλλων, λόγω της συγκέντρωσης ιόντων χλωρίου (Cl^-). Η ζημιά αρχίζει σαν κάψιμο της κορυφής και εκτείνεται κατά μήκος του περιθωρίου των φύλλων, μέχρι που να περιλάβει το μεγαλύτερο μέρος του ελάσματος.
- d) Αποφύλλωση και νέκρωση των νεαρών βλαστών.

Τα συμπτώματα των μη παρασιτικών ασθενειών ποικίλλουν αρκετά ως προς τον τύπο και ως προς την ένταση που εμφανίζονται, ανάλογα με το βαθμό που απομακρύνθηκε ο παράγοντας που τα προκάλεσε από τα επιθυμητά για το φυτό όρια.

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

2.2.3 Ο τρόπος δράσης της αλατότητας στα φυτά

Η καταπόνηση από την αλατότητα μπορεί να επιδράσει άμεσα ή έμμεσα στα φυτικά είδη:

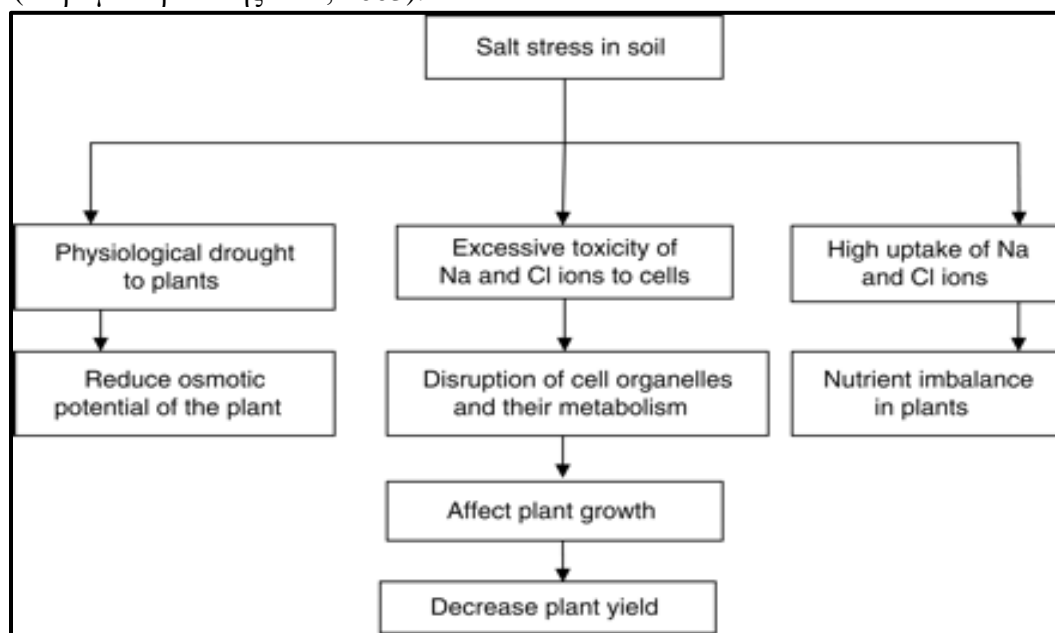
- a) **Η άμεση επίδραση της αλατότητας στα φυτά, περιλαμβάνει:**
 - i. **Αλλοίωση των χαρακτηριστικά του εδάφους:** Όπου επηρεάζεται δυσμενώς το πορώδες και κατά συνέπεια ο αερισμός και η υδατοπερατότητα του εδάφους. Επίσης, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφοδιαλύματος.
 - ii. **Οσμωτική καταπόνηση:** Οι υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων νατρίου (Na^+) και χλωρίου (Cl^-) στο εδαφοδιάλυμα δημιουργούν χαμηλό υδατικό δυναμικό στο έδαφος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζεται μια μορφή υδατικής καταπόνησης

(οσμωτικής καταπόνηση), καθώς το φυτό αδυνατεί να απορροφήσει ικανές ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, παρόλο που μπορεί να βρίσκεται σε αφθονία στην περιοχή της ριζόσφαιρας. Σημειώνεται ότι τόσο η έλλειψη του νερού όσο και η υψηλή εδαφική αλατότητα επηρεάζουν δυσμενώς μια κοινή υδατική παράμετρο, δηλ. το ωσμωτικό δυναμικό, το οποίο είναι συνιστώσα του δυναμικού του νερού.

iii. **Τοξική (ή ιοντική) καταπόνηση:** Τα ιόντα νατρίου (Na^+) και χλωρίου (Cl^-) ασκούν τοξικότητα όταν βρεθούν στο εσωτερικό των φυτικών κυττάρων. Παρουσία υπερβολικής συγκέντρωσης ιόντων Na^+ παρουσιάζονται ανωμαλίες στη περατότητα των μεμβρανών και παρεμπόδιση της καταλυτικής δράσης των ενζύμων. Γενικά, κάνουν την εμφάνιση τους στις δυσλειτουργίες αφομοίωσης του άνθρακα, λόγω της παρεμπόδισης της φωτοσυνθετικής λειτουργίας, αλλά και της επιτάχυνσης αναπνευστικής δραστηριότητας, έτσι ώστε να αντισταθμισθεί το ενεργό κόστος αποκλεισμού των ιόντων ή σύνθεσης των νέων μεταβλητών που επιφέρουν την επιβράδυνση της ανάπτυξης των ευαίσθητων φυτικών ειδών (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

b) **Η έμμεση επίδραση της αλατότητας στα φυτά, περιλαμβάνει:**

➤ **Οξειδωτική καταπόνηση με τη δημιουργία των ενεργών ριζών οξυγόνου (αγγλ. Reactive oxygen species, συντ. ROS):** Ιδιαίτερο ευαίσθητο στόχο αποτελεί η φωτοσυνθετική ροή ηλεκτρονίων, η οποία μπορεί να διαταραχθεί ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις των παραπάνω ιόντων (Na^+ και Cl^-). Η λειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής διαταράσσεται, επίσης λόγω της μειωμένης στοματικής αγωγιμότητας που επιφέρει μειωμένη τροφοδοσία με το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Οι συνθήκες αυτές ευνοούν τη δημιουργία των ενεργών μορφών οξυγόνου που οδηγούν στην οξειδωτική καταπόνηση, καθώς αποτελούν μια σημαντική παρενέργεια της αλατότητας (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).



Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση των τρόπων της αρνητικής επίδρασης αλατότητας εδάφους σε διάφορους παράγοντες μεταβολισμού στα φυτικά είδη (αγγλικά).

2.2.3.1 Οι άμεσες επιπτώσεις καταπόνησης λόγω αλατότητας στα φυτά

Ο μηχανισμός δράσης της αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη είναι πολύ σημαντικός για την έρευνα. Η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών οφείλεται κυρίως σε ανεπαρκή τροφοδοσία ύδατος λόγω της υψηλής οσμωτικής του πίεσης, καθώς και στις άμεσες ιοντικές επιδράσεις. Η δυσμενή συνέπεια της υψηλής συγκεντρώσεως των αλάτων στην περιοχή της ρίζας είναι η οσμωτική δέσμευση του νερού που το καθιστά λιγότερο διαθέσιμο στα φυτά. Επίσης, διακρίνουμε και την απ' ευθείας τοξική δράση των αλάτων (Κοντής, 2009).

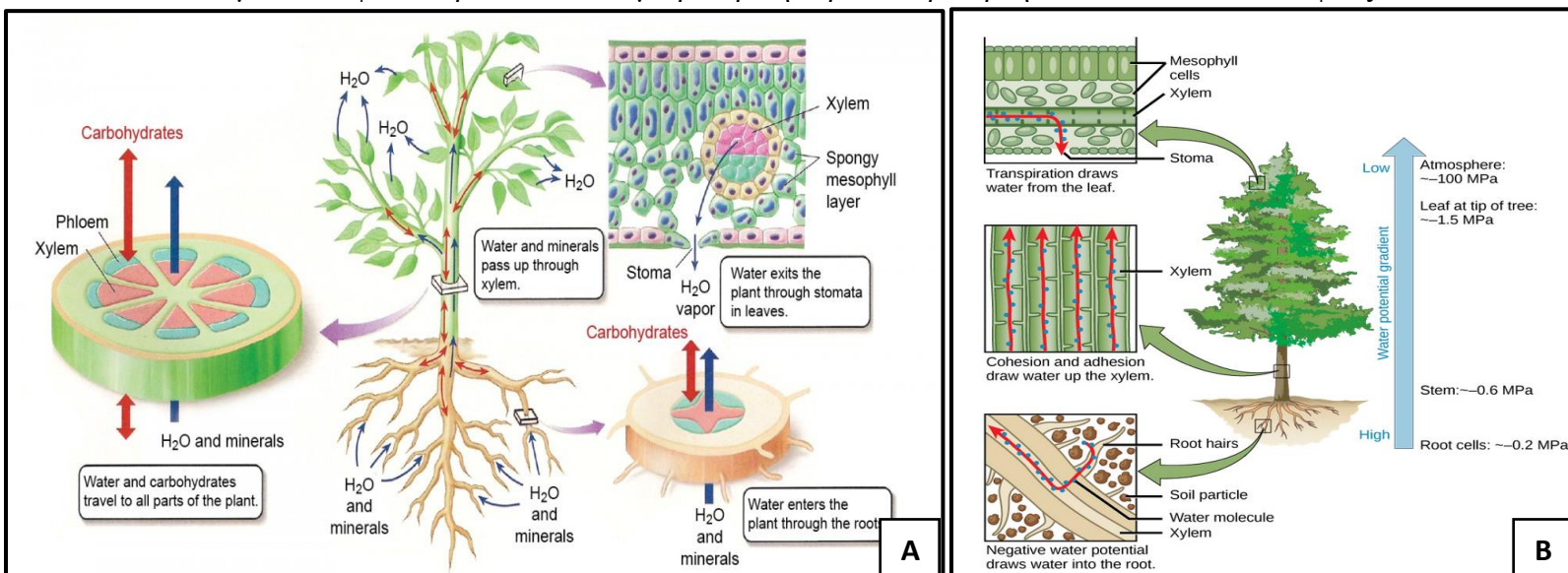
Αναλυτικότερα, οι συνθήκες αλατότητας μπορούν να ζημιώσουν τα φυτά με δύο από τους παρακάτω τρόπους:

- Οσμωτική καταπόνηση.
- Τοξική (ή ιοντική) καταπόνηση.

2.2.3.1.1 Οσμωτική καταπόνηση

➤ Διατάραξη της φυσιολογικής οσμωτικής ισορροπίας:

Η απορρόφηση και η ροή του νερού μέσα στο φυτό ρυθμίζεται από το υδατικό δυναμικό. Έτσι το νερό κινείται από ένα υψηλότερο προς ένα χαμηλότερο υδατικό δυναμικό και πιο συγκεκριμένα από μια περιοχή με λιγότερο αρνητικές τιμές του υδατικού δυναμικού, προς την περιοχή με περισσότερο αρνητικές τιμές, οι οποίες μετρούνται σε μονάδες πίεσης mega Pascals (MPa). Έτσι, για να μετακινηθεί το νερό από το έδαφος μέσα στους φυτικούς ιστούς, το υδατικό δυναμικό του φυτού πρέπει να είναι μικρότερο ή περισσότερο αρνητικό από αυτό του εδάφους.



Σχήμα 2.2: Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας ώσμωσης στα φυτικά είδη. **A:** Η διαδικασία πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων από το ριζικό σύστημα του φυτού, η μεταφορά τους στον βλαστό και διαπνοή από τα φύλλα. **B:** Η διαδικασία μεταφοράς του νερού και θρεπτικών στοιχείων εντός του φυτού με βάση το υδατικό δυναμικό. (Σημείωση: MPa = mega Pascals).

Όμως, το υδατικό δυναμικό του εδάφους καθορίζεται μερικά από τη συγκέντρωση διαφόρων διαλυτών ενώσεων σε αυτό. Η παρουσία διαλυτών ενώσεων, όπως του χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο εδαφοδιάλυμα, το οποίο διασπάτε σε ιόντα νατρίου (Na^+) και χλωρίου (Cl^-), μειώνει το υδατικό δυναμικό του εδάφους και εξουδετερώνει (ή εξαλείφει πλήρως) την ισορροπία του υδατικού δυναμικού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα αλατούχα εδάφη να συγκρατούν το νερό «ωσμωτικά» καθιστώντας το μη διαθέσιμο για τα φυτά. Καθώς το εδαφικό νερό εξατμίζεται η συγκέντρωση του NaCl γίνεται ακόμη μεγαλύτερη επιδεινώνοντας ακόμη περισσότερο το πρόβλημα (Γιαννόπουλος, 2010).

➤ Οσμωτική δράση:

Η υψηλή οσμωτική πίεση (OP) διαταράσσει το ισοζύγιο σε νερό των φυτών. Η επίδραση των υδατοδιαλυτών αλάτων στην ανάπτυξη των φυτών, απουσία τοξικών φαινομένων, λειτουργεί μέσω του υδατικού δυναμικού.

Ο όρος «υδατικό δυναμικό» (αγγλ. Water potential) που συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα «Ψ», καθιερώθηκε για πρώτη φορά το 1960 από τους Slatyer και Taylor και χρησιμοποιείται για να περιγράψει την συμπεριφορά του νερού σε διάφορα φαινόμενα. Το υδατικό δυναμικό (Ψ) ισούται με την διαφορά της υδροστατικής πίεσης (P) και της οσμωτικής πίεσης (Π) (δηλ. $\Psi = P - \Pi$), και εκφράζεται με μονάδες πίεσης (αγγλ. atm ή Pascals). Σημείο αναφοράς λαμβάνεται το καθαρό νερό κατά συνθήκη ίσο με το μηδέν $\Psi_w = 0$. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές του κάθε διαλύματος θα είναι αρνητικές, το νερό δηλαδή κινείται από μια περιοχή με υψηλότερο υδατικό δυναμικό, προς μια περιοχή με χαμηλότερο.

Έτσι, για να απορροφήσει το φυτό το νερό με το ριζικό σύστημα, θα πρέπει το συνολικό υδατικό δυναμικό να ισούται με:

$$\Psi = \Psi_p + \Psi_s + \Psi_m$$

Όπου:

Ψ_p: Είναι το υδατικό δυναμικό μεταξύ των κυτταρικών τοιχωμάτων και του κυτταρικού περιεχόμενου.

Ψ_s: Είναι οι περιορισμοί στην ελεύθερη κίνηση των μορίων νερού λόγω της επίδρασης διαφόρων διαλυτών μορίων και ιόντων σε αυτό. Το Ψ_s εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ιόντων στο διάλυμα του ριζοστρώματος.

Ψ_m: Είναι το αποτέλεσμα της προσρόφησης του νερού στις επιφάνειες στερεών συστατικών του εδάφους ή του υδροπονικού υποστρώματος. Το συνολικό υδατικό δυναμικό όσο αυξάνεται τόσο δυσκολεύονται τα φυτά να προσλάβουν νερό (Κοντής, 2009).

➤ Ενεργειακό κόστος της αλατότητας:

Τα φυτά αντλούν το νερό με απορροφητική δύναμη μεγαλύτερη από αυτή με την οποία συγκρατείται το νερό από το υπόστρωμα. Εάν το φυτό δεν είναι σε θέση να ρυθμίσει τις λειτουργίες του, έτσι ώστε να εξασφαλίσει την ισχύ αυτή, τότε δεν είναι σε θέση να αντλήσει αρκετή ποσότητα νερού για τις ανάγκες του και ασφαλώς υποφέρει από υδατική καταπόνηση. Τα άλατα στο υπόστρωμα (έδαφος ή υδροπονικό υλικό) αυξάνουν τη δύναμη που απαιτείται από τα φυτά για την άντληση νερού και η δύναμη αυτή αναφέρεται ως οσμωτικό δυναμικό (Κοντής, 2009).

2.2.3.1.2 Τοξική (ή ιοντική) καταπόνηση

➤ Διατάραξη της ιονικής ισορροπίας:

Εκτός από την ωσμωτική καταπόνηση, τα υψηλά επίπεδα NaCl στο εδαφοδιάλυμα, δημιουργούν σοβαρά πρόβλημα τοξικότητας στα φυτά, επιφέροντας τα σε τοξική καταπόνηση. Αυτό οφείλεται λόγω της αυξημένης ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης των ιόντων χλωρίου (Cl^-) και νατρίου (Na^+), τα οποία έχουν καταστροφικές επιδράσεις στα κυτταρικά συστήματα του πρωτοπλάσματος, διαταράσσοντας έτσι τον μεταβολισμό και επιδρούν στη δράση των ενζύμων αυξάνοντας τη συγκέντρωση των τοξικών ουσιών. Ως συνέπεια όλων αυτών, προκαλούν συμπτώματα τοξικότητας στους φυτικούς οργανισμούς (Γιαννόπουλος, 2010).

➤ Επίδραση ιόντων στα ένζυμα:

Οι υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων αναστέλλουν τη δράση των περισσότερων ενζύμων, λόγω διαταραχής της υδροφοβικής ηλεκτροστατικής ισορροπίας μεταξύ των δυνάμεων που διατηρούν τη δομή των πρωτεϊνών.

Τα ανιόντα χλωρίου (Cl^-) μπορεί να παρεμποδίζουν τα “ανιονικά” μεταβολικά μονοπάτια, τα οποία είναι ουσιώδη και εμπλέκονται στη βιοσύνθεση RNA και άλλων ανιονικών μεταβολιτών. Ενώ, τα κατιόντα νατρίου (Na^+) μπορεί να παρεμποδίζουν τα “κατιονικά” μεταβολικά μονοπάτια, τα οποία σχετίζονται με την αφομοίωση και δέσμευση των κατιόντων καλίου (K^+), ασβεστίου (Ca^{+2}) και μαγνησίου (Mg^{+2}) (Γιαννόπουλος, 2010).

Η συσσώρευση και η υψηλή συγκέντρωση των ιόντων Na^+ μέσα στα φυτικά κύτταρα μπορεί να δημιουργήσει άμεσα σημαντικά κυτταρικά προβλήματα, όπως αυτά που αναφέρονται παρακάτω:

- a) Η αναστολή της λειτουργίας των ενζύμων που ενεργοποιούνται από τα κατιόντα καλίου (K^+), καθώς τα κατιόντα νατρίου (Na^+) ανταγωνίζεται το πρώτο στις θέσεις δέσμευσης (αγγλ. binding sites). Περισσότερα από 50 ένζυμα ενεργοποιούνται από τα κατιόντα K^+ , το οποίο δεν μπορεί να αντικατασταθεί στον ρόλο του αυτό από τα κατιόντα Na^+ .
- b) Η μείωση της αφομοίωσης άλλων θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, όπως του νιτρικού αζώτου (NO^{3-}), των ιόντων καλίου (K^+), των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}), του φωσφόρου (P), των ιόντων σιδήρου (Fe^{+2}) και των ιόντων ψευδαργύρου (Zn^{+2}). Η μείωση της αφομοίωσης των στοιχείων αυτών, μπορεί να γίνει με δυο τρόπους, όπως:
 - a. Είτε άμεσα, αναστέλλοντας την λειτουργία των πρωτεϊνών-μεταφορέων που βρίσκονται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη των κυττάρων της ρίζας, όπως τα επιλεκτικά κανάλια των ιόντων καλίου (K^+).
 - b. Είτε έμμεσα, αναστέλλοντας την ανάπτυξη της ρίζας, κυρίως λόγω της ωσμωτικής επίδρασης των ιόντων νατρίου (Na^+), αλλά και λόγω των καταστροφικών επιδράσεων του Na^+ στη δομή του εδάφους (Γιαννόπουλος, 2010).

➤ Επίδραση ιόντων στην ανατομία του φυτού:

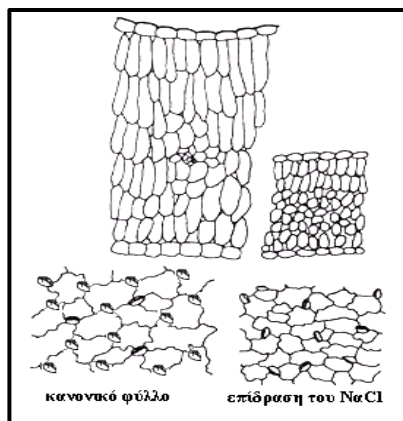
Η τοξική δράση του NaCl μπορεί επιφέρει μεταβολές στην ανατομία και κυτταρολογία του φύλλου σε δυο επίπεδα, όπως αυτά που αναφέρονται παρακάτω:

- a) Στις μεταβολές οργάνωσης και δομής των ιστών του φύλλου, όπως:
 - a. Το σχήμα και το μέγεθος του κυττάρου.
 - b. Το μέγεθος των μεσοκυττάρων χώρων.

- c. Ο αριθμός των χλωροπλαστών.
- a) Στις ενδοκυτταρικές μεταβολές, όπως:
 - a. Ο αριθμός και το μέγεθος των κόκκων αμύλου.
 - b. Η κατασκευή των μιτοχονδρίων και χλωροπλαστών.
 - c. Ο αριθμός των πλαστοσφαιριδίων.

Ως άμεση συνέπεια των παραπάνω επιδράσεων στην ανατομία του φύλλου, παρατηρούμε τις παρακάτω αλλαγές:

- a) Το αγωγό σύστημα είναι διαφοροποιημένο και τα περισσότερα αγγεία έχουν μικρή διάμετρο.
- b) Το έλασμα των φύλλων είναι μετρίου πάχους και έχουν μικρό αριθμό στομάτων ανά μονάδα επιφάνειας.
- c) Ελάττωση της ταχύτητας διαπνοής. Ο επαρκής εφοδιασμός σε νερό των φύλλων επιτυγχάνεται με αύξηση της οσμωτικής πίεσης του χυμού τους (Κοντής, 2009).



Σχήμα 2.3: Η μείωση του πάχους του ελάσματος και η μεταβολή της ανατομίας του, μετά από την επίδραση του χλωριούχου νατρίου (NaCl).

Είναι δύσκολο όμως να διαχωριστούν τα οσμωτικά (οσμωτική καταπόνηση) από τα τοξικά (τοξική καταπόνηση) αποτελέσματα των αλάτων στα φυτικά είδη. Έτσι, κατά τη διάρκεια της προσαρμογής των φυτών στην αλατότητα οι πρωτεΐνες σχηματίζουν ένα σύμπλοκο με τα ανιόντα και τα κατιόντα στα κύτταρα. Συνέπεια αυτού είναι ότι η διαπερατότητα του πρωτοπλάσματος και η απορρόφηση ιόντων μειώνονται, ο ρυθμός μεταβολισμού επιβραδύνεται και η αντοχή στα άλατα αυξάνεται (Κοντής, 2009).

➤ Επίδραση ιόντων στην φυσιολογία του φυτού:

Η περίσσεια συσσώρευση των ιόντων νατρίου (Na^+) στα φυτικά κύτταρα μπορεί να οδηγήσει σε δραστικές αλλαγές σε διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού, με γενικό αποτέλεσμα να μειωθεί η ανάπτυξη και η παραγωγικότητα των φυτών.

Η υψηλή συσσώρευση του χλωριούχου νατρίου (NaCl) στα φυτικά κύτταρα οδηγεί στην μειωμένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών, λόγω της αναστολής δραστηριότητας του φωτοσυστήματος II (αγγλ. Photo System II, συντ. PSII). Το PSII θεωρείται το πιο ευαίσθητο σύστημα που μπορεί να υποστεί σοβαρή βλάβη από την ελάχιστη συγκέντρωση και τοξικότητα των ιόντων νατρίου (Na^+) και χλωρίου (Cl^-), με συνέπεια την απώλεια της σωστής μεταφοράς ηλεκτρονίων στην αλυσίδα μεταφοράς.

Από διάφορες μελέτες αναφέρθηκε ότι τέτοια αναστολή της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, παρατηρήθηκε λόγω μείωσης των παρακάτω παραμέτρων:

- a) Της φιλικής επιφάνειας.
- b) Της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των φωτοσυνθετικών χρωστικών ουσιών.
- c) Του όγκου και ρυθμού αφομοίωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).
- d) Της μεταβολής μορφολογίας των χλωροπλαστών.
- e) Της δραστηριότητας του ενζύμου Rubisco.

Επίσης, από διάφορες μελέτες αναφέρθηκε ότι όταν τα φυτά του μαλακού σιταριού (*Triticum aestivum* L.) όταν αρδεύτηκαν με θαλασσίνο νερό, παρατηρήθηκε αυξημένη μείωση της φιλικής επιφάνειας (κατά 25%), του περιεχομένου της χλωροφύλλης στα φύλλα, της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, και γενικότερα μείωση της απόδοσης και ζωτικότητας των φυτών (Singh et al, 2015).

➤ **Ορατά συμπτώματα τοξικότητας στα φυτά:**

Λειτουργία των ιόντων νατρίου (Na⁺) και χλωρίου (Cl⁻):

- a) **Η λειτουργία των ιόντων νατρίου (Na⁺):** Το νάτριο δεν αποτελεί βασικό στοιχείο για τα φυτά, αλλά μερικές φορές μπορεί να είναι απαραίτητο σε μικρές ποσότητες, παρόμοια με τα μικροθρεπτικά συστατικά (ιχνοστοιχεία), για να βοηθήσει τον μεταβολισμό και την βιοσύνθεση της χλωροφύλλης. Επίσης, σε μερικά φυτικά είδη μπορεί να αντικαταστήσει μερικώς τα ιόντα κάλιου (K⁺), βοηθώντας έτσι στο άνοιγμα και κλείσιμο των στοματίων (καταφατικών κυττάρων), ως αποτέλεσμα στη ρύθμιση της εσωτερικής ισορροπίας του νερού.
- b) **Η λειτουργία των ιόντων χλωρίου (Cl⁻):** Το χλώριο χρειάζεται σε μικρές ποσότητες και είναι ελάχιστα απαραίτητο στον μεταβολισμό των φυτών, τη φωτοσύνθεση, την όσμωση (κίνηση νερού μέσα και έξω από τα φυτικά κύτταρα) και την ιοντική ισορροπία μέσα στο κύτταρο (Bloodnick, 2017).

Τροφοπενία από τα ιόντα νατρίου (Na⁺) και χλωρίου (Cl⁻):

- a) **Η τροφοπενία από τα ιόντα νατρίου (Na⁺):** Η ανεπάρκεια του νατρίου δεν φαίνεται να παρουσιάζει συμπτώματα, καθώς δεν αποτελεί ουσιώδες στοιχείο.
- b) **Η τροφοπενία από τα ιόντα χλωρίου (Cl⁻):** Η ανεπάρκεια του χλωρίου μπορεί να συμβεί μόνο εάν υπάρχει σε συγκέντρωση λιγότερο της τάξης των 2 ppm και τα συμπτώματα εμφανίζονται ως κροσσωτές κηλίδες με νεκρωτικές κηλίδες που βρίσκονται μεταξύ των νευρώσεων ή των περιθωρίων των νεότερων φύλλων. Σε προχωρημένες περιπτώσεις, η ανεπάρκεια χλωριούχου μπορεί να προκαλέσει βλάβη στο φυτό.

Οι δύο παραπάνω τροφοπενίες συμβαίνουν σπανίως, επειδή οι περισσότερες πηγές του νερού άρδευσης και τα λιπάσματα που εφαρμόζονται τα περιέχουν σε πολύοσμο (Bloodnick, 2017).

Τοξικότητα από τα ιόντα νατρίου (Na⁺) και χλωρίου (Cl⁻):

- a) **Η τοξικότητα από τα ιόντα νατρίου (Na⁺):** Εμφανίζεται με κάψιμο ή νέκρωση στο περιθώριο και στις άκρες των φύλλων, καθώς μοιάζει πολύ με την τοξικότητα που οφείλεται σε κάποια ιχνοστοιχεία.
- b) **Η τοξικότητα από τα ιόντα χλωρίου (Cl⁻):** Εμφανίζεται με πρόωρο κιτρίνισμα των φύλλων και στη συνέχεια οδηγεί σε περιθωριακή ή ακτινική νέκρωση των παλαιότερων

φύλλων, που μοιάζει συχνά με την τοξικότητα που προκαλείται από τα ιόντα χαλκού (Cu^+) (Bloodnick, 2017).



Εικόνα 2.5: Απεικόνιση των συμπτωμάτων τοξικότητας από τα ιόντα νατρίου (Na^+) σε φύλλα ενός είδους σφενταμιού (*Acer sp.*) (A) και τα ιόντα χλωρίου (Cl^-) σε φύλλα του οινοφόρου αμπελιού (*Vitis vinifera*) (B) και σε φύλλα της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (C).

Τα κύρια οπτικά σύμπτωμα που παρατηρούνται στα ευαίσθητα και μέσης ευαισθησίας φυτά όταν καλλιεργηθούν σε συνθήκες καταπόνησης λόγω της αυξημένης αλατότητας στο εδαφοδιάλυμα (Γιαννόπουλος, 2010), αφορούν κυρίως τους παρακάτω παραμέτρους:

- Το υπέργειο μέρος (στέλεχος, φύλλα).
- Το υπόγειο μέρος (ριζικό σύστημα).
- Την παραγωγή (καρποί).

Υπέργειο μέρος (στέλεχος, φύλλα):

Η αλατότητα επηρεάζει δυσμενώς την ανάπτυξη του υπέργειου μέρους (π.χ. στέλεχος, ρίζες) των φυτών. Ακόμα και μετά από λίγες ώρες έκθεσης των φυτών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, έχει ως αποτέλεσμα να αναστέλλεται σημαντικά η ανάπτυξη του βλαστού και σε μικρότερο βαθμό η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Η αρνητική αυτή επίδραση του χλωριούχου νατρίου (NaCl) εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ιόντων νατρίου (Na^+) στους αναπτυσσόμενους φυτικούς ιστούς και από την αντίδραση του φυτού στην ωσμωτική πίεση του εξωτερικού διαλύματος. Η ζημιά που προκαλείται από τα ιόντα Na^+ συνδέεται με τη συσσώρευση των ιόντων Na^+ στους φυτικούς ιστούς.

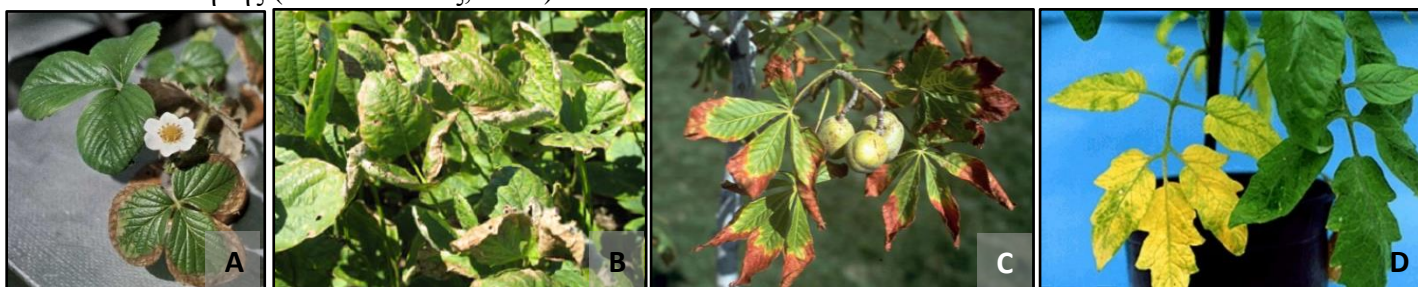
Το αποτέλεσμα είναι η σταδιακή νέκρωση των κατώτερων και παλαιότερων φύλλων, που σταδιακά προχωράει προς τα ανώτερα και νεότερα φύλλα. Επίσης, η χλώρωση και η νέκρωση δεν είναι τυχαία αλλά ομοιόμορφη τόσο σε ένα απλό φύλλο, όσο και σε ένα σύνθετο φύλλο.

- Σε ένα απλό φύλλο:** Αρχίζει από την άκρη του φύλλου και συνεχίζει προς τον μίσχο (δηλ. έχει την κατεύθυνση από την άκρη του φύλλου προς το κεντρικό στέλεχος).
- Σε ένα σύνθετο φύλλο:** Αρχίζει από το ακραίο παράφυλλο (και μάλιστα από την κορυφή του παράφυλλου) και συνεχίζει προς τα άλλα παράφυλλα προς τον μίσχο (δηλ. έχει την κατεύθυνση από την άκρη του ακραίου παράφυλλου προς το κεντρικό στέλεχος).

Κατά συνέπεια, η μειωμένη ανάπτυξη και η απόδοση των φυτών είναι το αποτέλεσμα του μικρότερου κύκλου ζωής των μεμονωμένων φύλλων (Γιαννόπουλος, 2010). Στα φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) η περίσσεια του NaCl συσσωρεύεται στα παλαιότερα φύλλα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φύλλα να παίρνουν ένα κίτρινο χρώμα (αποσύνθεση χλωροφύλλης) και να σχηματίζεται ζώνη αποκοπής, με συνέπεια να πέφτουν. Το φυτό γίνεται ακανόνιστο και δεν έχει έντονο πράσινο χρώμα, όμως τα άλλα συμπτώματα μπορεί

να λείπουν τελείως. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι τα φυτά τομάτας θεωρούνται σχετικά ανεκτικά στην αλατότητα (Bloodnick, 2017).

Η χρονική στιγμή κατά την οποία θα παρατηρηθεί η ζημιά από τα ιόντα νατρίου (Na^+) εξαρτάται από το ρυθμό συσσώρευσης των ιόντων Na^+ στα φύλλα και από την αποτελεσματικότητα του μηχανισμού διαμερισματοποίησης τους στο χυμοτόπιο του κυττάρου. Οι επιπτώσεις από την τοξική επίδραση των ιόντων Na^+ και παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραλλακτικότητα μεταξύ των διαφόρων ειδών σε σχέση με την επίδραση της ωσμωτικής καταπόνησης (Γιαννόπουλος, 2010).



Εικόνα 2.6: Απεικόνιση των συμπτωμάτων τοξικότητας από το χλωριούχο νάτριο (NaCl) σε φύλλα ενός είδους φράουλας (*Fragaria* sp.) (A), του μαρουλιού (*Lactuca sativa*) (B), της καρυδιάς (*Juglans* sp.) (C) και της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (D).

Υπόγειο μέρος (ριζικό σύστημα):

Τα φύλλα των φυτών είναι πιο ευαίσθητα από το ριζικό σύστημα στα ιόντα νατρίου (Na^+) και ιόντα χλωρίου (Cl^-), επειδή τα ιόντα αυτά συσσωρεύονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στους βλαστούς και στα φύλλα παρά στις ρίζες των φυτών. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται επειδή οι ρίζες έχουν την ιδιότητα να διατηρούν σε σταθερά επίπεδα το NaCl , με το να το εξαγάγουν πάλι κάτω προς το έδαφος ή πάνω προς τον βλαστό.

Τα ιόντα Na^+ μετατοπίζονται στο βλαστό κυρίως διαμέσου των αγγείων του ξύλου με το ταχύτατο ρεύμα που δημιουργείται από την διαπνοή. Το να επιστρέψουν αντίθετα από τα φύλλα προς την ρίζα μπορούν μόνο μέσω των αγγείων του φλοιού. Όμως από διάφορες έρευνες που έγιναν, έχει παρατηρηθεί πολύ λίγες περιπτώσεις η έντονη επανακυκλοφορία των ιόντων Na^+ από τα φύλλα προς την ρίζα. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει τελικά ότι η κίνηση των ιόντων Na^+ είναι κυρίως προς την μια μόνο κατεύθυνση, με αποτέλεσμα την προοδευτική συσσώρευσή του στα φύλλα καθώς αυτά ωριμάζουν (Γιαννόπουλος, 2010).

2.2.3.2 Οι έμμεσες επιπτώσεις καταπόνησης λόγω αλατότητας στα φυτά

Εκτός από την άμεση επίδραση της καταπόνησης λόγω αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μια κοινή επίδραση που μπορεί να προκαλέσει η αυξημένη αλατότητα είναι η επαγωγή και η αυξημένη συσσώρευση των ελεύθερων ριζών οξυγόνου, ή αλλιώς ενεργών μορφών οξυγόνου (αγγλ. Reactive oxygen species, συντ. ROS) στα φυτικά κύτταρα. Οι κυριότερες από τις ROS αναφέρονται παρακάτω:

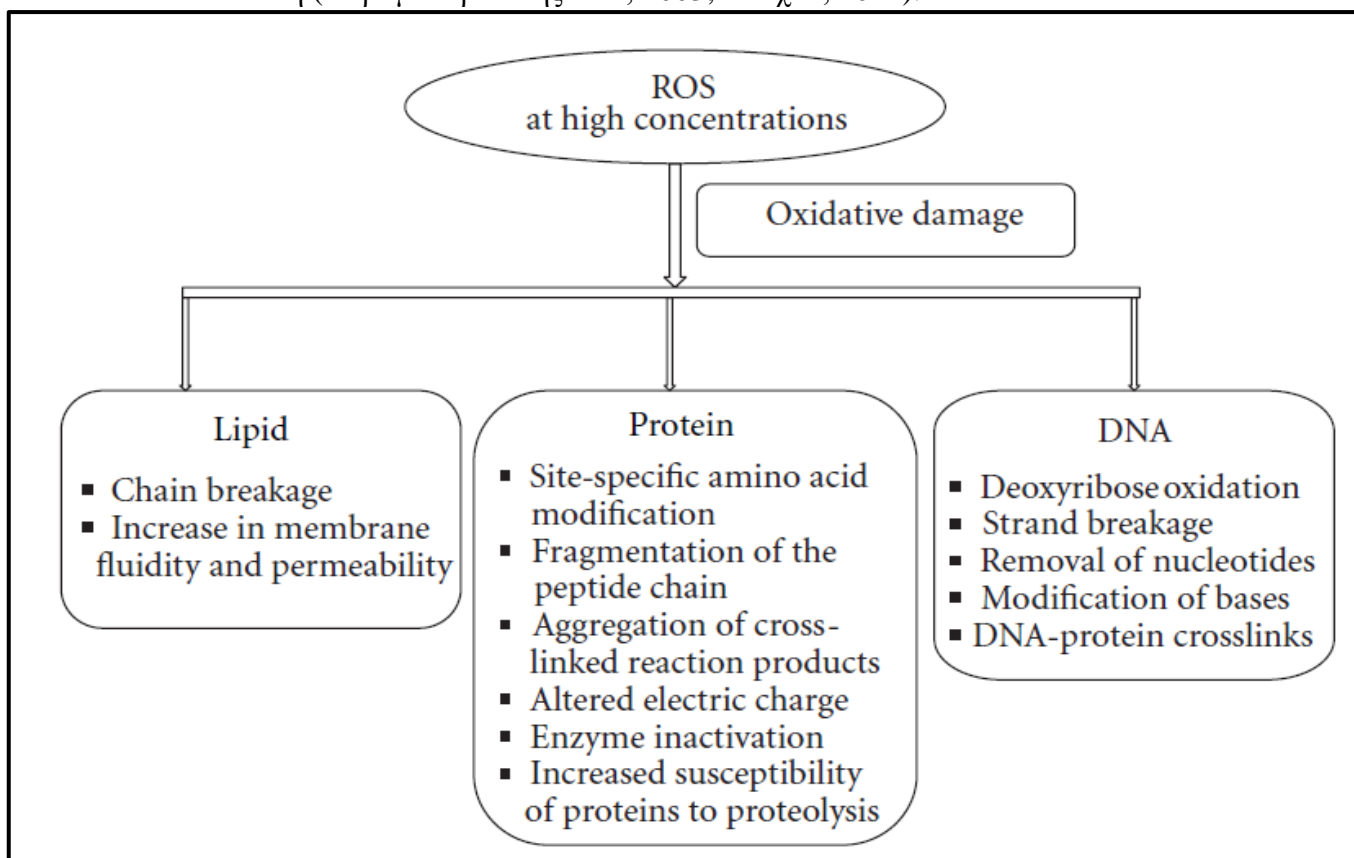
- Το μονήρες οξυγόνο ($^1\text{O}_2$).
- Η ρίζα υπεροξειδίου (O_2^-).
- Το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2).
- Η πιο επικίνδυνη ρίζα του υδροξυλίου (OH^\cdot).

Οι ROS προκαλούν βλάβη στα λιπίδια, τις πρωτεΐνες και στα νουκλεϊκά οξέα (DNA και RNA) του φυτικού κυττάρου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσμενής

παρενέργειες του μεταβολισμού, καθώς και προγραμματισμένη νέκρωση των κυττάρων, που τελικά οδηγούν ολόκληρο το φυτό στον έμμεσο θάνατο. Οι χλωροπλάστες, τα μιτοχόνδρια και οι μεμβράνες του πλάσματος του φυτικού κυττάρου είναι συνδεδεμένα με το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρονίων και για το λόγο αυτό αποτελούν βασικούς χώρους παραγωγής των ROS ως υποπροϊόντα μεταβολισμού του οξυγόνου (Singh et al 2015; Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

Η συσσώρευση των ROS στους φυτικούς οργανισμούς, τους έβαλε να αναπτύξουν ένα εκτεταμένο και συντονισμένο αντιοξειδωτικό μηχανισμό που περιλαμβάνεται από τα αντιοξειδωτικά ένζυμα και τα μη-ενζυμικά αντιοξειδωτικά μόρια χαμηλού μοριακού βάρους. Οι ενζυμικοί και μη-ενζυμικοί αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί λειτουργούν κατά τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να παρέχουν πρόληψη στο σχηματισμό ενεργών μορφών οξυγόνου και την εξουδετέρωση των ήδη σχηματισμένων ενεργών μορφών οξυγόνου. Έτσι, μια ουσία μπορεί να θεωρηθεί ότι διαθέτει αντιοξειδωτική ικανότητα όταν, ενώ βρίσκεται σε χαμηλή συγκέντρωση σε σχέση με ένα μακρομόριο που μπορεί να οξειδωθεί από ενεργές μορφές οξυγόνου, αποτρέπει ή περιορίζει την οξείδωση αυτή, αντιδρώντας η ίδια με τις ενεργές μορφές οξυγόνου, χωρίς να παράγει τοξικά προϊόντα.

Τα κυριότερα μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά μόρια στα φυτά είναι η γλουταθειόνη (GSH), κυστεΐνη και γλυκίνη, Βιταμίνη C, Βιταμίνη E, οι πολυαμίνες, τα φλαβονοειδή, τα καροτενοειδή και τα αλκαλοειδή (Καραμπουρνιώτης et al, 2003; Βλάχου, 2011).



Σχήμα 2.4: Σχηματική απεικόνιση των τρόπων δράσης της οξειδωτικής καταπόνησης και των ελεύθερων ριζών οξυγόνου (αγγλ. Reactive oxygen species, συντ. ROS) στα ενδοκυτταρικά συστήματα φυτικού κυττάρου, όπως στα λιπίδια κυτταρικής μεμβράνης, στις πρωτεΐνες και στα νουκλεϊκά οξέα (DNA και RNA) (αγγλικά).

2.3 Η κατηγοριοποίηση και οι μηχανισμοί άμυνας των φυτών στην αλατότητα

2.3.1 Τα αλόφυτα και τα γλυκόφυτα

Τα ανώτερα φυτά, ανάλογα με την αντοχή και την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε αλατούχα ή μην περιβάλλοντα, κατατάσσονται γενικότερα σε δύο μεγάλες κατηγορίες, όπως αυτά που αναφέρονται παρακάτω:

- a) Τα αλόφυτα (αγγλ. Halophytes).
- b) Τα γλυκόφυτα (αγγλ. Glycophytes).

2.3.1.1 Αλόφυτα

Με τον όρο «αλόφυτα» εννοούμε όλα τα φυτικά είδη που αναπτύσσονται σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος, τα οποία αντιστοιχούν της τάξης των 200 mM NaCl και άνω (δηλ. 40% της συγκέντρωσης του NaCl στο θαλασσινό νερό). Τα αλοφυτικά είδη συνιστούν το 1% περίπου της χλωρίδας του πλανήτη μας και κατανέμονται σε πολυάριθμες οικογένειες, τόσο των μονοκοτυλήδων, όσο και των δικοτυλήδων. Τα δικότυλα αλόφυτα παρουσιάζουν υψηλότερη ανθεκτικότητα από ότι τα μονοκότυλα αλόφυτα (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

2.3.1.2 Γλυκόφυτα

Με τον όρο «γλυκόφυτα» εννοούμε όλα τα φυτικά είδη που είναι ευαίσθητα ακόμη και σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος, τα οποία αντιστοιχούν της τάξης των 50 mM NaCl και κάτω. Στα περισσότερα γλυκόφυτα ακόμη και η σχετικά χαμηλή συγκέντρωση αλάτων στο εδαφοδιάλυμα (δηλ. χαμηλότερες των 50 mM NaCl) επιφέρουν συνήθως ανεπανόρθωτες φυσιολογικές βλάβες.

Ωστόσο, τόσο μεταξύ των γλυκόφυτων όσο και μεταξύ των αλόφυτων παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις στην αντιμετώπιση της αλατότητας. Για παράδειγμα, τα περισσότερα καλλιεργούμενα είδη είναι ευαίσθητα στην αλατότητα, ωστόσο τα αγρωστώδη και ιδιαίτερα το κριθάρι, θεωρούνται περισσότερο ανθεκτικά έναντι των περισσότερων δικότυλων (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

2.3.2 Οι στρατηγικές και μηχανισμοί άμυνας των φυτών στην αλατότητα

Οι αντίξοες συνθήκες της υψηλής αλατότητας που δημιουργούνται στο περιβάλλον της ριζόσφαιρας των φυτών, αντιμετωπίζονται κυρίως μέσω τριών στρατηγικών, οι οποίες αναφέρονται παρακάτω:

- a) Η στρατηγική της διαφυγής.
- b) Η στρατηγική της αποφυγής.
- c) Η στρατηγική της ανθεκτικότητας.

2.3.2.1 Η στρατηγική της διαφυγής

Τα γλυκόφυτα που έχουν επιλέξει την στρατηγική της διαφυγής, είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στην αλατότητα, με αποτέλεσμα αδυνατούν να ολοκληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο ακόμη

και σε εδάφη με χαμηλά επίπεδα αλάτων. Για τον λόγο αυτό «διαλέγουν» το περιβάλλον με τέτοια περιεκτικότητα αλατότητας στα εδάφη, η οποία δεν βλάπτει καθόλου ή έχει ελάχιστη επίδραση στην ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα τους (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

2.3.2.2 Η στρατηγική της αποφυγής

Τα φυτά που έχουν επιλέξει την στρατηγική της αποφυγής, αναφέρονται πολλές φορές και ως ρυθμιστές αλατότητας. Με τον όρο «ρυθμιστές αλατότητας» εννοούμε τα φυτικά είδη που δεν επιτρέπουν την είσοδο των τοξικών ιόντων στο εσωτερικό των ευαίσθητων κυττάρων τους, ειδικά αυτών των φωτοσυνθετικών ιστών του μεσόφυλλού τους (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

Η στρατηγική αυτή της αποφυγής κατηγοριοποιείται μέσω κυρίως των τριών μηχανισμών, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- Ρύθμιση της αλατότητας με ενεργό αποκλεισμό.
- Ρύθμιση της αλατότητας με απομάκρυνση από εξειδικευμένα κύτταρα.
- Ρύθμιση της αλατότητας με ρύθμιση κατανομής.

➤ Ρύθμιση της αλατότητας με ενεργό αποκλεισμό:

Υπάρχουν ορισμένα φυτικά είδη τα οποία δεν δεσμεύουν το αλάτι, αλλά το αποκλείουν ενεργητικά με το ριζικό σύστημα στο εξωτερικό περιβάλλον όπου βρίσκονται. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα αντιπροσωπευτικά είδη των ριζοφόρων, όπως το κόκκινο μαγκρόβιο (*Rhizophora mangle* L.) (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).



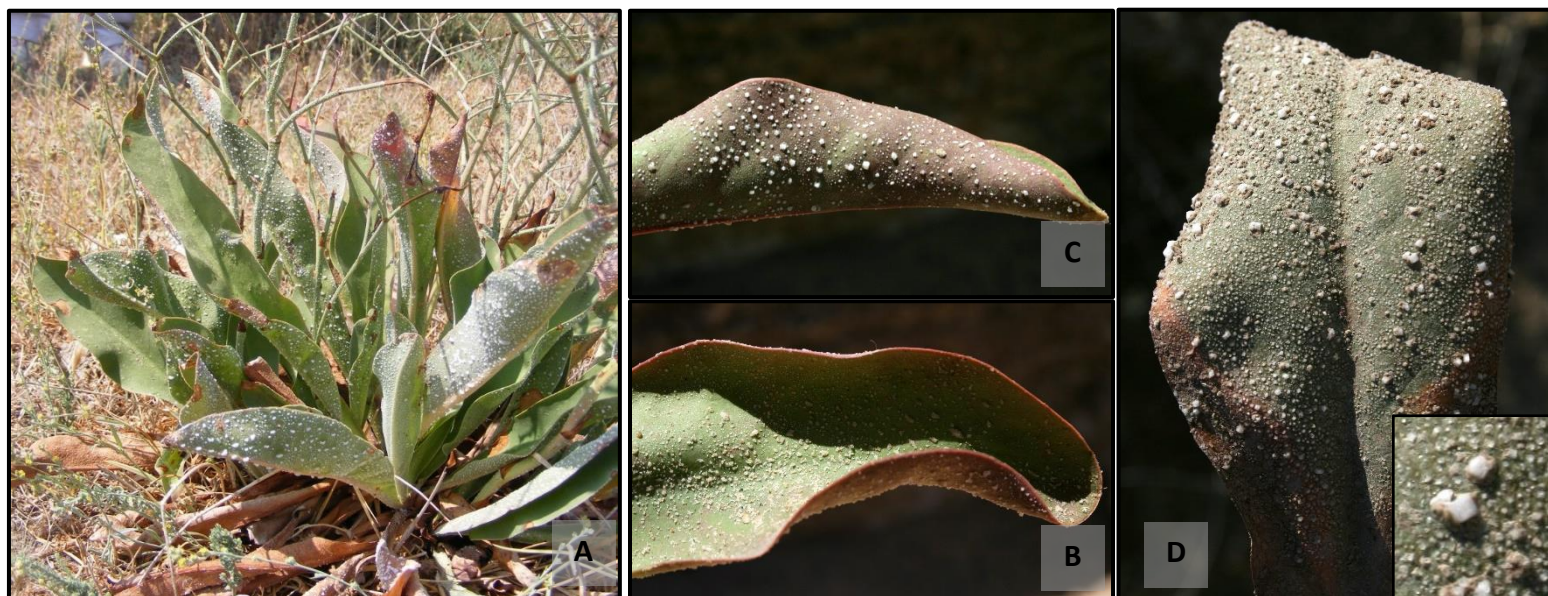
Εικόνα 2.7: Απεικόνιση του κόκκινου μαγκρόβιου (*Rhizophora mangle* L.) (A, B, C, D).

➤ Ρύθμιση της αλατότητας με απομάκρυνση από εξειδικευμένα κύτταρα:

Άλλα φυτικά είδη επιτρέπουν την είσοδο του αλατιού, το οποίο οδηγείται προς και εκκρίνεται από εξειδικευμένους αλατώδεις αδένες των φύλλων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα αντιπροσωπευτικά αλοφυτικά είδη των γενών *Tamarix* sp. και *Limonium* sp. (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).



Εικόνα 2.8: Απεικόνιση της απομάκρυνσης των αλάτων στα στελέχη (A), φύλλα και άνθη (B, C, D) ενός είδους του αλόφυτου *Tamarix sp.* Τα άλατα απελευθερώνονται με την μορφή των κρυστάλλων (ένθετη εικόνα της D).



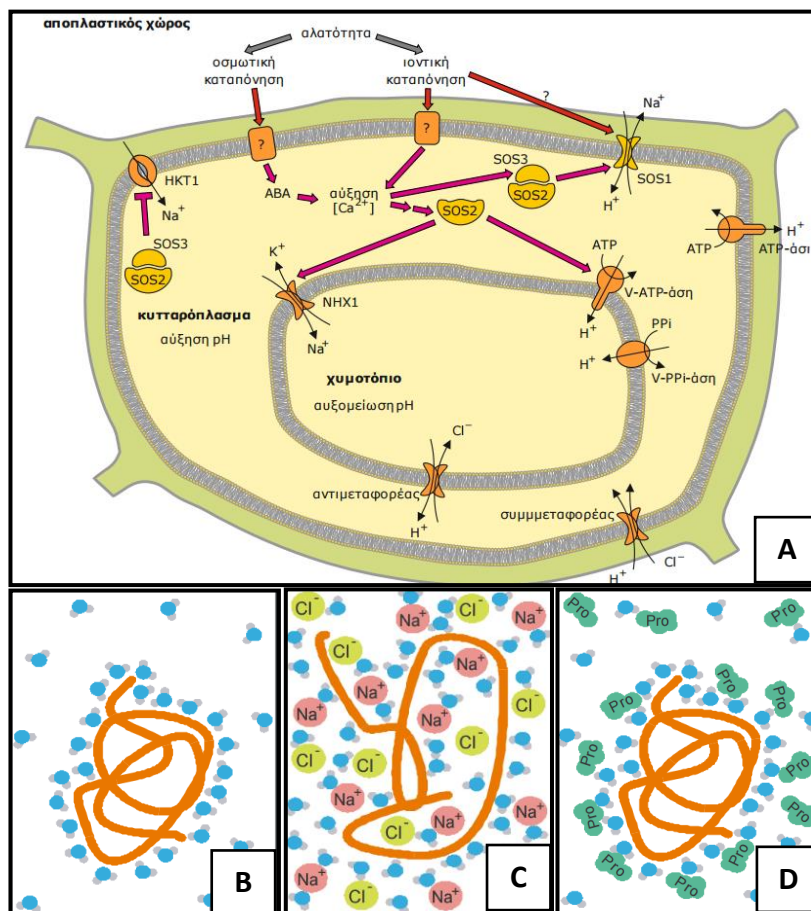
Εικόνα 2.9: Απεικόνιση της απομάκρυνσης των αλάτων στα στελέχη (A) και φύλλα (C, D) ενός είδους του αλόφυτου λιμόνιο (*Limonium narbonense* Mill.). Τα άλατα απελευθερώνονται με την μορφή των κρυστάλλων (ένθετη εικόνα της D).

➤ Ρύθμιση της αλατότητας με ρύθμιση κατανομής:

Σε πολλά είδη γλυκόφυτων, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται και πολλά είδη καλλιεργουμένων φυτικών ειδών, το αλάτι απορροφάται από τις ρίζες, αλλά παρεμποδίζεται η μεταφορά του μέσω των αγγείων του ξύλου προς το υπέργειο (ευαίσθητο) τμήμα. Ο έλεγχος πραγματοποιείται στα κύτταρα του ξυλώδους παρεγχύματος. Στην περίπτωση που τα επίπεδα αλατιού στα διαπνευστικά ρεύμα παραμένουν σε υψηλά επίπεδα, γίνεται προσπάθεια ανακυκλοφορίας μεταξύ υπόγειου και υπέργειου μέρους με την καθοδική κίνηση που πραγματοποιείται μέσω του ηθμού (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

2.3.2.3 Η στρατηγική της ανθεκτικότητας

Τα φυτά αυτά αναφέρονται με τον όρο «συσσωρευτές άλατος». Ο μεταβολισμός των φυτών αυτών είναι κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να μην παρουσιάζονται δυσλειτουργίες παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων ιόντων. Η επιβίωση των φυτών αυτών στηρίζεται στην πρόσληψη υψηλών συγκεντρώσεων αλατιού εντός των κυττάρων τους, έτσι ώστε να αντισταθμιστεί το χαμηλό υδατικό δυναμικό νερού του εδάφους και να επιτυγχάνονται ικανοποιητικές πιέσεις σπαργής. Τα ιόντα νατρίου (Na^+) και χλωρίου (Cl^-) συσσωρεύονται στο χυμοτόπιο, ενώ οι συγκεντρώσεις τους κρατούνται σε χαμηλά επίπεδα στο κυτταρόπλασμα (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).



Σχήμα 2.5: Σχηματική παρουσίαση του τρόπου δράσης των συμβατών οσμωλυτών στο χυμοτόπιο του φυτικού κυττάρου (A) και σχηματίζοντας μια σφαίρα ενυδάτωσης με τις πρωτεΐνες (B, C, D).

➤ Οσμωτική εξισορρόπηση (οσμωρύθμιση):

Τα ιόντα νατρίου (Na^+) οδηγούνται από το κυτταρόπλασμα στο χυμοτόπιο μέσω του αντιμεταφορέα Na^+/H^+ (NHX1) του τονοπλάστη (Σχήμα 2.2, A). Η συσσώρευση των ιόντων Na^+ και Cl^- στο χυμοτόπιο προκαλεί πτώση του οσμωτικού δυναμικού σε αυτό και επομένως υπάρχει ο κίνδυνος αφυδάτωσης του κυτταροπλάσματος. Έτσι, το δυναμικό του νερού του κυτταροπλάσματος εξισορροπείται μέσω των μηχανισμών της οσμωρύθμισης ή οσμωτικής εξισορρόπησης με εκείνο του χυμοτοπίου, με αποτέλεσμα μειώνεται (ή δεν υπάρχει καθόλου) ο κίνδυνος να αφυδατωθεί το φυτικό κύτταρο.

Η οσμωρύθμιση επιτυγχάνεται με την σύνθεση συμβατών οσμωλυτών, όπως της προλίνης, της μαννιτόλης ή άλλων πολύόλων, της βεταΐνης της γλυκίνης, της τρεχαλόζης ή ακόμα και της σακχαρόζης. Τα μόρια αυτά, όπως έχει αναφερθεί, έχουν καθοριστική συμβολή στην πτώση του οσμωτικού δυναμικού ενώ ταυτόχρονα είναι συμβατά με τις ποικίλες μεταβολικές δραστηριότητες του κυττάρου και του φυτού γενικότερα. Οι συμβατοί οσμωλύτες παρουσιάζουν εξειδίκευση, αφού το κάθε φυτικό κύτταρο χαρακτηρίζεται από την σύνθεση ορισμένων μόνο οσμωλυτών. Μέσω της οσμωτικής εξισορρόπησης αντιμετωπίζεται η οσμωτική καταπόνηση, ενώ μέσω της συσσώρευσης των ιόντων στο χυμοτόπιο αντιμετωπίζεται η ιοντική καταπόνηση αφού περιορίζεται η επαφή των τοξικών ιόντων με ευαίσθητους στόχους.

Ο μηχανισμός της οσμωτικής εξισορρόπησης μεταξύ του χυμοτοπίου και του κυτταροπλάσματος είναι διαδεδομένες τόσο μεταξύ των αλόφυτων, όσο μεταξύ των γλυκόφυτων, με μόνη διαφορά του εύρους εγκλιματισμού στην αλατότητα. Σε αντίθεση με τα αλόφυτα δεν αναπτύσσουν επαρκώς υψηλές συγκεντρώσεις συμβατών οσμωλυτών ώστε να επιτυγχάνουν ιδιαίτερα υψηλές τιμές οσμωτικού δυναμικού και συνεπώς τα μόρια αυτά δεν επιτυγχάνουν ιδιαίτερη βελτίωση των υδατικών παραμέτρων των κυττάρων. Αντίθετα πιστεύεται ότι η παρουσία των συμβατών οσμωλυτών στα γλυκόφυτα σχετίζεται περισσότερο με την προστασία της τρισδιάστατης δομής των πρωτεϊνών και την αδρανοποίηση των ROS. Η πρώτη επιτυγχάνεται μέσω της διατήρησης της σφαίρας ενυδάτωσης του πρωτεϊνικού μορίου με ταυτόχρονη αποτροπή της επαφής του με τα τοξικά ιόντα Na^+ και Cl^- (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

Οι ρόλοι των οσμωπροστατευτικών ουσιών στα φυτά είναι πολύπλοκος (Βλάχου, 2011), αλλά γενικότερα εκτελούν τις λειτουργίες που αναφέρονται παρακάτω:

- a) Την προστασία και την επιβίωση των φυτών από τις βλαβερές συνέπειες της υψηλής αλατότητας.
- b) Την προστασία των μεμβρανών των κυττάρων.
- c) Την απομάκρυνση των δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS).
- d) Την προστασία της δομής των πρωτεϊνών (σχηματίζοντας σφαίρα ενυδάτωσης).
- e) Την μείωση του οσμωτικού δυναμικού.
- f) Την σταθεροποίηση των ενζύμων.

Παρακάτω στον Πίνακα 2.4 αναφέρονται οι κυριότεροι συμβατοί οσμωλύτες με την αντίστοιχη ανώτερη ταξινόμηση τους.

Πίνακας 2.4: Οι κυριότεροι συμβατοί οσμωλύτες με την αντίστοιχη ανώτερη ταξινόμηση τους (Singh et al 2015; Slama et al, 2015).	
Ανώτερη ταξινόμηση:	Συμβατοί οσμωλύτες:
Αμινοξέα:	
Πρωτεϊνικά αμινοξέα:	<ul style="list-style-type: none"> i. Προλίνη (αγγλ. L-Proline) ii. Αλανίνη (αγγλ. L-Alanine) iii. Αργινίνη (αγγλ. L-Arginine) iv. Γλυκίνη (αγγλ. L-Glycine)
Αμίδια:	<ul style="list-style-type: none"> i. Γλουταμίνη (αγγλ. Glutamine) ii. Ασπαραγίνη (αγγλ. Asparagine)
Μη πρωτεϊνικά αμινοξέα:	<ul style="list-style-type: none"> i. Γ-αμινοβουτυρικό οξύ (αγγλ. N-aminobutyric acid) ii. Πιπεκολικό οξύ (αγγλ. Pipcolic acid) iii. Κιτρουλίνη (αγγλ. Citrulline) iv. Ορνιθίνη (αγγλ. Ornithine)
Ενώσεις αμμωνίου:	
Πολυαμίνες:	<ul style="list-style-type: none"> i. Πουτρεσκίνη (αγγλ. Putrescine). ii. Σπερμιδίνη (αγγλ. Spermidine). iii. Σπερμίνη (αγγλ. Spermine). iv. Θερμοσπερμίνη (αγγλ. Thermospermine).
Τεταρτοταγείς ενώσεις του αμμωνίου:	
Βεταΐνες:	<ul style="list-style-type: none"> i. Βεταΐνη της γλυκίνης (αγγλ. Glycine betaine). ii. Βεταΐνη της β-αλανίνης (αγγλ. b-alanine betaine). iii. Βεταΐνη της προλίνης (αγγλ. Proline betaine). iv. Χολίνη-Ο-θειικό (αγγλ. Choline-O-sulphate). v. Διμεθύλιο σουλφονοπροπάνιο (αγγλ. Dimethyl sulphoniopropionate). vi. Βεταΐνη της υδροξυπρολίνης (αγγλ. Hydroxyproline betaine). vii. Πιπεκολική βεταΐνη (αγγλ. Pipcolate betaine.)
Σάκχαρα:	
Απλά σάκχαρα (μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες):	<ul style="list-style-type: none"> i. Σακχαρόζη (αγγλ. Sucrose). ii. Γλυκόζη (αγγλ. Glucose). iii. Φρουκτόζη (αγγλ. Fructose). iv. Τρεχαλόζη (αγγλ. Trehalose). v. Φρουκτάνες (αγγλ. Fructans).
Αλκοόλες σακχάρων (πολυυδροξυαλκοόλες):	<p>Πολυυδροξυαλκοόλες με κυκλική δομή:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Μυοϊνοσιτόλη ή ινοσιτόλη (αγγλ. Myo-inositol ή Inositol). ii. Πινιτόλη (αγγλ. D-Pinitol). <p>Πολυυδροξυαλκοόλες με γραμμική δομή:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Σορβιτόλη (αγγλ. D-Sorbitol). ii. Μαννιτόλη (αγγλ. D-Mannitol). iii. Ξυλιτόλη (αγγλ. D-Xylitol). iv. Ριβιτόλη (αγγλ. D-Ribitol).

Παρακάτω στον Πίνακα 2.5 αναφέρονται οι κυριότεροι συμβατοί οσμωλύτες με την αντίστοιχους ρόλους που εκτελούν στα ανώτερα (και όχι μόνο) φυτά.

Πίνακας 2.5: Οι κυριότεροι συμβατοί οσμωλύτες με την αντίστοιχους ρόλους τους στα ανώτερα φυτά (Singh et al 2015; Slama et al, 2015).	
Ταξινόμηση των συμβατών οσμωλυτών:	Ρόλος των συμβατών οσμωλυτών στα ανώτερα φυτά:
Πολυαμίνες (αγγλ. Polycamines)	<ul style="list-style-type: none"> a) Λειτουργούν ως οσμοπροστατευτικές ουσίες, όταν το φυτό καταπονηθεί από αλατότητα ή ξηρασία του εδάφους. b) Προστατεύουν το φυτό από τις επιβλαβές ρίζες ROS, κατά τις βιοτικές ή αβιοτικές καταπονήσεις. c) Είναι υπεύθυνες για μεγάλο αριθμό λειτουργιών στο φυτικό οργανισμό, όπως: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ανάπτυξη των κυττάρων. ➤ Κυτταρική διαίρεση. ➤ Βλάστηση των σπόρων. ➤ Ανάπτυξη των φυτών. ➤ Ανάπτυξη των ανθέων. ➤ Εμβρυογένεση. ➤ Ωρίμανση των φρούτων. ➤ Μορφογένεση των φυτών.
Βεταΐνη της γλυκίνης (αγγλ. Glycine betaine)	Παίζει μεγάλο ρόλο στην οσμωτική ρύθμιση και προστασία της μεμβράνης θυλακοειδούς, έτσι διατηρώντας την φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα
Φρουκτάνες (αγγλ. Fructans)	<ul style="list-style-type: none"> a) Λειτουργούν ως οσμοπροστατευτικές ουσίες. b) Προστατεύουν και σταθεροποιούν τις κυτταρικές μεμβράνες και τις πρωτεΐνες. c) Προστατεύουν το φυτό από τις επιβλαβές ρίζες ROS.
Τρεαλόζη (αγγλ. Trehalose)	<ul style="list-style-type: none"> a) Μειώνει το ωσμωτικό δυναμικό του κυτταροπλάσματος, επιτρέποντας έτσι την κίνηση του νερού σε αυτό και αποτρέποντας την πλασμόλυση του κυττάρου. b) Σταθεροποιεί τις κυτταρικές πρωτεΐνες και τις μεμβράνες.
Μαννιτόλη (αγγλ. Mannitol)	<ul style="list-style-type: none"> a) Λειτουργεί ως οσμοπροστατευτική ουσία. b) Προστατεύει το φυτό από τις επιβλαβές ρίζες ROS.
Σορβιτόλη (αγγλ. Sorbitol)	<ul style="list-style-type: none"> a) Λειτουργεί ως οσμοπροστατευτική ουσία. b) Καταλύει την οξείδωση της σορβιτόλης στην μετατροπή φρουκτόζης.
D- Ονονιτόλη (αγγλ. D-Ononitol)	➤ Λειτουργεί ως οσμοπροστατευτική ουσία.
Προλίνη (αγγλ. Proline)	<ul style="list-style-type: none"> a) Λειτουργεί ως οσμοπροστατευτική ουσία. b) Προστατεύει και σταθεροποιεί τις κυτταρικές μεμβράνες, τα ένζυμα και τις πρωτεΐνες. c) Προστατεύει το φυτό από τις επιβλαβές ρίζες ROS. d) Ρυθμίζει το κυτταρικό pH. e) Εξισορροπεί την κυτταρική οξειδοαναγωγική κατάσταση. f) Ενεργοποιεί την συγκεκριμένη γονιδιακή έκφραση και το μόριο σηματοδότησης για να ρυθμίζει τις μιτοχονδριακές λειτουργίες. g) Επηρεάζει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων ή τον κυτταρικό θάνατο.

2.4 Η αντοχή των καλλιεργούμενων φυτών στις συνθήκες αλατότητας

Τα καλλιεργούμενα φυτά διαφέρουν σημαντικά στην αντοχή τους στα άλατα και αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο στη συγκέντρωσή τους στο διάλυμα του ριζοστρώματος.

Με βάση το γεγονός ότι πολλοί παράγοντες έχουν δυσμενή επίδραση στο φυτό και με βάση την έλλειψη της σταθερότητάς τους κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι δύσκολο να καθοριστεί επακριβώς η συγκέντρωση αλάτων στην οποία το φυτό είναι πιο ανθεκτικό. Ο βαθμός αντοχής των φυτών στα άλατα μεταβάλλεται και εξαρτάται από διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς.

Τα ποσοτικά κριτήρια της αντοχής των φυτών στα άλατα και η παραγωγικότητα των διαφόρων φυτών ποικίλουν, ανάλογα με τις βιολογικές ιδιότητες. Σε μερικά φυτά η ιδιότητα της μεγάλης αντοχής στα άλατα συνδέεται με χαμηλή παραγωγικότητα, ενώ σε άλλα με σχετικά υψηλή παραγωγικότητα.

Γενικά είναι δύσκολο να επινοηθούν τρόποι προσδιορισμού της αντοχής με βάση βιοχημικές και φυσιολογικές μετρήσεις, γιατί καμιά φυσιολογική παράμετρος μόνη της δε συσχετίζεται άμεσα με την αντοχή στα άλατα (Γιαννόπουλος, 2010).

Οι προσπάθειες και οι προτάσεις για διάφορα κριτήρια ταξινόμησης της αντοχής των φυτών στην αλατότητα (Γιαννόπουλος, 2010), γίνονται με βάση:

- a) Της οπτικής εμφάνισης της προκαλούμενης ζημιάς στο φυτό, όπου τα φυτά προσδιορίζονται σε κλίμακα από 1^α έως 4^α, όπως:
 - a. 1: Ανθεκτικές καλλιέργειες.
 - b. 2: Μετρίως ανθεκτικές καλλιέργειες.
 - c. 3: Μετρίως ευαίσθητες καλλιέργειες.
 - d. 4: Ευαίσθητες καλλιέργειες.
- b) Την αντοχή των φυτών στο θαλασσινό νερό.
- c) Την συσσώρευση διαφόρων ιόντων στους φυτικούς ιστούς, όπως:
 - a. Των κατιόντων καλίου (K^+).
 - b. Των κατιόντων νατρίου (Na^+).
 - c. Τον λόγο κατιόντων καλίου προς κατιόντων νατρίου (K^+/Na^+).
 - d. Των κατιόντων νατρίου (Na^+) και ανιόντων χλωρίου (Cl^-).

Επειδή τα περισσότερα ανώτερα φυτικά είδη έχουν αναπτύξει υψηλή εκλεκτικότητα στην πρόσληψη των κατιόντων K^+ , η ανθεκτικότητά τους στην παρουσία των κατιόντων Na^+ εξετάζεται με βάση του βαθμού αντικατάστασης των K^+ από τα Na^+ , χωρίς όμως να βλάπτονται οι φυσιολογικές τους λειτουργίες.
- d) Το υδατικό ισοζύγιο.
- e) Την μείωση και τον λόγο του ξηρού βάρους ρίζας/βλαστού.
- f) Τις φυσιολογικές αλλαγές στα φύλλα με μεταβολή των επιπέδων συγκέντρωσης διαφόρων οσμωλυτών, όπως της προλίνης, πουτρεσκίνης, γλουταμινικού οξέος και αργινίνης.
- g) Την σχέση των Mass-Hoffman.

Για τη γεωργία είναι ειδικά πολύτιμα όχι αυτά τα φυτά που δείχνουν υψηλή αντοχή στα άλατα, αλλά αυτά των οποίων η αντοχή συσχετίζεται με υψηλές αποδόσεις (Γιαννόπουλος, 2010). Έτσι εισάχθηκαν οι παρακάτω όροι, όπως:

- a) Βιολογική αντοχή στα άλατα.
- b) Αγρονομική αντοχή στα άλατα.

➤ **Βιολογική αντοχή στα άλατα:**

Είναι η κατηγορία των φυτών που έχουν την ικανότητα να επιβιώνουν και να συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο, όταν εκτίθενται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Όμως, σε τέτοια φυτά η αύξηση και η παραγωγή επιβραδύνονται, καθώς εξωτερικά φαίνονται νάνα και από γεωργικής πλευράς δεν είναι αξιόλογα.

➤ **Αγρονομική αντοχή στα άλατα:**

Είναι η κατηγορία των φυτών που έχουν την ικανότητα, να συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο και συγχρόνως να παράγουν ικανοποιητικά κάτω από συγκεκριμένες (π.χ. μέτριες) συνθήκες της αλατότητας.

Στον Πίνακα 2.6 αναφέρονται τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά και ο αντίστοιχος βαθμός ευαισθησίας στην μείωση της απόδοσής τους σε διάφορα όρια της αλατότητας.

Πίνακας 2.6: Τα καλλιεργούμενα φυτικά είδη και ο αντίστοιχος βαθμός ευαισθησίας στην μείωση απόδοσής τους σε διάφορα όρια αλατότητας (Σινάνης, 2009)			
Καλλιεργούμενο φυτό:		*Κρίσιμο όριο EC (dS/m):	Ποσοστό (%) μείωσης της απόδοσης ανά κάθε dS/m αύξηση:
Κοινή ονομασία:	Επιστημονική ονομασία:		
ΕΥΑΙΣΘΗΤΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ			
Αμυγδαλιά	<i>Prunus dulcis</i>	1.5	18.0
Μηλιά	<i>Malus sylvestris</i>	1.0	20.0
Βερικοκιά	<i>Prunus armeniaca</i>	1.6	23.0
Αβοκάντο	<i>Persea armeniaca</i>	1.0	30.0
Αγλαδιά	<i>Pyrus spp.</i>	1.0	20.0
Λαμασκηλιά	<i>Prunus domestica</i>	1.5	18.2
Ροδακινιά	<i>Prunus persica</i>	3.2	18.8
Πορτοκαλιά	<i>Citrus sinensis</i>	1.7	15.9
Λεμονιά	<i>Citrus limon</i>	1.0	20.0
Βοτρυόκαρπος	<i>Citrus paradisi</i>	1.8	16.1
Φασόλι	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1.0	18.9
Βατόμουρα	<i>Rubus spp.</i>	1.5	22.2
Καρότο	<i>Daucus carota</i>	1.0	14.1
Σέλινο	<i>Apium graveolens</i>	1.0	20.0
Κρεμμύδι	<i>Allium cepa</i>	1.2	16.1
Φράουλα	<i>Fragaria vesca</i>	1.0	33.3
ΜΕΤΡΙΩΣ ΕΥΑΙΣΘΗΤΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ			
Μηδική	<i>Medicago sativa</i>	2.0	7.3
Κουκιά	<i>Vicia faba</i>	1.6	9.6
Κουνουπίδι	<i>Brassica oleracea</i>	2.5	8.0
Λάχανο	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	1.8	9.7
		1.5	12.0
Τριφύλλι	<i>Trifolium spp.</i>	1.8	7.4
Καλαμπόκι κτηνοτροφικό	<i>Zea mays</i>	1.7	12.0
Καλαμπόκι γλυκό	<i>Zea mays var. saharata</i>	2.5	13.0
Αγγούρι	<i>Cucumis sativus</i>	1.3	13.0
Μαρούλι	<i>Lactuca sativa</i>	1.7	12.0
Λινάρι	<i>Linum usitatissimum</i>	1.5	9.5
Αμπέλι	<i>Vitis vinifera</i>	2.5	9.0
Πεπόνι	<i>Cucumis melo</i>	2.5	5.0
Μπιζέλι	<i>Pisum sativum</i>	2.5	7.0
Φιστίκι	<i>Arachis hypogaea</i>	3.2	28.6
Πιπεριά	<i>Capsicum annum</i>	1.5	14.1
Πατάτα	<i>Solanum melongena</i>	1.7	12.0
Ρύζι	<i>Oryza sativa</i>	3.0	12.2

Σπανάκι	<i>Spinaceae oleracea</i>	2.0	7.6
Κολοκύθι	<i>Cucurbita maxima</i>	2.5	15.0
Ντομάτα	<i>Lycopersicon esculentum</i>	2.5	9.9
ΜΕΤΡΙΩΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ			
Κριθάρι	<i>Hordeum vulgare</i>	6.0	7.0
Παντζάρι	<i>Beta vulgaris</i>	4.0	9.0
Φεστούκα	<i>Festuca elatior</i>	3.9	5.3
Συκιά	<i>Ficus carica</i>	4.2	5.0
Ελιά	<i>Olea europaea</i>	4.0	5.0
Ροδιά	<i>Punica granatum</i>	4.0	5.0
Δακτυλίδα	<i>Dactylis glomerata</i>	1.5	6.2
Σόργο	<i>Sorghum bicolor</i>	4.8	4.0
Σόγια	<i>Glycine maxima</i>	5.0	20.0
Σιτάρι	<i>Triticum aestivum</i>	6.0	7.1
ΑΝΘΕΚΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ			
Σπαράγγι	<i>Asparagus officinalis</i>	7.2	2.0
Κριθάρι (για καρπό)	<i>Hordeum vulgare</i>	8.0	5.0
Χλόη	<i>Cynodon dactylon</i>	6.9	6.4
Βάμβακι	<i>Gossypium hirsutum</i>	7.7	5.2
Ζαχαρότευτλα	<i>Beta vulgaris</i>	7.0	5.9

2.5 Η επίδραση της αλατότητας στα φυτά

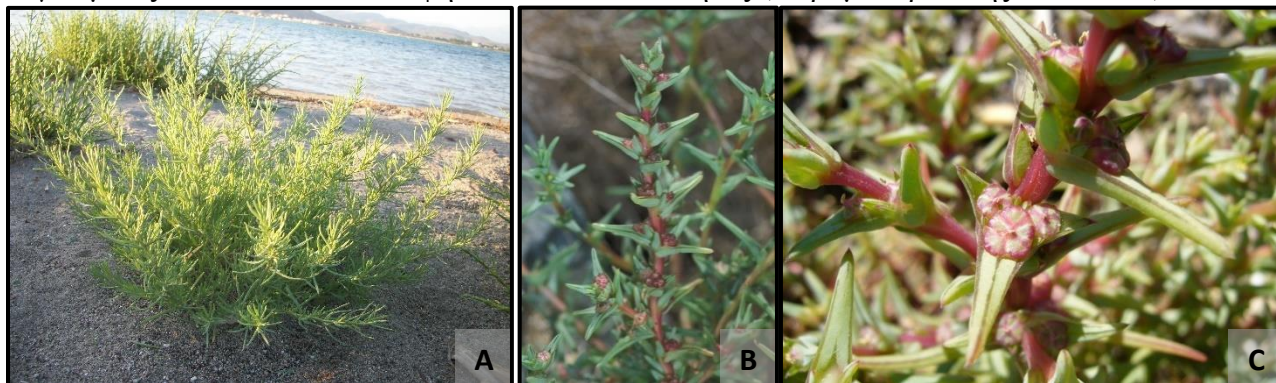
2.5.1 Η επίδραση της αλατότητας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά

2.5.1.1 Η επίδραση της αλατότητας στην φύτευση και βλάστηση των σπερμάτων

Οι διάφορες μελέτες δείχνουν ότι η αλατότητα επηρεάζει δυσμενώς την φύτευση των σπερμάτων και την ριζοβολία και ανάπτυξη μοσχευμάτων (Κοντής, 2009). Η αρνητική αυτή επίδραση της αλατότητας φαίνεται ότι επηρεάζει την βλάστηση των σπερμάτων τόσο των γλυκόφυτων καλλιεργουμένων φυτικών ειδών, όσο και ορισμένων φυτικών ειδών που ανήκουν στα αλόφυτα (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

➤ Αλόφυτα:

Η αλατότητα του εδάφους, όπως αναφέραμε παραπάνω, αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα της βλάστησης των σπερμάτων ακόμα και ορισμένων φυτικών ειδών των αλόφυτων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση ενός τυπικού αλόφυτου, όπως η αλμύρα (*Salsola soda* L.), οπού το φυτό αυτό συναντάται πολλές φορές στις παραλίες της χώρας μας και σε άλλες μεσογειακές χώρες. Παρόλο που το φυτό αυτό ανήκει στα αλόφυτα, όμως τα σπέρματά του δεν βλαστάνουν παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων στο έδαφος. Τα νεαρά αρτίβλαστα, μετά την βλάστηση τους κατά την διάρκεια των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων εγκλιματίζονται σταδιακά σε υψηλά επίπεδα αλατότητας (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).



Εικόνα 2.10: Απεικόνιση του αλόφυτου αλμύρας (*Salsola soda* L.), ολόκληρου θαμνώδους φυτού αναπτυγμένου (χωρίς προβλήματα αλατότητας) σε μια παραθαλάσσια περιοχή (A), των φύλλων (B) και των εκβολών με τους σπόρους (C).

➤ Γλυκόφυτα:

Στα αρδευόμενα εδάφη σε άγονες περιοχές του πλανήτη, η συγκέντρωση των αλάτων στο νερό άρδευσης μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που έχουν επιπτώσεις στην βλάστηση των σπερμάτων και την ανάπτυξη των νεαρών αρτίβλαστων. Η ανθεκτικότητα των καλλιεργουμένων φυτών στην αλατότητα ποικίλει από είδος σε είδος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα φυτά μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.), που θεωρούνται ευαίσθητα προς την αλατότητα είδη, καθώς και τα φυτά κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.), που θεωρούνται σχετικά ανθεκτικά είδη (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).

Όταν τα φυτά βρίσκονται υπό συνθήκες αλατότητας, η φύτευση τους επιβραδύνεται και η αύξηση τους μειώνεται, που έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται νάνα φυτά. Τα φυτά είναι πιο ευαίσθητα στην αλατότητα του υποστρώματος (εμβολιασμένα και μη εμβολιασμένα) κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων αύξησης, απ' ό,τι αργότερα, επειδή στην αρχή δε έχει γίνει η οσμωτική εξισορρόπηση. Η αντοχή των φυτών στην αλατότητα συνήθως είναι μεγαλύτερη όσο προχωρεί η βλαστική αύξηση, διότι ενισχύεται η ικανότητα των φυτών να αυξάνουν την οσμωτική πίεση του κυτταρικού τους χυμού. Μπορεί να εμποδίσει ή να καθυστερήσει τη βλάστηση και την ανάπτυξη του βλαστιδίου κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Επίσης, κάτω από συνθήκες αλατότητας η ταχύτητα κινητοποίησης των αποθησαυριστικών ουσιών μειώνεται σημαντικά (Κοντής, 2009).

2.5.1.2 Η επίδραση της αλατότητας στην ανθοφορία

Από διάφορες μελέτες έχει αναφερθεί ότι η αλατότητα επηρεάζει ακόμα και την ανθοφορία σε μερικά φυτικά είδη, προκαλώντας έτσι την πρωιμότητα της παραγωγής των καρπών. Η παρουσία υψηλής συγκέντρωσης υδατοδιαλυτών αλάτων στην ριζόσφαιρα, επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη των φυτών ανεξάρτητα από την φύση τους, με επιβράδυνση της αυξητικής δραστηριότητας (Κοντής, 2009).

2.5.1.3 Η επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή

Το βαθμός μείωσης της παραγωγής λόγω αυξημένης αλατότητας στις καλλιέργειες των φυτών εξαρτάται από ποικίλους περιβαλλοντικούς και γενετικούς παράγοντες. Όμως οι κυριότεροι από τους παράγοντες αναφέρονται παρακάτω:

- i. Την συνολική συγκέντρωση των αλάτων στο περιβάλλον των ριζών.
- ii. Το είδος των αλάτων.
- iii. Την ανθεκτικότητα του συγκεκριμένου φυτικού είδους ή και της ποικιλίας στην αλατότητα.
- iv. Τον τρόπο διαχείρισης της άρδευσης.
- v. Το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.
- vi. Την διάρκεια έκθεσης των φυτών στην αλατότητα.
- vii. Τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες.

Η μείωση της παραγωγής των καλλιεργούμενων καρποδοτικών λαχανικών που αναπτύσσονται σε περιβάλλοντα υψηλής αλατότητας οφείλεται κυρίως λόγω τριών παραγόντων, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- a) Μείωση του μεγέθους (ή/και του βάρους) των καρπών.
- b) Μείωσης του αριθμού των καρπών ανά φυτό.
- c) Μείωσης ταυτόχρονα του μεγέθους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό (Γιαννόπουλος, 2010).

Παρακάτω αναφέρονται μερικές έρευνες που είχαν γίνει για την επίδραση της αλατότητας στην μείωση της παραγωγής των λαχανοκομικών εμπορεύσιμων φυτών.

Καλλιέργεια μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.):

- Στα φυτά μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση του βάρους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (Βλάχου, 2011).

Καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.):

- a) Στα φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση του βάρους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (Βλάχου, 2011).
- b) Ενώ άλλοι ερευνητές, ανέφεραν ότι παρατηρήθηκε μια μείωση του βάρους των καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- c) Τέλος, από άλλους ερευνητές, αναφέρθηκε ότι παρατηρήθηκε μια μείωση του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (Γιαννόπουλος, 2010).

Καλλιέργεια πεπονιάς (*Cucumis melo* L.):

- a) Στα φυτά πεπονιάς (*Cucumis melo* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση του βάρους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- b) Ενώ άλλοι ερευνητές, ανέφεραν ότι παρατηρήθηκε μια μείωση του αριθμού των καρπών ανά φυτό, παρά του βάρους των καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (Γιαννόπουλος, 2010).

Καλλιέργεια αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.):

- a) Στα φυτά αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση του βάρους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- b) Στα φυτά αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.), αν και το μέσο βάρος των καρπών μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας, όμως τη μέγιστη συμβολή στη μείωση της απόδοσης φαίνεται ότι την έχει ο αριθμός των καρπών ανά φυτό. Έτσι, σε ένα πείραμα του που έγινε από ερευνητές παρήχθησαν 67% λιγότεροι καρποί ενώ το μέσο βάρος του καρπού μειώθηκε μόνο κατά 16% όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα ήταν 5 dS m⁻¹ σε σύγκριση με το μάρτυρα (1,2 dS m⁻¹) (Γιαννόπουλος, 2010).

Καλλιέργεια πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.):

- a) Στα φυτά πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση του βάρους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- b) Ενώ άλλοι ερευνητές, ανέφεραν ότι παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση του βάρους των καρπών, ενώ ο αριθμός των καρπών ανά φυτό παραμένει σχετικά σταθερός, όταν αυτά εκτέθηκαν σε μέτρια επίπεδα αλατότητας.
- c) Τέλος, άλλοι ερευνητές ανέφεραν ότι παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση του αριθμού των καρπών ανά φυτό και σημαντικότερη μείωση στο μέσο νωπό βάρος των καρπών της με την αύξηση της αλατότητας (Γιαννόπουλος, 2010).

Καλλιέργεια μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.):

- Στα φυτά μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση του βάρους των καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (Γιαννόπουλος, 2010).

Επίσης, αναφέρεται ότι η αλατότητα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά με έναν διαφορετικό τρόπο την παραγωγή, προκαλώντας έτσι:

- a) Μείωση του νωπού βάρους των καρπών.

b) Μείωση του ξηρού βάρους των καρπών.

Η μείωση του νωπού βάρους των καρπών οφείλεται κυρίως για δυο λόγους, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- a) Στην μειωμένη απορρόφηση του νερού από το έδαφος με το ριζικό σύστημα του φυτού.
- b) Στην μειωμένη μεταφορά του νερού από τον βλαστό προς τους καρπούς (Βλάχου, 2011).

Παρακάτω αναφέρονται μερικές έρευνες που είχαν γίνει για την επίδραση της αλατότητας στην μείωση του νωπού και ξηρού βάρους καρπών των λαχανοκομικών εμπορεύσιμων φυτών.

- a) Στα φυτά μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.) παρατηρήθηκε ότι η μείωση του ξηρού βάρους των καρπών να ήταν μεγαλύτερη από την μείωση του νωπού βάρους των καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- b) Στα φυτά φράουλας (*Fragaria sp.* L) παρατηρήθηκε ότι το νωπό βάρος των καρπών μειώνεται, ενώ το ξηρό βάρος των καρπών αυξάνεται, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (Βλάχου, 2011).

Παρατηρούμε από τις παραπάνω μελέτες των διαφόρων ερευνητών, όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο μειώνεται η παραγωγή των λαχανοκομικών φυτών να ήταν αμφιλεγόμενη. Αυτό οφείλεται ίσως λόγω των διαφορετικών συγκεντρώσεων αλατότητας (NaCl) οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ανά την κάθε μελέτη.

Για τον λόγο αυτό, οι Mass και Hoffman (1977), είχαν προτείνει την παρακάτω εξίσωση:

$$Y = 100 \times \frac{C_o - C_e}{C_o - C_{100}}$$

Η εξίσωση αυτή εκφράζει την σχέση της αλατότητας με την απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών (σε συνθήκες αλατότητας).

Όπου:

Y: η σχετική απόδοση παραγωγής (σε %),

C_e: η μετρούμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα (σε mS/cm) του υποστρώματος της καλλιέργειας,

C_o: η ηλεκτρική αγωγιμότητα για την οποία η φυτική παραγωγή μηδενίζεται,

C₁₀₀: η ηλεκτρική αγωγιμότητα για την οποία η φυτική παραγωγή έχει την μέγιστη δυνατή απόδοση (δηλ. 100%).

Παρακάτω στον Πίνακα 2.7 αναφέρεται η αντοχή διάφορων λαχανοκομικών φυτών στην αλατότητα, καθώς και η αντίστοιχη προβλεπόμενη απόδοση τους, όπως αυτή θα επηρεάζονταν από την ποιότητα του νερού αρδεύσεως (ECw) και την αλατότητα του υποστρώματος (ECe).

Πίνακας 2.7: Η αντοχή διάφορων λαχανοκομικών φυτών στην αλατότητα, καθώς και η αντίστοιχη προβλεπόμενη απόδοση τους, που επηρεάζεται από την ποιότητα του νερού αρδεύσεως (ECw) και την αλατότητα του υποστρώματος (ECe) (Κοντής, 2009; Σινάνης, 2009).

Πηγή: Maas και Hoffman (1977) και Maas (1984)	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ									
	100%		90%		75%		50%		0%	
Λαχανοκομικά	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw
Κολοκυθάκια (<i>Cucurbita perom.</i>)	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10,0	6,7	15,0	10,0
Τεύτλα (<i>Beta vulgaris</i>)	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15,0	10,0
Κολοκύθι (<i>Cucurbita perom.</i>)	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,2	6,3	4,2	9,4	6,3
Μπρόκολα (<i>Brassica oleracea</i>)	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	14,0	9,1
Τομάτα (<i>Lycopersicon escul.</i>)	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13,0	8,4
Αγγούρι (<i>Cucumis sativus</i>)	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10,0	6,8
Σπανάκι (<i>Spinacea oleracea</i>)	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15,0	10,0
Σέλινο (<i>Apium graveolens</i>)	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18,0	12,0
Λάχανο (<i>Brassica oler. capitata</i>)	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	12,0	8,1
Πατάτα (<i>Solanum tuberosum</i>)	7,1	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Γλυκοπατάτα (<i>Ipomoea batatas</i>)	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11,0	7,1
Πιπεριά (<i>Capsicum annuum</i>)	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Μαρούλι (<i>Lactuca sativa</i>)	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9,0	6,0
Ρεπάνι (<i>Raphanus sativus</i>)	1,2	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4	8,9	5,9
Κρεμμύδι (<i>Allium cepa</i>)	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0
Καρότο (<i>Daucus carota</i>)	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,0	8,1	5,4
Φασόλι (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Γογγύλι (<i>Brassica rapa</i>)	0,9	0,6	2,0	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12,0	8,0

Η ECe αποτελεί τη μέση αλατότητα του ριζοστρώματος όπως προσδιορίστηκε από τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του υποστρώματος σε mS/cm στους 25°C και ECw η αντίστοιχη του νερού αρδεύσεως. Η σχέση μεταξύ της ECe και της ECw είναι $ECe = 1,5 ECw$ και προϋποθέτει ότι η αλατότητα του υποστρώματος (ECe) προέρχεται από την συγκέντρωση των αλάτων που υπάρχουν στο νερό αρδεύσεως. Εάν υφίσταται και άλλη πηγή αλάτων, όπως για παράδειγμα υψηλή στάθμη υπόγειου νερού, η σχέση της συγκέντρωσης μεταξύ της αλατότητας του νερού αρδεύσεως (ECw) και της αλατότητας του υποστρώματος (ECe) δεν είναι εφαρμόσιμη (Κοντής, 2009; Σινάνης, 2009).

2.5.1.4 Η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη

Η πρώτη αντίδραση των φυτών στην αλατότητα είναι η μείωση του ρυθμού της ανάπτυξης τους. Η μείωση αυτή στον ρυθμό ανάπτυξης που εμφανίζεται στα φυτά, οφείλεται αρχικά στην μείωση του υδατικού δυναμικού (ωσμωτική καταπόνηση) και αργότερα στη συσσώρευση τοξικών ιόντων Na^+ και Cl^- (τοξική καταπόνηση) στου φυτικού ιστούς. Η επιβράδυνση της αύξησης κατευθύνεται από τη ρίζα λόγω χαμηλού υδατικού δυναμικού στο έδαφος και μεταβιβάζεται στο βλαστό μέσω του αμπιψισικού οξέος (αγγλ. ABA) (Βλάχου, 2011).

Οι δυσμενείς επιπτώσεις της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- i. Ο χρόνος έκθεσης των φυτών στην αλατότητα.
- ii. Η συγκέντρωση των αλάτων στην ριζόσφαιρα των φυτών.
- iii. Ο γονότυπος των φυτών.
- iv. Το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.
- v. Η ηλικία των φυτών, κτλ.

Στον Πίνακα 2.8 αναφέρονται οι σχέσεις αλατότητας του ριζοστρώματος και οι συνέπειες αυτών στην ανάπτυξη των φυτών.

Πίνακας 2.8: Επίπεδα αλατότητας του ριζοστρώματος και επίδραση αυτής στην ανάπτυξη των φυτών (Κοντής, 2009).

Ηλεκτρική αγωγιμότητα (ds/m):	Οσμωτική πίεση (bar):	Ανάπτυξη φυτών:
0	0	Κανονική
2	1	Μείωση στα ευαίσθητά φύλλα
4	2	Μείωση σε πολλές καλλιέργειες
8	4	Ικανοποιητική μόνο σε ανθεκτικές καλλιέργειες
16	8	Ικανοποιητική μόνο σε λίγες πολύ ανθεκτικές καλλιέργειες

Οι διάφοροι ερευνητές από τις μελέτες τους αναφέρουν ότι σε ορισμένα είδη φυτών η αλατότητα επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη τους (Βλάχου, 2011), προκαλώντας έτσι:

- Μείωση του ρυθμού ανάπτυξης.
- Μείωση του μήκους των βλαστών (κεντρικού και πλάγιων).
- Μείωση του αριθμού των βλαστών (κεντρικού και πλάγιων).
- Μείωση της διαμέτρου των βλαστών (κεντρικού και πλάγιων).
- Μείωση του μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων.
- Μείωση του αριθμού των μεσογονατίων διαστημάτων.
- Μείωση του αριθμού των κόμβων (πλάγιων βλαστών).

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την αρνητική αυτή επίδραση της αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

Επίδραση της αλατότητας στο ρυθμό ανάπτυξης:

- Στα φυτά μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.), αρακά (*Pisum sativum* L.), κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.), φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) και τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση στο ρυθμό ανάπτυξής τους, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Επίδραση της αλατότητας στο μήκος και αριθμό των βλαστών, και στο αριθμό των μεσογονατίων διαστημάτων:

- Στο φυτό χοχόμπα (*Simmondsia chinensis* Link) παρατηρήθηκε μια μείωση του μήκους των βλαστών, του αριθμού των βλαστών και του αριθμού των μεσογονατίων διαστημάτων, όταν αυτό εκτέθηκε σε συνθήκες αλατότητας.

Η αναστολή της εμφάνισης και της αύξησης των φύλλων, καθώς και ταυτόχρονα των μεσογονατίων διαστημάτων, με την απώλεια της υπάρχουσας φυλλικής επιφάνειας, έχουν ως αποτέλεσμα να μειώνεται η αύξηση των βλαστών και γενικότερα η ανάπτυξη του φυτού.

Επίδραση της αλατότητας στην διάμετρο του στελέχους:

Μείωση της διαμέτρου του στελέχους:

- Στα φυτά μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση της διαμέτρου του στελέχους, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Αύξηση της διαμέτρου του στελέχους:

- Σε διάφορα είδη ξηρόφυτων παρατηρήθηκε μια αύξηση της διαμέτρου του στελέχους, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Επίδραση της αλατότητας στον αριθμό κόμβων στους βλαστούς:

- a) Στο φυτό χοχόμπα (*Simmondsia chinensis* Link) δεν παρατηρήθηκε καμία μείωση του αριθμού των κόμβων στους βλαστούς και καμία μείωση του αριθμού των πλαγίων βλαστών, όταν αυτό εκτέθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.
- b) Ενώ άλλοι ερευνητές, ανέφεραν ότι παρατηρήθηκε μια μείωση και του αριθμού των κόμβων των βλαστών και του αριθμού των πλαγίων βλαστών στο φυτό, όταν αυτό εκτέθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

2.5.1.5 Η επίδραση της αλατότητας στην φυλλική επιφάνεια

Οι διάφοροι ερευνητές από τις μελέτες τους αναφέρουν ότι σε ορισμένα είδη φυτών η αλατότητα επιδρά αρνητικά (Βλάχου, 2011), προκαλώντας έτσι:

- a) Μείωση της φυλλικής επιφάνειας ανά φύλλο.
- b) Μείωση του αριθμού φύλλων ανά φυτό.
- c) Μείωση ταυτόχρονα της φυλλικής επιφάνειας ανά φύλλο και του αριθμού φύλλων ανά φυτό.

Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας και κατά συνέπεια της επιμήκυνσης των φύλλων είναι ταχεία, καθώς μπορεί να επηρεάζεται από δυο παράγοντες, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- a) Λόγο της μείωσης σπαργής των κυττάρων του μεσόφυλλο.
- b) Λόγο της αύξησης του αριθμού των νεκρών φύλλων, όταν τα φυτά εκτεθούν κάτω από την καταπόνηση λόγω της αλατότητας.

Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας θεωρείται ως μια προσαρμογή των φυτών σε υψηλά επίπεδα αλατότητας, επειδή μέσω της μικρής φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται μείωση της απώλειας νερού.

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την αρνητική αυτή επίδραση της αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

Μείωση της φυλλικής επιφάνειας ανά φύλλο:

- Στα φυτά μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.) και στο θαμνώδες φυτό χοχόμπα (*Simmondsia chinensis* Link) παρατηρήθηκε μια μείωση της φυλλικής επιφάνειας ανά φύλλο, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

Μείωση του αριθμού των φύλλων ανά φυτό:

- Στα φυτά φράουλας (*Fragaria sp.* L.) και τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση της φυλλικής επιφάνειας ανά φύλλο και του αριθμού φύλλων ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

2.5.1.6 Η επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών, φύλλων και ρίζας

Οι διάφοροι ερευνητές από τις μελέτες τους αναφέρουν ότι σε ορισμένα είδη φυτών η αλατότητα επιδρά αρνητικά (Βλάχου, 2011), προκαλώντας έτσι:

- a) Μείωση του νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών.
- b) Μείωση του νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων.
- c) Μείωση του νωπού και ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος.

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την αρνητική επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών, φύλλων και ριζικού συστήματος σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

Μείωση του νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών και φύλλων:

- Στα φυτά μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.), φράουλας (*Fragaria sp.* L.) και τομάτας (*Lycopersicon esculentum* L.) παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση του νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών και των φύλλων, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

Μείωση του νωπού και ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος:

- Στα φυτά μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.) και φράουλας (*Fragaria sp.* L.) παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση του νωπού και ξηρού βάρους της ρίζας, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

Μείωση του νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών, φύλλων και ριζικού συστήματος:

- Στα φυτά βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) και αραβοσίτου (*Zea mays* L.) παρατηρήθηκε ότι η μείωση του νωπού και ξηρού βάρους της ρίζας ήταν μικρότερη από την μείωση του νωπού και ξηρού βάρους της φυτομάζας (βλαστοί και φύλλα), όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

2.5.2 Η επίδραση της αλατότητας στις φυσιολογικές παραμέτρους

2.5.2.1 Η επίδραση της αλατότητας στην συγκέντρωση της προλίνης

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, όταν τα φυτά βρεθούν σε καταπόνηση λόγω υψηλής αλατότητας βιοσυνθέτουν και συσσωρεύουν στου ιστούς τους μια ποικιλία οσμοπροστατευτικών ουσιών, όπως τα σάκχαρα και αλκοόλες σακχάρων, την προλίνη, την γλυκίνη της βεταΐνης, καθώς και άλλες ουσίες.

Η προλίνη (αγγλ. L-Proline, συντ. Pro ή P) είναι ένα από τα πρωτεϊνογενετικά αμινοξέα (α-αμινοξύ) και στο DNA κωδικοποιείται με τα κωδικόνια CCU, CCC, CCA, και CCG. Είναι το μοναδικό πρωτεϊνικό αμινοξύ το οποίο ενσωματώνει στο μόριό του μια δευτεροταγή αμίνη, δηλαδή το αμινικό άζωτο ενώνεται με δύο αλκυλομάδες (R1-N(H)-R2). Επίσης, είναι υδρόφοβο αμινοξύ με σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της δομής των πρωτεϊνικών αλυσίδων λόγω της δομικής ιδιαιτερότητας που προσδίδει στο μόριο ο πενταμελής δακτύλιος.

Το αμινοξύ προλίνη συναντάται στα ανώτερα φυτά και συσσωρεύεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις ως αντίδραση σε αβιοτικές καταπονήσεις, όπως αυτές που αναφέρονται παρακάτω:

- a) Την ξηρασία (υδατική καταπόνηση).
- b) Την αλατότητα (ωσμωτική καταπόνηση).
- c) Τις υψηλές θερμοκρασίες (θερμική καταπόνηση).
- d) Την υψηλή ένταση φωτός (καταπόνηση από υψηλή ακτινοβολία).

Οι κυριότεροι ρόλοι της προλίνης στα φυτικά είδη, έχει αποδεχτεί ότι είναι οι παρακάτω:

- a) Λειτουργεί ως κυριότερος ωσμολύτης, για τη ρύθμιση της ωσμωτικής πίεσης.
- b) Ρυθμίζει τα εν δυνάμει δυναμικά κάτω από συνθήκες καταπόνησης.
- c) Συμμετέχει στην απενεργοποίηση των ελεύθερων ριζών οξυγόνου (ROS).
- d) Συνεισφέρει την σταθερότητα των υπό-κυτταρικών δομών, όπως των κυτταρικών μεμβρανών και πρωτεϊνών, αλληλοεπιδρώντας με τα φωσφολιπίδια.
- e) Αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό των πρωτεϊνών στα κυτταρικά τοιχώματα.
- f) Αποτελεί πηγή ενέργειας και αζώτου (N) για τον φυτικό οργανισμό.
- g) Συμβάλει στη διατήρηση της κατάλληλης αναλογίας $NADP^+/NADPH$, που προάγει το μεταβολισμό.
- h) Επάγει την έκφραση των γονιδίων που είναι υπεύθυνα για την αντοχή στην αλατότητα.

Τα φυτά ως αντίδραση στην αλατότητα (ωσμωτική καταπόνηση) και στην ξηρασία (υδατική καταπόνηση) βιοσυνθέτουν και συσσωρεύουν την προλίνη στο κυτόπλασμα τους, η οποία συμμετέχει ενεργά στην ωσμωρύθμιση τους. Όμως οι μηχανισμοί που ρυθμίζουν την βιοσύνθεση προλίνης δεν είναι ακόμα γνωστοί. Από τις μελέτες που έχουν γίνει και τις ελάχιστες πληροφορίες που υπάρχουν φαίνεται πως η συσσώρευση προλίνης στα φυτά επιτυγχάνεται τόσο από βιοσυνθετικά μονοπάτια εξαρτημένα από το ABA (αμππισικό οξύ) ή ανεξάρτητα από το ABA. Το ABA είναι γνωστό ότι παράγεται στα φυτικά κύτταρα μετά από περιβαλλοντικές καταπονήσεις. Η σύνθεση του ABA προάγει την έκφραση γονιδίων που σχετίζονται με την καταπόνηση και ακολουθεί σύνθεσης συμβατών οσμωλυτών, όπως την προλίνη. Η συσσώρευση ABA στα φυτά, ως αντίδραση στην ωσμωτική καταπόνηση, ρυθμίζει την έκφραση του P5CS γονιδίου, το οποίο εμπλέκεται και στην βιοσύνθεση της προλίνης.

Μερικοί ερευνητές ανέφεραν ότι οι χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων αποτελούν την σημαντικότερη περιοχή της βιοσύνθεσης προλίνης και σε υψηλή αλατότητα παρατηρείται συσσώρευση προλίνης στα φύλλων των πολυετών φυτών ή μη πολυετών φυτών. Η παρουσία της προλίνης ακόμη και σε συγκεντρώσεις τόσο υψηλές όσο 1 έως 3 M έχει αποδειχθεί ότι βοηθάει στην προστασία των ενζύμων, όπως γαλακτική αφυδρογονάση, μηλική αφυδρογονάση, καθώς και άλλων ενζύμων που υπάρχουν σε διάφορα φυτικά είδη.

Επίσης, μερικοί από τους ερευνητές είχαν εντοπίσει ότι εκτός από τους παραπάνω γνωστούς ρόλους, η προλίνη συμμετέχει επίσης στην σύνθεση των βασικών πρωτεϊνών που είναι απαραίτητες για την αντοχή των φυτών που βρίσκονται κάτω από διάφορες αβιοτικές καταπονήσεις.

Ένας μεγάλος αριθμός των φυτικών ειδών βιοσυνθέτουν και συσσωρεύουν την προλίνη ως αποτέλεσμα της καταπόνησης λόγω υψηλής αλατότητας και αυτή η συσσώρευση μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην καταπολέμηση της καταπόνησης, αλλά όχι πάντοτε (Βλάχου, 2011).

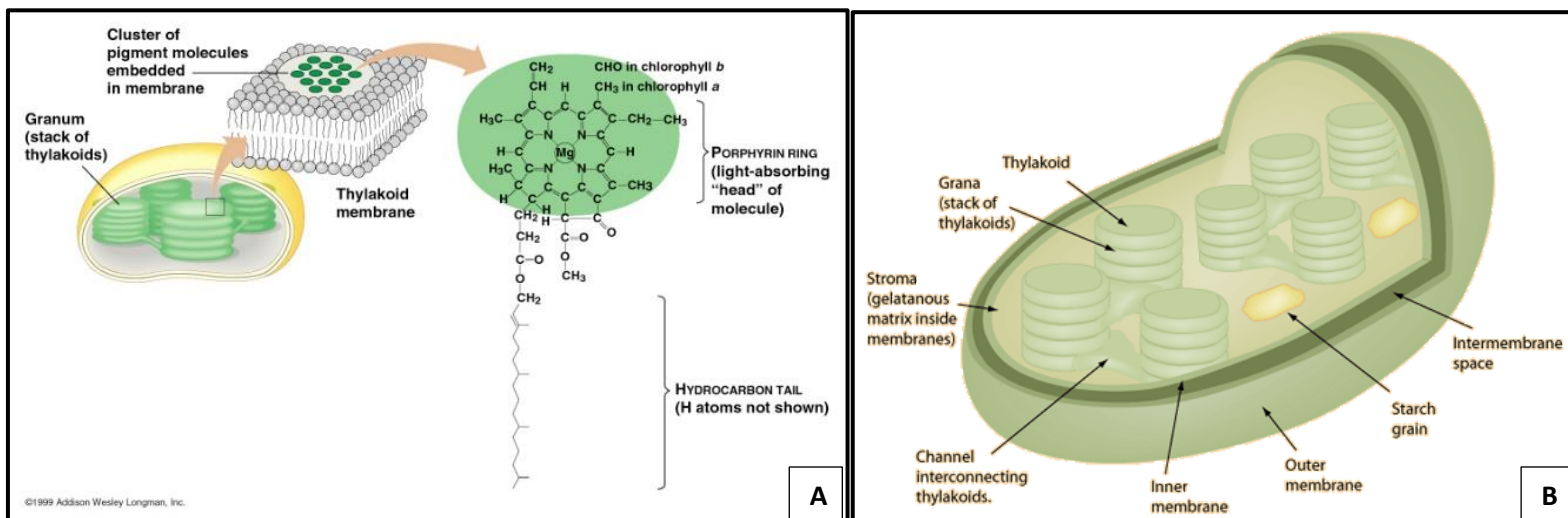
Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την επίδραση της αλατότητας στην αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης της προλίνης σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

- a) Τα δύο είδη θάμνων, το μαστιχόδεντρο (*Pistacia lentiscus* L.) και το είδος *Halimium halimifolium* (L. Willk), βιοσυνθέτουν και συσσωρεύουν την προλίνη στα φύλλα τους όταν το υδατικό δυναμικό πέσει κάτω από την οριακή τιμή των 3,0 MPa.
- b) Σε δύο ποικιλίες βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* (L.) cv. Pora και cv. Guazuncho) παρατηρήθηκε μια αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης προλίνης, όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε υψηλή αλατότητα. Πιο συγκεκριμένα, στην ποικιλία βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* (L.) cv. Guazuncho) παρατηρήθηκε μια αύξηση κατά 121 % της συσσώρευσης προλίνης στα φύλλα, όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε αλατότητα τάξης των $50 \text{ mol/m}^{-3} \text{ NaCl}$, σε σύγκριση με το μάρτυρα. Ενώ, στην δεύτερη ποικιλία βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* (L.) cv. Pora) παρατηρήθηκε μια αύξηση κατά 60 % της συσσώρευσης προλίνης στα φύλλα, όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε αλατότητα τάξης των $100 \text{ mol m}^{-3} \text{ NaCl}$, σε σύγκριση με το μάρτυρα.
- c) Στο φυτό φασολιάς (*Phaseolus vulgaris* L.), παρατηρήθηκε μια αύξηση της συσσώρευσης προλίνης, όταν αυτό εκτέθηκε σε υψηλή αλατότητα.
- d) Στο αλόφυτο λιμόνιο (*Limonium latifolium* Mill.), παρατηρήθηκε μια αύξηση της συσσώρευσης προλίνης, όταν αυτό εκτέθηκε σε υψηλή αλατότητα.

Η σημαντική μείωση του ωσμωτικού δυναμικού πιθανώς να αποτελεί ένα αποτέλεσμα των διορθωτικών αλλαγών στις λειτουργίες του φυτού, για την διασφάλιση της προσαρμογής τους στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Στην περίπτωση αυτή, αποτελεί μια διαδικασία οσμωρύθμισης που εμφανίζεται στα φυτικά κύτταρα για την διατήρηση του υδατικού δυναμικού μέσω της συσσώρευσης των ενεργών διαλυτών ουσιών (π.χ. προλίνης). Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, η προλίνη συσσωρεύεται στο κυτταρόπλασμα προκειμένου να διατηρήσει και να «προστατέψει» τη διαδικασία φωτοσύνθεσης στο φυτό (Βλάχου, 2011).

2.5.2.2 Η επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και καροτενοειδών

Οι χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων περιέχουν λιπόφιλα μόρια χρωστικών, τα οποία είναι βυθισμένα στη διπλοστοιβάδα των λιπιδίων των θυλακοειδών και σχηματίζουν σύμπλοκα με τις πρωτεΐνες των μεμβρανών τους. Τα λιπόφιλα αυτά μόρια χρωστικών συμμετέχουν είτε άμεσα (απορροφώντας τα φωτόνια) είτε έμμεσα (προστατεύοντας τη φωτοσυνθετική συσκευή) στη φωτοσυνθετική λειτουργία και για το λόγο αυτό ονομάζονται φωτοσυνθετικές χρωστικές. Από την άποψη τόσο της δομής όσο και του ρόλου τους, οι φωτοσυνθετικές χρωστικές των ανωτέρων φυτών κατατάσσονται σε δύο ομάδες τις χλωροφύλλες και τα καροτενοειδή. Το μόριο της χλωροφύλλης έχει ένα χαρακτηριστικό πράσινο χρωματισμό, στον οποίο οφείλει το χρώμα τους οι χλωροπλάστες και κατ' επέκταση τα φύλλα του φυτού. Αντίθετα, τα καροτενοειδή έχουν ένα κίτρινο έως πορτοκαλί χρωματισμό (Καράταγλης, 1994; Βλάχου, 2011).



Σχήμα 2.3: Σχηματική απεικόνιση του μορίου της χλωροφύλλης βυθισμένο στη διπλοστοιβάδα των λιπιδίων των θυλακοειδών (A) και του χλωροπλάστη του φυτικού κυττάρου (B).

Η λειτουργία της φωτοσύνθεσης και της κυτταρικής ανάπτυξης, είναι μεταξύ των πρωταρχικών διεργασιών που επηρεάζονται από την ξηρασία (υδατική καταπόνηση) και την αλατότητα (ωσμωτική και τοξική καταπόνηση) (Βλάχου, 2011).

Οι συνέπειες της ξηρασίας και της αλατότητας στη φωτοσύνθεση ποικίλουν, ανάλογα με τους παρακάτω παράγοντες:

- Την ένταση της καταπόνησης.
- Την διάρκεια της καταπόνησης.
- Το είδος του φυτού.
- Την ηλικία του φυτού.
- Την ηλικία του φύλλου (τα νεαρά φύλλα πλήττονται περισσότερο από την υψηλή αλατότητα).

Η φυτική παραγωγή βιομάζας εξαρτάται από τη συγκέντρωση των προϊόντων του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης και επηρεάζεται από την αυξημένη αλατότητα διαμέσου της αρνητικής επίδρασής της στην φωτοσύνθεση.

Παρά το γεγονός ότι μερικοί από τους ερευνητές, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αλατότητα προκάλεσε αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα φύλλα, η οποία όμως θα μπορούσε επίσης να οφείλεται και στην αύξηση του αριθμού των χλωροπλάστων αλλά και στην μείωση της φυλλικής επιφάνειας. Επίσης, άλλοι ερευνητές ανέφεραν ότι το όριο της συγκέντρωσης σε ιόντα νατρίου (Na^+) θα πρέπει να αυξηθεί πάρα πολύ στα φύλλα έτσι ώστε να προκαλέσει ταχεία γήρανση και κατά συνέπεια την μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, όπως για παράδειγμα διαπιστώσανε από τις μετρήσεις που έγιναν με τον μετρητή SPAD (το χλωροφυλλόμετρο), που είναι ένα φορητό διαγνωστικό εργαλείο και έχει την δυνατότητα να μετρά την συγκέντρωση χλωροφύλλης σε φύλλα διαφόρων φυτικών ειδών (Βλάχου, 2011).

Οι διάφοροι ερευνητές από τις μελέτες τους αναφέρουν ότι σε ορισμένα είδη φυτών η αλατότητα μπορεί να επιδράσει με διαφορετικό τρόπο (Βλάχου, 2011), προκαλώντας έτσι:

- Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης της χλωροφύλλης.
- Μείωση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης της χλωροφύλλης.

- c) Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης της χλωροφύλλης μέχρι ένα συγκεκριμένο όριο και στην συνέχεια μείωση της.

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την διαφορετική αυτή επίδραση της αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης της χλωροφύλλης σε συνθήκες αλατότητας:

- a) Στα φυτά σιταριού (*Triticum spp.* L.) και κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.) παρατηρήθηκε μια σταθερή αύξηση των τιμών του SPAD παράλληλα με την αύξηση της συγκεντρώσεως του NaCl στις οποίες εκτέθηκαν.
- b) Στο φυτό ηλίανθου (*Helianthus annuus* L.) παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση των τιμών του SPAD, όταν αυτό εκτέθηκε σε υψηλή αλατότητα, σε σύγκριση με τον μάρτυρα (δηλ. 0 mM NaCl).

Μείωση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης της χλωροφύλλης σε συνθήκες αλατότητας:

- a) Στο δέντρο ακανθώδης τζιτζιφιά του Χριστού (*Ziziphus spina-christi* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση των τιμών του SPAD (απώλεια χλωροφύλλης), όταν αυτό εκτέθηκε σε υψηλή αλατότητα. Διάφοροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η μείωση αυτή των τιμών του SPAD οφείλεται στην αναστολή βιοσύνθεσης ή στην ταχεία διάσπασή της χλωροφύλλης.
- b) Στα φυτά σιταριού (*Triticum spp.* L.) παρατηρήθηκε μια σταθερή μείωση των τιμών του SPAD, λόγω της αύξησης της αλατότητας στην οποία εκτέθηκαν και της ηλικίας των φυτών. Αναφέρεται ότι η μείωση αυτή των τιμών του SPAD μπορεί να οφείλεται λόγω μείωσης του ποσοστού σύνθεσης της χλωροφύλλης.
- c) Σε μια ποικιλία πεπονιού (*Cucumis melo* L. cv. Pampon) παρατηρήθηκε μια μείωση των τιμών του SPAD, όταν αυτή εκτέθηκε σε αλατότητα της τάξης των 7,5 dS/m (EC).

Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης της χλωροφύλλης σε συνθήκες αλατότητας μέχρι ένα συγκεκριμένο όριο και στην συνέχεια μείωση της:

- a) Στο θαμνώδεις φυτό ευρωπαϊκός πύραυλος της θάλασσας (*Cakile maritime* Scop.) παρατηρήθηκε μια αύξηση των τιμών του SPAD όταν αυτό εκτέθηκε σε αλατότητα της τάξης των 100-300 mM NaCl, σε σύγκριση με τον μάρτυρα (δηλ. 0 mM NaCl). Αντιθέτως, παρατηρήθηκε μια μείωση των τιμών του SPAD, όταν αυτό εκτέθηκε σε αλατότητα πάνω των 500 mM NaCl.
- b) Σε δυο ποικιλίες πεπονιού (*Cucumis melo* L. cv. Hasanbey και cv. Kirkagac) παρατηρήθηκε μια αύξηση των τιμών του SPAD, όταν αυτές εκτέθηκε σε αλατότητα μέχρι τα 13,5 dS/m (EC). Αντιθέτως, παρατηρήθηκε μια μείωση των τιμών του SPAD, όταν αυτές εκτέθηκε σε αλατότητα πάνω από το όριο αυτό.
- c) Σε φυτά ρυζιού (*Oryza sativa* L.) παρατηρήθηκε μια αύξηση των τιμών του SPAD, όταν αυτές εκτέθηκε σε αλατότητα μέχρι τα 13,5 dS/m (EC). Αντίθετα, παρατηρήθηκε μια μείωση των τιμών του SPAD, όταν αυτές εκτέθηκε σε αλατότητα πάνω από το όριο αυτό.

Το μόριο των καροτενοειδών, όπως αναφέραμε και παραπάνω, έχει ένα κίτρινο έως πορτοκαλί χρωματισμό και εντάσσεται στην κατηγορία των μην ενζυμικών αντιοξειδωτικών ουσιών, μικρού μοριακού βάρους. Οι κυριότεροι ρόλοι των καροτενοειδών ως μην ενζυμικών αντιοξειδωτικών, έχει αναφερθεί ότι είναι οι παρακάτω:

- a) Λειτουργούν ως εκκαθαριστές της ρίζας υπεροξειδίου (O_2^-), με αποτέλεσμα να μειώνεται η παραγωγή των τοξικών υδροξυλικών ριζών (OH^-), που προέρχονται από την μετατροπή της στο ενδοκυτταρικό σύστημα.
- b) Προστατεύουν την φωτοσυνθετική μηχανή από οξειδωτική βλάβη των επιβλαβών ROS.
- c) Παίζουν γενικά ένα σημαντικό ρόλο στην προστασία των φυτών από διάφορους παράγοντες καταπόνησης.

Οι διάφοροι ερευνητές από τις μελέτες τους αναφέρουν ότι σε ορισμένα είδη φυτών η αλατότητα μπορεί να επιδράσει με διαφορετικό τρόπο (Βλάχου, 2011), προκαλώντας έτσι:

- a) Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των καροτενοειδών.
- b) Μείωση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των καροτενοειδών.
- c) Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των καροτενοειδών μέχρι ένα συγκεκριμένο όριο και στην συνέχεια μείωση τους.

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την διαφορετική αυτή επίδραση της αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των καροτενοειδών σε συνθήκες αλατότητας:

- Σε δυο ποικιλίες της μπάμιας (*Hibiscus esculentus* (L.) cv. Posa Sawni και cv. Sabz Bhindi) παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των καροτενοειδών, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Μείωση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των καροτενοειδών σε συνθήκες αλατότητας:

- Στα φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών, παράλληλα με την αύξηση της αλατότητας στην οποία αυτά εκτέθηκαν.

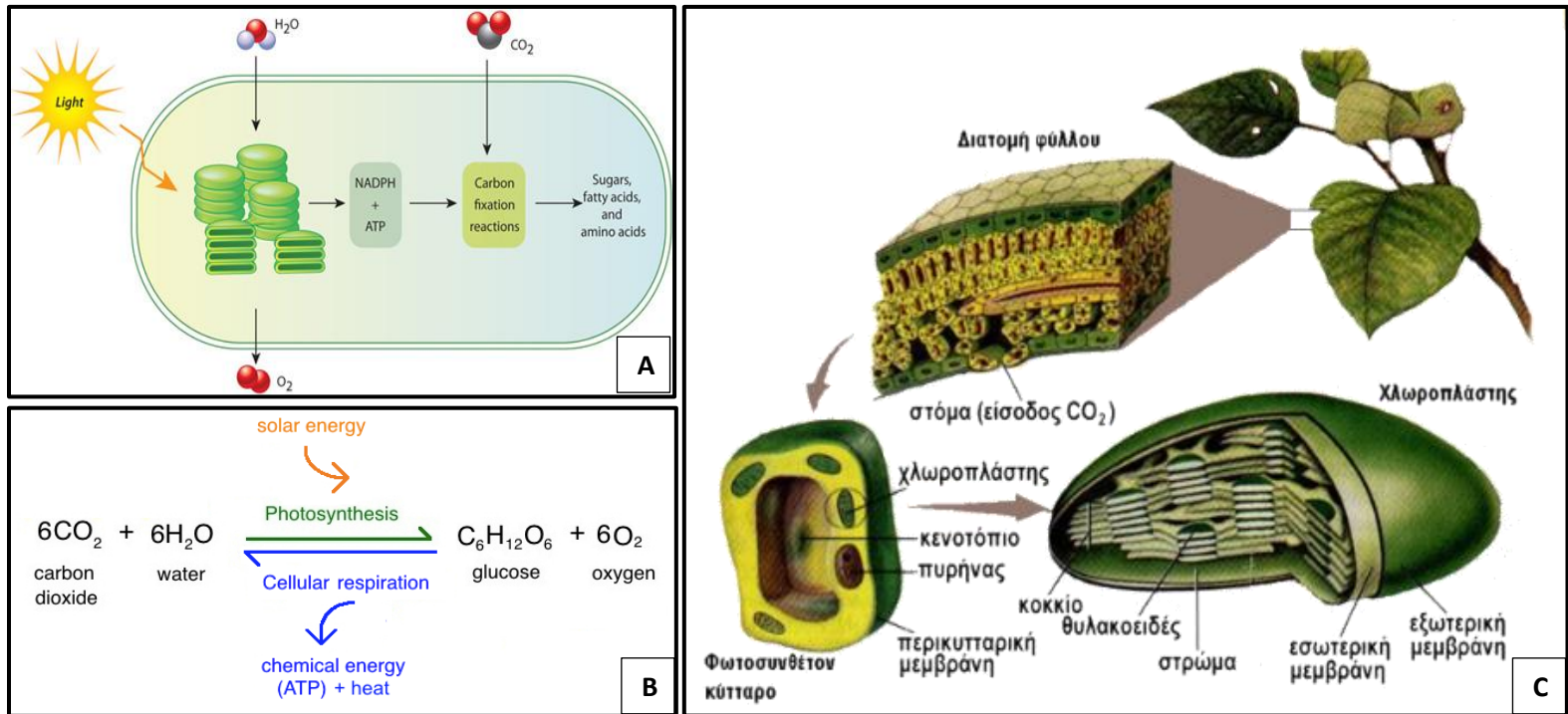
Αύξηση της βιοσύνθεσης και συσσώρευσης των καροτενοειδών σε συνθήκες αλατότητας μέχρι ένα συγκεκριμένο όριο και στην συνέχεια μείωση τους:

- Στο θαμνώδεις φυτό Ευρωπαϊκό πύραυλο της θάλασσας (*Cakile maritime* Scop.) παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών, όταν αυτό εκτέθηκε σε αλατότητα της τάξης των 100-300 mM NaCl, ενώ όταν εκτέθηκε σε αλατότητα της τάξης των 500 mM και πάνω μειώθηκε.

2.5.3 Η επίδραση της αλατότητας στις ανατομικές παραμέτρους

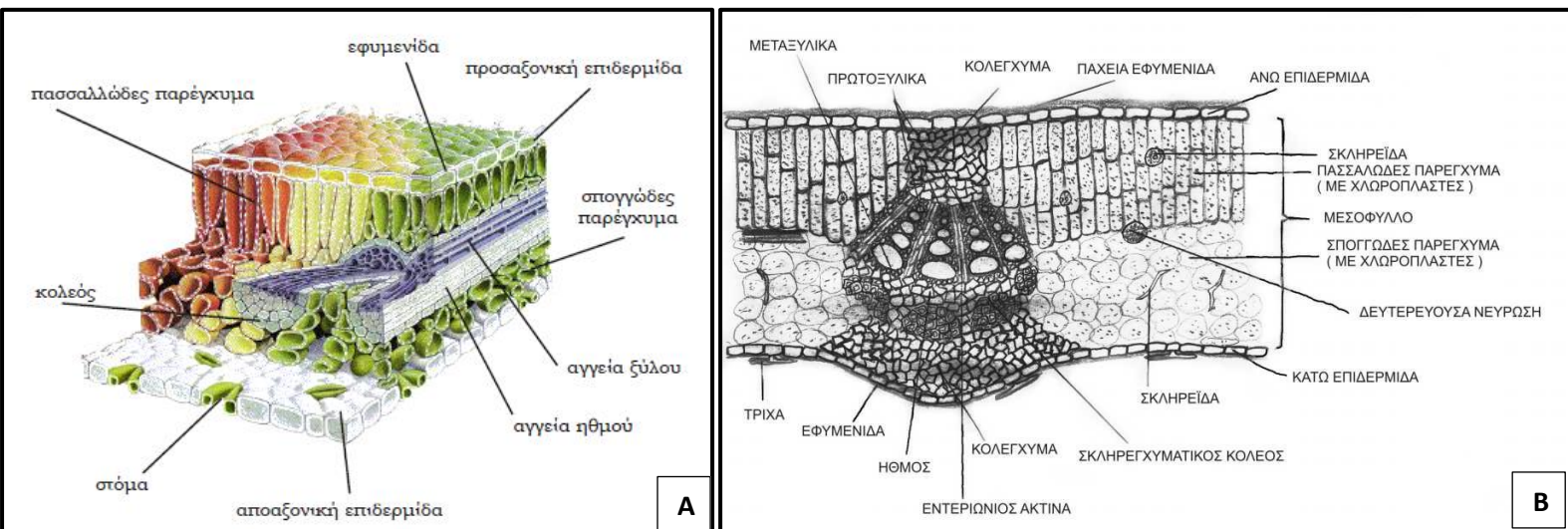
2.5.3.1 Η επίδραση της αλατότητας στο πάχος του φύλλου

Τα φύλλα είναι τα εξειδικευμένα όργανα στα οποία λαμβάνει χώρα η διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φύλλα δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) από την ατμόσφαιρα και το νερό (H_2O) από το έδαφος, απελευθερώνουν το οξυγόνο (O_2) και παράγουν την γλυκόζη ($C_6H_{12}O_6$), για να την διασπάσουν στην συνέχεια με την διαδικασία της αερόβιας αναπνοής. Τα φύλλα των ανώτερων φυτών έχουν μια ελασματοειδή κατασκευή και τέτοια διάταξη έτσι ώστε να αξιοποιήσουν πιο αποτελεσματικά τις πρώτες ύλες της φωτοσύνθεσης (δηλ. την ακτινοβολία και το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας) (Καράταγλης, 1994; Βλάχου, 2011).



Σχήμα 2.4: Σχηματική απεικόνιση της λειτουργίας φωτοσύνθεσης (A, B) και της ανατομικής κατασκευής του μεσοφύλλου και των χλωροπλάστων (C).

Με μια ανατομική παρατήρηση ενός τυπικού φύλλου μας δείχνει ότι το όργανο αυτό συγκροτείται από εξειδικευμένους ιστούς, οι οποίοι έχουν αυστηρά καθορισμένους ρόλους στο φύλλο. Η εξωτερική επιφάνεια του φύλλου καλύπτεται από την εφυμενίδα και την επιδερμίδα. Η εσωτερική περιοχή του φύλλου, που παρεμβάλλεται μεταξύ της κάτω και πάνω επιδερμίδας, δηλ. το μεσόφυλλο, αποτελείται από τα κύτταρα του φωτοσυνθετικού παρεγχύματος, τις ηθμαγγειώδες δεσμίδες και τους στηρικτικούς ιστούς. Τα κύτταρα του φωτοσυνθετικού παρεγχύματος διαθέτουν πολυάριθμους χλωροπλάστες και άφθονους μεσοκυττάριους χώρους, ώστε να διευκολύνεται η ανταλλαγή αερίων (Καράταγλης, 1994; Τσέκου, 2000).



Σχήμα 2.5: Σχηματική απεικόνιση της ανατομικής κατασκευής ενός φύλλου του ανώτερου φυτού (A, B).

Στα τυπικά φύλλα των δικότυλων φυτών, το μεσόφυλλο αποτελείται από δύο τύπους φωτοσυνθετικού παρεγχύματος, όπως:

- a) Το δρυφρακτείδες (ή πασσαλώδες) παρέγχυμα.
- b) Το σπογγώδες παρέγχυμα.

Το σπογγώδες παρέγχυμα αποτελείται από ακανόνιστα κύτταρα, με άφθονους μεσοκυττάριους χώρους. Το πασσαλώδες παρέγχυμα, σε συνδυασμό με την τοποθέτηση των χλωροπλαστών στα αντίκλινα τοιχώματα, διευκολύνει τη διείσδυση της ακτινοβολίας στο εσωτερικό του μεσοφύλλου. Από την άλλη πλευρά το σχήμα των κυττάρων του σπογγώδους παρεγχύματος ευνοεί την απορρόφηση της φωτεινής ακτινοβολίας, ενώ η αποαξονική επιδερμίδα συμπεριφέρεται ως εσωτερικός ανακλαστήρας που επιστρέφει τα φωτόνια προς το εσωτερικό του μεσοφύλλου. Η τελευταία, επιτρέπει επίσης την αύξηση του πάχους του φύλλου, κυρίως με την αύξηση των στοιβάδων του πασσαλώδους παρεγχύματος, χωρίς να δημιουργούνται σημαντικά προβλήματα φωτισμού στις κατώτερες στοιβάδες των κυττάρων του μεσοφύλλου (Βλάχου, 2011; Τσέκου, 2000).

Τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι συνήθως παχύτερα από τα κανονικά και με μεγαλύτερο περιεχόμενο νερού, έτσι φαίνονται πιο υδαρή. Αυτή η υδαρότητα αποτελεί την λειτουργία ωσμωρύθμιση στα φυτά, καθώς αυξάνει την εσωτερική επιφάνεια στην οποία γίνεται διάχυση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) σε σχέση με την επιφάνεια του φύλλου, και μειώνει την εσωτερική αντίσταση του φύλλου στην απορρόφηση του CO₂. Η αύξηση του πάχους των φύλλων φαίνεται να αυξάνει την εσωτερική επιφάνεια ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στην οποία το CO₂ και την διαπερατότητα των υδρατμών που λαμβάνουν θέση, μειώνοντας έτσι την εσωτερική αντίσταση στην αφομοίωση του CO₂ και τη διατήρηση του υδατικού δυναμικό σε υψηλότερα επίπεδα (Βλάχου, 2011).

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την επίδραση της αλατότητας στην πάχυνση των φύλλων σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

Αύξηση του πάχους (πασσαλώδες και σπογγώδης παρεγχύματος) στα φύλλα:

- a) Στα φυτά ελιάς (*Olea europaea* L.) της ποικιλίας "Χονδρολιά Χαλκιδικής", παρατηρήθηκε μια αύξηση του πασσαλώδους και του σπογγώδους παρεγχύματος των φύλλων, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντιθέτως, στην ποικιλία της ελιάς "Καλαμών" αυτή η αύξηση του πασσαλώδους και του σπογγώδους παρεγχύματος των φύλλων δεν παρατηρήθηκε.
- b) Στο φυτό χοχόμπα (*Simmondsia chinensis* Link.) παρατηρήθηκε το ίδιο φαινόμενο της αύξησης του πασσαλώδους και του σπογγώδους παρεγχύματος των φύλλων, όταν αυτό εκτέθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.
- c) Στα φυτά φασολιάς (*Phaseolus vulgaris* L.) και βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) παρατηρήθηκε μια αύξηση του πάχους στα φύλλα, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

➤ **Φαινόμενο «παχυμορφισμού» των φύλλων (αγγλ. Leaf thickening):**

Η εκδήλωση του «παχυμορφισμού» στα φύλλα αποτελεί ένα συνηθισμένο χαρακτηριστικό του εγκλιματισμού ή της προσαρμογής των φυτών, τα οποία αναπτύσσονται σε αλατούχα εδάφη. Ο παχυμορφισμός χαρακτηρίζεται από αύξηση του πάχους των φύλλων, λόγω της αύξησης του περιεχομένου του νερού ανά μονάδα επιφάνειας του φύλλου.

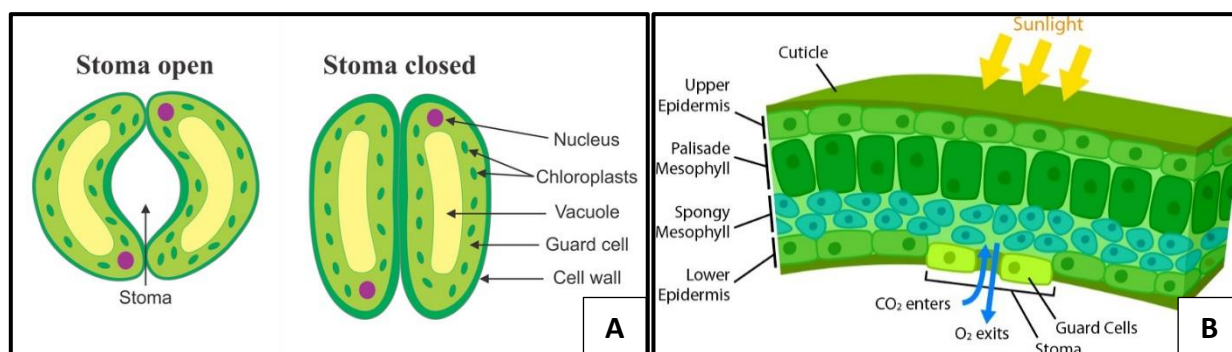
Ο παχυμορφισμός των φύλλων, κυρίως ως προσαρμογή, εκδηλώνεται και σε ξηρόφυτα ως απάντηση στην ξηρασία και αποσκοπεί στην διαφύλαξη των αποθεμάτων νερού. Στην περίπτωση της αλατότητας ο παχυμορφισμός των φύλλων σχετίζεται με την αντιμετώπιση των υπερβολικών ποσοτήτων αλάτων που συσσωρεύονται στα φύλλα και αποτελεί έναν μηχανισμό «αραίωσης» των αλάτων. Αυτό επειδή η αύξηση του όγκου των παρεγχυματικών κυττάρων εξισορροπεί την σταδιακή είσοδο των νέων ιόντων στα κύτταρα, με τελικό αποτέλεσμα η συγκέντρωση των αλάτων να παραμένει σχετικά σταθερή, παρά το γεγονός ότι η συνολική ποσότητα τους αυξάνεται. Ο μηχανισμός αυτός έχει ως τελικό αποτέλεσμα την διατήρηση του δυναμικού του νερού των κυττάρων σε ανεκτά επίπεδα (Καραμπουρνιώτης et al, 2003).



Εικόνα 2.11: Απεικόνιση της εγκάρσια τομής φύλλων των τεσσάρων φυτικών ειδών. **A:** *Inula crithmoides* (αλόφυτο). **B:** *Atriplex sp.* (γλυκόφυτο). **C:** *Limonium sp.* (αλόφυτο). **D:** *Hordeum vulgare* (γλυκόφυτο). Φαίνεται το μεγάλο πάχος των φύλλων γλυκόφυτων (**A, C**), σε σχέση με το μικρότερο πάχος φύλλων των αλόφυτων (**B, D**) καλλιεργούμενων φυτών. Τα βέλη στην εικόνα **B** και **D**, δείχνουν τους αλατώδεις αδένες.

2.5.3.2 Η επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των στοματίων

Τα στομάτια είναι μικροσκοπικά ανοίγματα στην επιφάνεια των φύλλων που επιτρέπουν την ανταλλαγή αερίων, έτσι ώστε τα κύτταρα και τα φυτά γενικότερα να εκτελέσουν την διαδικασία της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής. Παράλληλα μέσω των στοματίων γίνεται η εξάτμιση του νερού κατά την διαδικασία της διαπνοής. Με το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματίων (δηλ. των καταφατικών κυττάρων του στοματίου), το φυτό ελέγχει το ρυθμό απώλειας του νερού. Τα στομάτια έχουν την δυνατότητα του ενεργητικού ανοίγματος και κλεισίματος με αποτέλεσμα, αφενός να ελέγχονται οι απώλειες νερού και αφετέρου να επιτρέπεται η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ του μεσοφύλλου και της ατμόσφαιρας (Καράταγλης, 1994; Τσέκου, 2000).



Σχήμα 2.6: Σχηματική απεικόνιση της ανατομικής κατασκευής ενός στοματίου των ανώτερων φυτών (A) και την ανταλλαγή των αερίων μέσω του στοματίου (B).

Η θέση των στοματίων και η διαμόρφωση του ιστού της επιδερμίδας ποικίλει ανάλογα με το φυτικό είδος (Τσέκου, 2000). Έτσι υπάρχουν φυτικά είδη με την παρακάτω διάταξη των στοματίων στα φύλλα τους:

- Αμφιστοματικά φύλλα:** Είναι τα φυτικά είδη που φέρουν τα στομάτια σε ίση περίπου αναλογία στην επάνω και στην κάτω επιδερμίδα του φύλλου.
- Υποστοματικά φύλλα:** Είναι τα φυτικά είδη που φέρουν τα στομάτια κυρίως στην κάτω επιδερμίδα του φύλλου.

Η στοματική πυκνότητα εξαρτάται κυρίως από τους γενετικούς παράγοντες, έτσι διαφέρει μεταξύ:

- Των ειδών του φυτού.
- Των ποικιλιών εντός του ίδιου φυτικού είδους.

Επίσης διαφέρει:

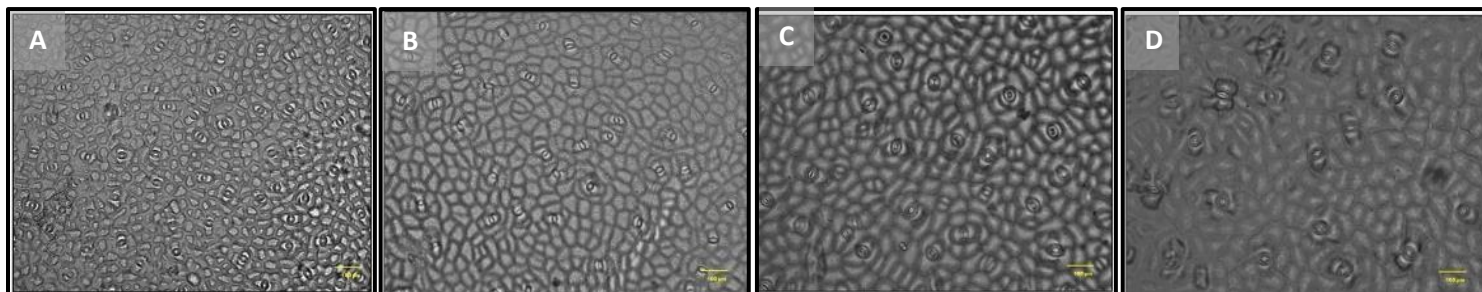
- Από φύλλο σε φύλλο, λόγω διαφορετικής φυλλικής επιφάνειας.
- Της ηλικίας του φύλλου.
- Της ηλικίας του φυτού.

Επιπλέον, η στοματική πυκνότητα και το μέγεθος των καταφατικών κυττάρων μπορούν να τροποποιηθούν από περιβαλλοντικούς παράγοντες, κυρίως από αυτούς που αναφέρονται παρακάτω:

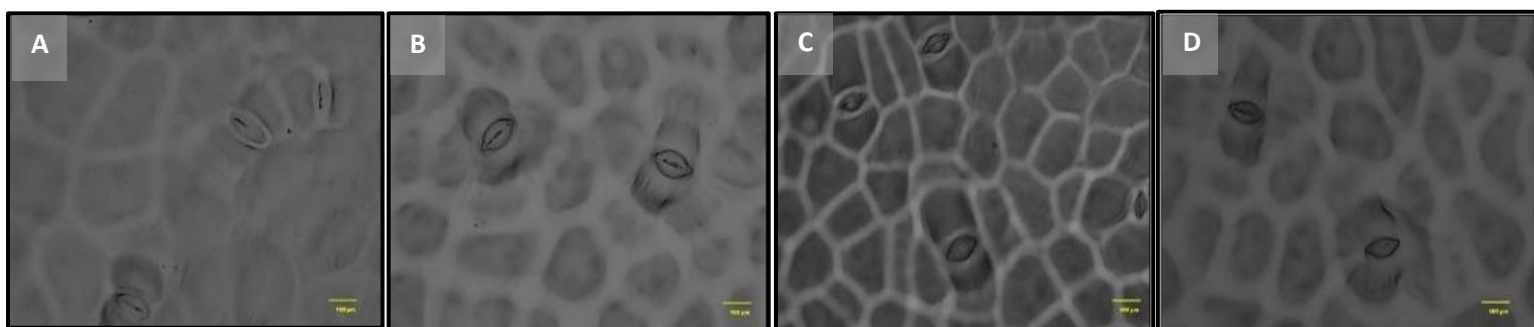
- Την ξηρασία (υδατική καταπόνηση).
- Την ισχυρή ακτινοβολία (καταπόνηση λόγω ισχυρής ακτινοβολίας).
- Την αλατότητα (ωσμωτική καταπόνηση).
- Την ατμοσφαιρική συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) (Βλάχου, 2011).

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από τις έρευνες που είχαν γίνει για την διαφορετική αυτή επίδραση της αλατότητας σε διάφορα φυτικά είδη (Βλάχου, 2011).

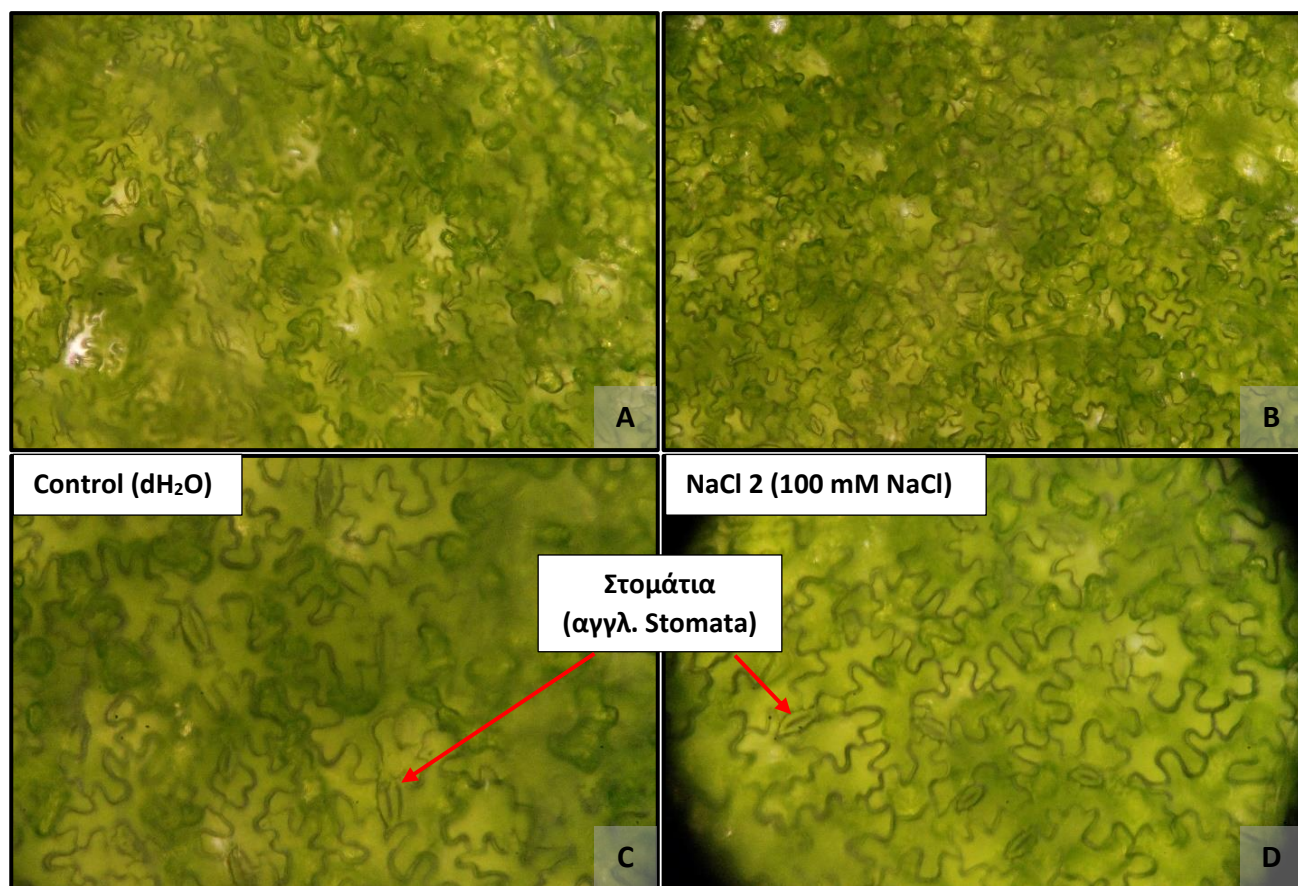
- α) Στο φυτό χοχόμπα (*Simmondsia chinensis* Link.) παρατηρήθηκε μια μείωση της πυκνότητας και του αριθμού των στοματίων ανά φύλλο (ή να μην επηρεάζεται καθόλου), όσο αυξάνεται η αλατότητα της τοποθεσίας στην οποία εκτίθενται.
- β) Στο φυτό σιταριού (*Triticum spp.* L.) παρατηρήθηκε μια σταθερή μείωση της πυκνότητας και του αριθμού των στοματίων ανά φύλλο (ή να μην επηρεάζεται καθόλου), όσο αυξάνεται η αλατότητα της τοποθεσίας που εκτίθενται.
- γ) Στα φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση της στοματικής πυκνότητας, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- δ) Στα φυτά φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) παρατηρήθηκε μια αύξηση του αριθμού των στοματίων κατά 42% όταν αυτά εκτέθηκαν σε αλατότητα της τάξης των 100 mM NaCl, σε σύγκριση με τον μάρτυρα (δηλ. 0 mM NaCl).
- ε) Στο θαμνώδεις φυτό Ευρωπαϊκός πύραυλος της θάλασσας (*Cakile maritime* Scop.) παρατηρήθηκε μια σταθερή αύξηση του αριθμού των στοματίων της αποσαξονικής περιοχής, όταν αυτό εκτέθηκε σε αλατότητα μέχρι 300 mM NaCl. Αντιθέτως, στο ίδιο φυτό παρατηρήθηκε μια μείωση του αριθμού των στοματίων της αποσαξονικής περιοχής, όταν αυτό εκτέθηκε σε αλατότητα πάνω από 500 mM NaCl.



Εικόνα 2.12: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην κατανομή και πυκνότητα των στοματίων της ανώτερη επιδερμίδα φύλλων του σπορόφυτου *Salvadora persica* (L.). **A:** Control (συγκέντρωση 0 mM NaCl). **B:** Συγκέντρωση 250 mM NaCl. **C:** Συγκέντρωση 500 mM NaCl και **D:** Συγκέντρωση 750 mM NaCl. Φωτογραφία από οπτικό μικροσκόπιο (μεγέθυνση φακού 20X). (Πηγή: Parida et al, 2016)



Εικόνα 2.13: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στο άνοιγμα των στοματίων της ανώτερη επιδερμίδα φύλλων του σπορόφυτου *Salvadora persica* (L.). **A:** Control (συγκέντρωση 0 mM NaCl). **B:** Συγκέντρωση 250 mM NaCl. **C:** Συγκέντρωση 500 mM NaCl και **D:** Συγκέντρωση 750 mM NaCl. Φωτογραφία από οπτικό μικροσκόπιο (μεγέθυνση φακού 100X). (Πηγή: Parida et al, 2016)



Εικόνα 2.14: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στο άνοιγμα των στοματίων της κατώτερης επιδερμίδα φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **A, C:** Control (συγκέντρωση 0 mM NaCl). **B, D:** Συγκέντρωση 100 mM NaCl. (Λήψη φωτογραφίας από οπτικό μικροσκόπιο με φωτογραφική μηχανή Canon. **A,B:** Μεγέθυνση φακού 50X, **C,D:** Μεγέθυνση φακού 100X).

2.5.4 Η επίδραση της αλατότητας στην θρέψη των φυτών

Οι υψηλές συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου (Na^+) και χλωρίου (Cl^-) στο εδαφικό διάλυμα μπορεί να μειώσουν την διαθεσιμότητα και την δραστηριότητα των θρεπτικών ιόντων και να δημιουργήσουν αυξημένους λόγους με τα θρεπτικά στοιχεία, όπως αυτούς που αναφέρονται παρακάτω:

- Με τα κατιόντα ασβεστίου ($\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$).
- Με τα κατιόντα καλίου (Na^+/K^+).
- Με τα κατιόντα μαγνησίου ($\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$).
- Με τα ανιόντα νιτρικών ($\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$).

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το φυτό να γίνεται ευαίσθητο σε επιβλαβείς οσμωτικές και ιοντικές επιδράσεις, καθώς και σε θρεπτικές διαταραχές. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να οδηγήσει στην μείωση της απόδοσης ή της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.

Κατά συνέπεια από τις θρεπτικές επιδράσεις της αλατότητας στα φυτά διακρίνουμε :

- Την άμεση τοξικότητα εξαιτίας της υπερβολικής συσσώρευσης ιόντων στους ιστούς.
- Τη θρεπτική ανισορροπία που προκαλείται από μια περίσσεια ή έλλειψη μερικών συγκεκριμένων ιόντων.

Οι θρεπτικές ανισορροπίες μπορεί να προκύψουν στα φυτά, που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας, με πολλούς τρόπους, όπως από την επίδραση της αλατότητας:

- a) Στην διαθεσιμότητα του θρεπτικού στοιχείου.
- b) Στην ανταγωνιστική απορρόφηση του θρεπτικού στοιχείου.
- c) Στην μεταφορά ή την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων μέσα στο φυτό.

Είναι λογικό να θεωρείται ότι δύο ή περισσότερες από αυτές τις διαδικασίες μπορούν να συμβούν ταυτόχρονα, αλλά αν αυτές τελικά επηρεάζουν την απόδοση της καλλιέργειας ή την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, εξαρτάται από το επίπεδο της αλατότητας, τη σύνθεση των αλάτων, το είδος της καλλιέργειας, το υπό συζήτηση θρεπτικό στοιχείο και από έναν αριθμό περιβαλλοντικών παραγόντων.

Οι αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα, την απορρόφηση και την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων, είναι πολύ σύνθετες ακόμα και κάτω από συνθήκες απουσίας αλατότητας ή άλλων παραγόντων καταπόνησης. Η παρουσία της αλατότητας προσθέτει ένα νέο επίπεδο περιπλοκής στην ανόργανη θρέψη των φυτών (Γιαννόπουλος, 2010).

2.5.4.1 Η επίδραση της αλατότητας στο κάλιο (K)

Το κάλιο (αγγλ. Potassium, K) είναι το πιο σημαντικό ανόργανο διαλυτό στοιχείο των φυτών, γιατί είναι απαραίτητο για την ομαλή και επιτυχημένη καρπόδεση και ανάπτυξη των καρπών, και συνεπώς για την μεγαλύτερη απόδοση της παραγωγής. Επίσης, παίζει ένα μεγάλο ρόλο στη δημιουργία χαμηλού ωσμωτικού δυναμικού στη στήλη των ριζών, πράγμα που είναι προαπαιτούμενο για τη διατήρηση της πίεσης σπαραγής και της υδατικής ισορροπίας των φυτών. Έτσι, η διατήρηση επαρκών επιπέδων των ιόντων καλίου (K^+) στο εδαφικό διάλυμα είναι ουσιαστικής σημασίας για την επιβίωση των φυτών που καλλιεργούνται σε συνθήκες αλατότητας. Τέλος, οι υψηλές συγκεντρώσεις των ιόντων καλίου (K^+) στο στρώμα των χλωροπλαστών είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της άριστης φωτοσυνθετικής ικανότητας σε συνθήκες καταπόνησης.

Η επιλεκτική δράση του ριζικού συστήματος για τα ιόντα καλίου (K^+) αντί για τα ιόντα νατρίου (Na^+) πρέπει να είναι μεγαλύτερη, έτσι ώστε το ριζικό σύστημα να δεσμεύει τα ιόντα K^+ και να τα εξασφαλίζει σε προαπαιτούμενα επίπεδα για το φυτό, που θα του είναι απαραίτητο για τις μεταβολικές διαδικασίες, την ρύθμιση μεταφοράς των ιόντων και την ωσμωτική ρύθμιση. Ενώ, η αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων Na^+ στα φύλλα μπορεί να βοηθήσει ώστε να διατηρηθεί η σπαργή του φυτού, όμως το Na^+ δεν μπορεί να υποκαταστήσει το K^+ σε εξειδικευμένες φυσιολογικές διεργασίες, όπως στην πρωτεϊνοσύνθεση και στην ενεργοποίηση των ενζύμων.

Από διάφορες μελέτες έχει αποδειχτεί, ότι για τις περισσότερες καλλιέργειες η συγκέντρωση των ιόντων K^+ στους φυτικούς ιστούς μειώνεται, καθώς η αλατότητα το $NaCl$ στο μέσο ανάπτυξης της ρίζας αυξάνεται. Αντίθετα, οι άλλες μελέτες αποδεικνύουν ότι το K^+ μπορεί να απορροφάται και να μετακινείται εύκολα σε υψηλά επίπεδα εξωτερικού Na^+ . Σε συνθήκες αλατότητας, τα υψηλά επίπεδα του εξωτερικού Na^+ δεν παρεμβαίνουν μόνο στην απορρόφηση του K^+ από τις ρίζες, αλλά διαταράσσουν και την ακεραιότητα των μεμβρανών της ρίζας, με συνέπεια να αλλάζουν την επιλεκτικότητά τους στην απορρόφηση άλλων ανόργανων ιόντων.

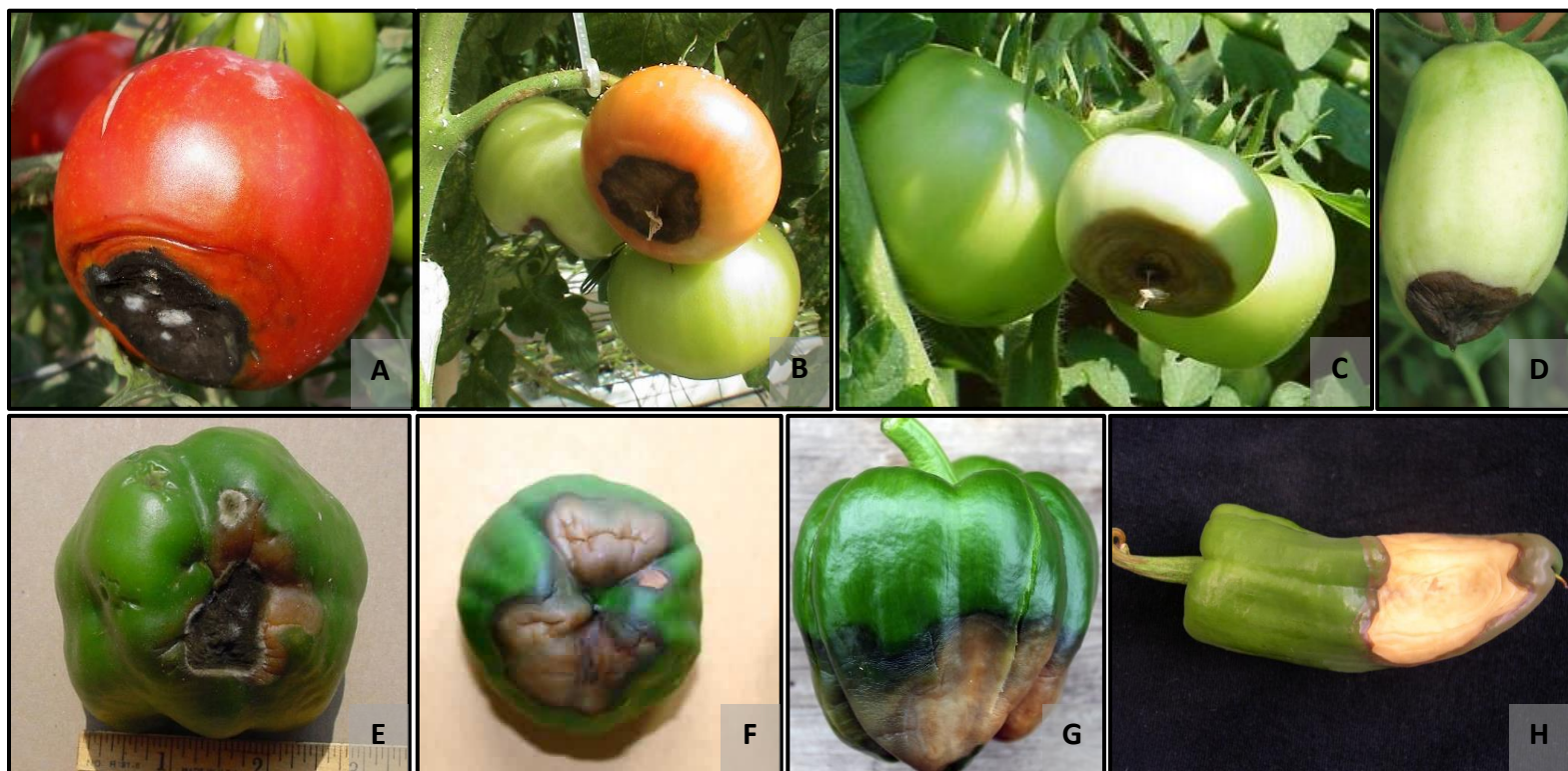
Όμως, η παρουσία επαρκής συγκέντρωσης κατιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) στο υπόστρωμα των φυτών, έχει ως συνέπεια να επηρεάζει την επιλεκτικότητα των μεμβρανών για κατιόντα K^+ και Na^+ , αυξάνοντας έτσι την αναλογία απορρόφησης υπέρ των ιόντων K^+ και εις βάρος των ιόντων Na^+ . Επίσης, η αύξηση των επιπέδων σε ιόντα Ca^{+2} συμβάλλει στη διατήρηση της ακεραιότητας των μεμβρανών και οδηγεί στη μείωση διαρροής των ιόντων K^+ από τα κύτταρα της ρίζας και στην βελτίωση της συγκέντρωσης των ιόντων K^+ στο ριζικό σύστημα (Γιαννόπουλος, 2010).

2.5.4.2 Επίδραση της αλατότητας στο ασβέστιο (Ca)

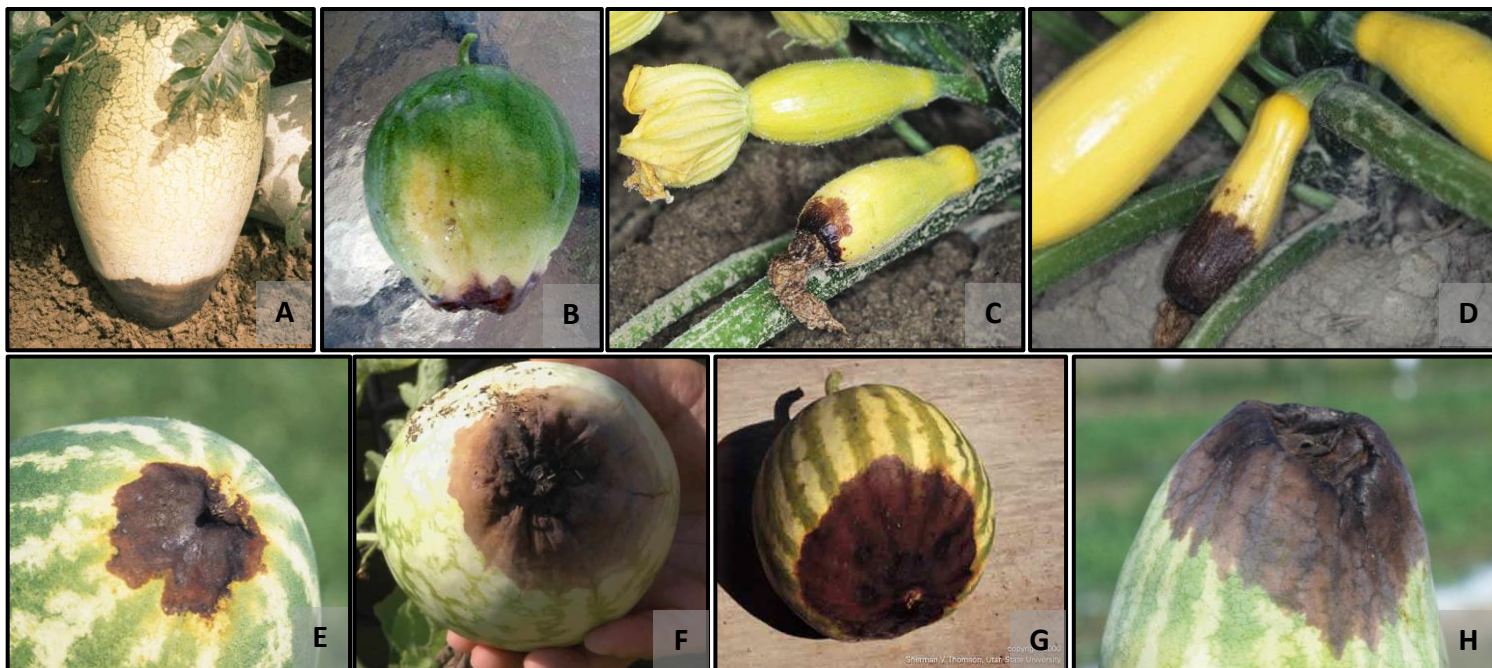
Η πιο συχνή φυσιολογική ασθένεια που παρατηρείτε σε καρπούς των καρποδοτικών λαχανικών λόγω ανεπάρκειας ή ανταγωνιστικής δράσης με τα ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}) είναι η 'Ξηρή σήψη της κορυφής' (αγγλ. Blossom end rot, συντ. BAR).

Η ασθένεια BAR παρουσιάζεται κυρίως σε καρπούς των δυο σημαντικότερων οικογενειών των λαχανοκομικών φυτικών ειδών, όπως:

- a) Στην οικογένεια των Σολανιδών (Solanaceae), παρουσιάζεται σε καρπούς:
 - a. Της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.),
 - b. Της πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.).
- b) Στην οικογένεια των Κολοκυνθοειδών (Cucurbitaceae), παρουσιάζεται σε καρπούς:
 - a. Της πεπονιάς (*Cucumis melo* L.),
 - b. Της κολοκυθιάς (*Cucurbita pepo* L.),
 - c. Της καρπουζιάς (*Citrullus lanatus* Thunb.).



Εικόνα 2.15: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας 'Ξηρή σήψη της κορυφής' (αγγλ. Blossom end rot, συντ. BAR) σε καρπούς των λαχανικών της οικογένειας των Σολανιδών (Solanaceae). **A-D:** Σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **E-H:** Σε καρπούς πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.).



Εικόνα 2.16: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας ‘Ξηρή σήψη της κορυφής’ (αγγλ. Blossom end rot, συντ. BAR) σε καρπούς των λαχανικών της οικογένειας των Κολοκυνθοειδών (*Cucurbitaceae*). **A, B:** Σε καρπούς πεπονιάς (*Cucumis melo* L.). **C, D:** Σε καρπούς κολοκυθιάς (*Cucurbita pepo* L.). **E-H:** Σε καρπούς καρπουζιάς (*Citrullus lanatus* Thunb.).

Τα κύρια αίτια τα οποία προκαλούν την φυσιολογική αυτή ασθένεια BER έχει αναγνωρισθεί ότι είναι δυο και τα οποία οφείλονται λόγω των παρακάτω παραγόντων:

- Η μειωμένη απορρόφηση των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) από τις ρίζες των φυτών.
- Η αυξημένη αντίσταση μεταφοράς των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) μέσα στον καρπό.

Τα συμπτώματα οφείλονται σε διαφορές της συσσώρευσης του Ca^{+2} στις διαφορετικές περιοχές ανάπτυξης. Όταν η συγκέντρωση του NaCl αυξάνεται στην ριζόσφαιρα των φυτών, τότε τα ιόντα Ca^{+2} μπορεί έχουν έντονη αλληλεπίδραση με τα ιόντα κατακρήμνισης και δυσμενή ανταγωνισμό με τα μονοσθενή κατιόντα. Οι παράγοντες αυτοί μειώνουν την διαθεσιμότητα των ιόντων Ca^{+2} στο εδαφοδιάλυμα, αλλά και την απορρόφηση τους από τις ρίζες των φυτών και επομένως μειώνουν την διαθεσιμότητα τους στο υπέργειο μέρος των φυτών (Γιαννόπουλος, 2010).

Τα ιόντα ασβεστίου (Ca^{+2}) παίζουν έναν ουσιώδη ρόλο στην προστασία της δομικής και της λειτουργικής ακεραιότητας των κυτταρικών μεμβρανών των φυτών, για τους παρακάτω λόγους:

- Σταθεροποιούν τις δομές των κυτταρικών τοιχωμάτων.
- Ρυθμίζουν την μεταφορά των ιόντων και την επιλεκτικότητα των μεμβρανών.
- Ελέγχουν τις ανταλλαγές των ιόντων και τη δραστηριότητα των ενζύμων των κυτταρικών τοιχωμάτων (Γιαννόπουλος, 2010).

Παρακάτω αναφέρονται διάφορες μελέτες που είχαν γίνει για την επίδραση αλατότητας στην μείωση της δέσμευσης και συσσώρευσης των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) σε διάφορα καλλιεργούμενα φυτά (Γιαννόπουλος, 2010).

- Στα φύλλα των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) μειώνεται η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}), όταν αυτά εκτεθούν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, κυρίως λόγω της υψηλής συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο εδαφοδιάλυμα. Επίσης,

το μέγεθος της μείωσης των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) εξαρτάται από τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, γιατί η υψηλή υγρασία μειώνει την περιεκτικότητα των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) στα φύλλα, με αποτέλεσμα να προκαλείται η τροφοπενία ασβεστίου.

- b) Στις ρίζες των φυτών αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.) μειώνεται σημαντικά η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}), όταν αυτά εκτεθούν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ η μείωση της συγκέντρωσης στους βλαστούς δεν είναι σημαντική.
- c) Στα φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill) παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση της περιεκτικότητας των ριζών σε ιόντα ασβεστίου (Ca^{+2}), όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.
- d) Σε καρπούς των καρποδοτικών λαχανοκομικών παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση των αρχικά υψηλών επίπεδων ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Με αποτέλεσμα οι καρποί εμφανίζουν εσωτερική ξηρή σήψη, παρόλο που τα επίπεδα των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) στα φύλλα δεν επηρεάζονται.
- e) Στα φυτά μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.) η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα στα φύλλα και στις ρίζες, όταν αυτά εκτέθηκαν σε μέτρια επίπεδα αλατότητας.
- f) Στα φύλλα φυτών πεπονιάς (*Cucumis melo* L.) δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή στη συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}). Ενώ άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι η αλατότητα μειώνει την περιεκτικότητα των φύλλων της πεπονιάς σε ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}), ενώ η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου (Ca^{+2}) στις ρίζες δεν επηρεάζεται.

2.5.4.3 Η επίδραση της αλατότητας στο μαγνήσιο (Mg)

Το μαγνήσιο συμμετέχει στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης των φύλλων καθώς και στην σύνθεση των σακχάρων και των υδατανθράκων. Έλλειψη του στοιχείου προκαλεί περιορισμό της βλαστικής ανάπτυξης του φυτού και την παραγωγή. Η τροφοπενία μαγνησίου παρατηρείται σε αμμόδη και όξινα εδάφη που βρίσκονται σε υγρές περιοχές. Οι υψηλές συγκεντρώσεις των κατιόντων καλίου (K^{+}), ασβεστίου (Ca^{2+}) και αμμωνίου (NH_4^{+}) στο εδαφικό διάλυμα ανταγωνίζονται τα κατιόντα μαγνησίου (Mg^{+2}) να προσληφθούν από τις ρίζες των φυτών, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται συνθήκες τροφοπενίας του μαγνησίου στα φυτά (Γιαννόπουλος, 2010).

Παρακάτω αναφέρονται διάφορες μελέτες που είχαν γίνει για την επίδραση αλατότητας στην μείωση της δέσμευσης και συσσώρευσης των ιόντων μαγνησίου (Mg^{+2}) σε διάφορα καλλιεργούμενα φυτά (Γιαννόπουλος, 2010).

- a) Στα φύλλα πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.) και μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.) παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των ιόντων μαγνησίου (Mg^{+2}), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα υψηλής αλατότητας.
- b) Στα φύλλα μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.) παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση των ιόντων μαγνησίου (Mg^{+2}) μειώνεται στον ίδιο βαθμό, είτε γιατί οφείλεται σε υψηλή συγκέντρωση του NaCl , είτε γιατί οφείλεται σε αυξημένη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο εδαφοδιάλυμα.
- c) Στα φύλλα φασολιάς (*Phaseolus vulgaris* L.), πεπονιάς (*Cucumis melo* L.) και τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) φαίνεται να μην επηρεάζεται η περιεκτικότητα των ιόντων Mg^{+2} , όταν τα φυτά εκτεθούν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

- d) Στα φύλλα αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωση των ιόντων μαγνησίου (Mg^{+2}), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα αυξημένης αλατότητας. Η μείωση αυτή των ιόντων Mg^{+2} παρατηρήθηκε μόνο όταν υπάρχει αυξημένη αναλογία NH^{4+} ως προς τα NO_3^- στο θρεπτικό διάλυμα.
- e) Στις ρίζες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.), πεπονιάς (*Cucumis melo* L.) και φασολιάς (*Phaseolus vulgaris* L.), δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή της συγκέντρωσης των ιόντων μαγνησίου (Mg^{+2}), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

2.5.4.4 Η επίδραση της αλατότητας στο άζωτο (N)

Το άζωτο (αγγλ. Nitrogen, N) αποτελεί το απαραίτητο συστατικό των κυριότερων μορίων του φυτικού κυττάρου, όπως είναι τα αμινοξέα, οι πρωτεΐνες, τα ένζυμα, τα νουκλεϊκά οξέα και αλλά συστατικά του κυττάρου και θεωρείται ως πρωταρχικός παράγοντας της αύξησης και της απόδοσης των φυτών. Το άζωτο είτε υπό την μορφή του νιτρικού (NO_3^-) είτε υπό την μορφή του αμμωνιακού (NH_4^+), αποτελεί περίπου το 80% του συνόλου των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων που απορροφούνται από τη ρίζα (Καράταγλης, 1994).

Από πολλές έρευνες που έχουν γίνει, έχει αποδεχτεί ότι τα αυξημένα επίπεδα του χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο εδαφοδιάλυμα μπορεί να μειώσει την συσσώρευση του N στα φυτά. Αναφέρεται ότι η αύξηση της απορρόφησης από το ριζικό σύστημα και της συσσώρευσης των ιόντων χλωρίου (Cl^-) στα φυτικά κύτταρα, συχνά αποτελεί τον παράγοντα μείωσης της συγκέντρωσης των νιτρικών (NO_3^-) στους βλαστούς. Πολλοί ερευνητές εξηγούν ότι το φαινόμενο αυτό οφείλεται λόγω του ανταγωνισμού στην απορρόφηση ανάμεσα στα ιόντα Cl^- και στα NO_3^- , ενώ άλλοι αποδίδουν ότι οφείλεται λόγω της επίδρασης αλατότητας στη μειωμένη απορρόφηση νερού από το φυτό (οσμωτική καταπόνηση).

Επίσης, οι πλειονότητα των μελετητών αποδεικνύουν ότι η απορρόφηση του ολικού αζώτου (N) ή η συσσώρευσή του στους βλαστούς μπορεί να μειωθεί κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας, ενώ οι άλλοι μελετητές διαφωνούν με το φαινόμενο αυτό (Γιαννόπουλος, 2010).

Παρακάτω αναφέρονται διάφορες μελέτες που είχαν γίνει για την επίδραση αλατότητας στην μείωση της δέσμευσης και συσσώρευσης του ολικού αζώτου (N) και των νιτρικών ιόντων (NO_3^-) σε διάφορα καλλιεργούμενα φυτά (Γιαννόπουλος, 2010).

Μείωση της δέσμευσης και συσσώρευσης του ολικού αζώτου (N):

- a) Στα φύλλα πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.) παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου (N), όταν το φυτό αναπτύχθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.
- b) Στα παλιά φύλλα τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου (N), όταν το φυτό αναπτύχθηκε σε θρεπτικό διάλυμα υψηλής αλατότητας.

Μείωση της δέσμευσης και συσσώρευσης των νιτρικών ανιόντων (NO_3^-):

- a) Στα φύλλα πεπονιάς (*Cucumis melo* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών (NO_3^-), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- b) Στα φύλλα τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών (NO_3^-), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

- c) Στα φύλλα αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών (NO_3^-), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- d) Στις ρίζες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών (NO_3^-), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.
- e) Στις ρίζες μελιτζάνας (*Solanum melongena* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών (NO_3^-), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

Στις παραπάνω περιπτώσεις, όμως, δεν παρατηρήθηκε καμία μείωση των επιπέδων του ολικού αζώτου (N).

Από διάφορες μελέτες αναφέρθηκε ότι τα φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με αυξημένα επίπεδα ιόντων NH_4^+ και NO_3^- ως πηγή N συσσωρεύουν περισσότερα ιόντα χλωρίου (Cl^-) στα φύλλα τους όταν εκτεθούν σε συνθήκες αλατότητας. Όταν το θρεπτικό διάλυμα περιέχει ως πηγή αζώτου τα αμμωνιακά (NH_4^+) και τα νιτρικά (NO_3^-) ιόντα, τότε η περιεκτικότητα των φύλλων σε ιόντα νατρίου (Na^+) είναι χαμηλότερη στα φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), αλλά υψηλότερη στα φυτά αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.), σε σχέση με το διάλυμα που έχει μόνο τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-).

Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση που έχει γίνει από ερευνητές, είναι ότι ο ρυθμός πρόσληψης των νιτρικών (NO_3^-) ιόντων, ή ακόμα και η αλληλεπίδραση ανάμεσα στα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) και στα ιόντα χλωρίου (Cl^-), μπορεί να συνδεθεί με την ανθεκτικότητα μερικών καλλιεργειών στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Από πειράματα που είχαν γίνει, αναφέρεται ότι οι πιο ανθεκτικές στα άλατα ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) και πεπονιού (*Cucumis melo* L.) είχαν υψηλότερο ρυθμό απορρόφησης νιτρικών ιόντων (NO_3^-) από τις αντίστοιχες ευαίσθητες ποικιλίες (Γιαννόπουλος, 2010).

2.5.4.5 Η επίδραση της αλατότητας στα ιχνοστοιχεία

Στα αλατούχα και στα νατριομένα εδάφη, η διαλυτότητα των ιχνοστοιχείων είναι ιδιαίτερα χαμηλή, με αποτέλεσμα τα φυτά να εμφανίζουν συχνά τροφοπενίες στα στοιχεία αυτά, αλλά υπάρχουν και εξαιρέσεις των περιπτώσεων. Οι εξαιρέσεις αυτές, μπορεί να οφείλονται λόγω των παρακάτω παραγόντων:

- a) Το είδος του φυτού.
- b) Το τύπο του φυτικού ιστού.
- c) Τη σύνθεση και το επίπεδο της αλατότητας.
- d) Τη συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων του εδαφοδιαλύματος.
- e) Τις καλλιεργητικές μεταχειρίσεις.
- f) Τη διάρκεια έκθεσης των φυτών σε συνθήκες αλατότητας.

Σύμφωνα με διάφορους ερευνητές, η σχέση μεταξύ της αλατότητας και της θρέψης των φυτών με τα ιχνοστοιχεία είναι αρκετά πολύπλοκη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανίζονται τρεις περιπτώσεις, όπου η αλατότητα επιδρά με διαφορετικό τρόπο σε κάθε μια, όπως αναφέρεται παρακάτω:

- a) Στην αύξηση συγκέντρωσης των ιχνοστοιχείων στους ιστούς των φυτών.
- b) Στην μείωση συγκέντρωσης των ιχνοστοιχείων στους ιστούς των φυτών.
- c) Δεν έχει καμία επίδραση στην συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων στους ιστούς των φυτών.

Παρακάτω αναφέρονται διάφορες μελέτες που είχαν γίνει για την επίδραση αλατότητας στην μείωση και αύξηση της δέσμευσης και συσσώρευσης διαφόρων ιχνοστοιχείων σε διάφορα καλλιεργούμενα φυτά (Γιαννόπουλος, 2010).

Επίδραση της αλατότητας στην αύξηση συγκέντρωσης των ιχνοστοιχείων στους ιστούς των φυτών:

- Στους ιστούς πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.) παρατηρήθηκε μια αύξηση της συγκέντρωσης του ψευδαργύρου (Zn), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

Επίδραση της αλατότητας στην μείωση συγκέντρωσης των ιχνοστοιχείων στους ιστούς των φυτών:

- Στους ιστούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) παρατηρήθηκε μια μείωση της συγκέντρωσης του ψευδαργύρου (Zn), όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας.

2.5.5 Η επίδραση της αλατότητας στην καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Το ύψος του κύριου στελέχους και η ανάπτυξη των φύλλων αναφέρεται ότι είναι τα κυρία χαρακτηριστικά που επηρεάζονται περισσότερο στην καλλιέργεια της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) λόγω της υψηλής ύπαρξης του χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο εδαφικό διάλυμα. Ενώ η αρνητική επίδραση της αλατότητας στο ύψος του κύριου στελέχους έχει γίνει κατανοητή, η επίδραση της αλατότητας στο ριζικό σύστημα της τομάτας δεν έχει ακόμη ξεκαθαριστεί πλήρως.

Η ευαισθησία στην αλατότητα, που χαρακτηρίζει ορισμένες ποικιλίες τομάτας, μπορεί να οφείλεται τόσο στην τοξική επίδραση των ιόντων νατρίου (Na⁺) και χλωρίου (Cl⁻) (τοξική καταπόνηση), όσο και στην διατάραξη της ισορροπίας στην θρέψη που προκαλείται από την υψηλή αλατότητα του εδαφοδιαλύματος.

Από διάφορα πειράματα που είχαν γίνει, αποδεικτικό ότι η ανάπτυξη των φυτών τομάτας έχει αρνητική συσχέτιση με την περιεκτικότητα του βλαστού σε ιόντα Na⁺ και Cl⁻ και θετική συσχέτιση με την περιεκτικότητά του σε ιόντα Ca⁺² και K⁺. Παρόμοια αποτελέσματα λήφθηκαν σε άλλο πείραμα μελετώντας την επίδραση της αλατότητας για σύντομο χρονικό διάστημα σε δύο φαινοτυπικά ανόμοιες ποικιλίες τομάτας την *Lycopersicon esculentum* cv. 'New Yorker' και την *Lycopersicon esculentum* var. 'Cerasiforme'. Στις δύο παραπινώ ποικιλίες ο σχετικός ρυθμός ανάπτυξης, καθώς και η αναλογία φυλλικής επιφάνειας μειώθηκε κατά τη διάρκεια της καταπόνησης από αλατότητα. Επίσης, παρατηρήθηκε μείωση στον ίδιο βαθμό, της σπαργής των κυττάρων των φύλλων, καθώς και του ωσμωτικού δυναμικού σε πλήρη σπαργή και για τις δύο ποικιλίες.

Σε ένα άλλο πείραμα, μελετήθηκε η επίδραση του NaCl σε διάφορα είδη *Lycopersicon sp.* και *Solanum sp.* και διαπιστώθηκε ότι τα διάφορα είδη *Lycopersicon sp.* διέφεραν όσον αφορά την ανάπτυξη και την συγκέντρωση διαφόρων στοιχείων στα φύλλα σε σχέση με τα διάφορα επίπεδα NaCl στα οποία εκτίθηκαν. Ειδικότερα σε όλα τα είδη σημειώθηκε αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων Na⁺ και Cl⁻ στα φύλλα σε συνάρτηση με το επίπεδο αλατότητας που εκτίθηκαν (Γιαννόπουλος, 2010).

Τέλος, από πειράματα αποδεικτικό ότι οι σπόροι των περισσότερων εμπορικών ποικιλιών τομάτας είναι ευαίσθητοι στις περιβαλλοντικές καταπονήσεις, όπως οι υψηλές συγκεντρώσεις NaCl στο έδαφος, κατά τη διάρκεια της βλάστησης τους. Το γεγονός αυτό αποτρέπει την απευθείας σπορά τομάτας στο έδαφος του χωραφιού, το οποίο μπορεί να περιέχει υψηλή συγκέντρωση αλάτων. Σε συγκέντρωση 80 mM NaCl παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στη βλαστικότητα των σπόρων διαφόρων ειδών τομάτας, η οποία ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στις ποικιλίες "Mex-112" και "PE-47" απ' ό,τι στις υπόλοιπες λόγω της ωσμωτικής καταπόνησης. Αυτό

δεν μπορεί να θεωρηθεί ως σημαντικό πρόβλημα όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος της απευθείας σποράς στο χωράφι, λόγω του μεγάλου αριθμού σπόρων που χρησιμοποιούνται στην σπαρτική μηχανή (Γιαννόπουλος, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
Σκοπός και Στόχος

3.1 Η σημασία της αλατότητας ως αντικείμενο έρευνας

Το ενδιαφέρον για την μελέτη της αντοχής των φυτών στις συνθήκες αλατότητας είναι οικονομικής σημασίας και αυξάνεται συνεχώς, καθώς νέα προβλήματα που σχετίζονται με την αλατότητα προκύπτουν στη σύγχρονη Γεωργία, των παραμεσόγειων χώρων της Ευρώπης με ξηρό ή ημίξηρο κλίμα.

Τα προβλήματα της αυξημένης αλατότητας, της μείωσης παραγωγής και ανάπτυξης των καλλιεργουμένων εκτάσεων και της εναλάτωσης των εδαφών αναμένεται να γίνουν σοβαρότερα στο μέλλον και ειδικότερα στην Ελλάδα, για τους παρακάτω λόγους:

- a) Η τάση της υποβάθμιση της ποιότητας του νερού άρδευσης σε πολλές περιοχές της χώρας μας, λόγο:
 - a. της μειούμενης ανανέωσης του υπόγειου νερού,
 - b. των μειωμένων βροχοπτώσεων στις περιοχές και
 - c. της διείσδυσης υφάλμυρου νερού στους υδροφορείς.
- b) Η τάση της αλλαγής του κλίματος προς θερμότερο και ξηρότερο, που έχει παρατηρηθεί κατά τις τελευταίες δεκαετίες.
- c) Η τάση της σύγχρονης Γεωργίας για την χρησιμοποίηση όλου του διαθέσιμου νερού και η άρδευση όσο το δυνατό μεγαλύτερης έκτασης, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι αυξανόμενες απαιτήσεις σε τρόφιμα και πρώτες ύλες.

Κατά συνέπεια, αναμένεται στο μέλλον να στραφεί το ενδιαφέρον της γενετικής βελτίωσης και της γεωπονικής έρευνας στο θέμα της αλατότητας και ο προσανατολισμός για την γενετική και τεχνολογική βελτίωση του προβλήματος (βλ. Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στην αλατότητα. Υποκεφάλαιο 2.1.3: Το πρόβλημα της αλατότητας στην Ελλάδα.) (Σινάνης, 2009; Κοντής, 2009).

3.2 Η τοποθέτηση του θέματος

Η ερευνητικές μελέτες που έχουν γίνει γύρο από το θέμα της αλατότητας και οι οποίες σχετίζονται με την ανάπτυξη και την επιβίωση των φυτών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, έχει πολλά προβλήματα, τα οποία δεν έχουν λυθεί ακόμα και χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση.

Η υποβολή των φυτών σε διαταραχή λόγω διαφόρων αβιοτικών παραγόντων, κάνουν την υπόθεση εξαιρετικά δύσκολη στη δοκιμασία, επειδή και άλλες κλιματικές παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στο περιβάλλον του φυτού (μακροπεριβάλλον) και του χώρου γενικότερα (μακροπεριβάλλον) στο οποίο συνυπάρχει. Η μελέτη του φαινομένου της αλατότητας είναι ένα πολύπλοκο θέμα, γιατί η αντοχή των φυτών στην αλατότητα είναι σε συνάρτηση κλιματικών, γενετικών, φυσιολογικών και παθολογικών παραγόντων.

Οι περισσότερες ερευνητικές μελέτες που έχουν γίνει με στόχο να ερευνηθούν την επίδραση της αλατότητας σε διάφορες καλλιέργειες και απομονωμένα φυτά έγιναν σε ένα πλήρως ελεγχόμενο περιβάλλον, όπως σε θερμοκήπια ή θαλάμους ανάπτυξης, και σε μικρότερη κλίμακα σε ένα ανοιχτό χώρο του αγρού. Η πληρέστερη μελέτη του προβλήματος πρέπει να περιλάβει τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του υποστρώματος (εδάφους ή υδροπονικής καλλιέργειας), την συγκέντρωση, το είδος και την σχετική αναλογία των αλάτων στο νερό άρδευσης, και την ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα (Κοντής, 2009).

3.3 Milsana®- Ένα εγκεκριμένο φυτικό εκχύλισμα από *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai.

Οι επιστήμονες σε όλο τον κόσμο κάνουν έρευνα για ένα φυσικό και φιλικό προς το περιβάλλον προστατευτικό σκεύασμα, το οποίο να είναι αβλαβή για τα ωφέλιμα έντομα και τα ζώα, αλλά κατά κύριο λόγο για τον άνθρωπο και τα φυτά.

Μερικά από τα προστατευτικά σκευάσματα, που έχουν εντοπιστεί σε ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία, περιγράφονται παρακάτω:

- 1) **Chitoplant®**: Είναι ένα φυσικό σκεύασμα με βάση την χιτοζάνη, το οποίο παρέχει την ανθεκτικότητα σε διάφορα είδη φυτών από παθογόνους μύκητες και βακτήρια.
- 2) **Sporodex®**: Είναι ένα βακτηριολογικό σκεύασμα με βάση το βακτήριο *Pseudozyma flocculosa*. Θεωρείται ένα βιολογικό μυκητοκτόνο, το οποίο περιέχει σε ποσοστό έως και 1,3% του βακτηρίου *Pseudozyma flocculosa* και προορίζεται για τον έλεγχο του ωιδίου (*Oidium sp.*) σε διάφορες καλλιέργειες.
- 3) **Messenger®**: Είναι μία φυσιολογικά εμφανιζόμενη πρωτεΐνη, η οποία έχει απομονωθεί από το βακτήριο *Erwinia amylovora* και είναι αποτελεσματικό έναντι της μπλε μούχλας (*Penicillium italicum*) σε καρπούς μηλιάς και του περονόσπορου σε φυτά τομάτας (*Phytophthora infestans*).
- 4) **Milsana®**: Είναι ένα εγκεκριμένο φυτικό εκχύλισμα από το φυτό *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στις σημερινές μέρες σε διάφορες καλλιέργειες. Έχει ως κύριο στόχο να ενεργοποιήσει τους «αμυντικούς μηχανισμούς», προστατεύοντας έτσι τα φυτά κατά την προσβολή από διάφορα παθογόνα (Christoulaki, 2013).

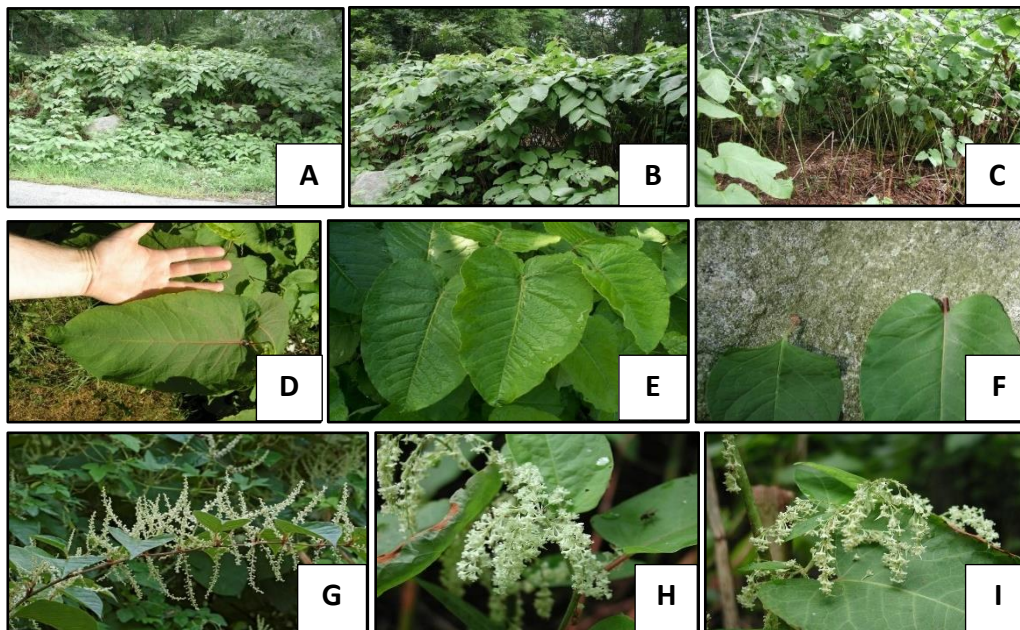


Εικόνα 3.1: Απεικόνιση του εμπορικού σκευάσματος φυτικού εκχυλίσματος Milsana από το φυτό *Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai.

Η φαλόπια η σαχαλένια (*Fallopia sachalinensis* συνων. *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt ex Maxim.) Nakai είναι ένα φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια Polygonaceae και κατάγεται από την βόρειο-ανατολική Ασία, την βόρεια Ιαπωνία και την Ρωσία. Το φυτό αυτό καλλιεργείται ευρέως και χρησιμοποιείται ως φαρμακευτικό σκεύασμα σε διάφορες χώρες της Ανατολής, όπως στην Κίνα, στην Κορέα και στην Ιαπωνία.

Είναι ένα ποώδες και πολυετές φυτό. Η ανάπτυξη του φτάνει σε ύψος έως και 2-4 m και σχηματίζει ισχυρά, εκτεταμένα και εξαπλωμένα ριζώματα, τα οποία σχηματίζουν μεγάλες κλωνικές αποικίες. Τα φύλλα του φυτού είναι μέτριου μεγέθους, όμως θεωρούνται από τα μεγαλύτερα της οικογένειας, τα οποία φτάνουν μέχρι 15-40 cm μήκος και 10-28 cm πλάτος. Έχουν σχεδόν το σχήμα της καρδιάς (δηλ. καρδίοσχημα φύλλα), με ένα κάπως κυματιστό, στραμμένο

περιθώριο. Σχηματίζει μικρά άνθη, τα οποία ανθίζουν στο τέλος του καλοκαιριού ή στις αρχές του φθινοπώρου. Το φυτό είναι δίοικο, με τα αρσενικά και θηλυκά άνθη να βρίσκονται σε ξεχωριστά φυτά. Το *Fallopia sachalinensis* έχει διπλό αριθμό χρωμοσωμάτων (δηλ. $2n = 44$). Ιδιαίτερα η ρίζα από τα είδη του γένους *Reynoutria sp.* έχει χρησιμοποιηθεί ως μια παραδοσιακή κινεζική ιατρική για τη θεραπεία ποικίλων ασθενειών των ανθρώπων (Nakai, 1922).



Εικόνα 3.2: Απεικόνιση του θαμνώδους φυτού της φαλόπιας σαχαλένιας (*Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai). A-C: Του ολόκληρου φυτού. D-F: Του καρδιάσχημου φύλλου. G-I: Των ταξιανθιών και ανθέων.

Σύμφωνα με τις πρώτες μελέτες που είχαν γίνει από τους επιστήμονες, έχει αναφερθεί ότι ένας μεγάλος αριθμός ενώσεων απομονώθηκαν από τα διάφορα είδη του γένους *Reynoutria sp.* Στις ενώσεις αυτές περιλαμβάνονται οι ανθρακινόνες, τα στιλβένια, τα φλαβονοειδή και οι άλλες φαινολικές ενώσεις. Από τις παραπάνω ενώσεις που περιέχονται και στο φυτικό εκχύλισμα Milsana, τα φλαβονοειδή έχουν δείξει ένα μεγάλο ενδιαφέρον, γιατί προσφέρουν μια φυτοπροστατευτική και αντιοξειδωτική δράση, καθώς βιοσυνθέτονται και συσσωρεύονται στα φυτικά κύτταρα όταν το φυτό βρίσκεται κάτω από βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, όπως προσβολή από διάφορα φυτοπαθογόνα, ξηρασία και χαμηλές θερμοκρασίες.

Επίσης, από διάφορες μυκητολογικές και κυτταρολογικές έρευνες που έχουν γίνει, παρέχονται πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τους τρόπους δράσης του φυτικού εκχυλίσματος Milsana, εναντίον της ανάπτυξης του ωιδίου στα φυτά αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.). Η εφαρμογή της Milsana σε φυτά αγγουριάς μείωσε σημαντικά την συχνότητα εμφάνισης του ωιδίου. Επιπλέον, με τις μικροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν σε *in vitro* καλλιέργειες του ωιδίου, παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση του παθογόνου, μετά της προσθήκης σκευάσματος Milsana.

Οι διάφοροι μελετητές αναφέρουν ότι με την εφαρμογή του σκευάσματος Milsana, βελτιώνεται η αντοχή των φυτών ντομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ενάντια της ανάπτυξης του ωιδίου. Επίσης, αναφέρουν ότι η εφαρμογή του φυτικού εκχυλίσματος Milsana στα φυτά αγγουριάς ήταν εξαιρετικά αποτελεσματική στην αντιμετώπιση του ωιδίου, και ειδικότερα των θερμοκηπιακών καλλιέργειών, όπου η ασθένεια έχει την τάση να αναπτύσσεται σε μεγάλο βαθμό λόγω των κατάλληλων κλιματικών συνθηκών.

Από τα πειράματα που είχαν γίνει, έχει αναφερθεί ότι η αποτελεσματικότητα μετά της εφαρμογής του φυτικού εκχυλίσματος Milsana έφθασε έως και 90%, η οποία ήταν σχετικά συγκρίσιμη με την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής των χημικών μυκητοκτόνων ενάντια του ωιδίου.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η έκθεση των φυτών τομάτας και αγγουριάς σε βιοτικές καταπόνησης λόγω διαφόρων παθογόνων, έδειξε ότι τα φλαβονοειδή είναι οι κυρίες φαινολικές ενώσεις, τα οποία προσφέρουν έναν αναγνωρισμένο προστατευτικό ρόλο έναντι των καταπονήσεων αυτών. Επίσης, τα φλαβονοειδή έχει αναφερθεί πως έχουν και έναν αμυντικό ρόλο ενάντια των αβιοτικών καταπονήσεων, και ιδιαίτερα της καταπόνησης που προκαλείται λόγω υψηλής αλατότητας (οσμωτική καταπόνηση). Για τον λόγο αυτό, ο προστατευτικός ρόλος του φυτικού εκχυλίσματος Milsana έχει αναγνωρισθεί και κατά τις αβιοτικές καταπονήσεις (Christoulaki, 2013).

3.4 Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα εργασία, μελετήθηκαν οι επιπτώσεις που προκαλούνται στα εμπορεύσιμα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) όταν αυτά εκτίθενται στις συνθήκες υψηλής αλατότητας, που προκαλείται από το χλωριούχο νατρίο (αγγλ. Sodium chloride, συντ. NaCl). Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτών αυτών και των καρπών τους, αντίστοιχα. Τέλος, μελετήθηκαν οι διάφοροι βιολογικοί (κατά κύριο λόγο) μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φυτά τομάτας, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αρνητική αυτή επίδραση, όταν τα φυτά εκτίθενται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Στους βιολογικούς μεθόδους χρησιμοποιήθηκε το εγκεκριμένο σκεύασμα Milsana[®], το οποίο είναι ένα φυτικό εκχύλισμα και έχει απομονωθεί με διάφορες επεξεργασίες από το φυτό *Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai. Το σκεύασμα αυτό έχει αποδειχτεί ότι περιέχει πολλές φαινολικές ενώσεις και προσφέρει μια «άμυνα» στο φυτό, όταν αυτό εκτίθεται στις αβιοτικές και κυρίως βιοτικές καταπονήσεις. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το αμινοξύ προλίνη (αγγλ. L-Proline), το οποίο είναι ένα από πρωτεϊνικά α-αμινοξέα και λειτουργεί ως ισχυρός ωσμολύτης. Εφαρμόζοντας την προλίνη εξωγενώς στα φυτά, έχει ως αποτέλεσμα να προτρέπει την ενδογενείς βιοσύνθεση της προλίνης, προστατεύοντας έτσι το φυτό κατά αβιοτικές καταπονήσεις (όπως της οσμωτικής και υδατικής καταπόνησης). Το φυτικό εκχύλισμα Milsana εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψεκάσμο σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις στα φυτά τομάτας και παράλληλα εκθέτοντας τα φυτά σε συνθήκες αλατότητας. Το αμινοξύ L-Proline εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψεκάσμο και άρδευση σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις στα φυτά τομάτας και παράλληλα εκθέτοντας τα φυτά σε συνθήκες αλατότητας.

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξεταστεί εάν η χρήση βιολογικών επεμβάσεων, όπως το Milsana ή η προλίνη, ενισχύουν ή μειώνουν τις αρνητικές επιδράσεις του χλωριούχου νατρίου σε διάφορες εμπορικές ποικιλίες και υβρίδια ντομάτας που διαφέρουν σημαντικά στην αντοχή σε αλατότητα. Επίσης, εάν τελικά η Milsana και η προλίνη είναι και οι δύο αξιόπιστοι ανακουφιστές της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης άλατος που προκαλείται στα μελετώμενα εμπορικά υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, επιτρέποντάς μας έτσι να καθορίσουμε όρια καταπόνησης αλατότητας για την απόδοση των καρπών τομάτας, καθώς και για την ποιότητα, διατηρησιμότητα και εμπορευσιμότητα του τελικού προϊόντος.

Για το σκοπό αυτό, όπως αναφέρεται παραπάνω, χρησιμοποιήθηκαν τα πιο εμπορεύσιμα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) του ελληνικού εμπορίου, στα οποία εφαρμόστηκαν οι τρεις παρακάτω πειραματικές επεμβάσεις:

1. Επέμβαση 1^η: NaCl

Στην επέμβαση αυτή χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας αρδεύοντας τα με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν κάποια από τα εμπορεύσιμα υβρίδια του ελληνικού εμπορίου, όπως Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, καθώς και ποικιλίες, όπως Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη. Τα υβρίδια και οι ποικιλίες αυτές αρδεύτηκαν (ανά διάστημα των κάθε 4^{ων} ημερών) με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl, ξεκινώντας από την μικρότερη προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (έχοντας ως αρχή τον μάρτυρα), όπως φαίνεται παρακάτω:

- a) Control (dH₂O),
- b) NaCl 1 (50 mM NaCl),
- c) NaCl 2 (100 mM NaCl),
- d) NaCl 3 (150 mM NaCl),
- e) NaCl 4 (200 mM NaCl).

2. Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στην επέμβαση αυτή χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα υβρίδια τομάτας αρδεύοντας με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl και ψεκάζοντας με το φυτικό εκχύλισμα Milsana. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια του ελληνικού εμπορίου, όπως Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1. Τα υβρίδια αυτά αρδεύτηκαν (ανά διάστημα των κάθε 4^{ων} ημερών) με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl και εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός (ανά διάστημα των κάθε 7^α ημερών) με το φυτικό εκχύλισμα Milsana, ξεκινώντας από την μικρότερη προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (έχοντας ως αρχή τον μάρτυρα), όπως φαίνεται παρακάτω:

- a) Control (dH₂O),
- b) NaCl 1 (70 mM NaCl),
- c) NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana),
- d) NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana),
- e) NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana),
- f) NaCl 2 (140 mM NaCl),
- g) NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana),
- h) NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana),
- i) NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

3. Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στην επέμβαση αυτή χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα υβρίδια τομάτας αρδεύοντας με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl, και ψεκάζοντας και αρδεύοντας με το αμινοξύ L-Proline. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια του ελληνικού εμπορίου, όπως Ebia F1, Elpida F1

και Faidra F1. Τα υβρίδια αυτά αρδεύτηκαν (ανά διάστημα των κάθε 4^{ων} ημερών) με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl και εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός και άρδευση (ανά διάστημα των κάθε 7^α ημερών) με το α-αμινοξύ L-Proline, ξεκινώντας από την μικρότερη προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (έχοντας ως αρχή τον μάρτυρα), όπως φαίνεται παρακάτω:

- a) Control (dH₂O),
- b) NaCl 1 (50 mM NaCl),
- c) NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline),
- d) °NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Οι κύριοι παράμετροι που μελετήθηκαν και στις τρεις παραπάνω επεμβάσεις, αναφέρονται παρακάτω:

- 1) Μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως:
 - a. Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους:
 - i. Ύψος κύριου στελέχους (σε cm).
 - ii. Διάμετρος κύριου στελέχους (σε cm).
 - iii. Αριθμός φύλλων.
 - b. Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπογείου μέρους:
 - i. Μήκος ριζικού συστήματος (σε cm).
 - ii. Διάμετρος (πλάτος) ριζικού συστήματος (σε cm).
 - iii. Διάμετρος λαιμού (του κύριου στελέχους, σε cm).
 - c. Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά:
 - i. Καρούλιασμα φύλλων.
 - ii. Χλώρωση φύλλων.
 - iii. Πάχυνση φύλλων.
 - iv. Νέκρωση φύλλων.
 - v. Επίκτητες ριζών και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού).
- 2) Ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως:
 - a. Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής).
 - b. Συνολικός αριθμός καρπών.
 - c. Βάρος καρπών (σε gr).
 - d. Διάμετρος καρπών (σε cm).
 - e. Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών (σε gr).
 - f. Υφή – Σκληρότητα καρπών (σε kg).
 - g. Ολικά διαλυτά στερεά καρπών.
 - i. Σάκχαρα καρπών (σε °Brix, %).
 - ii. Άλατα καρπών (σε ‰).
 - h. Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών:
 - i. Ξηρή σήψη κορυφής καρπού (αγγλ. Blossom end rot).
 - ii. Σκίσιμο καρπού (αγγλ. Cracking).
 - iii. Παραμόρφωση καρπού (αγγλ. Catfacing).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
Υλικά και Μέθοδοι

4.1 Υλικά και μέθοδος πειραματισμού

4.1.1 Γενετικό υλικό

Για την πειραματική καλλιέργεια παραγγέλθηκαν και αγοράστηκαν σπορόφυτα τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill., οικ. *Solanaceae*) διαφόρων ποικιλιών και υβριδίων από ντόπιους προμηθευτές και καταστήματα. Η εμπορική ονομασία των υβριδίων και ποικιλιών που χρησιμοποιηθήκαν για την πειραματική καλλιέργεια, αναφέρεται παρακάτω:

- 1) Υβρίδια (F1 διασταύρωσης):
 - a. Bobcat F1,
 - b. Elpida F1,
 - c. Ekstasis F1,
 - d. Ebia F1,
 - e. Faidra F1,
 - f. Formula F1,
 - g. Lobello F1,
 - h. Rastony F1.
- 2) Ποικιλίες:
 - a. Athina,
 - b. Pakmor,
 - c. Pomodoro,
 - d. Ντόπια κόκκινη.



Εικόνα 4.1: Απεικόνιση των σπορόφυτων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill., οικ. *Solanaceae*). **A:** Υβρίδιο Formula F1 σε δίσκο. **B:** Υβρίδιο Ekstasis F1 σε κυπελάκια. **C:** Υβρίδιο Bobcat F1 σε κυπελάκια. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Στον Πίνακα 4.1 αναφέρονται οι εμπορικές ονομασίες των ποικιλιών και υβριδίων και οι αντίστοιχοι αριθμοί φυτών που χρησιμοποιηθήκαν στην πειραματική καλλιέργεια.

Πίνακας 4.1: Οι εμπορικές ονομασίες των ποικιλιών και υβριδίων και οι αντίστοιχοι αριθμοί φυτών που χρησιμοποιηθήκαν στην πειραματική καλλιέργεια.			
Κατηγορία (υβρίδιο/ποικιλία):		Εμπορική ονομασία:	Αριθμός φυτών:
		Υβρίδιο:	Bobcat F1
	Elpida F1	64	
	Ekstasis F1	18	
	Ebia F1	28	
	Faidra F1	28	
	Formula F1	36	
	Lobello F1	20	
	Rastony F1	30	
Ποικιλία:	Athina	10	
	Pomodoro	15	
	Pakmor	30	
	Ντόπια κόκκινη	15	
Συνολικός αριθμός των φυτών:			342

4.1.2 Θερμοκήπιο

Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε μέσα σε θερμοκήπιο του εργαστηρίου της “Γενετικής Βελτίωσης”, το οποίο ανήκει στο αγρόκτημα του ΑΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης. Το θερμοκήπιο βρίσκεται σε υψόμετρο 13 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και με γεωγραφικές συντεταγμένες $ΓΠ=35,31^{\circ}$ (γεωγραφικό πλάτος) και $ΓΜ=25.10^{\circ}$ (γεωγραφικό μήκος).



Εικόνα 4.2: Απεικόνιση του θερμοκηπίου από τον δорυφόρο (A), με συντεταγμένες $ΓΠ=35,31^{\circ}$ και $ΓΜ=25.10^{\circ}$, και από την εξωτερική πλευρά (B,C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 4.3: Απεικόνιση της εσωτερικής πλευράς του θερμοκηπίου με τα φυτά τομάτας της πειραματικής καλλιέργειας κατά την διάρκεια της ημέρας (A) και νύκτας (B). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Παρακάτω δίνονται μερικά κατασκευαστικά στοιχεία του θερμοκηπίου, όπως:

- 1) Σχήμα κατασκευής: αμφικλινές.
- 2) Μήκος: 37 m.
- 3) Πλάτος: 15 m.
- 4) Ύψος υψηλότερου σημείου: 3,5 m.
- 5) Ύψος χαμηλότερου σημείου: 3,0 m.
- 6) Υλικό κάλυψης: 100 % καθαρό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE).
- 7) Τριπλής γραμμής, δηλαδή αποτελείται από τρεις σειρές θερμοκηπιακών κατασκευαστικών μονάδων που έχουν συνδεθεί μεταξύ τους στη μια πλευρά.
- 8) Εξαερισμός: φυσικός (δηλ. χωρίς ανεμιστήρα θερμοκηπίου), ο οποίος πραγματοποιήθηκε με ένα παράθυρα οροφής (χειροκίνητου συστήματος ανοίγματος) και δύο πλευρικά παράθυρα (αυτομάτου συστήματος ανοίγματος).

4.1.3 Οι απαιτούμενες χημικές ενώσεις και λιπάνσεις (πριν την μεταφύτευση)

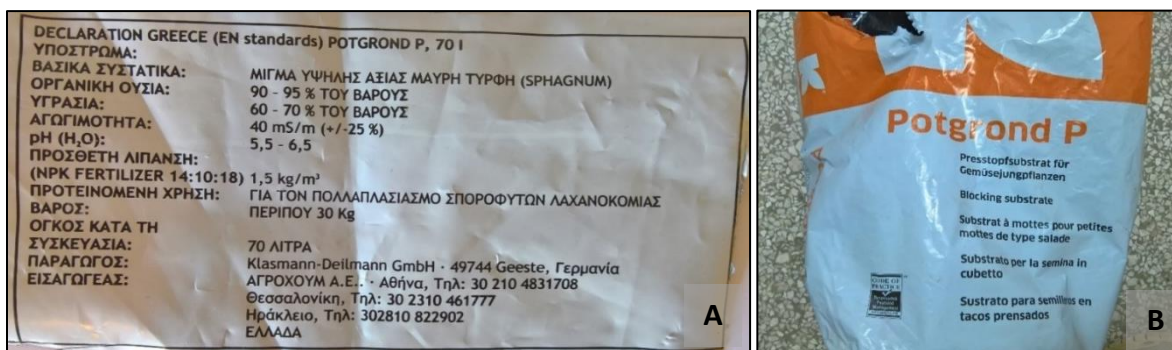
Τα φυτάρια τομάτας κατά την διάρκεια της ανάπτυξής τους μέσα στους δίσκους και τα κυπελάκια και μέχρι να πάρουν το επιθυμητό ύψος για την μεταφύτευση και την εφαρμογή των επεμβάσεων ποτίστηκαν ανά 5^ε ημέρες με ένα διαφυλλικό λίπασμα Nutrient Express (εταιρίας Miller Chemical & Fertilizer Corporation, χώρα παραγωγής την Γερμανία). Είναι ένα οργανικό λίπασμα περιεχομένου 18-18-18 (δηλ. με 18% του ολικού αζώτου, 18 % του πεντοξιδίου του φωσφόρου και 18 % του μονοξειδίου του καλίου), το οποίο περιέχει και θαλάσσια φύκη *Ascophyllum nodosum*.

Παρακάτω στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η εγγυημένη σύνθεση του λιπάσματος Nutrient Express 18-18-18.

Πίνακας 4.2: Η εγγυημένη σύνθεση του οργανικού λιπάσματος Nutrient Express (εταιρίας Miller Chemical & Fertilizer Corporation, χώρα παραγωγής την Γερμανία).	
Εγγυημένη σύνθεση:	
Ολικό άζωτο (N)	18%
Νιτρικό άζωτο (NO ₃ ⁻)	5,5%
Αμμωνιακό άζωτο (NH ₃)	4,9%
Ουρία (CO(NH ₂) ₂)	7,6%
Διαθέσιμος φωσφορος (P ₂ O ₅)	18%
Διαλυτο καλιο (K ₂ O)	18%
Ολικό Μαγνήσιο (Mg)	0,50%
Υδατοδιαλυτό Μαγνήσιο	0,50%
Βόριο (B)	0,02%
Χαλκός (Cu), Σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA	0,05%
Σίδηρος (Fe), Σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA	0,10%
Μαγγάνιο (Mn), Σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA	0,05%
Μολυβδαίνιο (Mo)	0,001%
Ψευδάργυρος (Zn), Σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA	0,05%

4.1.4 Το υπόστρωμα μεταφύτευσης

Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε για την μεταφύτευση των σποριόφυτων τομάτας, από τον δίσκο σε μεγαλύτερες γλάστρες αποτελούταν κυρίως ένα μείγμα μαύρης τύρφης, ονομασίας Potgrond P (εταιρίας Klasmann-Deilmann GmbH, με χώρα προέλευσης την Γερμανία). Εκτός από την μαύρη τύρφη στο υπόστρωμα προς μεταφύτευση προστέθηκε ξανθή τύρφη και περλίτης, σε ίση αναλογία (1:1), έτσι ώστε το τελικό μείγμα αποτελούταν από μαύρη τύρφη, ξανθή τύρφη και περλίτη, σε αντίστοιχη αναλογία 2:1:1.



Εικόνα 4.4: Απεικόνιση της ακριβής σύστασης (A) και της συσκευασίας (B) της μαύρης τύρφης Potgrond P (εταιρίας Klasmann-Deilmann GmbH®, με χώρα προέλευσης την Γερμανία). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.1.5 Τα υλικά και η διαδικασία μεταφύτευσης

Τα φυτάρια της τομάτας μεταφυτευτήκαν σε πλαστικές γλάστρες με όγκο χωρητικότητας 5L (δηλ. 5 λίτρων) και με διαστάσεις ύψους 19cm και πλάτους 22cm. Όλες οι γλάστρες με τα φυτά της κάθε επέμβασης γεμιστήκαν με το προετοιμασμένο υπόστρωμα ομοιόμορφα και τοποθετήθηκαν μέσα σε νάιλον θερμοκήπιο πάνω σε πλαστικά πιατάκια, για να μην έχουμε όσο το δυνατόν απώλεια του νερού άρδευσης, αλλά και για να έχουμε την ακριβέστερη εφαρμογή της κάθε επεμβάσεις του πειράματος.

Στο θερμοκήπιο οι γλάστρες με τα φυτά δεν τοποθετήθηκαν σε τυχαίες θέσεις, αλλά με τον προσανατολισμό από την Ανατολή προς την Δύση (δηλ. με τον μάρτυρα να είναι προς την κατεύθυνση της Ανατολής και η τελευταία επέμβαση να είναι προς την κατεύθυνση της Δύσης), έτσι ώστε όλα τα φυτά να δέχονται ομοιόμορφα το ηλιακό φως.

Στην συνέχεια, τα φυτά τομάτας τοποθετήθηκαν μέσα σε νάιλον θερμοκήπιο με κατάλληλες για την καλλιέργεια θερμοκρασία και υγρασία.

4.1.6 Οι επεμβάσεις του πειράματος

Μετά την μεταφύτευση των σπορόφυτων τομάτας από τον δίσκο ή τα κυπελάκια σε μεγάλες γλάστρες (όγκου 5L) και όταν αυτά αναπτύχθηκαν περίπου μέχρι τα 15 cm σε ύψος, ξεκίνησαν οι 3^{ης} διαφορετικές επεμβάσεις.

Οι 3^{ης} διαφορετικές επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την πειραματική καλλιέργεια σε φυτά τομάτας, αναφέρονται παρακάτω:

- Επέμβαση 1^η (NaCl):** Έγινε με ριζοπότισμα των φυτών με διαφορετικές συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (δηλ. 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM και 200 mM NaCl).
- Επέμβαση 2^η (NaCl & Milsana):** Έγινε με ριζοπότισμα των φυτών με διαφορετικές συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (δηλ. 0 mM, 70 mM και 140 mM NaCl) και παράλληλα διαφυλλικό ψέκασμα με φυτοπροστατευτικό σκεύασμα Milsana (0.0 % v/v, 0.5 % v/v, 1.0 % v/v, και 2.0 % v/v Milsana).

- c) **Επέμβαση 3^η (NaCl & Proline):** Έγινε με ριζοπότισμα των φυτών με διαφορετικές συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (δηλ. 0 mM, 70 mM και 140 mM NaCl) και παράλληλα διαφυλλικό ψέκασμα και ριζοπότισμα με το αμινοξύ L-Proline (δηλ. 0 mM, 50 mM και 100 mM L-Proline).

Στις επομένους παραγράφους γίνεται αναλυτική περιγραφή ξεχωριστά της κάθε επέμβασης, που εκτελέστηκαν κατά την πειραματική καλλιέργεια τομάτας.

4.1.6.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Για την 1^η επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες είχαν τις παρακάτω εμπορικές ονομασίες:

- 1) Υβρίδια τομάτας (F1):
 - a. Bobcat F1,
 - b. Faidra F1,
 - c. Lobello F1,
 - d. Rastony F1,
- 2) Ποικιλίες τομάτας:
 - a. Athina,
 - b. Pakmor,
 - c. Pomodoro,
 - d. Ντόπια κόκκινη.

Στον Πίνακα 4.3 αναφέρονται τα υβρίδια και οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν για την 1^η πειραματική επέμβαση, και οι αντίστοιχες παρτίδες φυτών, αριθμός φυτών ανά παρτίδα και αριθμός φυτών ανά ποικιλία. Καθώς αναφέρεται η ημερομηνία μεταφύτευσης και η ημερομηνία εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης.

Πίνακας 4.3: Τα υβρίδια τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν για την 1 ^η πειραματική επέμβαση, και οι αντίστοιχες παρτίδες φυτών, αριθμός φυτών ανά παρτίδα και αριθμός φυτών ανά ποικιλία.					
Υβρίδια και ποικιλίες της 1 ^{ης} επέμβασης:	Παρτίδες φυτών:	Αριθμός φυτών ανά παρτίδα:	Αριθμός φυτών ανά ποικιλία:	Ημ/νια μεταφύτευσης:	Ημ/νια εφαρμογής της 1 ^{ης} επέμβασης:
Bobcat F1	Group 1	5	10	20/03/17	30/03/17
	Group 2	5		20/03/17	30/03/17
Faidra F1	Group 1	5	20	20/03/17	30/03/17
	Group 2	5		20/03/17	30/03/17
	Group 3	5		20/03/17	30/03/17
	Group 4	5		20/03/17	30/03/17
Lobello F1	Group 1	5	20	20/03/17	30/03/17
	Group 2	5		20/03/17	30/03/17
	Group 3	5		20/03/17	30/03/17
	Group 4	5		20/03/17	30/03/17
Rastony F1	Group 1	5	30	20/03/17	30/03/17

	Group 2	5		20/03/17	30/03/17
	Group 3	5		20/03/17	30/03/17
	Group 4	5		20/03/17	30/03/17
	Group 5	5		20/03/17	30/03/17
	Group 6	5		20/03/17	30/03/17
Athina	Group 1	5	10	20/03/17	30/03/17
	Group 1	5		20/03/17	30/03/17
Pakmor	Group 1	5	30	20/03/17	30/03/17
	Group 2	5		20/03/17	30/03/17
	Group 3	5		20/03/17	30/03/17
	Group 4	5		20/03/17	30/03/17
	Group 5	5		20/03/17	30/03/17
	Group 6	5		20/03/17	30/03/17
Pomodoro	Group 1	5	15	20/03/17	30/03/17
	Group 2	5		20/03/17	30/03/17
	Group 3	5		20/03/17	30/03/17
Ντόπια κόκκινη	Group 1	5	15	20/03/17	30/03/17
	Group 2	5		20/03/17	30/03/17
	Group 3	5		20/03/17	30/03/17
Συνολικός αριθμός φυτών της 1^{ης} επέμβασης:			150		

Στα παραπάνω φυτά τομάτας, της 1^{ης} επέμβασης, εκτελέστηκαν οι παρακάτω επεμβάσεις:

- Άρδευση με διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl, όπως:
 - a) 0 mM NaCl,
 - b) 50 mM NaCl,
 - c) 100 mM NaCl,
 - d) 150 mM NaCl,
 - e) 200 mM NaCl.

Στον Πίνακα 4.4 αναφέρονται οι τελικές συγκεντρώσεις του NaCl που εφαρμόστηκαν με άρδευση ανά την κάθε επέμβαση.

Πίνακας 4.4: Οι τελικές επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του χλωριούχου νατρίου (NaCl) που εφαρμόστηκε με άρδευση στα φυτά τομάτας της 1 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις του NaCl ανά επέμβαση (mM):
*Control	0 mM NaCl (dH ₂ O)
Sodium chloride 1 (NaCl 1)	50 mM NaCl
Sodium chloride 2 (NaCl 2)	100 mM NaCl
Sodium chloride 3 (NaCl 3)	150 mM NaCl
Sodium chloride 4 (NaCl 4)	200 mM NaCl
Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και σε κάθε παρτίδα φυτών αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.	

Τα παραπάνω φυτά τομάτας αρδεύτηκαν με NaCl ανά κάθε 4 ημέρες. Τα φυτά μάρτυρες αρδεύτηκαν με αποταγμένο νερό.

4.1.6.2 Επέμβαση 2^η: NaCl & Milsana

Για την 2^η επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν μόνο υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες είχαν τις παρακάτω εμπορικές ονομασίες:

- a) Bobcat F1,
- b) Ebia F1,
- c) Elpida F1,
- d) Ekstasis F1,
- e) Formula F1,
- f) Faidra F1.

Στον Πίνακα 4.5 αναφέρονται τα υβρίδια που χρησιμοποιήθηκαν για την 2^η πειραματική επέμβαση, και οι αντίστοιχες παρτίδες φυτών, αριθμός φυτών ανά παρτίδα και αριθμός φυτών ανά ποικιλία. Καθώς αναφέρεται η ημερομηνία μεταφύτευσης και η ημερομηνία εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης.

Πίνακας 4.5: Τα υβρίδια τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν για την 2 ^η πειραματική επέμβαση, και οι αντίστοιχες παρτίδες φυτών, αριθμός φυτών ανά παρτίδα και αριθμός φυτών ανά ποικιλία.					
Υβρίδια της 2 ^{ης} επέμβασης:	Παρτίδες φυτών:	Αριθμός φυτών ανά παρτίδα:	Αριθμός φυτών ανά ποικιλία:	Ημ/νια μεταφύτευσης:	Ημ/νια εφαρμογής της 1 ^{ης} επέμβασης:
Bobcat F1	Group 1	9	36	15/04/17	25/04/17
	Group 2	9		15/04/17	25/04/17
	Group 3	9		15/04/17	25/04/17
	Group 4	9		15/04/17	25/04/17
Ebia F1	Group 1	9	18	15/04/17	25/04/17
	Group 2	9		15/04/17	25/04/17
Elpida F1	Group 1	9	54	15/04/17	25/04/17
	Group 2	9		15/04/17	25/04/17
	Group 3	9		15/04/17	25/04/17
	Group 4	9		15/04/17	25/04/17
	Group 5	9		15/04/17	25/04/17
	Group 6	9		15/04/17	25/04/17
Ekstasis F1	Group 1	9	18	15/04/17	25/04/17
	Group 2	9		15/04/17	25/04/17
Faidra F1	Group 1	9	18	15/04/17	25/04/17
	Group 2	9		15/04/17	25/04/17
Formula F1	Group 1	9	18	15/04/17	25/04/17
	Group 2	9		15/04/17	25/04/17
Συνολικός αριθμός φυτών της 2^{ης} επέμβασης:			162		

Στα παραπάνω φυτά, της 2^{ης} επέμβασης, εκτελέστηκαν τα παρακάτω:

- a) Άρδευση με διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl, όπως:
 - a. 0 mM NaCl,
 - b. 70 mM NaCl,
 - c. 140 mM NaCl,

- b) Διαφυλλικό ψέκασμα με διαφορετικές συγκεντρώσεις φυτοπροστατευτικού σκευάσματος Milsana, όπως:
- 0.0 % v/v Milsana,
 - 0.5 % v/v Milsana,
 - 1.0 % v/v Milsana,
 - 2.0 % v/v Milsana.

Στον Πίνακα 4.6 αναφέρονται οι συγκεντρώσεις του NaCl που εφαρμόστηκε με άρδευση ανά κάθε επέμβαση και στον Πίνακα 4.7 αναφέρονται οι συγκεντρώσεις της Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα ανά κάθε επέμβαση. Στον Πίνακα 4.8 αναφέρονται οι τελικές συγκεντρώσεις του NaCl και Milsana που εφαρμόστηκαν ανά κάθε επέμβαση.

Πίνακας 4.6: Οι επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του χλωριούχου νατρίου (NaCl) που εφαρμόστηκε με άρδευση στα φυτά τομάτας της 2 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις του NaCl ανά επέμβαση (σε mM):
*Control	0 mM NaCl (H ₂ O)
Sodium chloride 1 (NaCl 1)	70 mM NaCl
Sodium chloride 2 (NaCl 2)	140 mM NaCl

Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και σε κάθε παρτίδα φυτών αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.

Πίνακας 4.7: Οι επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις της Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα στα φυτά τομάτας της 2 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις της Milsana ανά επέμβαση (σε % v/v):
*Control	0.0 % v/v Milsana (H ₂ O)
Milsana 1 (M1)	0.5 % v/v Milsana
Milsana 1 (M 1)	1.0 % v/v Milsana
Milsana 1 (M 1)	2.0 % v/v Milsana

Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και σε κάθε παρτίδα φυτών αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.

Πίνακας 4.8: Οι τελικές επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του NaCl και Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα στα φυτά τομάτας της 2 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις του NaCl και της Milsana ανά επέμβαση (σε mM):
*Control	H ₂ O
NaCl 1	70 mM NaCl
NaCl 1 + Milsana 1 (NaCl1 + M1)	70 mM NaCl + 0.5 % v/v Milsana
NaCl 1 + Milsana 2 (NaCl1 + M2)	70 mM NaCl + 1.0 % v/v Milsana
NaCl 1 + Milsana 3 (NaCl1 + M3)	70 mM NaCl + 2.0 % v/v Milsana
NaCl 2	140 mM NaCl
NaCl 2 + Milsana 1 (NaCl2 + M1)	140 mM NaCl + 0.5 % v/v Milsana
NaCl 2 + Milsana 2 (NaCl2 + M2)	140 mM NaCl + 1.0 % v/v Milsana
NaCl 2 + Milsana 3 (NaCl2 + M3)	140 mM NaCl + 2.0 % v/v Milsana

Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και σε κάθε παρτίδα φυτών αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.

Τα παραπάνω φυτά τομάτας αρδεύτηκαν με NaCl ανά κάθε 4 ημέρες και ψεκάστηκαν με φυτοπροστατευτικό σκεύασμα Milsana ανά κάθε 7 ημέρες. Τα φυτά μάρτυρες αρδεύτηκαν με αποταγμένο νερό.

4.1.6.3 Επέμβαση 3^η: NaCl & L-Proline

Για την 3^η επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες είχαν τις παρακάτω εμπορικές ονομασίες:

- a) Ebia F1,
- b) Elpida F1,
- c) Faidra F1.

Στον Πίνακα 4.9 αναφέρονται τα υβρίδια που χρησιμοποιήθηκαν για την 3^η πειραματική επέμβαση, και οι αντίστοιχες παρτίδες φυτών, αριθμός φυτών ανά παρτίδα και αριθμός φυτών ανά ποικιλία. Καθώς αναφέρεται η ημερομηνία μεταφύτευσης και η ημερομηνία εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης.

Πίνακας 4.9: Τα υβρίδια τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν για την 3 ^η πειραματική επέμβαση, και οι αντίστοιχες παρτίδες φυτών, αριθμός φυτών ανά παρτίδα και αριθμός φυτών ανά ποικιλία.					
Υβρίδια της 3^{ης} επέμβασης:	Παρτίδες φυτών:	Αριθμός φυτών ανά παρτίδα:	Αριθμός φυτών ανά ποικιλία:	Ημ/νια μεταφύτευσης:	Ημ/νια εφαρμογής της 1^{ης} επέμβασης:
Ebia F1	Group 1	5	10	20/04/17	30/04/17
	Group 2	5		20/04/17	30/04/17
Elpida F1	Group 1	5	10	20/04/17	30/04/17
	Group 2	5		20/04/17	30/04/17
Faidra F1	Group 1	5	10	20/04/17	30/04/17
	Group 2	5		20/04/17	30/04/17
Συνολικός αριθμός φυτών της 3^{ης} επέμβασης:			30		

Στα παραπάνω φυτά, της 2^{ης} επέμβασης, εκτελέστηκαν τα παρακάτω:

- a) Άρδευση με διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl, όπως:
 - a. 0 mM NaCl,
 - b. 50 mM NaCl,
 - c. 100 mM NaCl.
- b) Άρδευση και διαφυλλικό ψέκασμα με διαφορετικές συγκεντρώσεις του αμινοξέος L-Proline, όπως:
 - a. 0 mM L-Proline,
 - b. 1 mM L-Proline,
 - c. 5 mM L-Proline.

Στον Πίνακα 4.10 αναφέρονται οι συγκεντρώσεις του NaCl που εφαρμόστηκε με άρδευση ανά κάθε επέμβαση και στον Πίνακα 4.11 αναφέρονται οι συγκεντρώσεις του L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση ανά κάθε επέμβαση. Στον Πίνακα 4.12

αναφέρονται οι τελικές συγκεντρώσεις του NaCl και L-Proline που εφαρμοστήκαν ανά κάθε επέμβαση.

Πίνακας 4.10: Οι επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του χλωριούχου νατρίου (NaCl) που εφαρμόστηκε με άρδευση στα φυτά τομάτας της 3 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	Συγκεντρώσεις του NaCl ανά επέμβαση (σε mM):
*Control	0 mM NaCl (H ₂ O)
Sodium chloride 1 (NaCl 1)	50 mM NaCl
Sodium chloride 2 (NaCl 2)	100 mM NaCl
Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και σε κάθε παρτίδα φυτών αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.	

Πίνακας 4.11: Οι επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση στα φυτά τομάτας της 3 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις της Milsana ανά επέμβαση (σε mM):
*Control	0 mM L-Pro (H ₂ O)
NaCl 1 + L-Proline 1 (NaCl 1 + L-Pro 1)	1 mM L-Pro
NaCl 2 + L-Proline 2 (NaCl 2 + L-Pro 2)	5 mM L-Pro
Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και σε κάθε παρτίδα φυτών αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.	

Πίνακας 4.12: Οι τελικές επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του NaCl και L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση στα φυτά τομάτας της 3 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις του NaCl και της L-Proline ανά επέμβαση (σε mM):
*Control	H ₂ O
NaCl 1	50 mM NaCl
NaCl 1 + L-Proline 1 (NaCl 1 + L-Pro 1)	50 mM NaCl + 1 mM L-Pro
NaCl 2	100 mM NaCl
NaCl 2 + L-Proline 2 (NaCl 2 + L-Pro 2)	100 mM NaCl + 5 mM L-Pro
Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και σε κάθε παρτίδα φυτών αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.	































Τα παραπάνω φυτά τομάτας αρδεύτηκαν με NaCl ανά κάθε 4 ημέρες και ψεκάστηκαν και αρδεύτηκαν με το αμινοξύ L-Proline ανά κάθε 7 ημέρες. Τα φυτά μάρτυρες αρδεύτηκαν με αποταγμένο νερό.

Παρακάτω στις Εικόνες από 4.2 έως 4.5 απεικονίζεται ο τρόπος διάταξης (τοποθέτησης) των φυτών τομάτας κατά την εκτέλεση των 3^{ων} πειραματικών επεμβάσεων.

➤ **Επέμβαση 1^η: NaCl**

Κατά την άρδευση των φυτών τομάτας με το χλωριούχο νάτριο (NaCl), τα φυτά τοποθετήθηκαν με την συγκεκριμένη σειρά, ξεκινώντας από τον μάρτυρα και πηγαίνοντας προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl (δηλ. Control => NaCl 4), όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.5.



















Εικόνα 4.5: Συγκεκριμένη τοποθέτηση των φυτών τομάτας κατά την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης (NaCl).

ΠΑΡΤΙΑΕΣ ΦΥΤΩΝ						ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	
Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6		
							Control
							NaCl 1 (50 mM NaCl)
							NaCl 2 (100 mM NaCl)
							NaCl 3 (150 mM NaCl)
						NaCl 4 (200 mM NaCl)	

➤ **Επέμβαση 2^η: NaCl & Milsana**











Κατά την άρδευση των φυτών τομάτας με το χλωριούχο νάτριο (NaCl) και την ταυτόχρονη διαφυλλική εφαρμογή με το φυτικό εκχύλισμα Milsana, τα φυτά τοποθετήθηκαν με την συγκεκριμένη σειρά, ξεκινώντας από τον μάρτυρα και πηγαίνοντας προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl και Milsana (δηλ. Control => NaCl 2 + M 3), όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.6.

Εικόνα 4.6: Συγκεκριμένη τοποθέτηση των φυτών τομάτας κατά την εφαρμογή της 2^{ης} επέμβασης (NaCl & Milsana).

ΠΑΡΤΙΑΕΣ ΦΥΤΩΝ		ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	
Group 1	Group 2		
			Control
			NaCl 1 (70 mM NaCl)
			NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)
			NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)
			NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)
			NaCl 2 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)
			NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)
		NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	
		NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	

➤ Επέμβαση 3^η: NaCl & L-Proline

Κατά την άρδευση των φυτών τομάτας με το χλωριούχο νάτριο (NaCl) και την ταυτόχρονη διαφυλλική εφαρμογή (και άρδευση) με το αμινοξύ L-Proline, τα φυτά τοποθετήθηκαν με την συγκεκριμένη σειρά, ξεκινώντας από τον μάρτυρα και πηγαίνοντας προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl και L-Proline (δηλ. Control => NaCl 2 + L-Pro 2), όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.7.

Εικόνα 4.7: Συγκεκριμένη τοποθέτηση των φυτών τομάτας κατά την εφαρμογή της 3 ^{ης} επέμβασης (NaCl & L-Proline).		
ΠΑΡΤΙΔΕΣ ΦΥΤΩΝ		
Group 1	Group 2	
		Control
		NaCl 1 (50 mM NaCl)
		NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)
		NaCl 2 (100 mM NaCl)
		NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)



Εικόνα 4.8: Σπορόφυτα τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1 σε δίσκο μεταφυτεύσεως (A). Φυτά τομάτας υβριδίου Formula F1, μετά μεταφύτευσης, υποστύλωσης και τοποθέτησης στο θερμοκήπιο (κατά την συγκεκριμένη σειρά για την εφαρμογή των 3^{ων} επεμβάσεων) (B).

4.2 Η μέθοδος καλλιέργειας

4.2.1 Οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την καλλιεργητική περίοδο

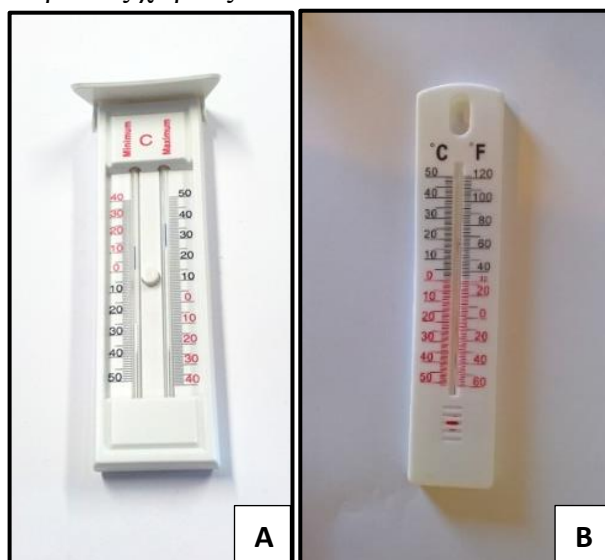
Οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την καλλιεργητική περίοδο των φυτών, είναι πολύ σημαντικό να διατηρούνται στα άριστα (optimum) επίπεδα, και η παρακολούθησή τους αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την σωστή πραγματοποίηση του πειράματος (Ολυμπίου, 2001). Για τον λόγο αυτό, κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας τομάτας, σε καθημερινή βάση ελεγχόταν οι παρακάτω περιβαλλοντικές συνθήκες:

- Η θερμοκρασία.
- Ο φωτισμός.
- Η υγρασία εδάφους.

4.2.1.1 Η θερμοκρασία

Η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας ελεγχόταν σε καθημερινή βάση και καταγραφόταν ανά διαστήματα των 7^α ημερών. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας γινόταν στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου και στον εξωτερικό κοντά στο θερμοκήπιο χώρο.

Η θερμοκρασία στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου ελεγχόταν με την βοήθεια δυο κοινών θερμόμετρων οινόπνευματος μεγίστου-ελαχίστου (αγγλ. Min-Max), προοριζόμενα ειδικά για τα θερμοκήπια. Τα θερμόμετρα αυτά τοποθετήθηκαν σε δυο διαφορετικά σημεία του θερμοκηπίου, έτσι ώστε να έχουν απόσταση περίπου μεταξύ τους 10 m. Η θερμοκρασία στο εξωτερικό κοντά στο θερμοκήπιο χώρο ελεγχόταν με την βοήθεια ενός κοινού θερμόμετρου οινόπνευματος, προοριζόμενου για εξωτερικούς χώρους.

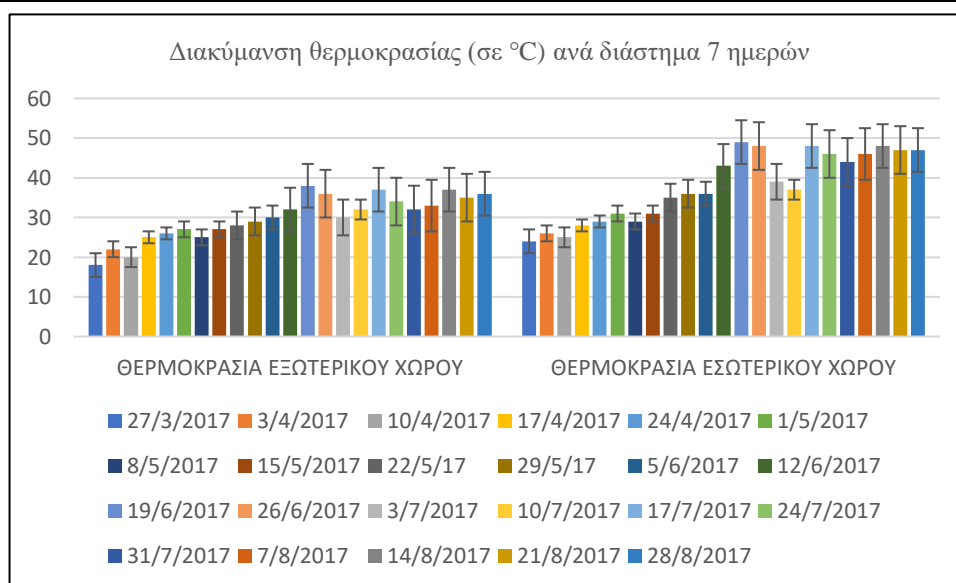


Εικόνα 4.9: Απεικόνιση του κοινού θερμόμετρου οινόπνευματος μεγίστου-ελαχίστου, προοριζόμενου για τα θερμοκήπια (A) και του κοινού θερμόμετρου οινόπνευματος, προοριζόμενου για εξωτερικούς χώρους (B). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Στον Πίνακα 4.13 και στο Διάγραμμα 4.1 αναφέρονται οι θερμοκρασίες εσωτερικού χώρου του θερμοκηπίου και εξωτερικού κοντά σε θερμοκήπιο χώρο, οι οποίες διακυμάνθηκαν σε διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου, μετρούμενες ανά διάστημα των 7^α ημερών.

Πίνακας 4.13: Οι ημερομηνίες μέτρησης και οι αντίστοιχες θερμοκρασίες (σε βαθμούς Κελσίου, °C) στο εσωτερικό και στο εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου.

Ημερομηνία μέτρησης:	Θερμοκρασία (σε βαθμούς °C):	
	Εξωτερικός χώρος:	Εσωτερικός χώρος:
27 Μαρτίου 2017	18 ± 3	24 ± 5
03 Απριλίου 2017	22 ± 3	26 ± 5
10 Απριλίου 2017	20 ± 3	25 ± 5
17 Απριλίου 2017	25 ± 3	28 ± 5
24 Απριλίου 2017	26 ± 3	29 ± 5
01 Μαΐου 2017	27 ± 3	31 ± 5
08 Μαΐου 2017	25 ± 3	29 ± 5
15 Μαΐου 2017	27 ± 3	31 ± 5
22 Μαΐου 2017	28 ± 3	35 ± 5
29 Μαΐου 2017	29 ± 3	36 ± 5
5 Ιουνίου 2017	30 ± 3	36 ± 5
12 Ιουνίου 2017	32 ± 3	43 ± 5
19 Ιουνίου 2017	38 ± 3	49 ± 5
26 Ιουλίου 2017	36 ± 3	48 ± 5
3 Ιουλίου 2017	30 ± 3	39 ± 5
10 Ιουλίου 2017	32 ± 3	37 ± 5
17 Ιουλίου 2017	37 ± 3	48 ± 5
24 Ιουλίου 2017	34 ± 3	46 ± 5
31 Αυγούστου 2017	32 ± 3	44 ± 5
07 Αυγούστου 2017	33 ± 3	46 ± 5
14 Αυγούστου 2017	37 ± 3	48 ± 5
21 Αυγούστου 2017	35 ± 3	47 ± 5
28 Αυγούστου 2017	36 ± 3	47 ± 5



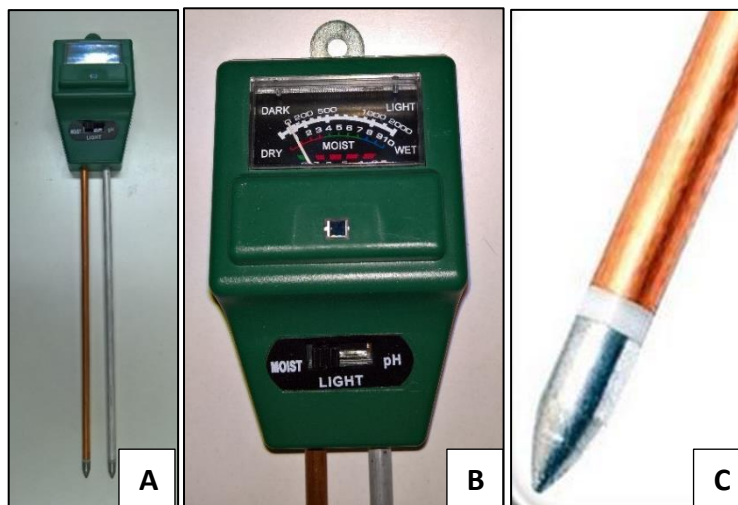
Διάγραμμα 4.1: Οι ημερομηνίες μέτρησης και οι αντίστοιχες θερμοκρασίες (σε βαθμούς Κελσίου, °C) στο εξωτερικό και στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου.

4.2.1.2 Η υγρασία εδάφους

Η υγρασία εδάφους ελεγχόταν σε καθημερινή βάση και ειδικότερα πριν την άρδευση των φυτών με εφαρμογή των διαφόρων επεμβάσεων.

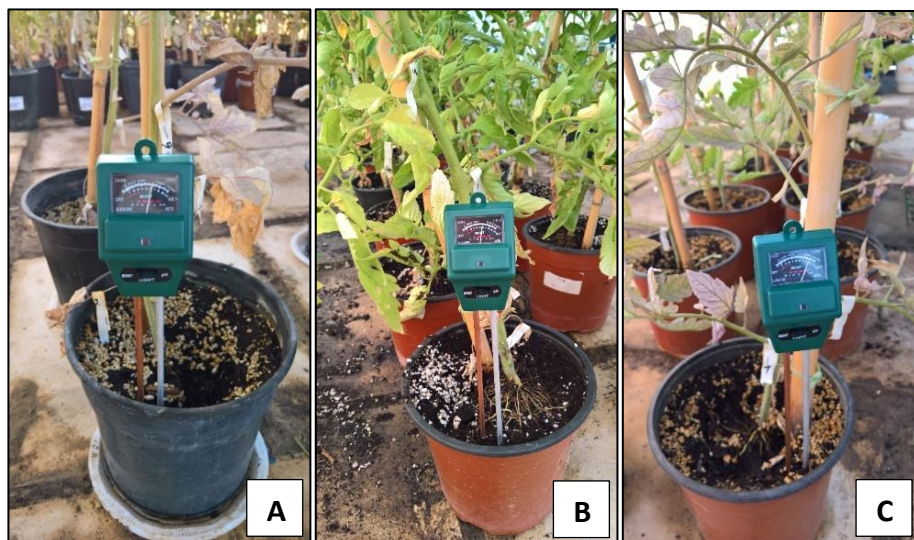
Ο έλεγχος της υγρασία εδάφους πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια τριών αναλογικών υγρασιόμετρων εδάφους. Το υγρασιόμετρο εδάφους φέρει δυο ηλεκτρόδια, το ένα από τα οποία είναι υπεύθυνο για την μέτρηση της υγρασίας και το άλλο για την μέτρηση του pH του εδάφους. Οι τιμές των ενδείξεων του υγρασιόμετρου δεν είναι ακριβές, αλλά μπορούν να μας βοηθήσουν στο να καταλάβουμε κατά προσέγγιση την υγρασία του ριζοστρώματος των φυτών. Ο προσδιορισμός της υγρασίας του εδάφους γίνεται με την ένδειξη της βελόνας που βρίσκεται στην οθόνη του υγρασιόμετρου. Η οθόνη του υγρασιόμετρου έχει μια διαβάθμιση με αριθμούς, οι οποίοι ξεκινούν από το 1 (δηλ. 10% εδαφική υγρασία) και φτάνει μέχρι το 10 (δηλ. 100% εδαφική υγρασία), και οι οποίοι αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

- Όταν η βελόνα βρίσκεται σε ένδειξη Ξηρό (αγγλ. Dry, δηλ. από το 1 μέχρι το 3): αυτό σημαίνει ότι το έδαφος έχει ελάχιστη υγρασία (δηλ. περίπου 10-30 %) και έτσι πρέπει να αρδευτεί.
- Όταν η βελόνα βρίσκεται σε ένδειξη Υγρό (αγγλ. Moist, δηλ. από το 4 μέχρι το 7): αυτό σημαίνει ότι το έδαφος έχει κανονική υγρασία (δηλ. περίπου 40-70 %) και έτσι δεν χρειάζεται να αρδευτεί.
- Όταν η βελόνα βρίσκεται σε ένδειξη Υγρό (αγγλ. Moist, δηλ. από το 4 μέχρι το 7): αυτό σημαίνει ότι το έδαφος έχει κανονική υγρασία (δηλ. περίπου 40-70 %) και έτσι δεν χρειάζεται να αρδευτεί.



Εικόνα 4.10: Απεικόνιση του κοινού υγρασιόμετρου εδάφους με δυο ηλεκτρόδια για την μέτρηση του pH και της υγρασίας (A), της οθόνης ένδειξης του υγρασιόμετρου (B) και του ηλεκτροδίου για την μέτρηση της υγρασίας (C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας, για τον αποτελεσματικότερο έλεγχο και τον προγραμματισμό της άρδευσης των φυτών, τα 3^α υγρασίμετρα τοποθετήθηκαν στο έδαφος της γλάστρας του μάρτυρα και των 3^{ων} αντίστοιχων επεμβάσεων.



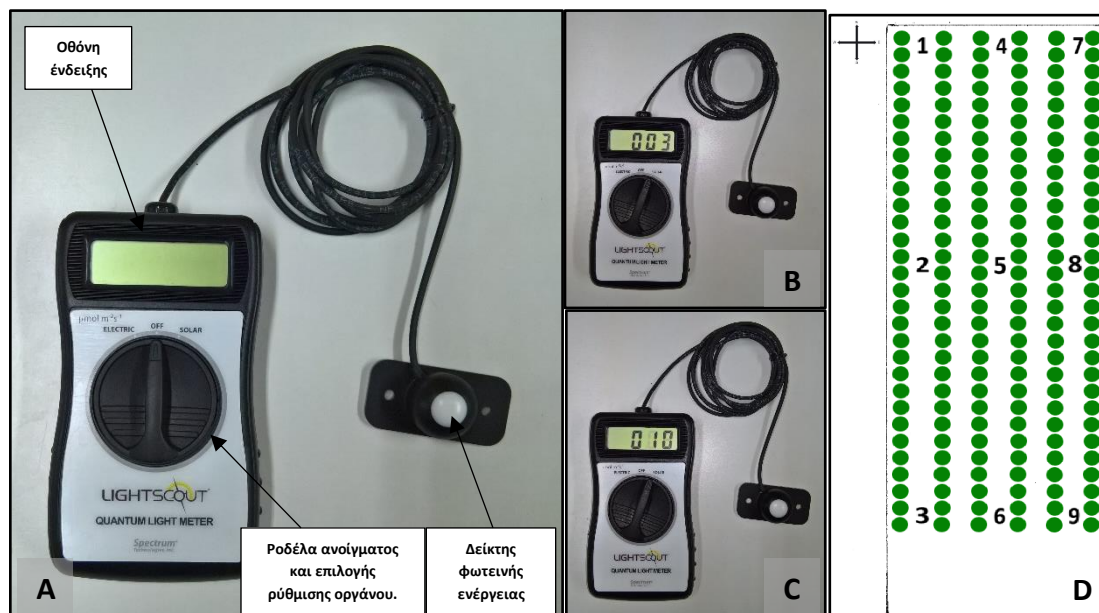
Εικόνα 4.11: Απεικόνιση του κοινού υγρασιόμετρου εδάφους τοποθετημένου στο έδαφος της γλάστρας του μάρτυρα των 3^{ων} διαφορετικών επεμβάσεων. **A:** Μάρτυρας επέμβασης 1^{ης}: NaCl. **B:** Μάρτυρας επέμβασης 2^{ης}: NaCl + Milsana. **C:** Μάρτυρας επέμβασης 3^{ης}: NaCl + L-Proline. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.2.1.3 Ο φωτισμός

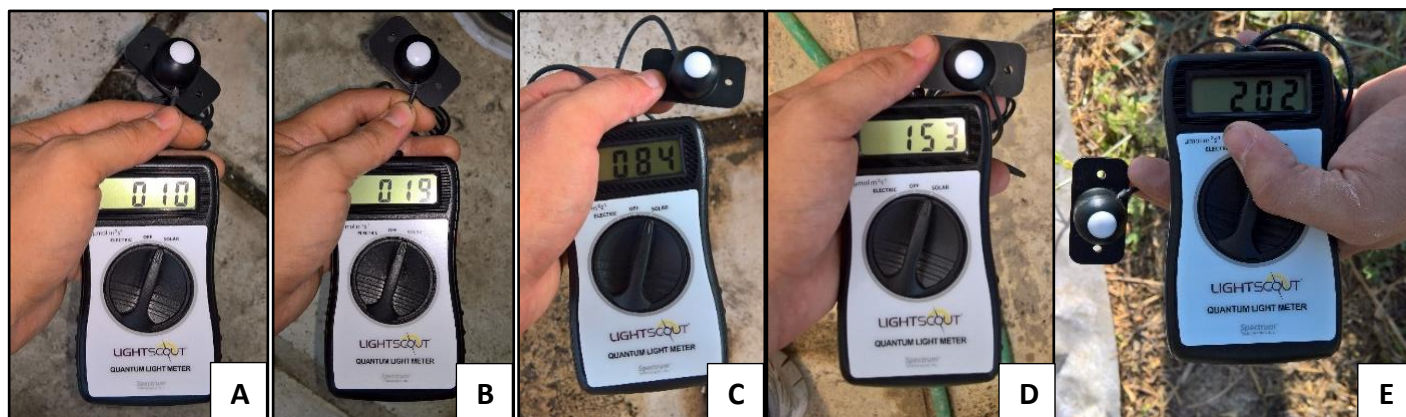
Ο φωτισμός κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας ελεγχόταν και καταγραφόταν ανά διάστημα των 7^α ημερών στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου και στον εξωτερικό κοντά στο θερμοκηπιακό χώρο.

Ο φωτισμός στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου δεν ελεγχόταν σε τυχαία σημεία, αλλά σε 9^α συγκεκριμένα σημεία του θερμοκηπίου, κατά μήκος των σειραδίων των φυτών της κάθε επέμβασης (δηλ. από Ανατολή προς την Δύση), ανάλογα με τον προσανατολισμό τοποθέτησης και μετά από κάθε τέσσερις σειρές. Ο φωτισμός στο εξωτερικό κοντά στο θερμοκήπιο χώρο ελεγχόταν σε 2^ο μόνο σημεία.

Ο φωτισμός ελεγχόταν με ένα ειδικό φωτόμετρο, το Light Scout Quantum Meters (εταιρίας Spectrum Technologies[®], μοντέλου Light Scout, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ). Το φωτόμετρο αυτό μετράει την φωτοσυνθετική ακτινοβολία (PAR), που χρησιμοποιούν τα φυτά για την φωτοσύνθεση τους και η οποία κυμαίνεται μεταξύ των 400-700 nm. Το φωτόμετρο αποδείχνει τις τιμές στην οθόνη σε $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.



Εικόνα 4.12: Απεικόνιση του φωτόμετρου και των μερών του (A), της διαφορετικής ένδειξης σε φωτόμετρο (B, C) και της δειγματοληψίας ανάμεσα των σειραδίων σε φυτά τομάτας. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 4.13: Απεικόνιση της διαδικασίας μέτρησης με το φωτόμετρο και η αντίστοιχη τιμή της φωτεινότητας σε διαφορετικά σημεία του θερμοκηπίου (A-E). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

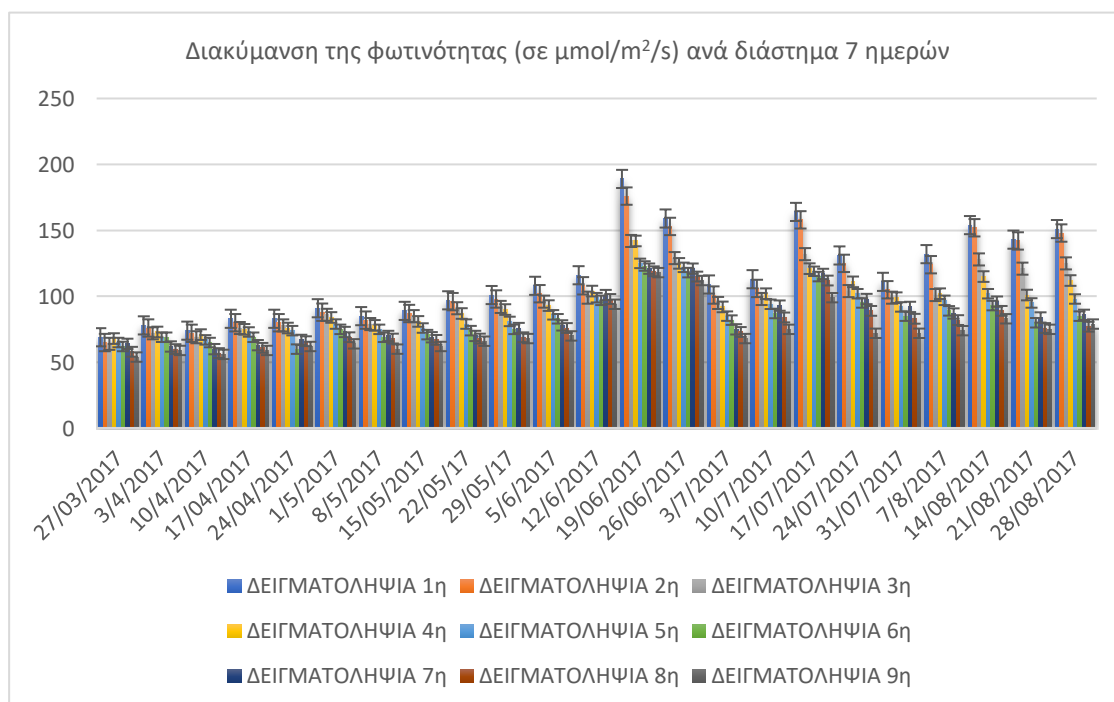
Πίνακας 4.14: Τεχνικά χαρακτηριστικά και η αντίστοιχη περιγραφή του φωτόμετρου Light Scout Quantum Meters (εταιρίας Spectrum Technologies®, μοντέλου Light Scout, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ)

Τεχνικά χαρακτηριστικά:	Περιγραφή:
Μέτρα φωτοσυνθετική ακτινοβολία (PAR):	400 - 700 nm
Εύρος μέτρησης:	0 - 2.000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
Άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά: Διατίθεται σε μια ποικιλία διαμορφώσεων για την εξυπηρέτησή σας	

Παρακάτω στον Πίνακα 4.15 και στο Διάγραμμα 4.2 αναφέρονται οι αντίστοιχες τιμές του φωτόμετρου στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου, οι οποίες διακυμάνθηκαν σε διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου, μετρούμενες ανά διάστημα των 7^α ημερών.

Πίνακας 4.15: Οι ημερομηνίες μέτρησης και οι αντίστοιχες θερμοκρασίες τιμές του φωτόμετρου (σε $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

Ημερομηνία μέτρησης:	Εσωτερικός χώρος:								
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η
27 Μαρτίου 2017	69	65	64	68	65	62	64	58	54
03 Απριλίου 2017	78	76	72	73	69	69	62	60	59
10 Απριλίου 2017	74	72	69	71	67	65	60	57	56
17 Απριλίου 2017	83	80	76	75	73	69	63	61	59
24 Απριλίου 2017	83	80	78	76	74	60	67	66	62
01 Μαΐου 2017	91	88	86	84	79	75	73	69	64
08 Μαΐου 2017	85	82	79	78	75	69	70	68	60
15 Μαΐου 2017	89	87	85	81	76	71	69	67	62
22 Μαΐου 2017	97	96	91	87	79	74	70	68	66
29 Μαΐου 2017	101	98	92	90	81	75	76	69	68
5 Ιουνίου 2017	108	102	96	93	86	83	78	76	70
12 Ιουνίου 2017	116	108	99	104	99	97	101	98	94
19 Ιουνίου 2017	189	176	142	142	125	123	121	119	118
26 Ιουλίου 2017	159	153	129	125	122	118	121	115	112
3 Ιουλίου 2017	109	101	95	92	85	82	75	73	68
10 Ιουλίου 2017	113	106	98	102	94	87	93	84	75
17 Ιουλίου 2017	164	158	132	121	119	115	117	112	99
24 Ιουλίου 2017	131	125	104	111	102	95	98	89	72
31 Αυγούστου 2017	111	105	99	99	92	85	92	83	72
07 Αυγούστου 2017	132	124	101	102	97	89	87	82	74
14 Αυγούστου 2017	154	152	128	115	102	93	96	89	83
21 Αυγούστου 2017	143	142	121	101	95	80	84	76	75
28 Αυγούστου 2017	151	148	125	112	98	85	86	77	79



Διάγραμμα 4.2: Οι ημερομηνίες μέτρησης και η αντίστοιχη φωτεινότητα (σε $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου.

4.2.2 Οι καλλιεργητικές φροντίδες

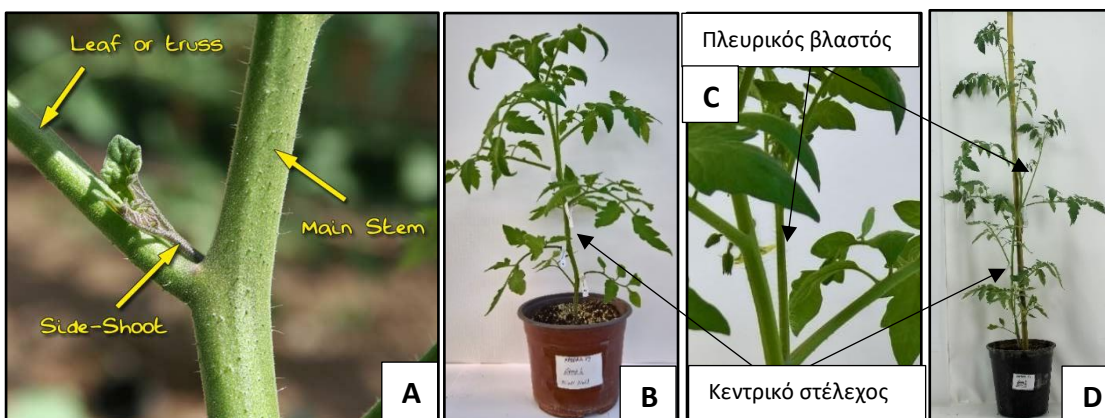
Οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι εργασίες που γίνονται κατά την καλλιεργητική περίοδο των φυτών, με συνέπεια και αυστηρή επίβλεψη, και η εφαρμογή τους αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την σωστή πραγματοποίηση του πειράματος. Η χρησιμότητά των καλλιεργητικών φροντίδων είναι πολλαπλή, και έχει ως κύριους στόχους:

- Την εξασφάλιση της ομοιογένειας.
- Την εξισορρόπηση του φυτού.
- Την εξασφάλιση του καλύτερου φωτισμού και αερισμού.
- Την διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών.

Στις παρακάτω παραγράφους αναφέρονται με μια σύντομη περιγραφή όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες που ακολουθήθηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας, σύμφωνα οι οδηγίες όπως περιγράφονται από τον καθηγητή Χ. Ολύμπιο, με ελάχιστες παραλλαγές (Ολύμπιου, 2001).

4.2.2.1 Το κλάδεμα (βλαστολόγημα)

Όταν τα φυτά τομάτας φυτρώσουν και αναπτυχθούν από σπορόφυτα σε ύψος μέχρι και 10 cm, έχουμε την οριζοντιοποίηση των κοτυληδόνων και μετά από λίγες ημέρες αρχίζει να αναπτύσσεται το κεντρικό στέλεχος. Το κεντρικό στέλεχος φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οι οφθαλμοί που δίνουν τους πλευρικούς βλαστούς (ή αλλιώς πλάγιους βλαστούς). Η τομάτα, ανάλογα πάντα με την ποικιλία, έχει την τάση εκτός από τον κεντρικό βλαστό να σχηματίζει και πολλούς πλευρικούς βλαστούς. Οι πλευρικοί βλαστοί που βρίσκονται κοντά στην κορυφή του φυτού, είναι τόσο ζωντοί, που με δυσκολία διακρίνεται ο κεντρικός και ο πλευρικός βλαστός. Όταν το μήκος των πλευρικών βλαστών φτάσει περίπου τα 5-10 cm, πρέπει να αφαιρούνται μερική ή όλοι και να διαμορφώνεται το φυτό τομάτας σε μονοστέλεχο ή πολυστέλεχο σύστημα, ανάλογα πάντα με την ποικιλία. Η διαδικασία αυτή της αφαίρεσης των πλευρικών βλαστών, λέγεται βλαστολόγημα και γίνεται για να αποδώσει το φυτό την μεγαλύτερη παραγωγή μόνο στο κύριο στέλεχος (Ολύμπιου, 2001).



Εικόνα 4.14: Απεικόνιση του κεντρικού στελέχους και των πλευρικών βλαστών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **A:** Επεξήγηση των μερών στα αγγλικά. **B:** Σε ποικιλία Faidra F1. **D:** Σε ποικιλία Elrida F1. (Λήψη φωτογραφίας B,C,D με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Κατά την πειραματική καλλιέργεια τα φυτά τομάτας διαμορφώθηκαν με το μονοστέλεχο ή δυστέλεχο σύστημα, ανάλογος με τον τρόπο βλάστησης του αντίστοιχου υβριδίου ή της ποικιλίας. Η διαδικασία του βλαστολογήματος γινόταν όταν το μήκος των πλευρικών βλαστών έφτανε περίπου τα 5-10 cm. Η αφαίρεση των νεαρών πλευρικών βλαστών έγινε πολύ εύκολα με το χέρι, γιατί είναι τρυφεροί και εύθραυστοι. Έτσι, κόβονται εύκολα με πίεση μεταξύ αντίχειρός και δείκτη του χεριού και με ταυτόχρονη κάμψη προς αριστερά ή δεξιά. Εάν το βλαστολόγημα καθυστερούσε λόγω κάποιων απρόβλεπτών, και ο πλάγιος βλαστός είχε αναπτυχθεί περισσότερο μέχρι και τα 20-30 cm, τότε η αφαίρεση του με το χέρι δεν ήταν πάντα και τόσο εύκολη, και χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί ένα ειδικό μικρό κλαδευτήρι (ή ψαλίδι).

Η διαδικασία του βλαστολογήματος επαναλαμβανόταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα, περίπου μια φορά την εβδομάδα, για την αφαίρεση των νέων πλευρικών βλαστών που παράγονται από το φυτό καθώς αναπτυσσόταν το κεντρικό στέλεχος.

Οι πλευρικοί βλαστοί αφού αφαιρέθηκαν τοποθετήθηκαν σε νερό με μια ορμόνη ριζοβολίας (όγκος 5 w/v) ημιξυλωδών και ποωδών (μαλακών) μοσχευμάτων, για να ελέγξουμε την ικανότητα ριζοβολίας σε πλάγιους βλαστούς διαφόρων ποικιλιών, καθώς και να έχουμε καινούρια φυτά τομάτας.



Εικόνα 4.15: Απεικόνιση της ορμόνης ριζοβολίας ημιξυλωδών και ποωδών (μαλακών) μοσχευμάτων (A), της ανάπτυξης των ριζιδίων σε πλάγιους βλαστούς των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Bobcat F1 (B), καθώς και μεταφυτεμένοι πλευρικοί βλαστοί σε δίσκο της ίδιας ποικιλίας (C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.2.2.2 Το σύστημα υποστύλωσης

Σχεδόν πάντα τα φυτά τομάτας σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια υποστύλωνονται πάνω στον σπάγκο, το ένα άκρο του οποίου δένεται σταθερά σε μεταλλικά σύρματα που είναι οριζόντιος στερεωμένα στο σκελετό του θερμοκηπίου, και το άλλο άκρο του σπάγκου είναι χαλαρά δεμένο στην βάση του φυτού, κοντά στην περιοχή του λαιμού. Ο σπάγκος δεν πρέπει να είναι τεντωμένος, αλλά χαλαρός, έτσι ώστε να υπάρχει περιθώριο περιτύλιξης του σπάγκου γύρω από το φυτό καθώς αυτό μεγαλώνει. Για την υποβοήθηση υποστύλωσης των φυτών πάνω σε σπάγκο, γίνεται ανά τακτά σημεία του στελέχους η πρόσδεση του με ένα ειδικό μεταλλικό κλιπ ή με την εφαρμογή πλαστικής ταινίας δεσίματος (Ολυμπίου, 2001).

Κατά την πειραματική καλλιέργεια τομάτας δεν έγινε υποστύλωση των φυτών πάνω σε σπάγκο, όπως αυτή που περιγράφεται παραπάνω και συνηθίζεται να γίνεται σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια, αλλά τα φυτά υποστυλώθηκαν πάνω σε καλάμια. Ο λόγος που έγινε αυτό ήταν επειδή χρειαζόταν στην συνέχεια να γίνει λήψη των φωτογραφιών πάνω σε φωτογραφικό πάγκο. Για τον λόγο αυτό κόπηκαν καλάμια, που είχαν μήκος περίπου 2-2.5 m, ανάλογα με το προβλεπόμενο ύψος της ποικιλίας ή του υβριδίου. Στην συνέχεια, τοποθετήθηκαν μέσα σε γλάστρες με πολύ προσοχή και σε απόσταση περίπου 3-5 cm από το κεντρικό στέλεχος του φυτού, έτσι ώστε να αποτρέψουμε τους τραυματισμούς του ριζικού συστήματος. Η πρόσδεση του κεντρικού στελέχους φυτού πάνω σε καλάμι έγινε με έναν μαλακό σπάγκο πολυαιθυλενίου πράσινου χρώματος, ειδικό για πρόσδεση των ευαίσθητων φυτών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Η πρόσδεση έγινε σε σχήμα «8», με την πρώτη στην περιοχή του λαιμού και στην συνέχεια σε κάθε 10-15 cm κατά μήκος του στελέχους.



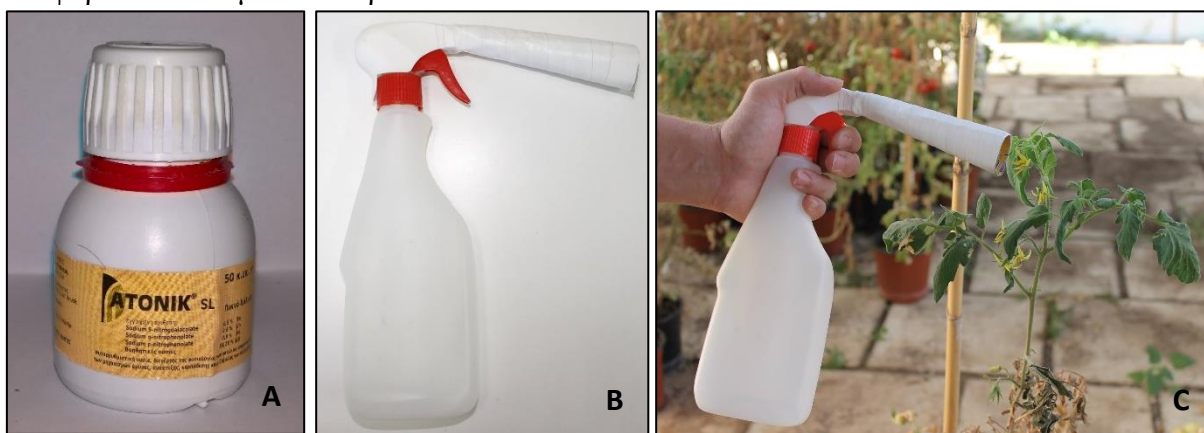
Εικόνα 4.16: Απεικόνιση του τρόπου υποστύλωσης και πρόσδεσης των φυτών τομάτας της πειραματικής καλλιέργειας σε καλάμια μήκος 2-2.5 m (B), του απομονωμένου φυτού τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1 (A) και του μαλακού σπάγκου πολυαιθυλενίου που χρησιμοποιήθηκε για την πρόσδεση (C). (Λήψη φωτογραφίας A,B με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.2.2.3 Ανθοφορία – Επικονίαση – Γονιμοποίηση

Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται πάνω σε ταξιανθίες. Ο μέσος αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που εξελίσσονται σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών του φυτού και διακλαδίζονται. Το άνθος φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με 5 πέταλα και 5 στήμονες, ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από τον στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Η ωοθήκη είναι πολύχωρος (2-7 χώρους).

Επειδή τα άνθη της τομάτας είναι ερμαφρόδιτα, αυτογονιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό. Για να επιτευχθεί όμως αυτό θα πρέπει να μεταφερθεί η γύρη από τους ανθήρες πάνω στο στίγμα, και αυτό γίνεται εύκολα όταν επικρατούν ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες και υπάρχει κάποια σχετικά μικρή κίνηση του αέρα. Όταν όμως η υγρασία είναι πολύ υψηλή (πάνω από 80 %) και η θερμοκρασία χαμηλή (κάτω των 18 °C) υπάρχουν δυσκολίες στην εκτίναξη της γύρης και στη φυσιολογική επικονίαση, γεγονός που επιτείνεται με την άπνοια που επικρατεί συνήθως στο θερμοκήπιο (συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα). Το ίδιο φαινόμενο της δυσκολίας στην επικονίαση έχουμε και όταν υπάρχει πάρα πολύ χαμηλή υγρασία (κάτω από 30 %) και η θερμοκρασία είναι υψηλή (πάνω από 35 °C) (Ολυμπίου, 2001).

Λόγο επικράτησης της υπερβολικά υψηλής θερμοκρασίας (πάνω από 35 °C) και της χαμηλής σχετικής υγρασίας (κάτω από 30 % περίπου) μέσα στο θερμοκήπιο τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο, οι συνθήκες για τα φυτά τομάτας δεν ήταν ικανοποιητικές για να δέσουν και να καρποφορήσουν. Έτσι για διευκόλυνση της ανθοφορίας και της καρπόδεσης, τα φυτά ψεκάστηκαν ανά 10^η ημέρες περίπου με ένα πυκνό διάλυμα μιας ορμόνης καρπόδεσης ονομασίας ATONIK SL (εταιρίας DuPont, με χώρα παρασκευής την Γαλλία). Επίσης ειδικότερα στα άνθη της τομάτας έγινε ένας ψεκασμός με την ορμόνη 50 ppm NAA (ναφθαλινοξικό οξύ), για την καλύτερη ανθοφορία και δέσιμο των καρπών.



Εικόνα 4.17: Απεικόνιση του πυκνού διαλύματος ορμόνης καρπόδεση ATONIK® SL (A), το ψεκασιτράκι με την ορμόνη NAA (50 ppm) (B) και η διαδικασία ψεκασμού των ανθέων της τομάτας με την ορμόνη NAA (C). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Πίνακας 4.16: Εγγυημένη σύνθεση των δραστικών ουσιών και των αντίστοιχων συγκεντρώσεών τους, που περιλαμβάνονται στο σκεύασμα της ορμόνης ATONIK® SL. (Πηγή: <http://www.minagric.gr>)

Κοινή ονομασία των δραστικών ουσιών:	Συγκεντρώσεις των δραστικών ουσιών:
Sodium 5-nitroguaiacolate	0,3 % β/ο
Sodium ortho-nitrophenolate	0,6 % β/ο
Sodium para-nitrophenolate	0,9 % β/ο
Βοηθητικές ουσίες	98,20% β/β

Πίνακας 17: Πρόγραμμα ψεκασμού των φυτών τομάτας με την ορμόνη καρπόδεση ATONIK® SL και NAA.

Είδος ορμόνης:	Ημερομηνία εφαρμογής (ψεκασμού):
Atonik SL	10 Μαΐου 2017
	20 Μαΐου 2017
	30 Μαΐου 2017
	06 Ιουνίου 2017
	16 Ιουνίου 2017
	26 Ιουνίου 2017
NAA	06 Ιουλίου 2017
	16 Ιουλίου 2017
	25 Μαΐου 2017
	03 Ιουνίου 2017
	12 Ιουνίου 2017
	19 Ιουνίου 2017
	22 Ιουνίου 2017

4.2.2.4 Η καρπόδεση και συγκομιδή

Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρος ράγα, με σχήμα που κυμαίνεται από στρογγυλό έως πεπλατυσμένο, ανάλογα με την ποικιλία (Ολυμπίου, 2001).

Η συγκομιδή των καρπών γινόταν ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης και το κριτήριο τη έναρξη αλλαγής χρώματος από το πράσινο (αγγλ. Green) στο ελαφρώς κόκκινο (αγγλ. Light Red). Η συχνότητά της συγκομιδής στο πείραμα ήταν μία φορά την εβδομάδα.

Η διαδικασία της συγκομιδής γινόταν με το χέρι. Η κοπή του καρπού έγινε στο μέρος του ποδίσκου, όπου πραγματοποιήθηκε με πίεση του αντίχειρα επί του ποδίσκου, σε ενδιάμεση απόσταση μεταξύ του καρπού και της βάσης του ποδίσκου. Για τη συγκομιδή χρησιμοποιήθηκε μεταλλικός δίσκος. Οι καρποί που εμφάνισαν καθυστέρηση στο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με την πλειοψηφία των καρπών της ταξικαρπίας αφαιρέθηκαν αμέσως.

4.2.3 Εμφάνιση των εχθρών και ασθενειών και η καταπολέμησή τους

Στην παρούσα παράγραφο αναφέρονται και περιγράφονται συνοπτικά οι κυριότεροι εχθροί και οι ασθένειες με της αντίστοιχες ημερομηνίες που παρουσιάστηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιεργητικής περιόδου. Επίσης, αναφέρονται οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση τους, έτσι ώστε να διατηρηθούν οι συνθήκες καλλιέργειας όσο το δυνατόν στα καλύτερα επίπεδα και να μην έχουμε ουσιώδη απώλεια του πειράματος.

4.2.3.1 Εμφάνιση των εχθρών

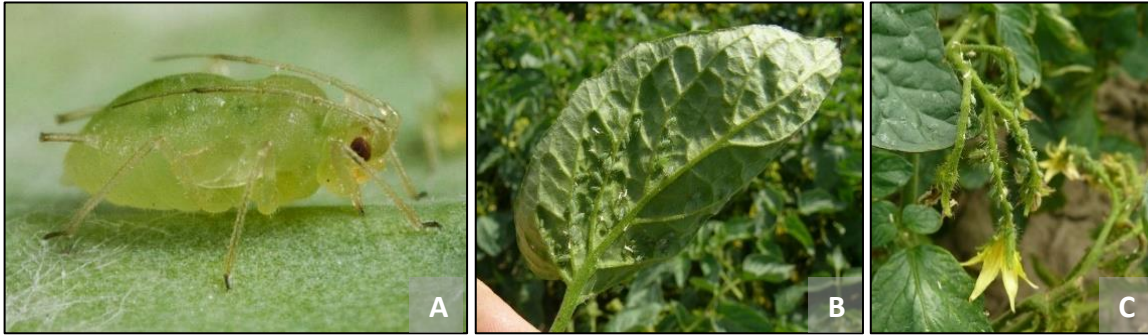
Οι κυριότεροι εχθροί που εμφανιστήκαν κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ήταν:

a) Έντομα:

- i. Πράσινη αφίδα (*Myzus persicae*, Aphididae, Hemiptera).
- ii. Αφίδα της πατάτας (*Macrosiphum euphorbiae*, Aphididae, Hemiptera).
- iii. Αφίδα του βαμβακιού (*Aphis gossypii*, Aphididae, Hemiptera).
- iv. Αλευρώδης των θερμοκηπίων (*Trialeurodes vaporariorum*, Aleyrodidae Hemiptera).
- v. Αλευρώδης του καπνού (*Bemisia tabaci*, Aleyrodidae Hemiptera).
- vi. Φυλλορύκτης της τομάτας (*Tuta absoluta*, Gelechiidae, Lepidoptera).
- vii. Λιριόμυζα (*Liriomyza trifolii*, Agromyzidae, Diptera).
- viii. Σκαθάρι στρατιώτης (*Pyrrhocoris apterus*, Pyrrhocoridae, Hemiptera).
- ix. Πράσινη βρωμούσα (*Nezara viridula*, Pentatomidae, Hemiptera).
- x. Θρίπας της Καλιφόρνιας (*Frankliniella occidentalis*, Thripidae, Thysanoptera).
- xi. Πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*, Noctuidae, Lepidoptera).
- xii. Σποντόπτερα (*Spodoptera littoralis*, Noctuidae, Lepidoptera).

b) Ακάρεα:

- Κίτρινος τετράνυχος (*Tetranychus urticae*, Tetranychidae, Trombidiformes).



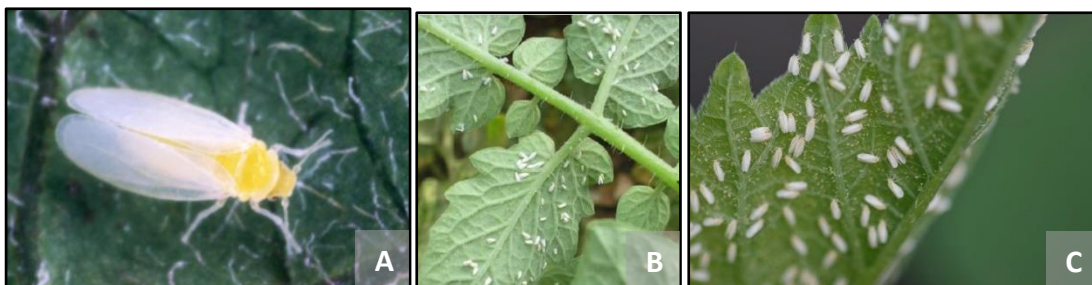
Εικόνα 4.18: Απεικόνιση της πράσινης αφίδας (*Myzus persicae*), του ενήλικου ατόμου (A), του πληθυσμού της πάνω στα φύλλα τομάτας (B) και στην ταξιανθία τομάτας (C).



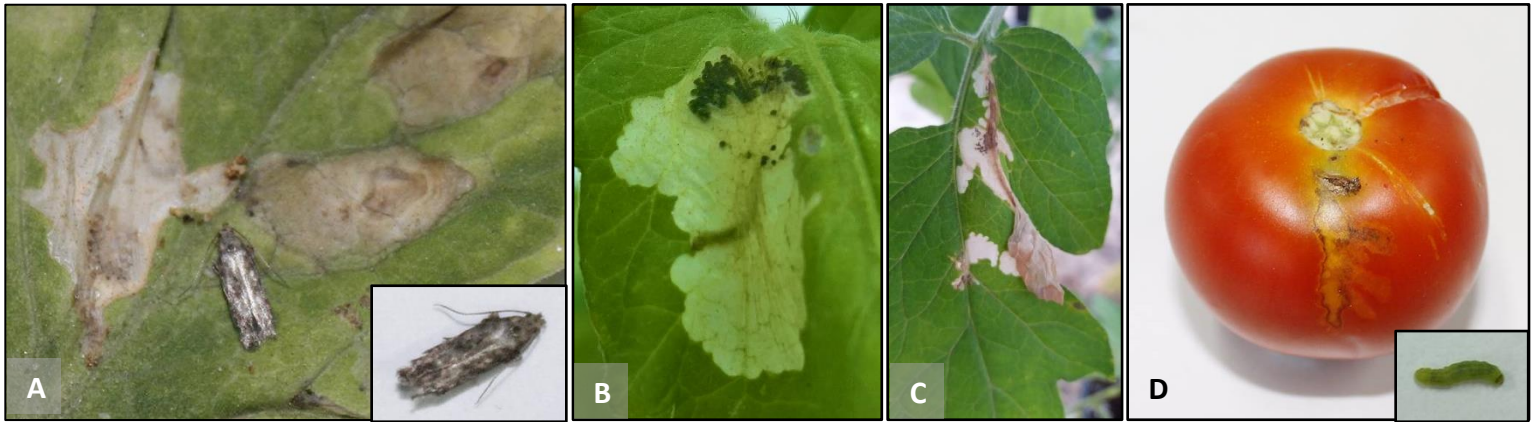
Εικόνα 4.19: Απεικόνιση της αφίδας της πατάτας (*Macrosiphum euphorbiae*), του ενήλικου ατόμου (A, B) και του πληθυσμού της πάνω στα φύλλα τομάτας (B).



Εικόνα 4.20: Απεικόνιση του αλευρώδη των θερμοκηπίων (*Trialeurodes vaporariorum*), του ενήλικου ατόμου (A) και τον πληθυσμό του πάνω στα φύλλα τομάτας (B, C).



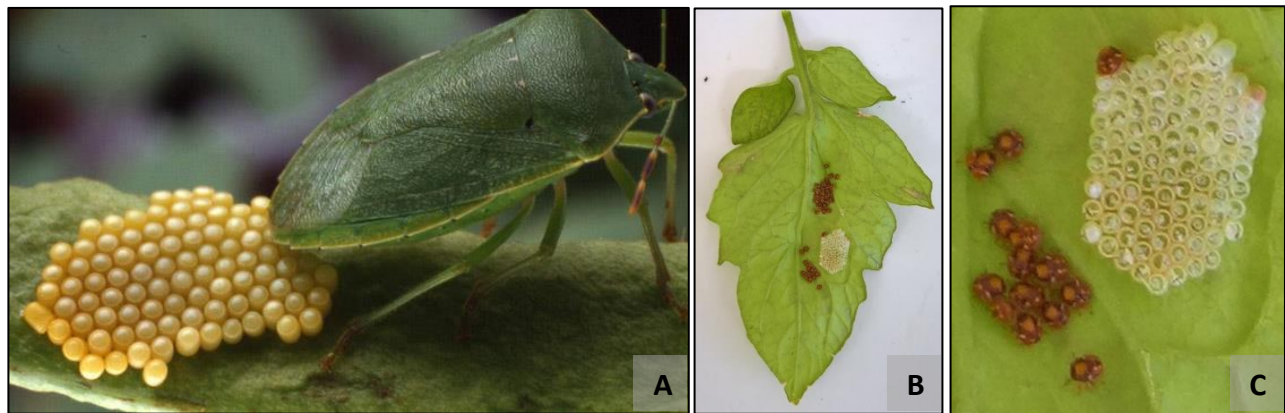
Εικόνα 4.21: Απεικόνιση του αλευρώδη του καπνού (*Bemisia tabaci*), του ενήλικου ατόμου (A) και τον πληθυσμό του πάνω στα φύλλα τομάτας (B, C).



Εικόνα 4.22: Απεικόνιση του φυλλορύκτη της τομάτας (*Tuta absoluta*), του ενήλικου ατόμου (A), της σχηματιζόμενης στοάς (με την τροφική δραστηριότητα της προνύμφης στο μεσόφυλλο και τα σφαιροειδή προχωρήματα στην άκρη της στοάς) στα φύλλα της τομάτας υβριδίου Bobcat F1 (B) και Elpida F1 (C) και της σχηματιζόμενης στοάς από προνύμφη του εντόμου στον καρπό της τομάτας υβριδίου Elpida F1 (D). Ένθετη εικόνα του ενήλικου ατόμου (A) και της πράσινης προνύμφης (D). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 4.23: Απεικόνιση της λιριόμυζας (*Liriomyza trifolii*), του ενήλικου ατόμου (A), της προνύμφης σε φύλλο τομάτας (B) και της σχηματιζόμενης στοάς από προνύμφη σε φύλλο τομάτας (C). (Λήψη φωτογραφίας C με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 4.24: Απεικόνιση της πράσινης βρομούσας (*Nezara viridula*), του ενήλικου ατόμου (A) και του πληθυσμού μαζί με τα ωά του πάνω στα φύλλα τομάτας (B, C). (Λήψη φωτογραφίας B,C με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 4.25: Απεικόνιση του σκαθαριού στρατιάτη (*Pyrrhocoris apterus*), του ενήλικου ατόμου (**A, B**) και της προσβολής σε φυτά τομάτας υβριδίου Elrida F1 (**C**). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.2.3.2 Εμφάνιση των ασθενειών

Οι κυριότερες ασθένειες που εμφανιστήκαν κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (με τα αντίστοιχα παθογόνα που τις προκάλεσαν), ήταν:

- a) Περονόσπορος της τομάτας (*Phytophthora infestans*).
- b) Ωίδιο της τομάτας (*Leveillula taurica*).
- c) Αλτερναρίωση της τομάτας (*Alternaria solani*).
- d) Τεφρά σήψη ή βοτρυτίδα (*Botrytis cinerea*).



Εικόνα 4.26: Απεικόνιση των συμπτωμάτων του ωιδίου της τομάτας (παθογόνο *Leveillula taurica*), σε φύλλα της τομάτας (**A, B, C**).



Εικόνα 4.27: Απεικόνιση των συμπτωμάτων της τέφρας σήψης (παθογόνο *Botrytis cinerea*) σε φύλλα (A), βλαστό (B) και καρπό της τομάτας (C).



Εικόνα 4.28: Απεικόνιση των συμπτωμάτων της αλτερναρίωσης (παθογόνο *Alternaria solani*) σε φύλλο (A), βλαστό (B) και καρπό της τομάτας (C).



Εικόνα 4.29: Απεικόνιση των συμπτωμάτων του περονόσπορου της τομάτας (παθογόνο *Phytophthora infestans*), σε φύλλα (A), βλαστό (B) και καρπούς της τομάτας (C).

4.2.3.3 Καταπολέμηση των εχθρών

Παρακάτω στον Πίνακες 4.18 αναφέρεται η ημερομηνία της 1^{ης} εμφάνισης των εχθρών στην καλλιέργεια και το αντίστοιχο πρόγραμμα καταπολέμησης (ψεκασμών) των εχθρών. Στον Πίνακα 4.19 αναφέρονται τα αντίστοιχα εντομοκτόνα σκευάσματα που εφαρμόστηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας.

Πίνακας 4.18: Πρόγραμμα καταπολέμησης (ψεκασμών) που εφαρμόστηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας.		
Κοινή (και επιστημονική) ονομασία εχθρών:	Ημερομηνία 1^{ης} εμφάνισης στην καλλιέργεια:	Ημερομηνία καταπολέμησης (ψεκασμών):
Πράσινη αφίδα (<i>Myzus persicae</i>)	4/04/2017	5/04/17
		12/04/17
		18/04/17
		23/04/17
		28/04/17
Αφίδα της πατάτας (<i>Macrosiphum euphorbia</i>)	17/04/17	18/04/17
		25/04/17
		30/04/17
Αφίδα βαμβακιού (<i>Aphis gossypii</i>)	17/04/17	18/04/17
		25/04/17
		30/04/17
Αλευρώδης των θερμοκηπίων (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	5/05/17	6/05/17
		10/05/17
		16/05/17
		28/05/17
Λιριόμυζα (<i>Liriomyza trifolii</i>)	25/04/17	26/04/17
		3/06/17
		10/06/17
		17/06/17
Πράσινη βρωμούσα (<i>Nezara viridula</i>)	15/05/17	16/05/17
		23/05/17
		30/05/17
		6/06/17
Φυλλορύκτης της τομάτας (<i>Tuta absoluta</i>)	19/05/17	20/05/17
		25/05/17
		30/05/17
		5/06/17
		10/06/17
		15/06/17
		20/06/17
		25/06/17
		1/07/17
		6/07/17
		10/07/17

Πίνακας 4.19: Τα εντομοκτόνα σκευάσματα, δραστικές ουσίες αυτών και οι στόχοι καταπολέμησης. (Πηγή: http://www.minagric.gr)				
Εμπορική ονομασία εντομοκτόνου σκευάσματος:	Κοινή ονομασία των δραστικών ουσιών εντομοκτόνου:	Συγκεντρώσεις των δραστικών ουσιών εντομοκτόνου:	Καταπολέμηση:	
			Πεδίο εφαρμογής (καλλιέργεια):	Κοινή και επιστημονική ονομασία εχθρών:
Confidor® 200 SL	Imidacloprid Βοηθητικές ουσίες	20 % β/ο 82,37 % β/β	Τομάτα (υπαίθρια και θερμοκηπίου)	Πράσινη αφίδα (<i>Myzus persicae</i>) Αφίδα της πατάτας (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>) Αλευρώδης των θερμοκηπίων (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)
Affirm® 095 SG	Emamectin benzoate Βοηθητικές ουσίες	0,95 % β/ο 99 % β/β	Τομάτα (υπαίθρια και θερμοκηπίου)	Πράσινο σκουλήκι (<i>Heliothis armigera</i>) Σποντόπτερα (<i>Spodoptera spp.</i>) Φυλλορύκτης της τομάτας (<i>Tuta absoluta</i>)
Belt® 24 WG	Flubendiamide Βοηθητικές ουσίες:	24 % β/β 75% β/β	Τομάτα (θερμοκηπίου)	Πράσινο σκουλήκι (<i>Heliothis armigera</i>) Σποντόπτερα (<i>Spodoptera exiqua</i>) Φυλλορύκτης της τομάτας (<i>Tuta absoluta</i>)
Steward® 30 WG	Indoxacarb (Ομάδα οξαδιαζίνες) Βοηθητικές ουσίες:	30 % β/β 57.7% β/β	Τομάτα (αγρού και θερμοκηπίου):	Πράσινο σκουλήκι (<i>Helicoverpa armigera</i>) Σποντόπτερα (<i>Spodoptera sp</i>) Πλούζια (<i>Plusia gamma</i>) Chrisodeixis chalcites
Laser® 480 SC	Spinosad Βοηθητικές ουσίες:	48 % β/ο 48.19% β/β	Τομάτα (υπαίθρια) Τομάτα (θερμοκηπίου) Τομάτα (υπαίθρια και θερμοκηπίου)	<i>Liriomyza spp</i> Φυλλορύκτης της τομάτας (<i>Tuta absoluta</i>) Θρυπας της Καλιφόρνιας (<i>Frankliniella occidentalis</i>) Σποντόπτερα (<i>Spodoptera spp</i>) <i>Tuta absoluta</i>
Calypso® 480 SC	Thiacloprid (ομάδα νεονικοτινοειδών) Βοηθητικές ουσίες	48% β/ο 57,5% β/β	Τομάτα, Μελιτζάνα, Πιπεριά (Θερμοκηπίου) Τομάτα, Μελιτζάνα, Πιπεριά (Θερμοκηπίου & Υπαίθρου) Τομάτα, Μελιτζάνα, Πιπεριά (Θερμοκηπίου & Υπαίθρου)	Αλευρώδης (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) (<i>Bemisia tabaci</i>) Αφίδες (<i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i>) Δορυφόρος (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)
RELDAN® 225 EC	Chlorpyrifos-methyl: (ομάδα οργανοφωσφορικών) Βοηθητικές ουσίες:	22.5% β/ο 77,21% β/β	Τομάτα (υπαίθρου)	<i>Aphis spp.</i> , <i>Myzus spp.</i> , <i>Heliothis spp.</i> , <i>Pieris brassicae</i> , <i>Otiorrhynchus spp.</i> , <i>Prodenia sp.</i>
Επεξήγηση συμβόλων των μυκητοκτόνων σκευασμάτων:		EW: Γαλακτοματοποιήσιμο λάδι σε νερό WG: Βρέξιμοι κόκκοι SC: Πυκνό εναιώρημα		

4.2.3.4 Καταπολέμηση των ασθενειών

Παρακάτω στον Πίνακα 4.20 αναφέρεται η ημερομηνία της 1^{ης} εμφάνισης των ασθενειών στην καλλιέργεια και το αντίστοιχο πρόγραμμα καταπολέμησης (ψεκασμών) των μυκητοκτόνων. Στον Πίνακα 4.21 αναφέρονται τα αντίστοιχα μυκητοκτόνα σκευάσματα που εφαρμόστηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας.

Πίνακας 4.20: Πρόγραμμα καταπολέμησης (ψεκασμών) που εφαρμόστηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας.		
Όνομασία ασθενειών (με τα αντίστοιχα παθογόνα):	Ημερομηνία 1^{ης} εμφάνισης στην καλλιέργεια:	Ημερομηνία καταπολέμησης (ψεκασμών):
Ωίδιο (<i>Leveillula taurica</i>)	10/05/2017	12/05/17
		18/05/17
		25/05/17
		30/05/17
		6/06/17
Περονόσπορος (<i>Phytophthora infestans</i>)	15/07/17	15/07/17
		22/07/17
		27/07/17
Βοτρύτης (<i>Botrytis cinerea</i>)	30/07/17	1/08/17
		6/08/17
		15/08/17
Αλτερνάρια (<i>Alternaria solani</i>)	6/06/17	7/06/17
		12/06/17
		18/06/17
		26/06/17

Πίνακας 4.21: Τα μυκητοκτόνα σκευάσματα, δραστικές ουσίες αυτών και οι στόχοι καταπολέμησης. (Πηγή: http://www.minagric.gr)				
Εμπορική ονομασία μυκητοκτόνου σκευάσματος:	Κοινή ονομασία των δραστικών ουσιών μυκητοκτόνου:	Συγκεντρώσεις των δραστικών ουσιών μυκητοκτόνου:	Καταπολέμηση:	
			Πεδίο εφαρμογής (καλλιέργεια):	Όνομασία ασθενειών (με τα αντίστοιχα παθογόνα):
RALLY ECOZOME® 45 EW	myclobutanil	92,5 % (β/β) min	Τομάτα (υπαίθρια και θερμοκηπίου)	Ωίδιο (<i>Leveillula taurica</i>)
ALIETTE® WG	fosetyl-Al Βοηθητικές ουσίες	80 % β/β 16,67% β/β	Τομάτα (υπαίθρια και θερμοκηπίου)	Περονόσπορος (<i>Phytophthora infestans</i>)
Rovral Aquaflo® EW	iprodione (ομάδα δικαρβοξιμιδίων)	96 % (β/β) min	Τομάτα (θερμοκηπίου)	Βοτρύτης (<i>Botrytis cinerea</i>), Αλτερνάρια (<i>Alternaria solani</i>), Σκληρωτινίαση (<i>Sclerotinia spp</i>)
Επεξήγηση συμβόλων των μυκητοκτόνων σκευασμάτων:		EW: Γαλακτωματοποίηση λάδι σε νερό WG: Βρέξιμοι κόκκοι SC: Πυκνό εναίωρημα		

4.2.3.5 Υλικά καταπολέμησης (ψεκασμών) των εχθρών και ασθενειών

Για την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα φυτά, χρησιμοποιήθηκαν:

- Δυο χειροκίνητοι εμβολοφόροι ψεκαστήρες Di Martino Spa Garden-2000 (εταιρία Di Martino Spa®, μοντέλο Garden-2000, με χώρα παραγωγής την Ιταλία) με όγκο ψεκαστικού υγρού 2L. Οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για σύντομους ψεκασμούς.
- Δυο χειροκίνητοι εμβολοφόροι ψεκαστήρας πλάτης Matabi Super Green-16 (εταιρία Matabi®, μοντέλο Super Green-16, με χώρα παραγωγής την Ιταλία) με όγκο ψεκαστικού υγρού 16L. Οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για πιο επιμελής ψεκασμούς.

Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκαν δυο ψεκαστήρες ήταν γιατί δεν πρέπει να ανακατευτούν τα εντομοκτόνα με τα μυκητοκτόνα σκευάσματα στον ίδιο ψεκαστήρα, ακόμα και εάν έχει προπλυθεί καλά πριν την εφαρμογή.



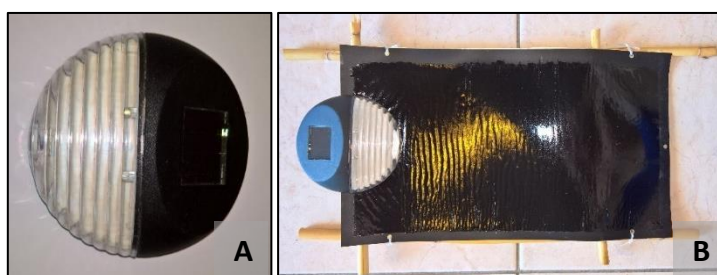
Εικόνα 4.30: Απεικόνιση του ψεκαστήρα χειρός Di Martino Spa Garden-2000 με όγκο χωρητικότητας 2L (A) και ψεκαστήρας πλάτης Matabi Super Green-16 με όγκο χωρητικότητας 16L (B).

Για την αποτελεσματικότερο έλεγχο των ενήλικων του εντόμου φυλλορύκτη της τομάτας (*Tuta absoluta*) χρησιμοποιήθηκαν οικολογικές παγίδες G-Trap, μαύρου χρώματος και διαστάσεων 40*23 cm (εταιρίας Gemma®, με χώρα προέλευσης την Ελλάδα).

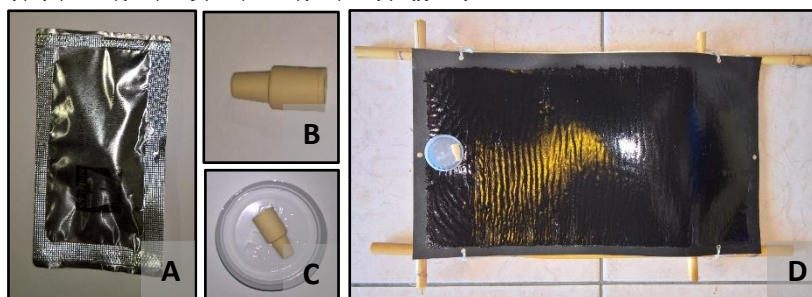
Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 6^η παγίδες, οι οποίες τοποθετήθηκαν με τέτοιο τρόπο μέσα στο θερμοκήπιο, έτσι ώστε να υπάρχει η αποτελεσματικότερη επιτυχία της προσέλκυσης και παγίδευσης του εντόμου. Έτσι, τοποθετήθηκαν 4^η παγίδες στις αντίστοιχες γωνίες του θερμοκηπίου και 2^η παγίδες στην μέση του θερμοκηπίου. Για την ακόμη περισσότερη επιτυχία προσέλκυσης του εντόμου στις 3^η από αυτές χρησιμοποιήθηκε μια λάμπα led και στις άλλες 3^η μια ειδική κάψουλα φερομόνης για τον φυλλορύκτη της τομάτας.



Εικόνα 4.31: Απεικόνιση των οικολογικών παγίδων G-Trap, μαύρου χρώματος και διαστάσεων 40*23 cm (εταιρία Gemma®, με χώρα προέλευσης την Ελλάδα). **A:** Μέσα στην συσκευασία. **B:** Της αναλυτικής περιγραφής. **C:** Προετοιμασμένη για την τοποθέτηση στο θερμοκήπιο. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

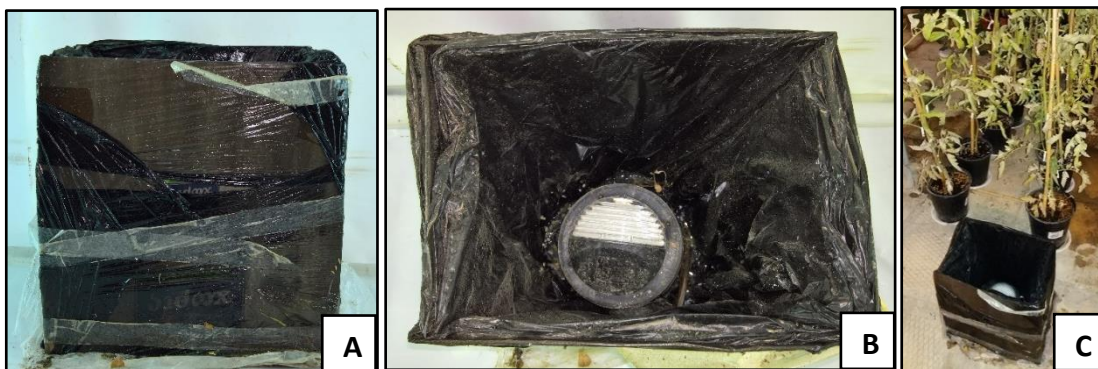


Εικόνα 4.32: Απεικόνιση της λάμπας LED με ηλιακό συλλέκτη. **A:** Απομονωμένη. **B:** εφαρμοσμένη πάνω στην παγίδα G-Trap. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



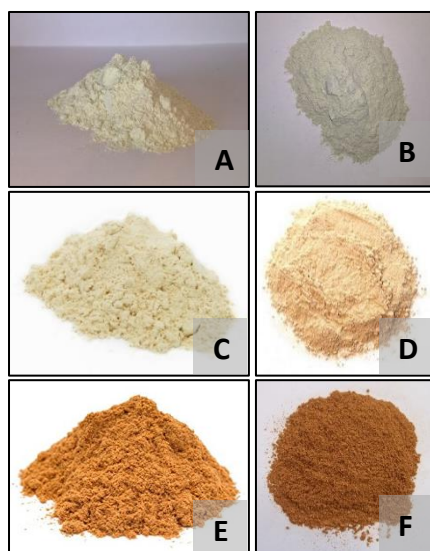
Εικόνα 4.33: Απεικόνιση της ειδικής κάψουλας φερομόνης για τον φυλλορύκτη της τομάτας (*Tuta absoluta*). **A:** Μέσα στην συσκευασία. **B, C:** Απομονωμένη. **D:** Εφαρμοσμένη πάνω στην παγίδα G-Trap. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν 4^{ης} χειροποίητες παγίδες, οι οποίες τοποθετήθηκαν στις 4^{ης} αντίστοιχες γωνίες του θερμοκηπίου. Για την κατασκευή των παγίδων αυτών, χρησιμοποιήθηκε ένα κιβώτιο πάνω στο οποίο τυλίχτηκε μια μαύρη σακούλα πολυαιθυλενίου. Στην εξωτερική πλευρά του κιβωτίου, πάνω στην σακούλα, αλείφτηκε με προσοχή και με την βοήθεια ενός πινέλου μια ρευστή κόλλα. Στον πάτο του κιβωτίου και μέσα στην σακούλα, χύθηκε μια ποσότητα ελαιόλαδου αραιωμένου με νερό, σε αναλογία 1:1 αντίστοιχα. Πάνω στο αραιωμένο ελαιόλαδο τοποθετήθηκε στις 2^ο από αυτές μια λάμπα Led και στις άλλες 2^ο μια κάψουλα φερομόνης.



Εικόνα 4.34: Απεικόνιση των χειροποίητων παγίδων κιβωτίου για την προσέλκυση του φυλλορύκτη της τομάτας (*Tuta absoluta*). **A:** Απομονωμένη. **B:** Με τον ηλιακό συλλέκτη μέσα στην σακούλα πολυαιθυλενίου. **C:** Τοποθετημένη μέσα στον θερμοκηπιακό χώρο. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Τέλος, από έρευνα έχει βρεθεί ότι το ορυκτό ζεόλιθος έχει εντομοαπωθητικές ιδιότητες εναντίον του φυλλορύκτη (*Tuta absoluta*) καθώς και άλλων λεπιδόπτερων εχθρών. Επίσης, τα εκχυλίσματα σκόρδου και κανέλας έχουν την ίδια επίδραση της απωθητικής ιδιότητας. Για τον λόγο αυτό τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκαν, σε μορφή λεπτόκοκκης σκόνης, χωριστά ή μαζί στο ψεκαστικό υγρό με άλλα εντομοκτόνα σκευάσματα εναντίον του φυλλορύκτη και των άλλων εχθρών της τομάτας.



Εικόνα 4.35: Αποικονηση της λεπτοκοκκης σκονης του ζεολιθου (**A, B**), του σκόρδου (**C, D**) και της κανελας (**E, F**), που χρησιμοποιηθηκε στο ψεκαστικο υγρο χωριστα ή μαζί με καπια εντομοκτονα για την καταπολεμηση του φυλλορυκτη της τοματς (*Tuta absoluta*). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.2.4 Πρακτικά προβλήματα κατά την πειραματική καλλιέργεια

Πρέπει να ληφθούν υπόψη και κάποια από τα πρακτικά προβλήματα που προέκυψαν κατά την πειραματική καλλιεργητική περίοδο. Στην παρούσα παράγραφο αναφέρονται τα κυριότερα πρακτικά προβλήματα με της αντίστοιχες ημερομηνίες που παρουσιάστηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο. Επίσης, αναφέρεται και η αντιμετώπιση τους, έτσι ώστε να διατηρηθούν οι συνθήκες καλλιέργειας όσο το δυνατόν στα καλύτερα επίπεδα και να μην έχουμε ουσιώδη απώλεια του πειράματος.

- **Ξηροθερμικές συνθήκες με μεγάλη ηλιοφάνεια:** Την περίοδο από τα τέλη του Μαΐου και αρχές του Ιουνίου, και συγκεκριμένα από της 24 Μαΐου 2017 μέχρι και της 10 Ιουνίου 2017, είχαμε την έξαρση των πρώτων ξηροθερμικών συνθηκών με μεγάλη ηλιοφάνεια. Τα φυτά επειδή βρισκόταν είδη από την επίδραση των επεμβάσεων της αλατότητας (κυρίως), αντιμετώπισαν και μια δεύτερη καταπόνηση, την θερμική καταπόνηση. Σαν αποτέλεσμα ήταν ότι στα περισσότερα φυτά παρουσιάστηκαν τα πρώτα συμπτώματα εγκαύματος στα φύλλα και στους καρπούς, και καρούλιασμα του ελάσματος προς τα πάνω στα φύλλα.



□ □

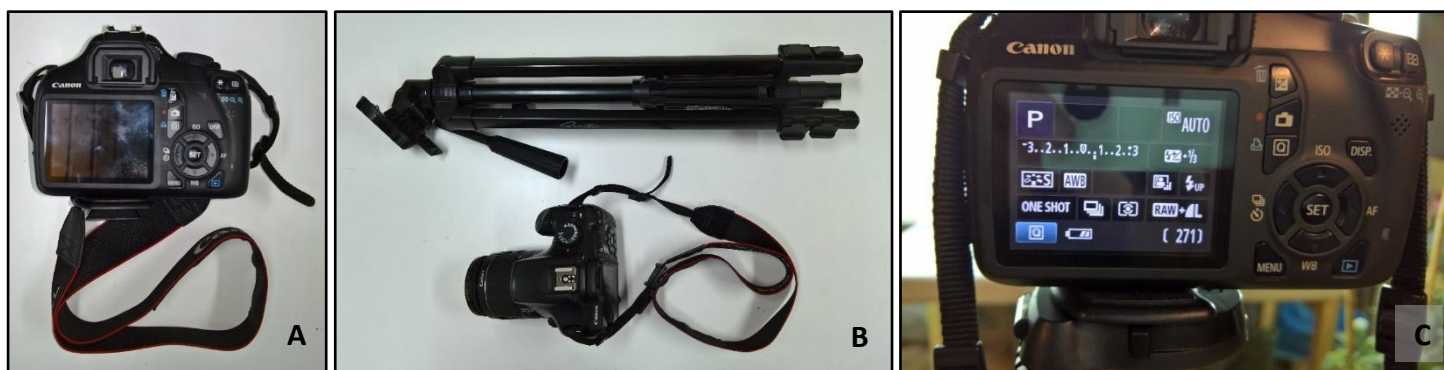
Εικόνα 4.36: Απεικόνιση του καρούλιασματος (A) και αποξήρανσης (B) των φύλλων λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών κατά την πειραματική καλλιέργεια. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.3 Η λήψη των φωτογραφιών και ο φωτογραφικός πάγκος

Η λήψη των φωτογραφιών πραγματοποιήθηκαν σε δυο διαφορετικούς χώρους:

- In vivo:** Σε θερμοκηπιακές συνθήκες, σε φυτά τομάτας πάνω στον φωτογραφικό πάγκο.
- In vitro:** Σε εργαστηριακές συνθήκες, σε δείγματα κάτω από το οπτικό στερεοσκόπιο και το οπτικό μικροσκόπιο.

Για την λήψη όλων των φωτογραφιών χρησιμοποιήθηκε η φωτογραφική μηχανή Digital Camera Canon EOS 1100D Kit 18-55mm IS (εταιρίας Canon[®], μοντέλο EOS 1100D, με χώρα παραγωγής την Ιαπωνία).



Εικόνα 4.37: Απεικόνιση της φωτογραφικής μηχανής Digital Camera Canon EOS 1100D Kit 18-55mm IS (εταιρίας Canon[®], μοντέλο EOS 1100D, χώρα παραγωγής την Ιαπωνία), μόνη της (**A**), μαζί με το τρίποδο στήριξης (**B**) και οι στραταρισμένες ρυθμίσεις που εφαρμόστηκαν κατά την λήψη (**C**).

Παρακάτω στον Πίνακα 4.22 και 4.23 αναφέρονται αντίστοιχα τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η στραταρισμένες ρυθμίσεις κατά την λήψη των φωτογραφιών με την φωτογραφική μηχανή Digital Camera Canon EOS 1100D Kit 18-55mm IS (εταιρίας Canon[®], μοντέλο EOS 1100D, με χώρα παραγωγής την Ιαπωνία).

Πίνακας 4.22: Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η αντίστοιχη περιγραφή της φωτογραφικής μηχανής Digital Camera Canon EOS 1100D Kit 18-55mm IS.	
Τεχνικά χαρακτηριστικά:	Περιγραφή:
Κατασκευαστής:	CANON
Σειρά προϊόντων:	EOS
Μοντέλο:	1100D Kit
Τύπος:	DSLR
Προτεινόμενη χρήση:	Υψηλών επιδόσεων
Ανάλυση αισθητήρα:	12.2 Megapixel
Τεχνολογία 3D:	Όχι
Σύστημα φακού:	3 x zoom lens - 18 mm - 55 mm - f/3.5-5.6 IS II Canon EF-S
Ειδικές λειτουργίες:	Zoom
Οπτικό zoom:	3 x
Ψηφιακό zoom:	Δεν έχει πληροφορία
Οπτικός αισθητήρας:	CMOS

Επεξεργαστής εικόνας:	DIGIC 4
Ευαισθησία φωτός:	ISO auto (100-6400)
Σταθεροποίηση εικόνας:	Οπτική
Οθόνη:	LCD - 2.7"
Ελάχιστη εστίασης:	25 cm
Ρύθμιση εστίασης:	Αυτόματη, ή μην αυτόματη.
Φλας μηχανής:	Πτυσσόμενο (pop-up)

Πίνακας 4.23: Οι στραταρισμένες ρυθμίσεις και η αντίστοιχη περιγραφή αυτών, που εφαρμόζονται πάντα κατά την λήψη των φωτογραφιών σε in vivo και in vitro συνθήκες.

Στραταρισμένες ρυθμίσεις:	Περιγραφή:
Ταχύτητα ISO:	Αυτόματο
Διόρθ. έκθ/Ρύθμ. ΑΕΒ:	+1
Διόρθωση έκθεση φλάς:	+1/3
Στυλ εικόνας:	Στάνταρ
Ισορροπία λευκού:	Αυτόματο
Βελτιστοποίηση φωτισμού:	Ισχυρή
Κατάσταση AF:	ONE SHOT (εστίαση σε ακίνητα θέματα)
Κατάσταση προώθησης:	Συνεχής λήψη
Κατάσταση φωτομέτρησης:	Μέτρηση με αποτίμηση
Ποιότητα:	12M 4272×2848

In vivo: Η λήψη των φωτογραφιών κατά το βλαστικό και αναπαραγωγικό στάδιο των φυτών τομάτας πραγματοποιήθηκε πάνω στον φωτογραφικό πάγκο, το οποίο ήταν εγκαταστημένο στο θερμοκήπιο. Ο φωτισμός κατά την λήψη των φωτογραφιών ήταν έντονος και ακριβείς και πραγματοποιούνταν με 3^{ης} λάμπες φθορισμού, τοποθετημένες η μια αριστερά, η άλλη δεξιά και η τρίτη από πάνω, έτσι ώστε να αποφεύγεται εάν είναι δυνατόν τελείως η δημιουργία των σκιών κατά την λήψη των φωτογραφιών.

Πίνακας 4.24: Οι προδιάγραφες και τα χαρακτηριστικά κατά την λήψη των φωτογραφιών σε in vivo συνθήκες.	
Προδιάγραφες και χαρακτηριστικά:	Περιγραφή:
Φωτογραφικός πάγκος:	
Μήκος του φωτογραφικού πάγκου:	3 m
Ύψος του φωτογραφικού πάγκου (από το έδαφος):	1 m
Φωτισμός για την λήψη των φωτογραφιών:	
Αριθμός λαμπών:	3 ^{ης} λάμπες
Είδος λάμπας:	Λευκού φθορισμού
Τοποθέτηση λαμπών:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Λάμπα 1^η: Σε οριζόντια θέση πάνω από την επιφάνεια του πάγκου και σε ύψος cm από τον πάγκο. ➤ Λάμπα 2^η: Σε κατακόρυφη θέση στην αριστερή πλευρά του πάγκου και σε απόσταση cm από τον πάγκο. ➤ Λάμπα 3^η: Σε κατακόρυφη θέση στην δεξιά πλευρά του πάγκου και σε απόσταση cm από τον πάγκο.
Θέση του τρίποδου της φωτογραφικής μηχανής:	
Απόσταση του τρίποδου από τον φωτογραφικό πάγκο:	1-3 m (ανάλογα με το ύψος του φυτού)
Ύψος του τρίποδου από το έδαφος:	1-1,5 m (ανάλογα με το ύψος του φυτού)



Εικόνα 4.38: Απεικόνιση του φωτογραφικού πάγκου, εγκαταστημένου στο θερμοκήπιο, μόνο του (A), μαζί με την φωτογραφική μηχανή και τα φυτά τομάτας (B), την κοντινή λήψη απομονωμένου φυτού γεράνιας (C).

In vitro: Η λήψη των φωτογραφιών σε μορφολογικό και ανατομικό επίπεδο πραγματοποιήθηκε με την στήριξη του τριπόδου πάνω από το στερεοσκόπιο ή το μικροσκόπιο.



Εικόνα 4.39: Απεικόνιση της φωτογραφικής μηχανής πάνω από το στερεοσκόπιο (A, B) και το μικροσκόπιο (C).

4.4 Μέθοδοι και παράμετροι που μελετηθήκαν κατά πειραματική καλλιέργεια

4.4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα κυριότερα μορφολογικά και αναπτυξιακά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας (και μετά) σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) και των 3^{ων} κύριων επεμβάσεων, περιγράφονται παρακάτω:

- 1) **Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους:**
 - a. Ύψος κύριου στελέχους (σε cm).
 - b. Διάμετρος κύριου στελέχους (σε cm).
 - c. Αριθμός φύλλων.
- 2) **Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπογείου μέρους:**
 - a. Μήκος ριζικού συστήματος (σε cm).
 - b. Διάμετρος (πλάτος) ριζικού συστήματος (σε cm).
 - c. Διάμετρος λαιμού (του κύριου στελέχους, σε cm).
- 3) **Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά:**
 - a. Καρούλιασμα φύλλων.
 - b. Χλώρωση φύλλων.
 - c. Πάχυνση φύλλων.
 - d. Νέκρωση φύλλων.
 - e. Επίκτητες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού).

4.4.1.1 Ύψος κύριου στελέχους

Κατά την εκτέλεση του πειράματος, το ύψος του κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας μετρήθηκε από τις κοτυληδόνες μέχρι και το ακραίο μερίστωμα. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στην αρχή με την βοήθεια ενός απλού χάρακα με κλίμακα των 50 cm (Εικόνα 4.40, B), όταν τα φυτά δεν είχαν ξεπεράσει ακόμα το ύψος των 50 cm, και στην συνέχεια με την βοήθεια μιας μεζούρας μέτρησης με κλίμακα των 3 m (Εικόνα 4.40, A).



Εικόνα 4.40: Απεικόνιση της μεζούρας μέτρησης με κλίμακα των 3m (A) και του απλού χάρακα με κλίμακα των 50 cm (B). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Το ύψος του κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης (HME) σε όλα τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων.

4.4.1.2 Διάμετρος κύριου στελέχους

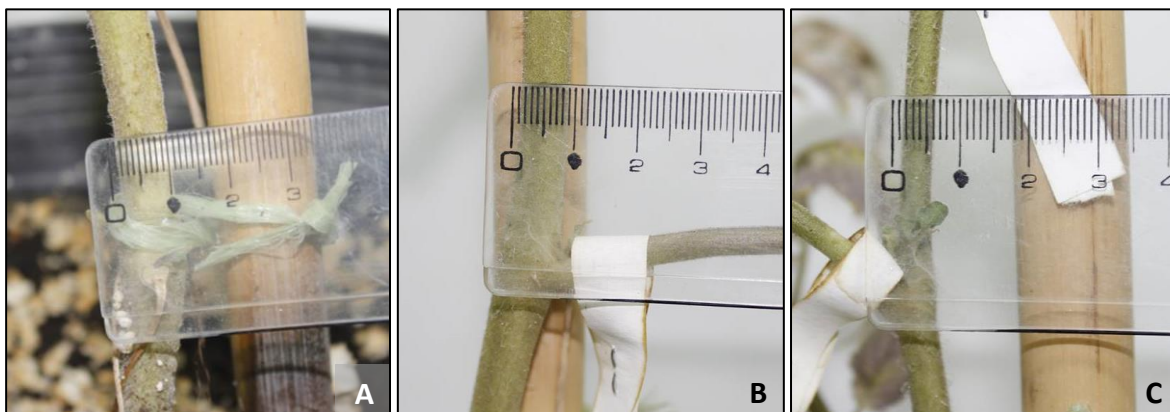
Κατά την εκτέλεση του πειράματος, η διάμετρος του κύριου στελέχους μετρήθηκε με την βοήθεια ενός ειδικού παχύμετρου χειρός (Εικόνα 4.41, A), όταν το στέλεχος των φυτών είχε μεγάλη διάμετρο, ή με την βοήθεια ενός χάρακα (Εικόνα 4.41, B), όταν το στέλεχος των φυτών είχε μικρή διάμετρο.



Εικόνα 4.41: Απεικόνιση του ειδικού παχύμετρου χειρός (A) και του απλού χάρακα με κλίμακα των 50 cm (B). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Η διάμετρος του κεντρικού στελέχους σε φυτά τομάτας μετρήθηκε σε 3^α σημεία:

- Στην περιοχή του λαιμού (Εικόνα 4.42, A): δηλ. περίπου 3-5 cm πάνω από το έδαφος.
- Στην μέση του στελέχους (Εικόνα 4.42, B): δηλ. περίπου στο 3^ο με 5^ο πραγματικό φύλλο, ανάλογα με το ύψος του φυτού.
- Στην κορυφή του στελέχους (Εικόνα 4.42, C): δηλ. περίπου 2-3 cm κάτω από το κορυφαίο μερίστωμα.



Εικόνα 4.42: Απεικόνιση της διαδικασίας μέτρησης του κυρίου στελέχους. **A:** Στην περιοχή του λαιμού. **B:** Στην μέση του στελέχους. **C:** Στην κορυφή του στελέχους. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Η διάμετρος του κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης (HME) σε όλα τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων.

4.4.1.3 Αριθμός φύλλων

Κατά την εκτέλεση του πειράματος, μετρήθηκαν μόνο τα πραγματικά φύλλα του κύριου στελέχους. Για την διευκόλυνση της μέτρησης των φύλλων, τοποθετήθηκαν σε κάθε μίσχο του σύνθετου φύλλου χαρτάκια, τα οποία στην άκρη ήταν αριθμημένα. Η μέτρηση των φύλλων ξεκινούσε από το δεύτερο πραγματικό φύλλο (με 5^ε παράφυλλα, ανάλογα με την ποικιλία) μέχρι και το τελευταίο φύλλο (λίγο πριν το ακραίο μερίστωμα).



Εικόνα 4.43: Απεικόνιση των προσκολλημένων χαρακίων στους μίσχους των πραγματικών φύλλων για την διευκόλυνση της μέτρησης. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Τα πραγματικά φύλλα του κύριου στελέχους μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημέρων από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης (HME) σε όλα τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων.

4.4.1.4 Διάμετρος λαιμού - Μήκος και διάμετρος ριζικού συστήματος

Κατά την εκτέλεση του πειράματος, το μήκος και η διάμετρος (εξάπλωση) του ριζικού συστήματος μετρήθηκε με την βοήθεια ενός απλού χάρακα. Πρώτου όμως γίνει αυτό, τα φυτά τομάτας βγήκαν από τις γλάστρες μαζί με την μπάλα εδάφους και με πολύ προσοχή για να αποφύγουμε τους τραυματισμούς του ριζικού συστήματος. Στην συνέχεια καθαρίστηκε με το χέρι το έδαφος από το ριζικό σύστημα και ξεπλύθηκε με νερό, έτσι ώστε να φαίνεται ξεκάθαρα και η μέτρηση να είναι όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη.



Εικόνα 4.44: Απεικόνιση του ριζικού συστήματος με μπάλα εδάφους, όπως αυτά βγήκαν από τις γλάστρες, σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ρακμορ. **A:** Από την πάνω όψη. **B:** Από την πλάγια όψη. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 4.45: Απεικόνιση της διαδικασίας μέτρησης του ριζικού συστήματος, σε ολόκληρο το φυτό (**A**), του ριζικού συστήματος χωρισμένου σε 3^{ες} ζώνες (**B**) και των απλωμένων ριζών της ποικιλίας Ρακμορ με το ξέπλυμα από το έδαφος (**C**). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Η διάμετρος του λαιμού σε φυτά τομάτας μετρήθηκε σε 3^α σημεία:

- Σημείο 1^ο: ελάχιστα κάτω της περιοχής του λαιμού, περίπου 3-5 cm πάνω από την επιφάνεια του έδαφος.
- Σημείο 2^ο: στο μέσον της περιοχής του λαιμού, με περιοχή διακύμανσης 5±3 cm.
- Σημείο 3^ο: στο τέλος περίπου της περιοχής του λαιμού, περίπου 1-1,5 cm πάνω από την επιφάνεια του έδαφος.

Το μήκος του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας μετρήθηκε από τις πρώτες εκβολές των ριζιδίων μέχρι και τις τελευταίες δευτερεύουσες ρίζες και τα ριζικά τριχίδια.

Η διάμετρος (εξάπλωση) του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας μετρήθηκε σε 3^α σημεία (ή ζώνες):

- d) Σημείο (ζώνη) 1^ο (Εικόνα 4.45, Β, 1): ελάχιστα κάτω της περιοχής του λαιμού, περίπου 3-5 cm κάτω από την επιφάνεια του έδαφος.
- e) Σημείο (ζώνη) 2^ο (Εικόνα 4.45, Β, 2): στο μέσον περίπου του ριζικού συστήματος, με περιοχή διακύμανσης 5±3 cm.
- f) Σημείο (ζώνη) 3^ο (Εικόνα 4.45, Β, 3): στο τέλος περίπου του ριζικού συστήματος, με περιοχή διακύμανσης 3±2 cm.

Η διάμετρος του λαιμού, το μήκος και η διάμετρος του ριζικού μετρήθηκε, όπως αναφέραμε και παραπάνω, στο τέλος της πειραματικής καλλιέργειας αφού τα φυτά βγήκαν από τις γλάστρες.

4.4.1.5 Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά

Τα συμπτώματα αλατότητας, όπως το καρούλιασμα, χλώρωση και νέκρωση φύλλων, και η εμφάνιση των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών του στελέχους (περιοχή λαιμού), καθώς και τα ανατομικά χαρακτηριστικά, όπως η πάχυνση φύλλων, μετριόταν και καταγραφόταν ανά διάστημα των 10^α ημερών από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης (HME) σε όλα τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων.

4.4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας, καθώς και μετασυλλεκτικά, σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), περιγράφονται παρακάτω:

- a) Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής).
- b) Συνολικός αριθμός καρπών.
- c) Βάρος καρπών (σε gr).
- d) Διάμετρος καρπών (σε cm).
- e) Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών (σε gr).
- f) Υφή – Σκληρότητα καρπών (σε kg).
- g) Ολικά διαλυτά στερεά καρπών.
 - a. Σάκχαρα καρπών (σε °Brix, %).
 - b. Άλατα καρπών (σε ‰).
- h) Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών:
 - a. Ξηρή σήψη κορυφής καρπών (αγγλ. Blossom end rot).
 - b. Σκίσιμο καρπών (αγγλ. Cracking).
 - c. Παραμόρφωση καρπών (αγγλ. Catfacing).

4.4.2.1 Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής)

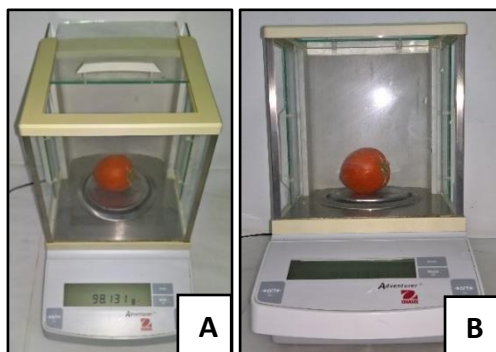
Ο αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών μετρήσταν και καταγραφόταν (σε *in vivo* συνθήκες) ανά διάστημα των 10^α ημερών από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης (HME) σε όλα τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων.

4.4.2.2 Συνολικός αριθμός καρπών

Ο συνολικός αριθμός καρπών μετρήθηκε (σε *in vitro* συνθήκες) αφού συλλέχτηκαν οι καρποί τομάτας από το κάθε υβρίδιο και ποικιλία και των 3^{ων} επεμβάσεων.

4.4.2.3 Βάρος καρπών

Το συνολικό βάρος καρπών μετρήθηκε αφού συλλέχτηκαν οι καρποί τομάτας από το κάθε υβρίδιο και ποικιλία και των 3^{ων} επεμβάσεων. Το βάρος των καρπών τομάτας μετρήθηκε και εκφράστηκε σε gr με την βοήθεια της ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας.



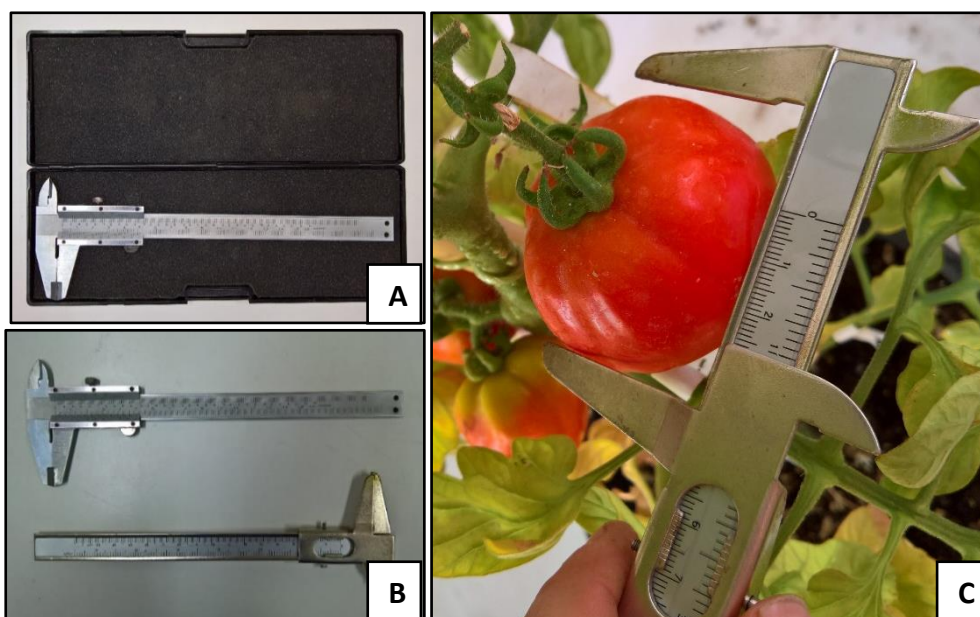
Εικόνα 4.46: Απεικόνιση της ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας. **A:** Από την πάνω όψη. **B:** Από την πλάγια όψη.

4.4.2.4 Διάμετρος καρπών

Η μέτρηση της διαμέτρου των καρπών τομάτας πραγματοποιήθηκε σε δυο διαφορετικές τοποθεσίες:

- a) **In vivo:** κατά το αναπαραγωγικό στάδιο σε θερμοκηπιακές συνθήκες.
- b) **In vitro:** μετά την συλλογή καρπών (μετασυλλεκτικά) σε εργαστηριακές συνθήκες.

In vivo: Για την μέτρηση της διαμέτρου των καρπών κατά το αναπαραγωγικό στάδιο στις συνθήκες αγρού (*in vivo*) χρησιμοποιήθηκαν δυο παχύμετρα χειρός. Η μέτρηση έγινε τοποθετώντας το άνοιγμα του παχύμετρου σε καρπό τομάτας και ταυτόχρονα με τον αντίχειρα να πιέζουμε την ιδική λαβή του παχύμετρου, έτσι ώστε να κλήση πάνω στον καρπό. Έτσι πήραμε την ένδειξη του παχύμετρου (σε cm) σε καρπούς τομάτας (κάθε ποικιλίας και επέμβασης). Η μέτρηση της διαμέτρου των καρπών τομάτας σε *in vivo* συνθήκες πραγματοποιούταν ανά διαστήματα των 3^{ων} με 4^{ων} ημερών. Ελέγχτηκαν οι καρποί όλων των υβριδίων και ποικιλιών των 3^{ων} επεμβάσεων και υπολογιστικό ο μέσος όρος (M.O.) αυτών. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε cm.



Εικόνα 4.47: Ειδικά παχίμετρα χειρός που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της διαμέτρου των καρπών σε in vivo συνθήκες. **A, B:** Στην συσκευασία τους. **B:** Πάνω στον καρπό τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Rakmor. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

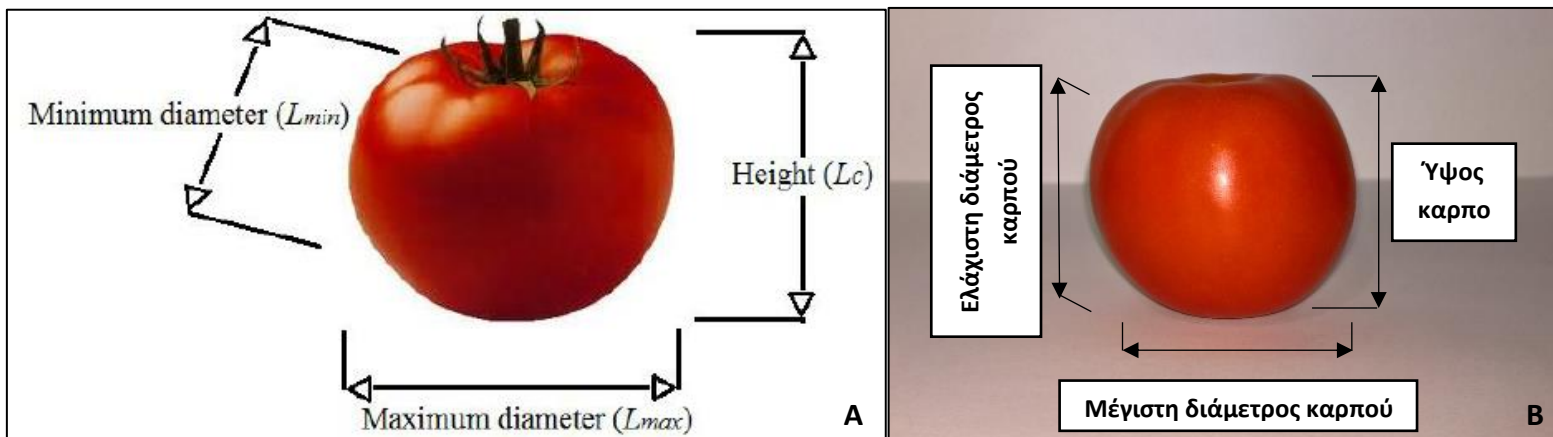
In vitro: Για την μέτρηση της διαμέτρου των καρπών τομάτας μετασυλλεκτικά κάτω από τις εργαστηριακές συνθήκες (in vitro) χρησιμοποιήθηκε ειδικό χαρτί A4 με δυο χάρακες (με κλίμακα cm και inch), πάνω στο οποίο τοποθετήθηκε ο/οι καρπός/οι τομάτας και έγινε λήψη των φωτογραφιών. Ελέγχθηκαν οι καρποί όλων των υβριδίων και ποικιλιών των 3^{ων} επεμβάσεων και υπολογιστικό ο μέσος όρος (Μ.Ο.) αυτών. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε cm.



Εικόνα 4.48: Απεικόνιση της μέτρησης διαμέτρου διαφορετικών μεγεθών καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) πάνω σε ειδικό χαρτί A4 με 2^ο χάρακες. **A:** Ποικιλία Rakmor. **B:** Υβρίδιο Rastony F1. **C:** Υβρίδιο Lobello F1. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Για την μέτρηση της διαμέτρου των καρπών τομάτας σε in vivo συνθήκες προσδιορίστηκαν 2^ο παράμετροι, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- Μέγιστη διάμετρος του καρπού (Εικόνα 4.49, B): Είναι η διάμετρος από τις δυο πλευρές του καρπού (στον ισημερινή ζώνη), ανάμεσα από την βάση και την κορυφή.
- Ύψος του καρπού (Εικόνα 4.49, B): Είναι η διάμετρος από την κορυφή μέχρι την βάση του καρπού.



Εικόνα 4.49: Απεικόνιση του μεγίστου και ελαχίστου διαμέτρου και του ύψους σε καρπό τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **A:** Σε ένα καρπό τομάτας τα αγγλικά. **B:** Σε καρπό τομάτας υβριδίου Elpida F1. (Λήψη φωτογραφίας B με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.4.2.5 Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών

Η καταμέτρηση των ποιοτικών καρπών τομάτας και της ενδεχομένης παρουσίας των φυσιολογικών ασθενειών πραγματοποιήθηκε σε μια μόνο τοποθεσία:

- **In vivo:** κατά το αναπαραγωγικό στάδιο σε θερμοκηπιακές συνθήκες.

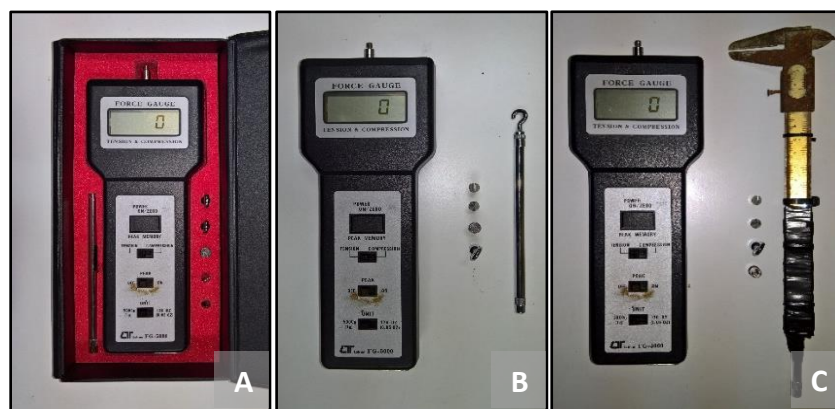
Για την αξιολόγηση της ποιότητας και των ελαττωμάτων καρπών τομάτας, έγινε καταμέτρηση των καρπών σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων, οι οποίες παρουσίαζαν την φυσιολογική ασθένεια Ξηρά σήψη της κορυφής (αγγλ. Blossom end rot), το σκίσσιμο (αγγλ. Cracking) και την παραμόρφωση (αγγλ. Catfacing) των καρπών.

4.4.2.6 Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών

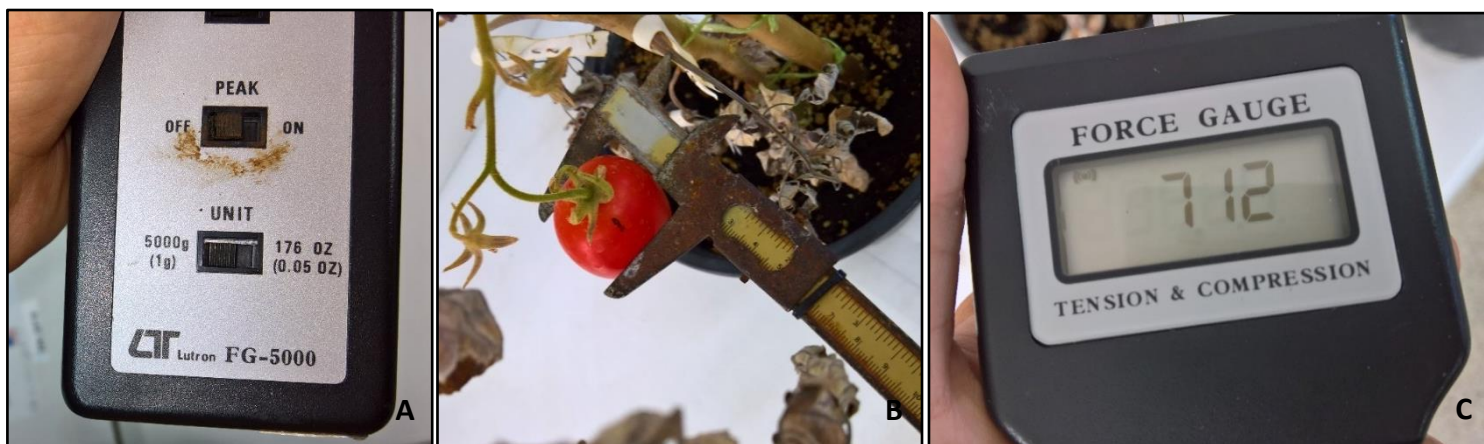
Η μέτρηση της δύναμης αποκοπής του ποδίσκου καρπών πραγματοποιήθηκε σε μια μόνο τοποθεσία:

- **In vivo:** κατά το αναπαραγωγικό στάδιο σε θερμοκηπιακές συνθήκες.

Κατά εκτέλεση του πειράματος, η μέτρηση αποκοπής του ποδίσκου λόγω επίδρασης από την αλατότητα, πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τον μετρητή τάνυσης – συμπίεσης, Force Gauge FG-5000A (μοντέλου FG-5000A, εταιρίας Lutron® και με χώρα παραγωγής την Ταϊβάν).



Εικόνα 4.50: Απεικόνιση του μετρητή τάνσης- συμπίεσης μοντέλου FG-5000A (εταιρίας Lutron® και με χώρα παραγωγής την Ταϊβάν). **A:** Στην συσκευασία μεταφοράς. **B:** Μαζί με τα διάφορα καλιμπραρίσματα και την κεραία τοποθέτησης των καλιμπραρισμάτων. **C:** Μαζί με το παχύμετρο εφαρμοσμένο πάνω στην κεραία. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 4.51: Απεικόνιση του μετρητή τάνσης - συμπίεσης μοντέλου FG-5000A. **A:** Τον επιλογόν του για την τάνσης – συμπίεση. **B:** Τοποθέτησης του προσδεμένου παχύμετρου πάνω στην κεραία με τον καρπό τομάτας. **C:** Της ένδειξης τάνσης στην οθόνη του μετρητή. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Ο μετρητής FG-5000A είναι ένας παλαιού τύπου μετρητής με δυνατότητα τάνσης και συμπίεσης υψηλής ακριβείας, ανάλυσης και επαναληψιμότητας. Στην συσκευασία διαθέτει διάφορα καλιμπραρίσματα που εφαρμόζονται πάνω σε μια κεραία (π.χ. άγκιστρο), έτσι ώστε να διευκολύνουν την πρόσδεση του μετρητή πάνω σε φύλλα, καρπούς και άλλα μέρη του φυτού. Ο μετρητής έχει την δυνατότητα καταμέτρησης την τάνσης και συμπίεσης και να τα αποκονίζει αυτά στην οθόνη έως 2^ο μονάδες (gr, oz).

Πάνω στην κεραία όπου εφαρμόζονται τα καλιμπραρίσματα εφαρμόστηκε ένα παχύμετρο χειρός, το οποίο κατά την μέτρηση έσφιγγε πάνω σε καρπό τομάτας. Ταυτόχρονα έχοντας το παχύμετρο πάνω σε καρπό και με την εφαρμογή ελάχιστης δύναμης προς το μέρος μας μετρούσαμε την δύναμη αποκοπής του ποδίσκου. Ελέγχθηκαν οι καρποί όλων των υβριδίων και ποικιλιών των 3^{ων} επεμβάσεων και υπολογιστικό ο μέσος όρος (Μ.Ο.) αυτών. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως η δύναμη τάνσης (σε gr) που απαιτείται για την αποκοπή ποδίσκου του καρπού.

Πίνακας 4.25: Τεχνικά χαρακτηριστικά και η αντίστοιχη περιγραφή του μετρητή τάνυσης – συμπίεσης FG-5000A (εταιρίας Lutron® και με χώρα παραγωγής την Ταϊβάν).	
Μοντέλο μετρητή:	FG-5000A
Μονάδες προβολής (2 μονάδων):	gr /oz
Εύρος τάνυσης και συμπίεσης (σε g):	5000 g
Άλλα χαρακτηριστικά του μετρητή:	a) Υψηλή ακρίβεια. b) Υψηλή επαναληψιμότητα. c) Το μηδενικό κουμπί μπορεί να λειτουργήσει και για τις δυο εντολές κανονική λειτουργία & λειτουργία "αιχμής".

4.4.2.7 Υφή - Σκληρότητα καρπών

Η μέτρηση της υφής – σκληρότητας καρπών πραγματοποιήθηκε σε μια μόνο τοποθεσία:

- **In vitro:** μετά την συλλογή καρπών (μετασυλλεκτικά) σε εργαστηριακές συνθήκες.

Για την εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων των καρπών, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της διάτρησης, που είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Τα τεστ διάτρησης βασίζονται στο πρότυπο μοντέλο των Magness-Taylor (Magness-Taylor fruit firmness test) και χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της σκληρότητας πολλών καρπών. Υπάρχουν πολλές παραλλαγές του μοντέλου Magness-Taylor (MT), ωστόσο ο όρος “Magness-Taylor firmness” χρησιμοποιείται σε όλες τις παραλλαγές.

Κατά την εκτέλεση του πειράματος, η σκληρότητα των καρπών τομάτας προσδιορίστηκε με το δυναμόμετρο ώθησης-έλξης Chatillon DPP 10kg Dial Push-Pull Gauge (μοντέλου DPP 10kg Dial Push-Pull Gauge, εταιρίας Chatillon®, με χώρα παραγωγής την ΗΠΑ), το οποίο ήταν προσαρμοσμένο πάνω σε μια ειδική βάση Chatillon, προσαρμοσμένη για το συγκεκριμένο δυναμόμετρο και ιδανική για την μέτρηση της σκληρότητας σάρκας σε καρπούς τομάτας. Το δυναμόμετρο έφερνε ένα κυλινδρικό έμβολο διαμέτρου 8 mm και ύψους 1 cm.

Για την ακριβέστερη μέτρηση και για να αποφύγουμε τα τυχών σφάλματα, σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκαν από 1^α έως 5^ε μετρήσεις (ή αλλιώς δειγματοληψίες), ανάλογα με το μέγεθος του καρπού. Για την επεξήγηση και εκτέλεση του πειραματικού αυτού μέρους ο κάθε καρπός χωριστικέ σε 3^{ης} ζώνες, όπου και πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες.

Σε μεγάλου μεγέθους καρπούς πραγματοποιήθηκαν από 4^{ης} έως 5^ε μετρήσεις, ως εξής:

- i. Η 1^η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στην κορυφή του καρπού (αγγλ. Apical of fruit).
- ii. Οι 2^ο με 3^{ης} μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην ισημερινή ζώνη του καρπού (αγγλ. Equatorial zone of fruit).
- iii. Η 1^α μέτρηση πραγματοποιήθηκε στην βάση του καρπού (αγγλ. Basal of fruit).

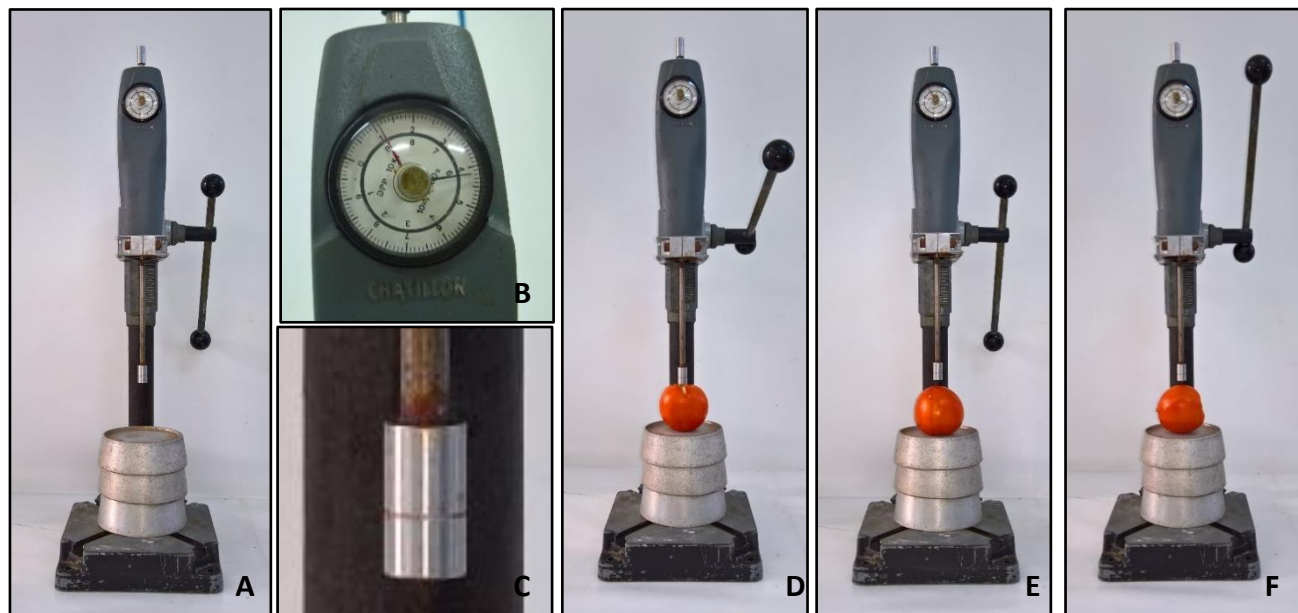
Σε μεσαίου μεγέθους καρπούς πραγματοποιήθηκαν από 3^{ης} έως 4^{ης} μετρήσεις, ως εξής:

- i. Η 1^α μέτρηση πραγματοποιήθηκε στην κορυφή του καρπού (αγγλ. Apical of fruit).
- ii. Οι 1^α με 2^ο μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην ισημερινή ζώνη του καρπού (αγγλ. Equatorial zone of fruit).
- iii. Η 1^α μέτρηση πραγματοποιήθηκαν στην βάση του καρπού (αγγλ. Basal of fruit).

Σε μικρού μεγέθους καρπούς πραγματοποιήθηκαν από 1^α έως 2^ο μετρήσεις, ως εξής:

- iv. Η 1^η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στην κορυφή του καρπού (αγγλ. Apical fruit).
- v. Η 1^α ή καμία μέτρηση πραγματοποιήθηκαν στην ισημερινή ζώνη του καρπού (αγγλ. Equatorial zone fruit).

Έτσι, ο καρπός ανάλογα με επιθυμητό σημείο μέτρησης τοποθετήθηκε σταθερά πάνω σε μεταλλικούς δίσκους, και με την βοήθεια της χειρολαβής του δυναμόμετρου ασκήθηκε μια σταθερή πίεση προς τα κάτω. Το έμβολο του δυναμόμετρου πρέπει διεισδύσει κατακόρυφα μέσα στον καρπό, έως ότου κατέληξε σε ένα υποδεικνυόμενο σημείο. Ελέγχθηκαν οι καρποί όλων των υβριδίων και ποικιλιών των 3^{ων} επεμβάσεων και υπολογιστικέ ο μέσος όρος (Μ.Ο.) αυτών. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως η δύναμη (σε kg) που απαιτείται για τη διάτρηση του καρπού.



Εικόνα 4.52: Απεικόνιση του πιεσόμετρου Chatillon DPP Push-Pull Gauge πάνω στην βάση του (εταιρίας Chatillon®, με χώρα παραγωγής την ΗΠΑ) (A), του δυναμόμετρου Chatillon DPP κλίμακας έως 10 kg (B) και του εμβόλου του για διείσδυση σε καρπό (C). Επίσης, απεικονίζεται η διαδικασία της διαφορετικής δειγματοληψίας (διείσδυση της βελόνας) ανάλογα με το μέρος του καρπού για την μέτρηση της σκληρότητας. D: Δειγματοληψία στην κορυφή του καρπού. E: Στο μέσον του καρπού. F: Δειγματοληψία στην βάση του καρπού. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

4.4.2.8 Ολικά διαλυτά στερεά καρπών

Τα ολικά υδατοδιαλυτά ή αλλιώς διαλυτά στερεά (συντ. ΟΔΣ) συστατικά των καρπών της νωπής τομάτας, είναι:

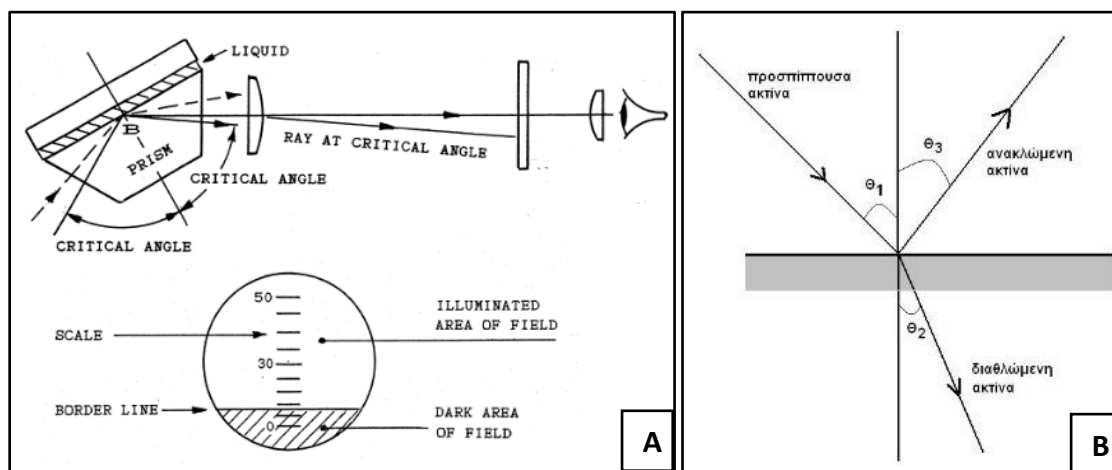
- a) Τα σάκχαρα.
- b) Τα οξέα.
- c) Τα άλατα.
- d) Τα μεταλλικά συστατικά.
- e) Κάποιες από τις πρωτεΐνες.

Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών σε νωπούς καρπούς φρούτων και λαχανικών γίνεται με απευθείας ανάγνωση της ένδειξης σε ένα μετρητή ολικών διαλυτών στερεών ή αλλιώς διαθλασίμετρο (αγγλ. BrixMeter™ ή Refractometer).

Υπάρχουν δυο κατηγοριών διαθλασίμετρα, τα οποία διαφέρουν ως προς τον τρόπο λειτουργίας και του μέρους ένδειξης της τιμής των ολικών διαλυτών στερεών, όπως:

- a) Το οπτικό διαθλασίμετρο (αγγλ. optical refractometer).
- b) Το ηλεκτρονικό ή ψηφιακό διαθλασίμετρο (αγγλ. electronic refractometer).

Το οπτικό διαθλασίμετρο λειτουργεί με την αρχή της κάμψης του φωτός όταν περνάει από τον ατμοσφαιρικό αέρα μέσα σε υγρό (δηλ. νερό ή χυμό φρούτων). Λόγω, όμως, διαλυμένων σακχάρων, οξέων, αλάτων, μεταλλικών συστατικών και άλλων θρεπτικών ουσιών σε χυμούς φρούτων και λαχανικών, το υγρό δείγμα είναι πυκνότερο από το νερό και έτσι στρέφουν περισσότερο το φως προς το οπτικό θάλαμο του διαθλασίμετρου. Οι ποσότητες αυτές καμπυλών φωτός, καθώς και η γωνία καμπύλης μετριοούνται σε βαθμούς Brix ($^{\circ}$ Brix). Έτσι, οι βαθμοί Brix είναι τα ολικά διαλυτά στερεά ενός διαλύματος χυμού. Ένας βαθμός Brix Αντιστοιχεί σε 1 g σακχαρόζης σε 100 g διαλύματος και αντιπροσωπεύει την περιεκτικότητα του Διάλυμα% β/β διαλυτών στερεών.



Σχήμα 4.1: Σχηματική απεικόνιση της αρχής κάμψης του φωτός όταν αυτό περνάει από τον ατμοσφαιρικό αέρα μέσα σε ένα υγρό διάλυμα. **A:** Στα αγγλικά. **B:** Στα ελληνικά.

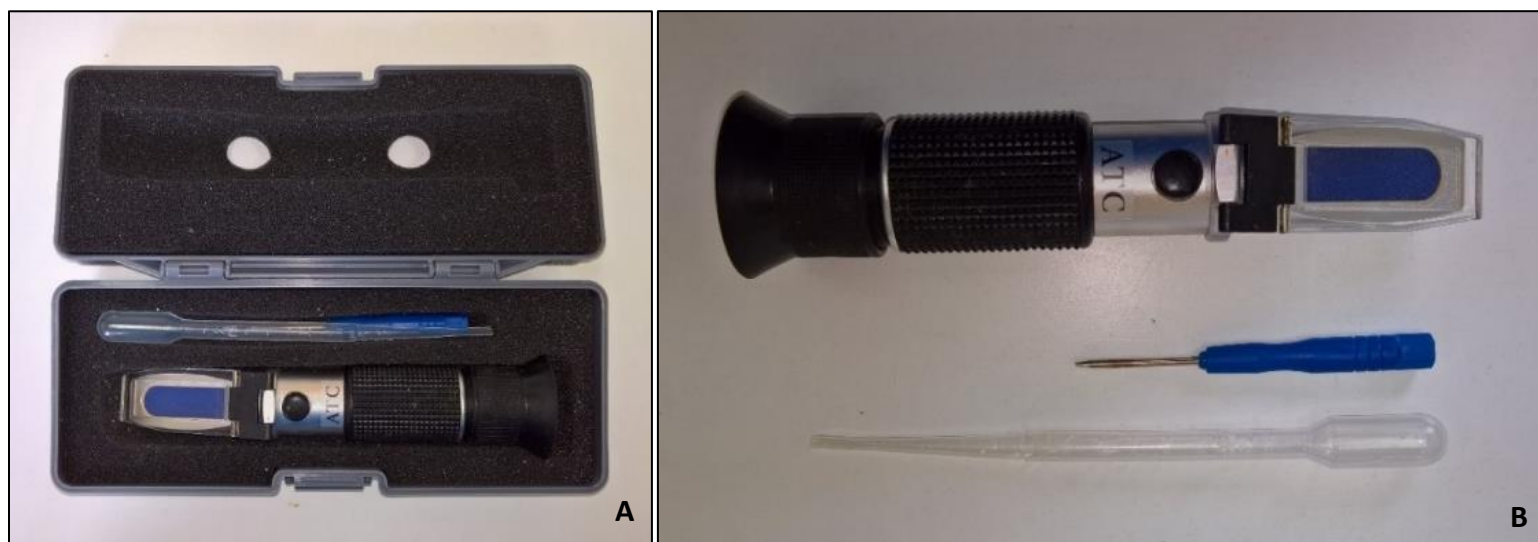
4.4.2.8.1 Προσδιορισμός σακχάρων καρπού (σε $^{\circ}$ Brix, %)

Η μέτρηση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων) των καρπών πραγματοποιήθηκε σε μια μόνο τοποθεσία:

- **In vitro:** μετά την συλλογή καρπών (μετασυλλεκτικά) σε εργαστηριακές συνθήκες.

Κατά εκτέλεση του πειράματος, ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών πραγματοποιήθηκε με ένα νέου τύπου οπτικό διαθλασίμετρο FERRARI FG-514 (μοντέλου FG-514, εταιρίας FERRARI[®], με χώρα παραγωγής την Ιταλία). Το διαθλασίμετρο FG-514 έχει έναν οπτικό θάλαμο και ένα πρίσμα στο οποίο τοποθετείται το προς ανάλυση υγρό δείγμα. Ο οπτικός θάλαμος διαθέτει 3^{ns} κλίμακες μέτρησης, οι οποίες προσδιορίζουν:

- a) Τα ολικά διαλυτά στερεά (σε βαθμούς $^{\circ}$ Brix): με κλίμακα 0-40%
- b) Την αλκοόλη (σε βαθμούς % vole): με κλίμακα 0-25%
- c) Τα ολικά διαλυτά στερεά (σε βαθμούς $^{\circ}$ Baume): με κλίμακα 0-20%



Εικόνα 4.53: Απεικόνιση του οπτικού διαθλασίμετρου FERRARI FG-514 (εταιρίας FERRARI®, μοντέλου FG-514, χώρα παραγωγής την Ιταλία). **A:** Μέσα στην συσκευασία. **B:** Μαζί με την πιπέτα μηδενισμού και την βελόνα δειγματοληψίας (διάτρησης καρπών για την παραλαβή του χυμού). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Το διαθλασίμετρο FG-514 έχει την ικανότητα αυτόματης αντιστάθμισης θερμοκρασίας (αγγλ. Automatic Temperature Compensation, συντ. ATC), όταν οι μετρήσεις γίνονται σε θερμοκρασίες μεταξύ 10 έως 30 °C. Έτσι, δεν χρειάζεται να γίνονται οι μετατροπές μετρήσεων σε ανάλογη θερμοκρασία προσδιορισμού, χρησιμοποιώντας κάποιους πίνακες μετατροπής, όπως γινόταν σε παλαιού τύπο διαθλασίμετρα.

Πίνακας 4.26: Τεχνικά χαρακτηριστικά και η αντίστοιχη περιγραφή του οπτικού διαθλασίμετρου FERRARI FG-514 (εταιρίας FERRARI®, μοντέλου FG-514, χώρα παραγωγής την Ιταλία).	
Τεχνικά χαρακτηριστικά:	Περιγραφή:
Κλίμακα μετρήσεων:	
a) Μπωμέ:	°Baume (°Be)
b) Αλκοόλ:	% Brix
c) Brix:	% Vole
Εύρος μετρήσεων:	
a) Εύρος μέτρησης σακχάρων:	0 – 40% Brix
b) Εύρος μέτρησης μπωμέ:	0° – 20° Baume
c) Εύρος μέτρησης αλκοόλης:	0 – 25 % Vole
Ακρίβεια μετρήσεων:	
a) Ακρίβεια μέτρησης σακχάρων:	±0,2% Brix
b) Ακρίβεια μέτρησης βαθμών:	±0,2° Baume (Be)
c) Ακρίβεια μέτρησης αλκοόλης:	±0,2% Vole
Άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά:	
a)	Αυτόματη αντιστάθμιση θερμοκρασίας από + 10 έως +30 C.
b)	Δυνατότητα βαθμονόμησης με απιονισμένο νερό.
c)	Ευκολία καθαρισμού πρίσματος με απιονισμένο νερό.
d)	Λειτουργεί με βάση του φωτός, χωρίς την ανάγκη παροχής ενέργειας.



Εικόνα 4.54: Απεικόνιση του οπτικού διαθλασίμετρου FERRARI FG-514 (εταιρίας FERRARI®, μοντέλου FG-514, χώρα παραγωγής την Ιταλία). **A:** Με τις οδηγίες μέτρησης των ολικών διαλυτών στερεών (συντ. ΟΔΣ). **B:** Οι 3^η κλίμακες μέτρησης, όπως φαίνονται στον οπτικό θάλαμο. (Λήψη φωτογραφίας A με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Μετά την μέτρηση της συνεκτικότητας, οι διάτρητοι καρποί τομάτας συνφλίθικαν με το χέρι μέχρι να προκύψει χυμός. Στην συνέχεια, μερικές σταγόνες χυμού ντομάτας προστέθηκε πάνω στο πρίσμα του οπτικού διαθλασίμετρου και συγκρατήθηκε σε μια πηγή φωτός. Όπως αναφέραμε και παραπάνω, το φως διαθλάται καθώς περνά μέσα από το υγρό και οι μετρήσεις αντιστοιχούν σε μια κλίμακα των βαθμών Brix.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε όλους τους καρπούς των υβριδίων και ποικιλιών και των 3^{ων} επεμβάσεων, και προσδιορίστηκε ο μέσος όρος (Μ.Ο.) αυτών. Επίσης, οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (δηλ. περίπου 20 °C) και ακολουθούσε η ανάγνωση με ακρίβεια $\pm 0,2$ °Brix. Ένας βαθμός Brix αντιστοιχεί σε 1 g σακχαρώζης εντός των 100 g διαλύματος και αντιπροσωπεύει το % w/w των ολικών διαλυτών στερεών σε ένα διάλυμα χυμού. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε βαθμούς °Brix (%).

Επίσης, για την εκτίμηση της ακριβείας του οπτικού διαθλασίμετρου κατά των προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών, χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο ATAGO® PR-1 (εταιρίας ATAGO®, μοντέλο PR-1, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ).



Εικόνα 4.55: Απεικόνιση του ηλεκτρονικού διαθλασίμετρου ATAGO PR-1 (εταιρίας ATAGO®, μοντέλου PR-1, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ). **A:** Όταν είναι κλητό. **B:** Όταν μηδενίζεται το όργανο. **C:** Όταν γίνεται η μέτρηση των ολικών διαλυτών στερεών. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Πίνακας 4.27: Τεχνικά χαρακτηριστικά και η αντίστοιχη περιγραφή του οπτικού διαθλασίμετρου ATAGO PR-1 (εταιρίας ATAGO®, μοντέλου PR-1, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ).	
Τεχνικά χαρακτηριστικά:	Περιγραφή:
Μοντέλο:	ATAGO PR-1
Κλίμακα προσδιορισμού:	Σάκχαρα σε βαθμούς (Brix °)
Εύρος προσδιορισμού:	0,0 – 32,0 %
Ακρίβεια προσδιορισμού:	± 0.1 %
Εύρος αντιστάθμισης θερμοκρασίας:	5 – 40 °C

4.4.2.8.2 Προσδιορισμός αλάτων καρπού (σε ‰)

Η μέτρηση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων) των καρπών πραγματοποιήθηκε σε μια μόνο τοποθεσία:

- **In vitro:** μετά την συλλογή καρπών (μετασυλλεκτικά) σε εργαστηριακές συνθήκες.

Κατά εκτέλεση του πειράματος, ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών πραγματοποιήθηκε με ένα νέο τύπο οπτικό διαθλασίμετρο – αλατόμετρο THE - 01502 (εταιρίας OEM®, μοντέλου THE - 01502, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ). Το διαθλασίμετρο – αλατόμετρο THE - 01502 έχει έναν οπτικό θάλαμο και ένα πρίσμα στο οποίο τοποθετείται το προς ανάλυση υγρό δείγμα. Ο οπτικός θάλαμος διαθέτει 3^η κλίμακες μέτρησης, οι οποίες προσδιορίζουν:

- Την ολική αλατότητα (σε ‰): 0-28 %
- Την αλατότητα (σε ‰): 0-100 %
- Την ειδική βαρύτητα (σε SG): 1,000 – 1,070 SG



Εικόνα 4.56: Απεικόνιση του οπτικού διαθλασίμετρου – αλατόμετρου THE - 01502 (εταιρίας OEM®, μοντέλου THE - 01502, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ). **A:** Μέσα στην συσκευασία. **B:** Μαζί με την πιπέτα μηδενισμού και την βελόνα δειγματοληψίας (διάτρησης καρπών για την παραλαβή του χυμού). **C:** Οι 2^ο κλίμακες μέτρησης, όπως φαίνονται στον οπτικό θάλαμο. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Πίνακας 4.28: Τεχνικά χαρακτηριστικά και η αντίστοιχη περιγραφή του οπτικού διαθλασίμετρου - αλατόμετρου THE - 01502 (εταιρίας OEM®, μοντέλου THE - 01502, χώρα παραγωγής την ΗΠΑ).	
Τεχνικά χαρακτηριστικά:	Περιγραφή:
Κλίμακα μετρήσεων:	
a) Αλατότητα:	%
b) Ολική αλατότητα:	‰
c) Ειδική βαρύτητα:	SG
Εύρος μετρήσεων:	
d) Εύρος μέτρησης αλατότητας:	0-28% Αλατότητα
e) Εύρος μέτρησης ολικής αλατότητας:	0 – 100 ‰ Ολική αλατότητα
f) Εύρος μέτρησης ειδικής βαρύτητας:	1,000 – 1,070 SG
Ακρίβεια μετρήσεων:	
d) Ακρίβεια μέτρησης αλατότητας:	± 0,2% Αλατότητα
e) Ακρίβεια μέτρησης ολικής αλατότητας:	± 1 ‰ Ολική αλατότητα
f) Ακρίβεια μέτρησης ειδικής βαρύτητας:	± 0,001 SG
Άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά:	
a) Αυτόματη αντιστάθμιση θερμοκρασίας από + 10 έως +40 C.	
b) Ευκολία στην βαθμονόμηση του οργάνου, με χρήση απεσταγμένου νερού (δηλ. χωρίς καθόλου άλατα).	
c) Ευκολία καθαρισμού πρίσματος με απιονισμένο νερό.	
d) Λειτουργεί με βάση του φωτός, χωρίς την ανάγκη παροχής ενέργειας.	
e) Ιδανικό και εύχρηστο για χρήση τόσο στην ύπαιθρο (in vivo συνθήκες) όσο και στο εργαστήριο (in vitro συνθήκες).	

Μετά την μέτρηση των σακχάρων, και αφού οι καρποί συνφλίθικαν με το χέρι μέχρι το χυμό, μερικές σταγόνες χυμού ντομάτας προστέθηκε πάνω στο πρίσμα του οπτικού διαθλασίμετρου - αλατόμετρου και συγκρατήθηκε σε μια πηγή φωτός.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε όλους τους καρπούς των υβριδίων και ποικιλιών και των 3^{ων} επεμβάσεων, και προσδιορίστηκε ο μέσος όρος (Μ.Ο.) αυτών. Επίσης, οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (δηλ. περίπου 20 °C) και ακολουθούσε η ανάγνωση με ακρίβεια ± 1 ‰ Ολική αλατότητα. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε ολικά άλατα (‰).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
Αποτελέσματα

5.1 Επεξήγηση επεμβάσεων και παραμέτρων της μελέτης

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν γενικότερα οι επιπτώσεις σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) όταν αυτά εκτίθενται στις συνθήκες υψηλής αλατότητας, λόγω χλωριούχου νατρίου (αγγλ. Sodium chloride, συντ. NaCl). Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτών και των καρπών, αντίστοιχα. Τέλος, μελετήθηκαν οι διάφοροι βιολογικοί (κατά κύριο λόγο) μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φυτά τομάτας, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αρνητική αυτή επίδραση, όταν τα φυτά εκτίθενται σε συνθήκες υψηλής αλατότητας.

5.1.1 Επεξήγηση επεμβάσεων

Στις επομένους παραγράφους αναφέρονται οι 3^η αντίστοιχες πειραματικές επεμβάσεις στις οποίες χρησιμοποιήσαμε διάφορα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), με την εξής σειρά:

1. Επέμβαση 1^η: NaCl

Στην πειραματική επέμβαση αυτή χρησιμοποιήσαμε συγκεκριμένα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας αρδεύοντας τα με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε κάποια από τα εμπορεύσιμα υβρίδια του ελληνικού εμπορίου, όπως Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, καθώς και ποικιλίες, όπως Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη. Τα υβρίδια και οι ποικιλίες αυτές αρδευτήκανε (ανά διάστημα των κάθε 4^{ων} ημερών) με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl, ξεκινώντας από την μικρότερη προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (έχοντας ως αρχή τον μάρτυρα), όπως φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 5.1):

- Control (dH₂O),
- NaCl 1 (50 mM NaCl),
- NaCl 2 (100 mM NaCl),
- NaCl 3 (150 mM NaCl),
- NaCl 4 (200 mM NaCl).

Πίνακας 5.1: Οι τελικές επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του χλωριούχου νατρίου (NaCl) που εφαρμόστηκε με άρδευση στα φυτά τομάτας της 1 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις του NaCl ανά επέμβαση (mM):
*Control	0 mM NaCl (dH ₂ O)
Sodium chloride 1 (NaCl 1)	50 mM NaCl
Sodium chloride 2 (NaCl 2)	100 mM NaCl
Sodium chloride 3 (NaCl 3)	150 mM NaCl
Sodium chloride 4 (NaCl 4)	200 mM NaCl

Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.

2. Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στην πειραματική επέμβαση αυτή χρησιμοποιήσαμε συγκεκριμένα υβρίδια τομάτας αρδεύοντας τα με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl και ψεκάζοντας με το φυτικό εκχύλισμα Milsana. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε τα υβρίδια του ελληνικού εμπορίου, όπως Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1. Τα υβρίδια αυτά αρδευτήκανε (ανά διάστημα των κάθε 4^{ων} ημερών) με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl και εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός (ανά διάστημα των κάθε 7^α ημερών) με το φυτικό εκχύλισμα Milsana, ξεκινώντας από την μικρότερη προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (έχοντας ως αρχή τον μάρτυρα), όπως φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 5.2):

- Control (dH₂O),
- NaCl 1 (70 mM NaCl),
- NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana),
- NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana),
- NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana),
- NaCl 2 (140 mM NaCl),
- NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana),
- NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana),
- NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Πίνακας 5.2: Οι τελικές επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του NaCl και Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψεκάσμα στα φυτά τομάτας της 2 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις του NaCl και της Milsana ανά επέμβαση (σε mM):
*Control	dH ₂ O
NaCl 1	70 mM NaCl
NaCl 1 + Milsana 1 (NaCl1 + M1)	70 mM NaCl + 0.5 % v/v Milsana
NaCl 1 + Milsana 2 (NaCl1 + M2)	70 mM NaCl + 1.0 % v/v Milsana
NaCl 1 + Milsana 3 (NaCl1 + M3)	70 mM NaCl + 2.0 % v/v Milsana
NaCl 2	140 mM NaCl
NaCl 2 + Milsana 1 (NaCl2 + M1)	140 mM NaCl + 0.5 % v/v Milsana
NaCl 2 + Milsana 2 (NaCl2 + M2)	140 mM NaCl + 1.0 % v/v Milsana
NaCl 2 + Milsana 3 (NaCl2 + M3)	140 mM NaCl + 2.0 % v/v Milsana
Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.	

3. Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στην πειραματική επέμβαση αυτή χρησιμοποιήσαμε συγκεκριμένα υβρίδια τομάτας αρδεύοντας τα με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl, και ψεκάζοντας και αρδεύοντας τα με το αμινοξύ L-Proline. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε τα υβρίδια του ελληνικού εμπορίου, όπως Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1. Τα υβρίδια αυτά αρδευτήκανε (ανά διάστημα των κάθε 4^{ων} ημερών) με διάφορες συγκεντρώσεις NaCl και εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός και άρδευση (ανά διάστημα των κάθε 7^α ημερών) με το α-αμινοξύ L-Proline, ξεκινώντας από την μικρότερη

προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (έχοντας ως αρχή τον μάρτυρα), όπως φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 5.3):

- a) Control (dH₂O),
- b) NaCl 1 (50 mM NaCl),
- c) NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline),
- d) NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Πίνακας 5.3: Οι <u>τελικές</u> επεμβάσεις και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του NaCl και L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση στα φυτά τομάτας της 3 ^{ης} πειραματικής επέμβασης.	
Επεμβάσεις:	*Συγκεντρώσεις του NaCl και της L-Proline ανά επέμβαση (σε mM):
*Control	dH ₂ O
NaCl 1	50 mM NaCl
NaCl 1 + L-Proline 1 (NaCl1 + L-Pro1)	50 mM NaCl + 1 mM L-Pro
NaCl 2	100 mM NaCl
NaCl 2 + L-Proline 2 (NaCl2 + L-Pro2)	100 mM NaCl + 5 mM L-Pro
Σημείωση: Με τον αγγλικό όρο 'Control' εννοούμε τον ελληνικό όρο 'Μάρτυρας', ο οποίος σε κάθε επέμβαση και αρδευόταν με καθαρό νερό χωρίς την προσθήκη NaCl.	

5.1.2 Επεξήγηση παραμέτρων

Οι κύριοι παράμετροι που μετρήθηκαν και στις 3^{ης} παραπάνω επεμβάσεις, είναι οι εξής:

- 1) Μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως:
 - a. Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους:
 - i. Ύψος κύριου στελέχους (σε cm).
 - ii. Διάμετρος κύριου στελέχους (σε cm).
 - iii. Αριθμός φύλλων.
 - b. Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπογείου μέρους:
 - i. Μήκος ριζικού συστήματος (σε cm).
 - ii. Διάμετρος (πλάτος) ριζικού συστήματος (σε cm).
 - iii. Διάμετρος λαιμού (του κύριου στελέχους, σε cm).
 - c. Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά:
 - i. Καρούλιασμα φύλλων.
 - ii. Χλώρωση φύλλων.
 - iii. Πάχυνση φύλλων.
 - iv. Νέκρωση φύλλων.
 - v. Επίκτητες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού).
- 2) Ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως:
 - a. Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής).
 - b. Συνολικός αριθμός καρπών.
 - c. Βάρος καρπών (σε gr).
 - d. Διάμετρος καρπών (σε cm).
 - e. Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών (σε gr).

- f. Υφή – Σκληρότητα καρπών (σε kg).
- g. Ολικά διαλυτά στερεά καρπών.
 - i. Σάκχαρα καρπών (σε °Brix, %).
 - ii. Άλατα καρπών (σε ‰).
- h. Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών:
 - i. Ξηρή σήψη κορυφής καρπών (αγγλ. Blossom end rot).
 - ii. Σκίσιμο καρπών (αγγλ. Cracking).
 - iii. Παραμόρφωση καρπών (αγγλ. Catfacing).

Παρακάτω στον Πίνακα 5.4 αναφέρονται τα υβρίδια και οι ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) των αντίστοιχων 3^{ov} κύριων επεμβάσεων στα οποία προσδιορίστηκαν τα παραπάνω μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 5.4: Τα υβρίδια και οι ποικιλίες τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) των αντίστοιχων 3 ^{ov} κύριων επεμβάσεων στα οποία προσδιορίστηκαν τα παραπάνω μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά.						
Επεμβάσεις:	Γενετική ταξινόμηση (υβρίδιο ή ποικιλία):	Παρτίδες φυτών:	Αριθμός φυτών ανά παρτίδα:	Αριθμός φυτών ανά υβρίδιο ή ποικιλία:	Ημ/νια μεταφύτευσης:	Ημ/νια εφαρμογής της 1 ^{ης} επέμβασης:
Επέμβαση 1 ^η : NaCl	Bobcat F1	2	5	10	20/03/17	30/03/17
	Faidra F1	4	5	20	20/03/17	30/03/17
	Lobello F1	4	5	20	20/03/17	30/03/17
	Rastony F1	6	5	30	20/03/17	30/03/17
	Athina	2	5	10	20/03/17	30/03/17
	Pakmor	6	5	30	20/03/17	30/03/17
	Pomodoro	3	5	15	20/03/17	30/03/17
	Ντόπια κόκκινη	3	5	15	20/03/17	30/03/17
	Συνολικός αριθμός φυτών ανά επέμβαση:			150		
Επέμβαση 2 ^η : NaCl + Milsana	Bobcat F1	4	9	36	15/04/17	25/04/17
	Ebia F1	2	9	18	15/04/17	25/04/17
	Elpida F1	6	9	54	15/04/17	25/04/17
	Ekstasis F1	2	9	18	15/04/17	25/04/17
	Faidra F1	2	9	18	15/04/17	25/04/17
	Formula F1	2	9	18	15/04/17	25/04/17
	Συνολικός αριθμός φυτών ανά επέμβαση:			162		
Επέμβαση 2 ^η : NaCl + L-Proline	Ebia F1	2	5	10	20/04/17	30/04/17
	Elpida F1	2	5	10	20/04/17	30/04/17
	Faidra F1	2	5	10	20/04/17	30/04/17
	Συνολικός αριθμός φυτών ανά επέμβαση:			30		
Συνολικός αριθμός φυτών (στα οποία προσδιορίστηκαν τα παραπάνω χαρακτηριστικά):				342		

5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα κυριότερα μορφολογικά και αναπτυξιακά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας (και μετά) σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) και των 3^{ων} κύριων επεμβάσεων, περιγράφονται παρακάτω:

- | | |
|--|---|
| <p>1) Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Ύψος κύριου στελέχους (σε cm). b) Διάμετρος κύριου στελέχους (σε cm). c) Αριθμός φύλλων. <p>2) Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπογείου μέρους:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Μήκος ριζικού συστήματος (σε cm). b) Διάμετρος (πλάτος) ριζικού συστήματος (σε cm). | <ul style="list-style-type: none"> c) Διάμετρος λαιμού (του κύριου στελέχους, σε cm). <p>3) Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Καρούλιασμα φύλλων. b) Χλώρωση φύλλων. c) Πάχυνση φύλλων. d) Νέκρωση φύλλων. e) Επίκτητες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού). |
|--|---|

5.2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους

Σύμφωνα με την ξένη και διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρεται ότι το ύψος του κύριου στελέχους και η ανάπτυξη των φύλλων είναι τα κυρία χαρακτηριστικά που επηρεάζονται περισσότερο στην καλλιέργεια της τομάτας, λόγω της υψηλής υπάρξεως του χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο εδαφικό διάλυμα. Ενώ η αρνητική επίδραση της αλατότητας στο ύψος του κύριου στελέχους έχει γίνει κατανοητή, η επίδραση της αλατότητας στο ριζικό σύστημα της τομάτας δεν έχει ακόμη ξεκαθαριστεί πλήρως. Η ευαισθησία στην αλατότητα, που χαρακτηρίζει ορισμένες ποικιλίες τομάτας, μπορεί να οφείλεται τόσο στην τοξική επίδραση των ιόντων νατρίου (Na⁺) και χλωρίου (Cl⁻) (τοξική καταπόνηση), όσο και στην διατάραξη της ισορροπίας στην θρέψη που προκαλείται από την υψηλή αλατότητα του εδαφοδιαλύματος (βλ. Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στην αλατότητα. Υποκεφάλαιο 2.5.5: Η επίδραση της αλατότητας στη καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Γιαννόπουλος, 2010).

Στα φυτά τομάτας παρατηρήθηκε μια μείωση στο ρυθμό ανάπτυξής τους, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (βλ. Υποκεφάλαιο 2.5.1.4: Η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη). Επίσης, παρατηρήθηκε μια μείωση της φυλλικής επιφάνειας ανά φύλλο και του αριθμού φύλλων ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (βλ. Υποκεφάλαιο 2.5.1.5: Η επίδραση της αλατότητας στην φυλλική επιφάνεια). Τέλος, παρατηρήθηκε μια μείωση του νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών και των φύλλων, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες αλατότητας (βλ. Υποκεφάλαιο 2.5.1.6: Η επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών, φύλλων και ρίζας) (Βλάχου, 2011). Την ιδιότητα αυτή του ύψους και της διαμέτρου του κύριου στελέχους, και τον αριθμό φύλλων της τομάτας προσπαθήσαμε να τα εκμεταλλευτούμε, ως αντίδραση σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, χρησιμοποιήθηκε σαν δείκτη της φυσιολογίας των φυτών στην αλατότητα κατά το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

5.2.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

5.2.1.1.1 Ύψος κύριου στελέχους

Στα Διαγράμματα 5.1 (A-D) και 5.2 (A-C) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στο ύψος κύριου στελέχους (σε cm) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Το ύψος κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης), και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



Διάγραμμα 5.1: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στο ύψος κύριου στελέχους σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε υβρίδιο Bobcat F1. **B:** Σε υβρίδιο Faidra F1. **C:** Σε υβρίδιο Lobello F1. **D:** Σε υβρίδιο Rastony F1.



Διάγραμμα 5.2: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στο ύψος κύριου στελέχους σε ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε ποικιλία Rakmor. **B:** Σε ποικιλία Pomodoro. **C:** Σε ποικιλία Ντόπια κόκκινη.

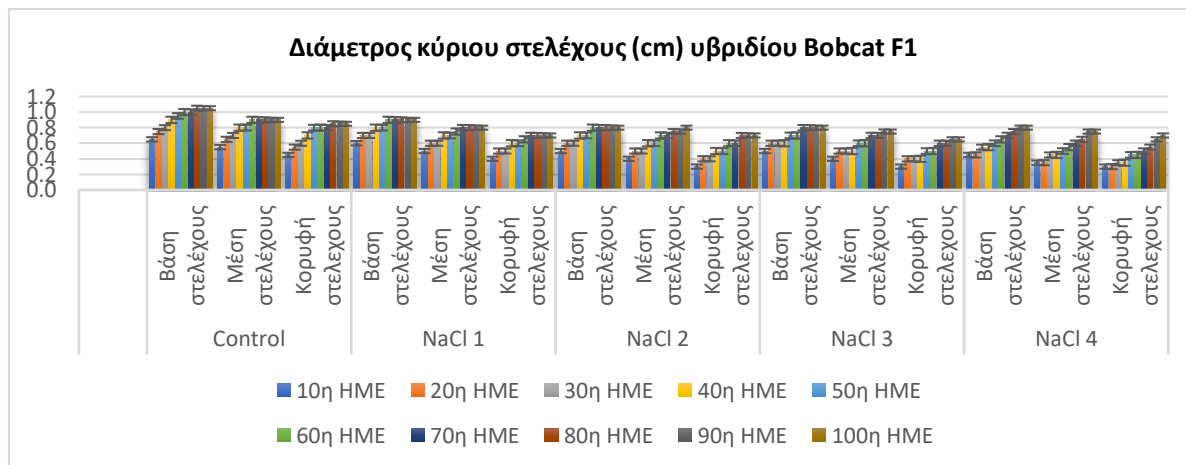
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι το ύψος του κύριου στελέχους επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, το ύψος αρχίζει να μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πάρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η ανάπτυξη του φυτού.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στο ύψος κύριου στελέχους, φαίνεται παρακάτω:

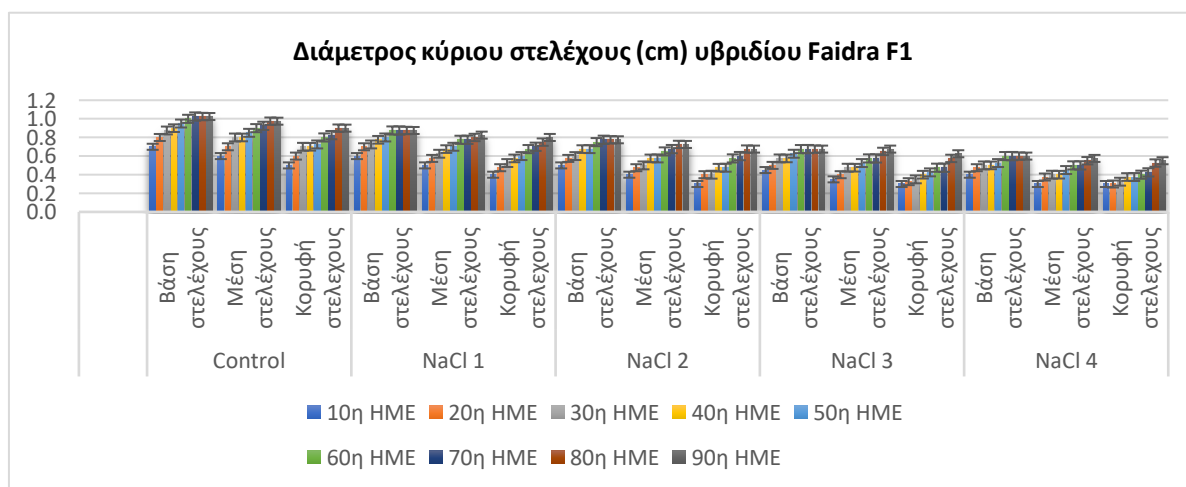
- Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Rastony F1, Pomodoro.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Ντόπια κόκκινη.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Lobello F1, Rakmor.

5.2.1.1.2 Διάμετρος κύριου στελέχους

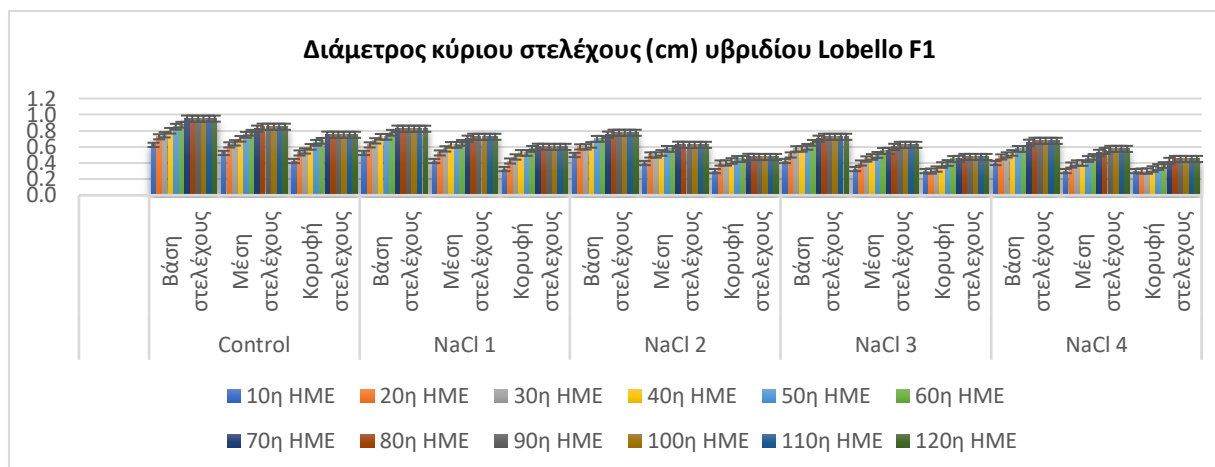
Στα Διαγράμματα από 5.3 έως 5.9 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο κύριου στελέχους (σε cm) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης), και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



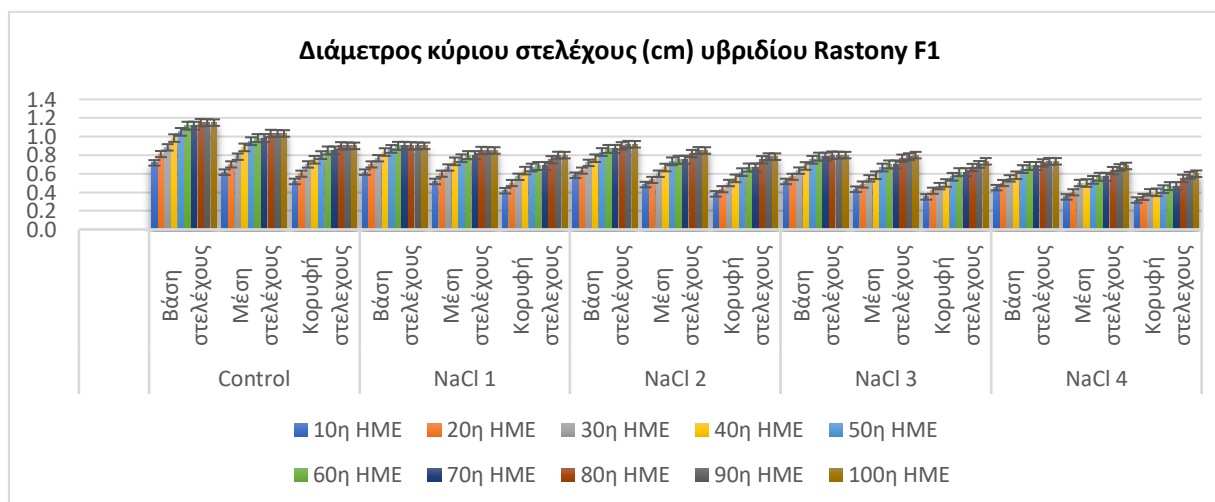
Διάγραμμα 5.3: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.



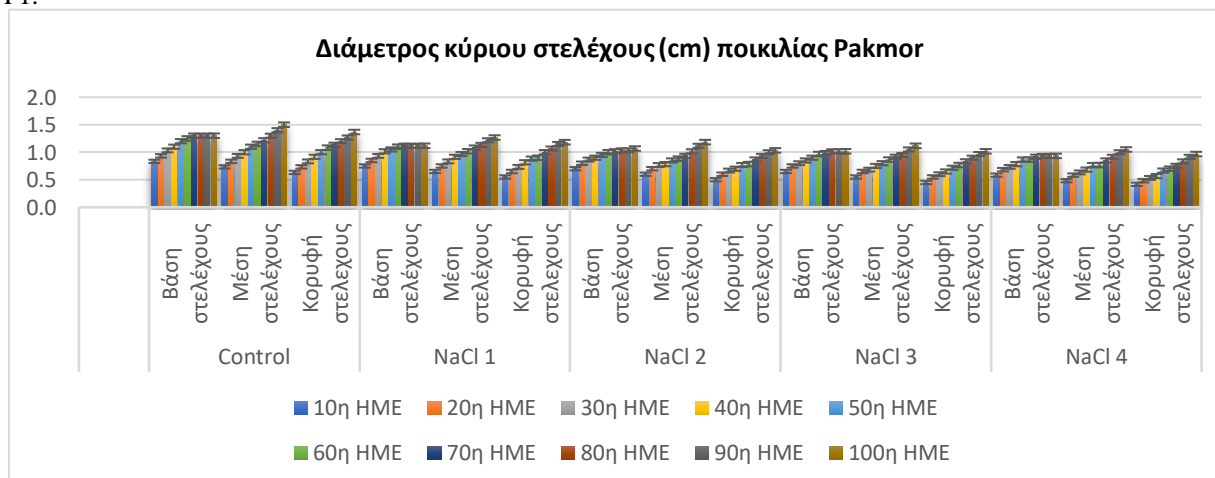
Διάγραμμα 5.4: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.



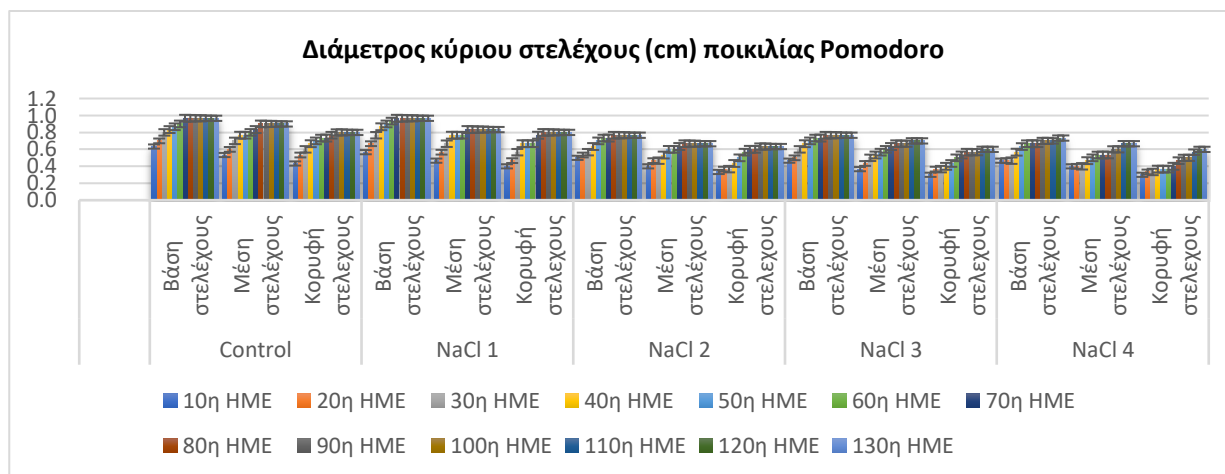
Διάγραμμα 5.5: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1.



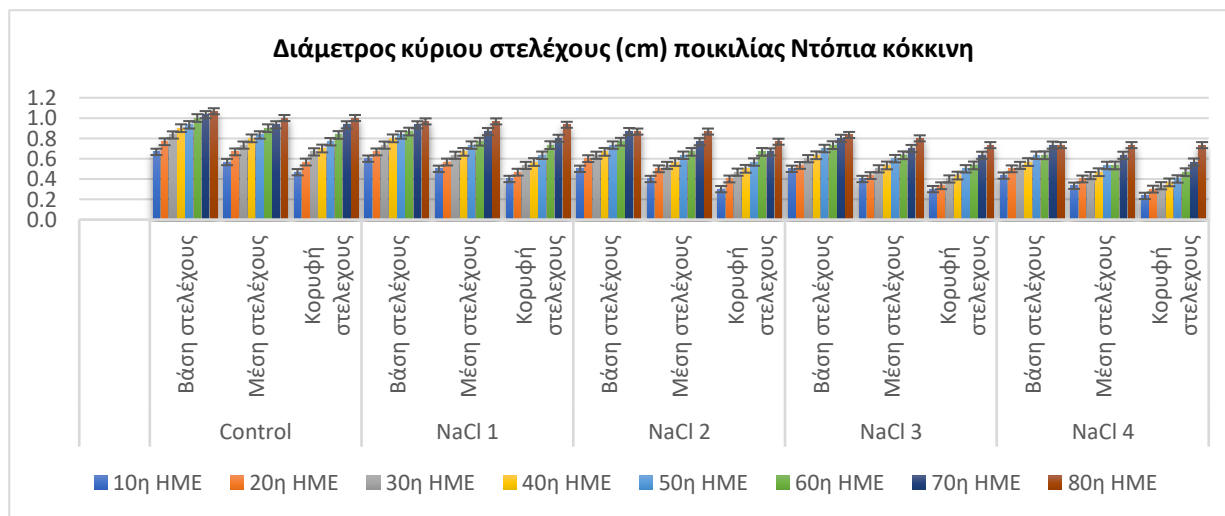
Διάγραμμα 5.6: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Rastony F1.



Διάγραμμα 5.7: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor.



Διάγραμμα 5.8: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ρομωδορο.



Διάγραμμα 5.9: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ντόπια κόκκινη.

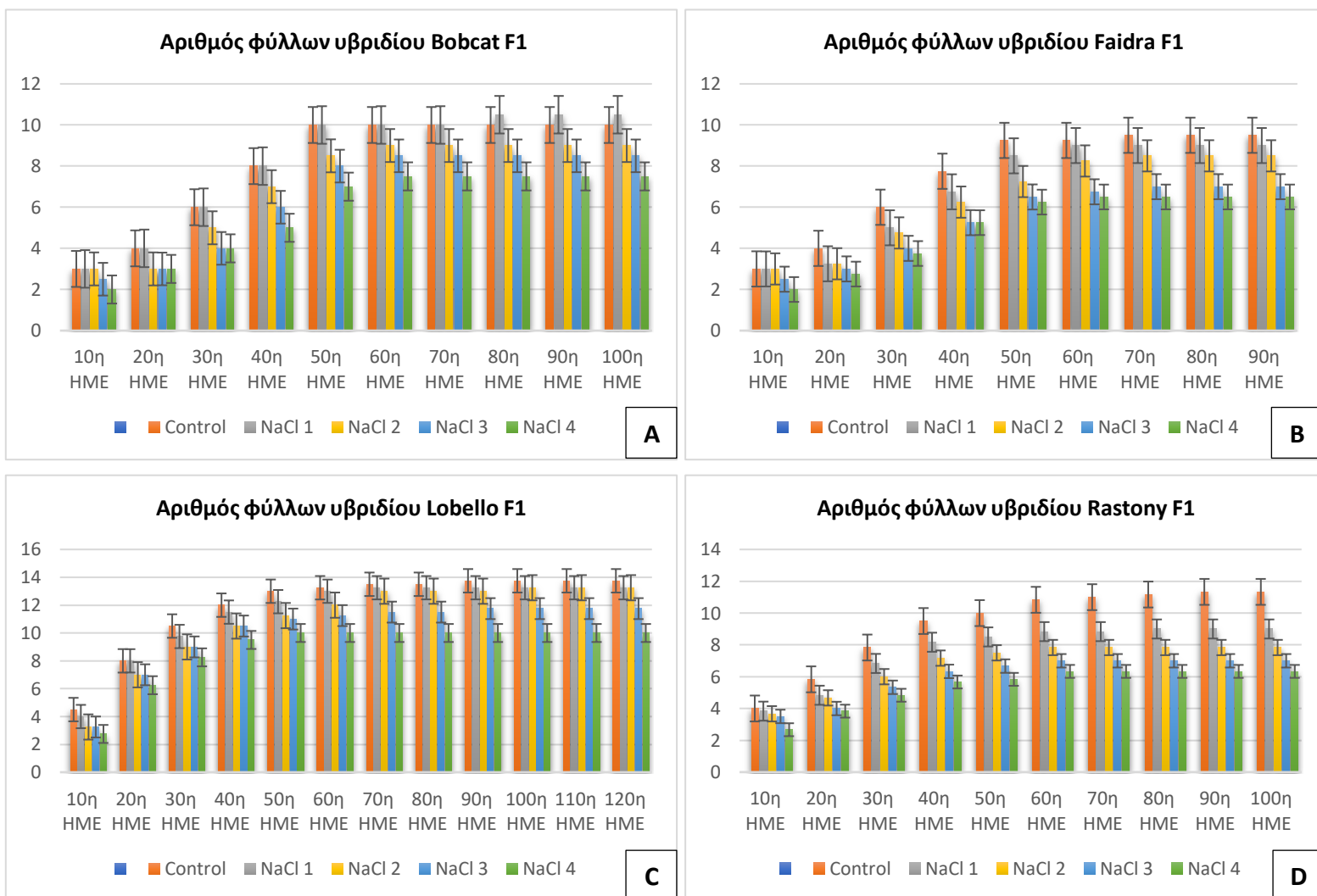
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος του κύριου στελέχους επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος αρχίζει να μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πέρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η ανάπτυξη του φυτού.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην διάμετρο κύριου στελέχους, φαίνεται παρακάτω:

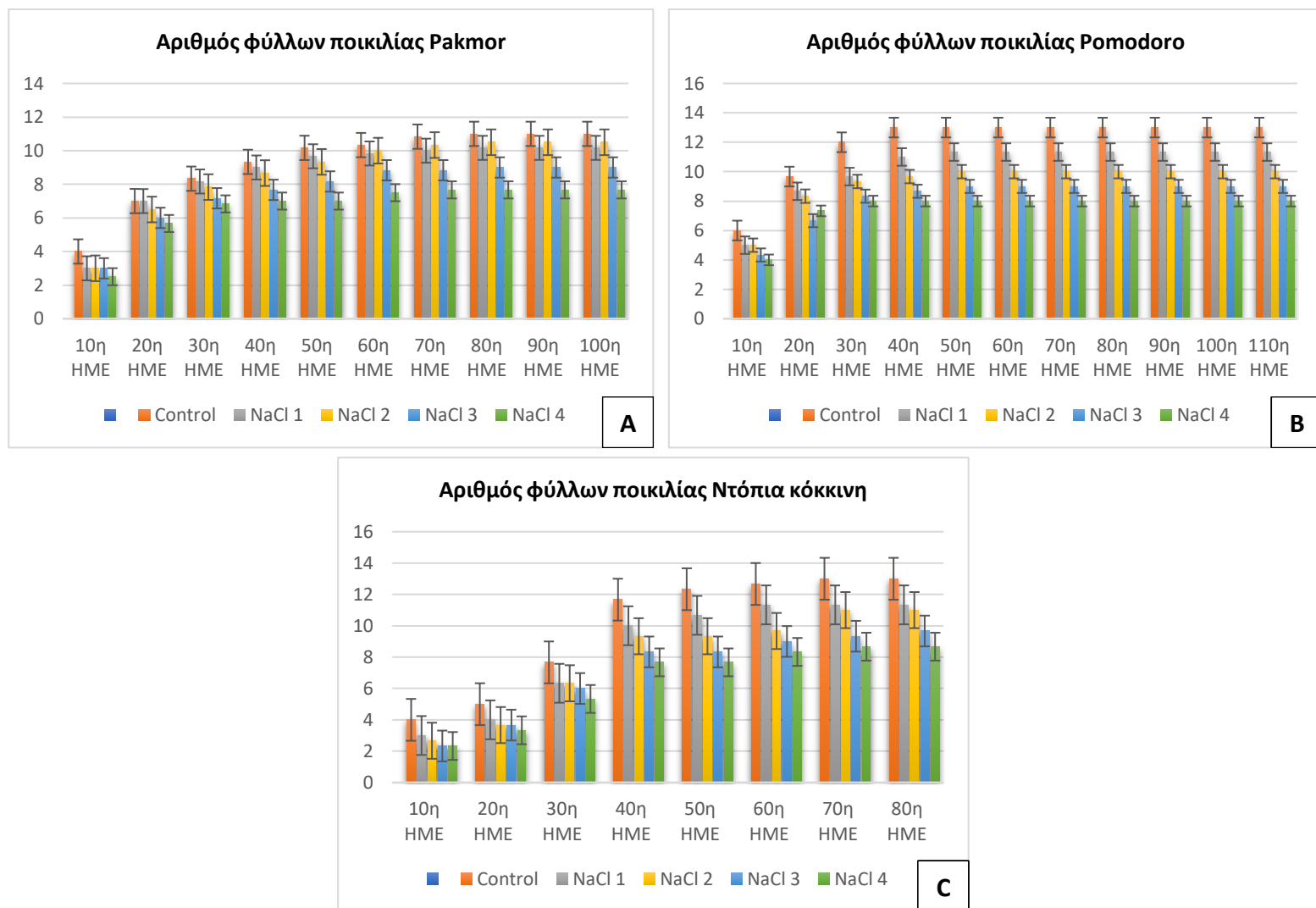
- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Rastony F1.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Ρομωδορο, Ντόπια κόκκινη.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Pakmor.

5.2.1.1.3 Αριθμός φύλλων

Στα Διαγράμματα 5.10 (A-D) και 5.11 (A-C) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στον αριθμό φύλλων των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός φύλλων μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



Διάγραμμα 5.10: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στον αριθμό φύλλων σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε υβρίδιο Bobcat F1. **B:** Σε υβρίδιο Faidra F1. **C:** Σε υβρίδιο Lobello F1. **D:** Σε υβρίδιο Rastony F1.

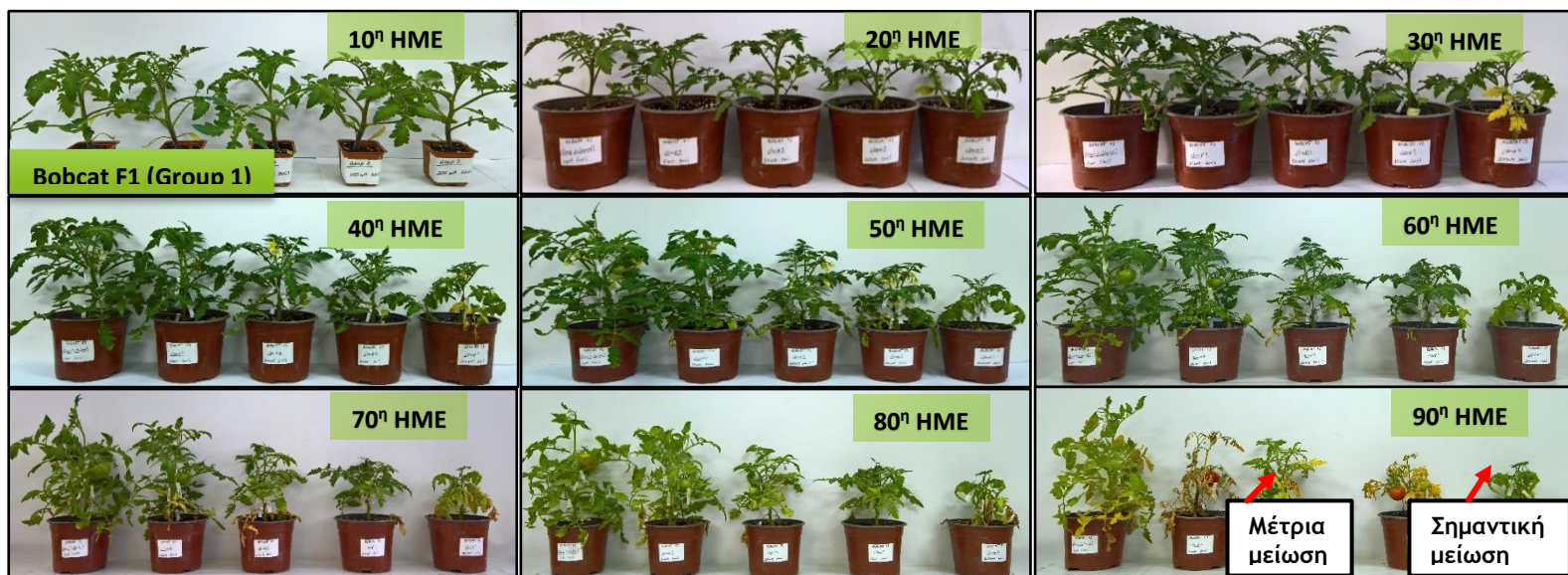


Διάγραμμα 5.11: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στον αριθμό φύλλων σε ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε ποικιλία Rakmor. **B:** Σε ποικιλία Pomodoro. **C:** Σε ποικιλία Ντόπια κόκκινη.

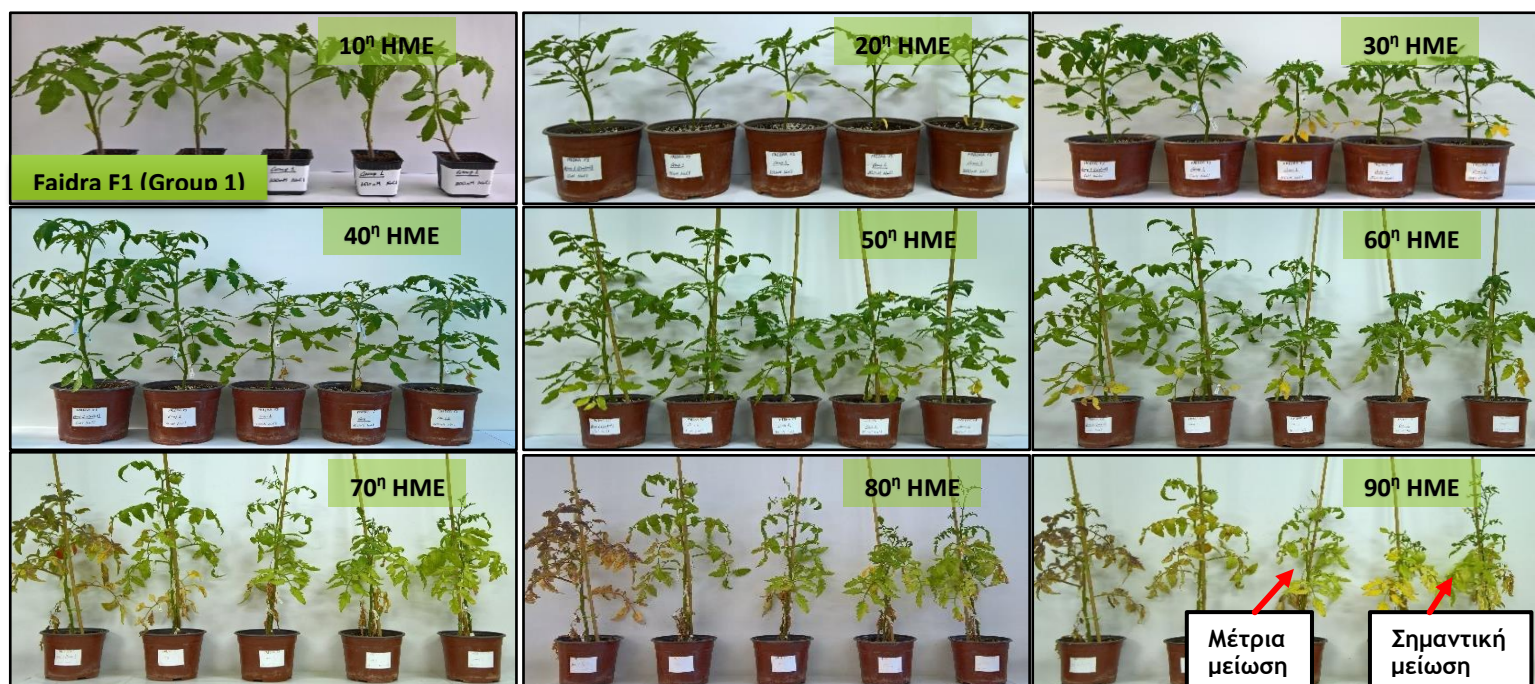
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι ο αριθμός των φύλλων επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, ο αριθμός φύλλων αρχίζει να μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πάρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στον αριθμό φύλλων, φαίνεται παρακάτω:

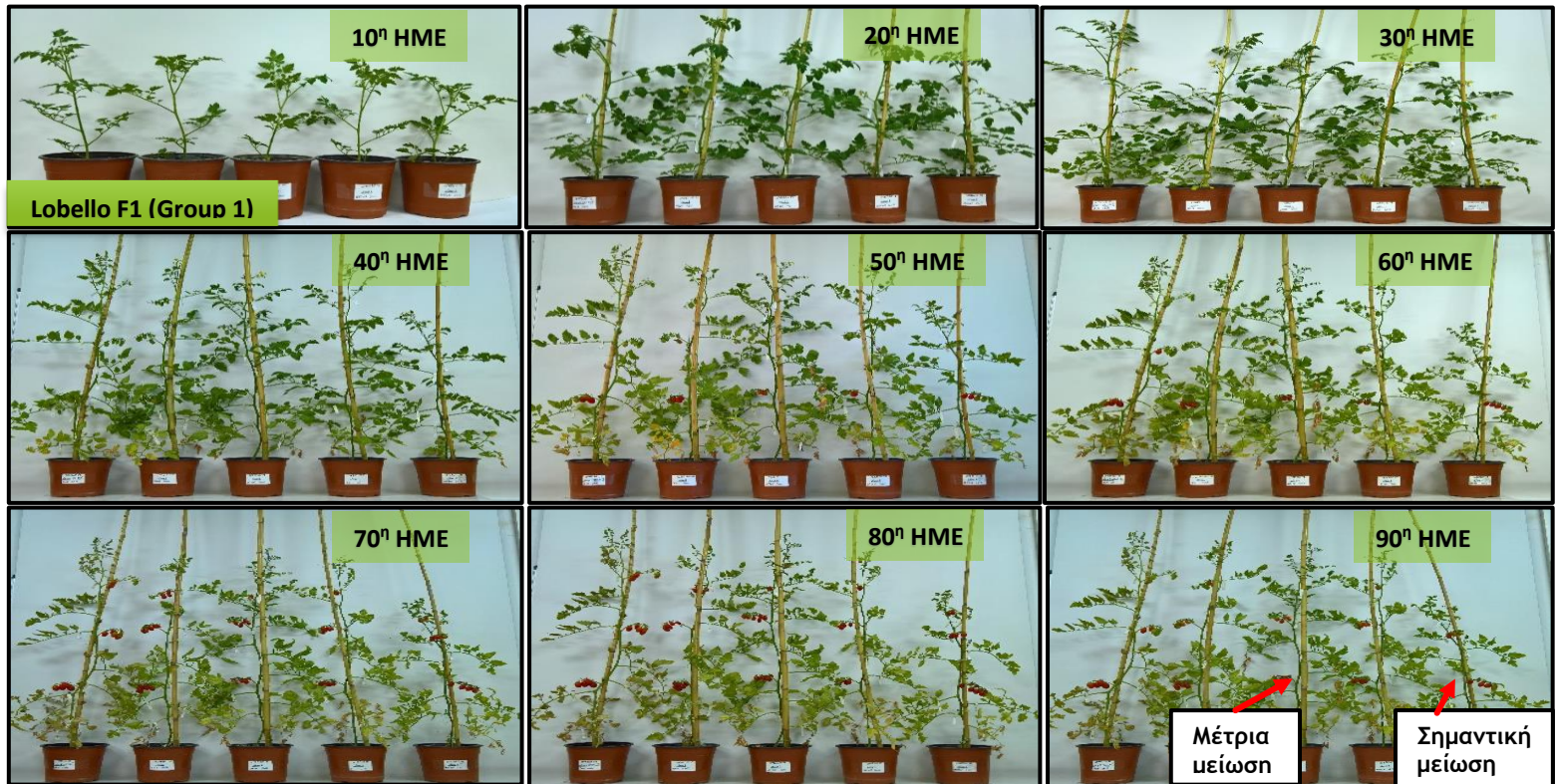
- Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Rastony F1, Pomodoro.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Ντόπια κόκκινη.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Rakmor.



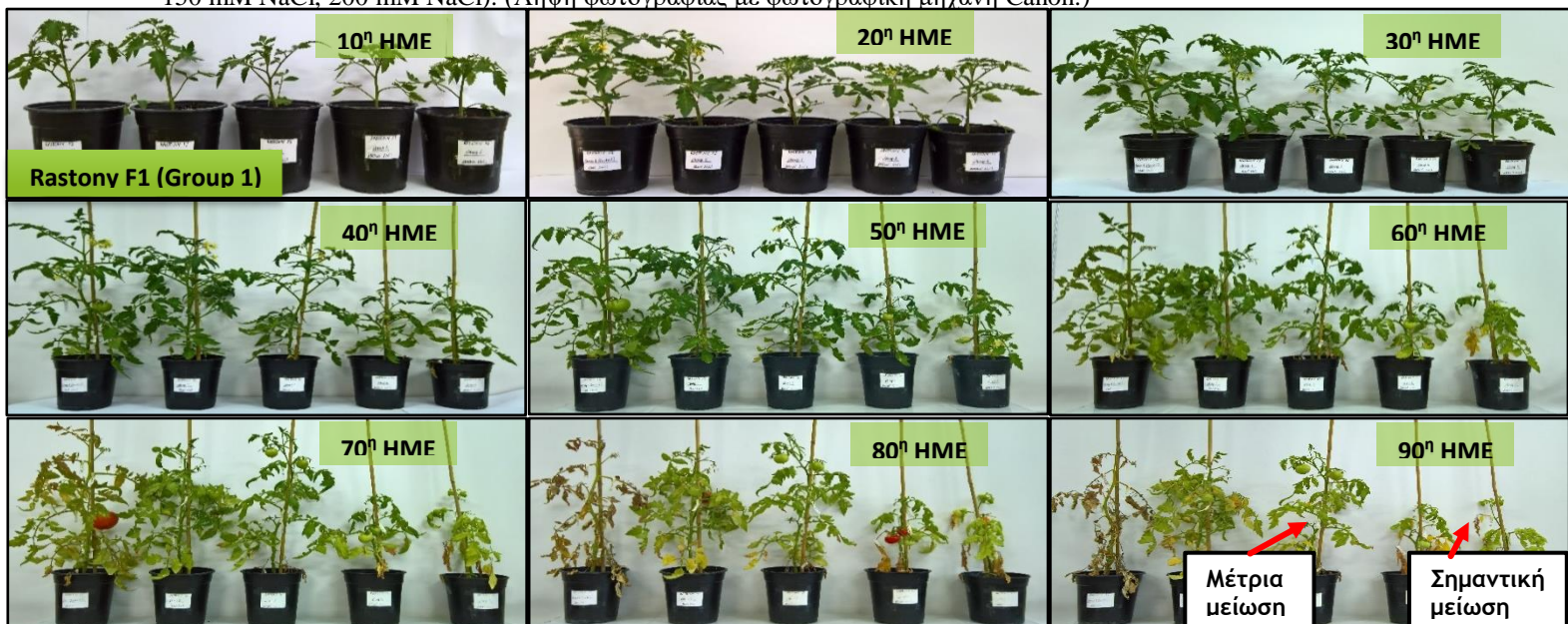
Εικόνα 5.1: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1 (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



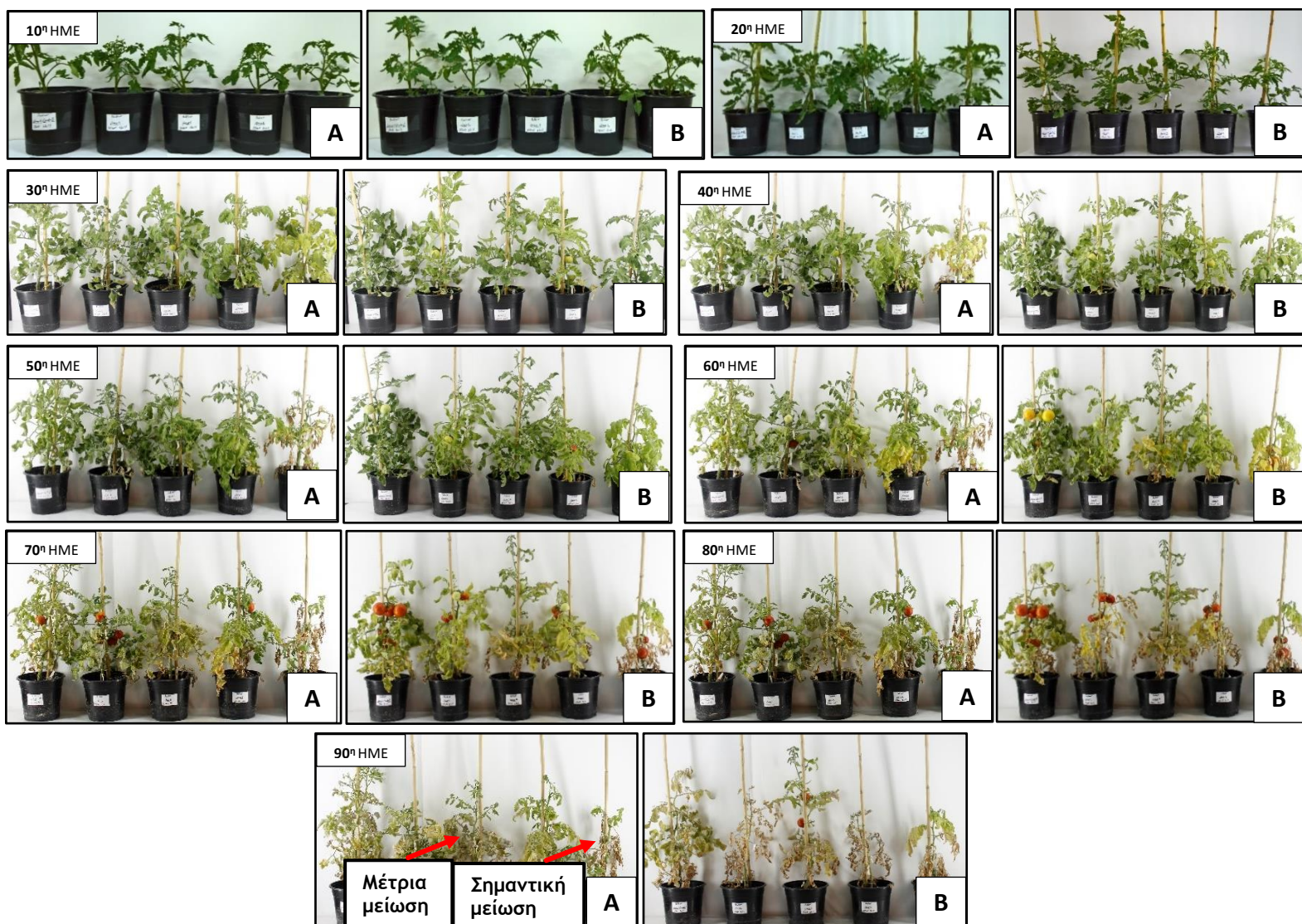
Εικόνα 5.2: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1 (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



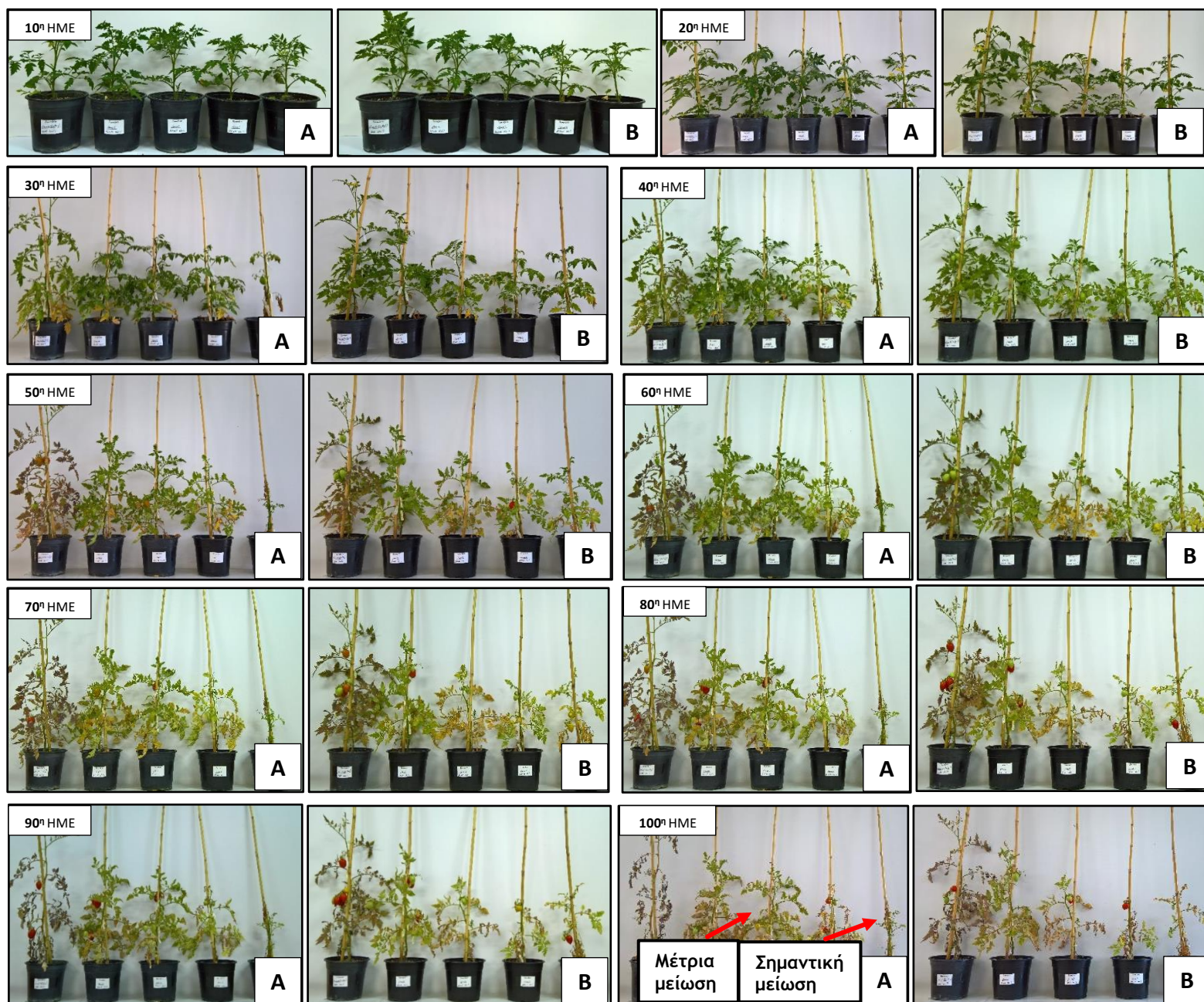
Εικόνα 5.3: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1 (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η ΗΜΕ:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.4: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Rastony F1 (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η ΗΜΕ:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.5: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) στο ύψος και πάχος κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Rakmor. **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. **Παρτίδες φυτών:** **A:** Group 1. **B:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

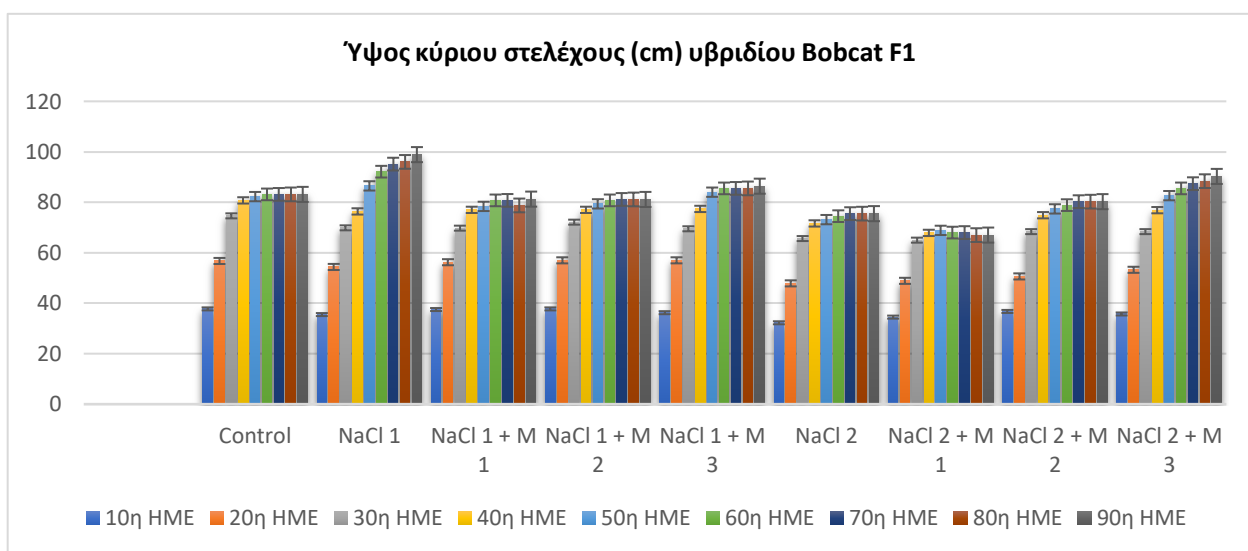


Εικόνα 5.6: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ρομωδορό. **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. **Παρτίδες φυτών:** **A:** Group 1. **B:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

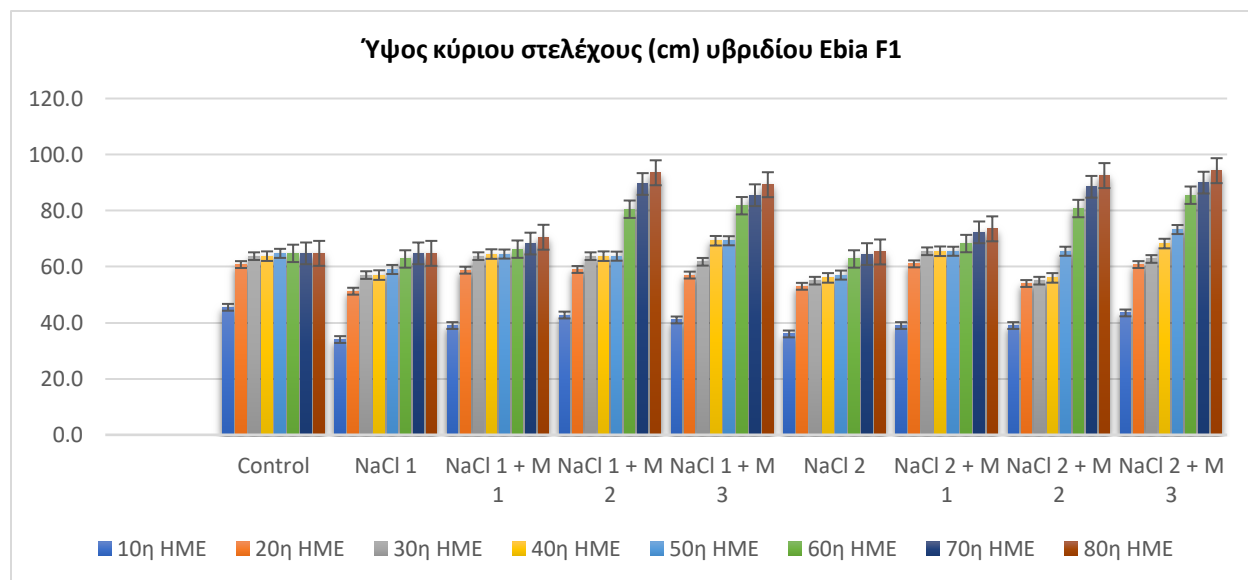
5.2.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

5.2.1.2.1 Ύψος κύριου στελέχους

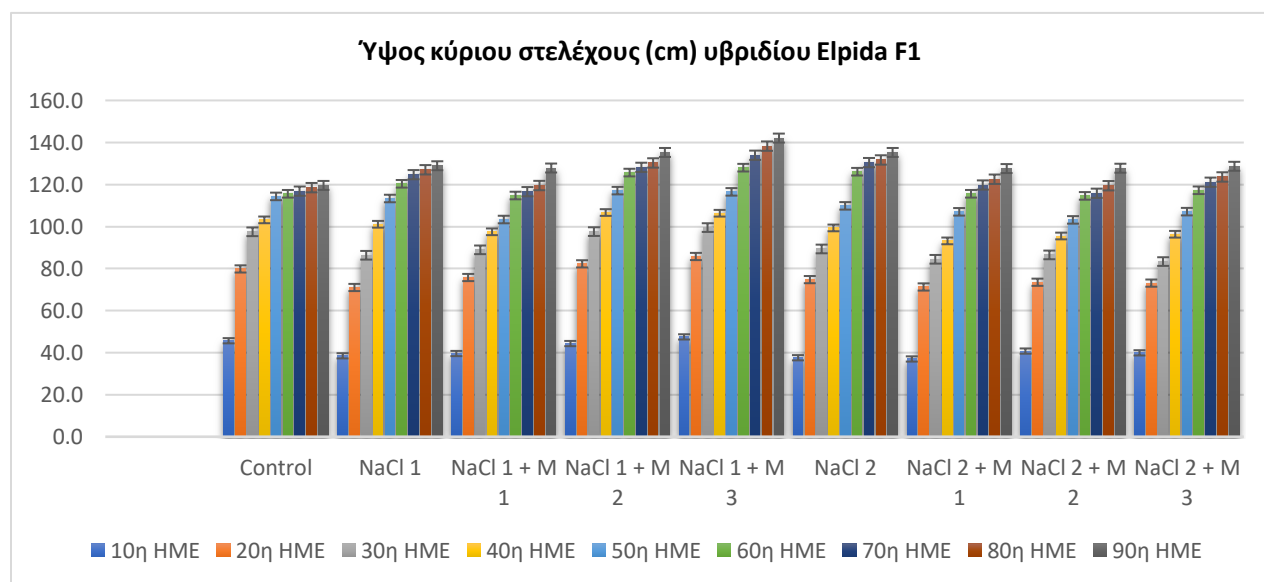
Στα Διαγράμματα από 5.12 έως 5.17 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος κύριου στελέχους (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Το ύψος κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης), και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



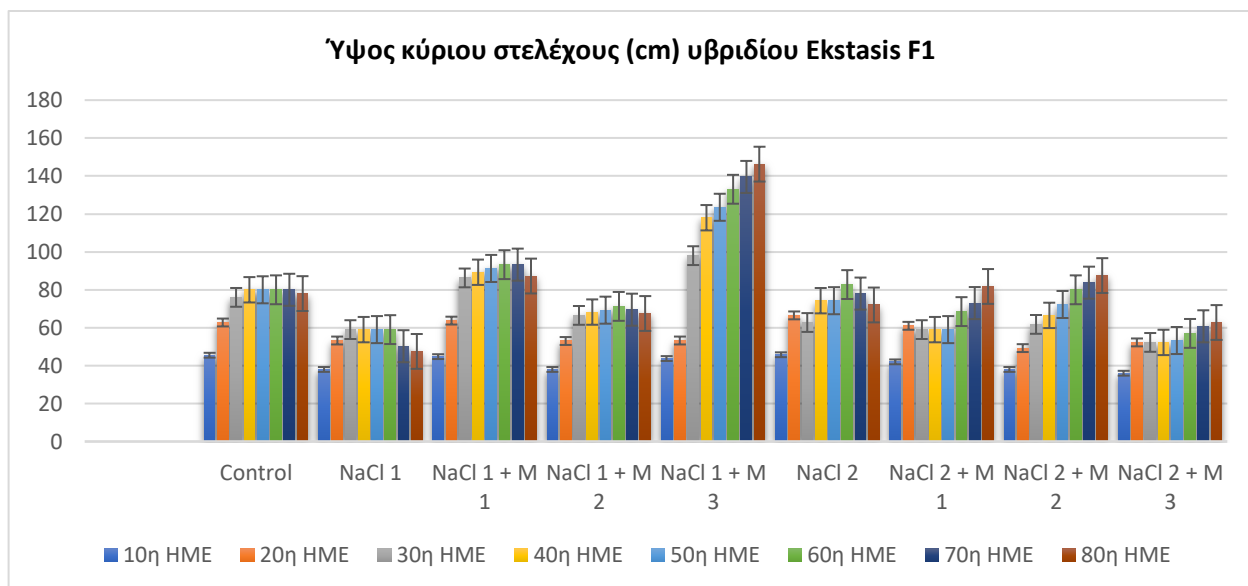
Διάγραμμα 5.12: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στο ύψος κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.



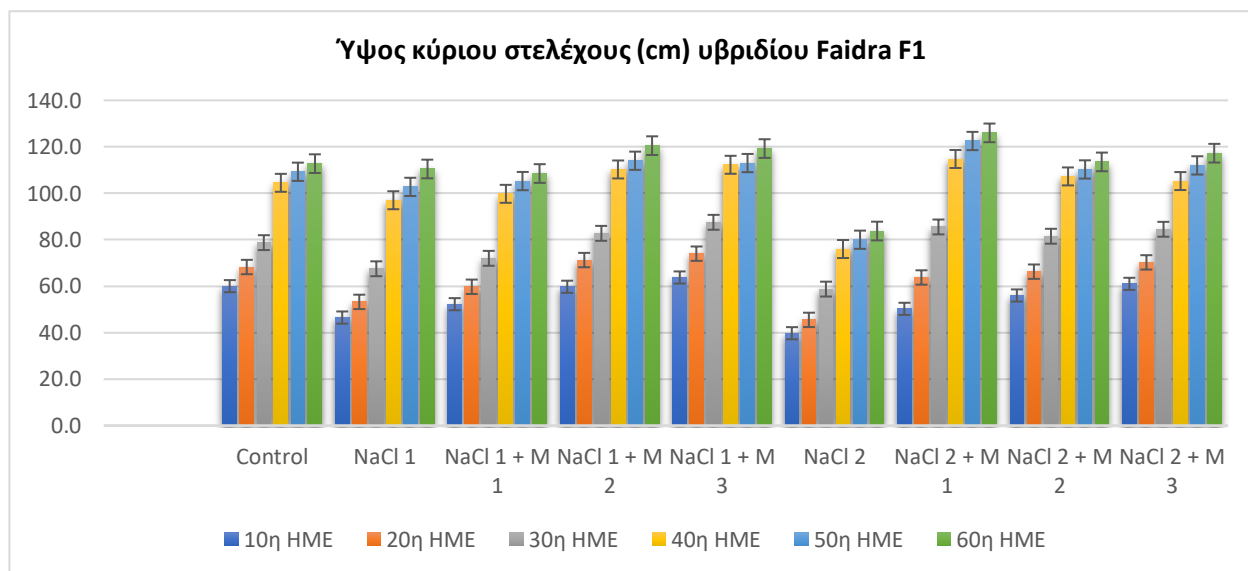
Διάγραμμα 5.13: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στο ύψος κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.



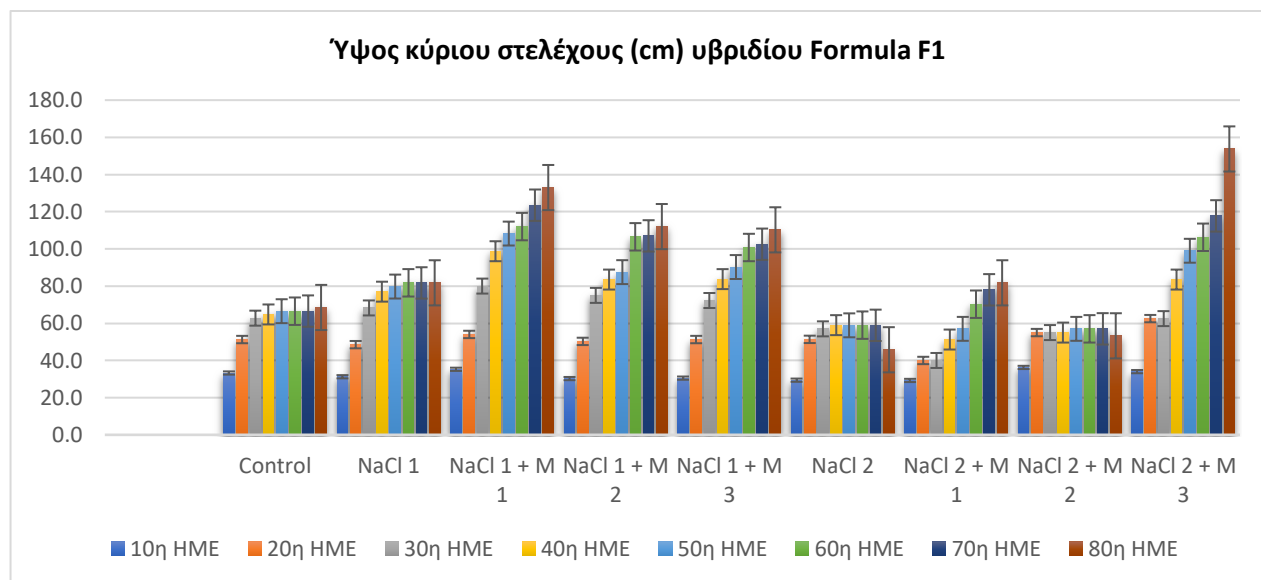
Διάγραμμα 5.14: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στο ύψος κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.



Διάγραμμα 5.15: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στο ύψος κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1.



Διάγραμμα 5.16: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στο ύψος κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.



Διάγραμμα 5.17: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στο ύψος κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι το ύψος του κύριου στελέχους επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, το ύψος μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η ανάπτυξη του φυτού.

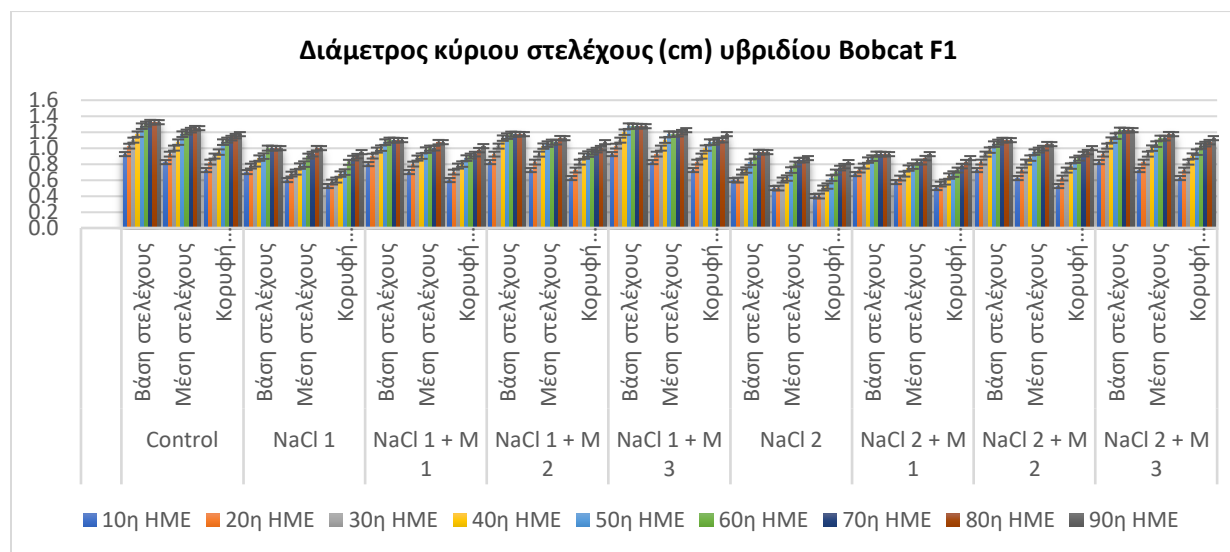
Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του ύψους κύριου στελέχους όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στο ύψος κύριου στελέχους, φαίνεται παρακάτω:

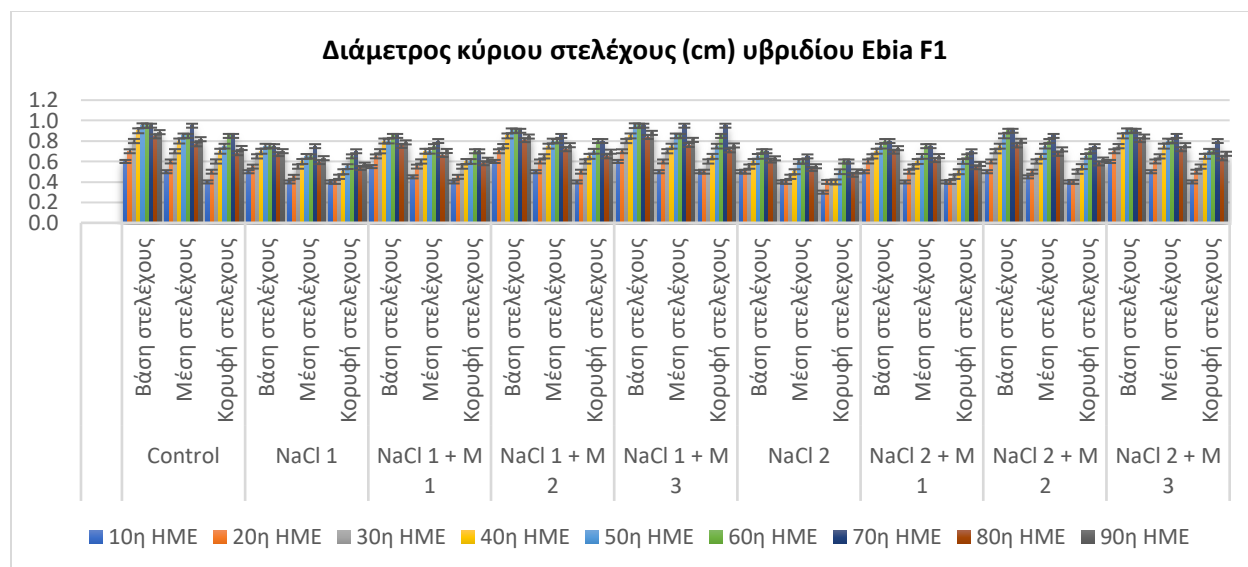
- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Ekstasis F1, Formula F1.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.

5.2.1.2.2 Διάμετρος κύριου στελέχους

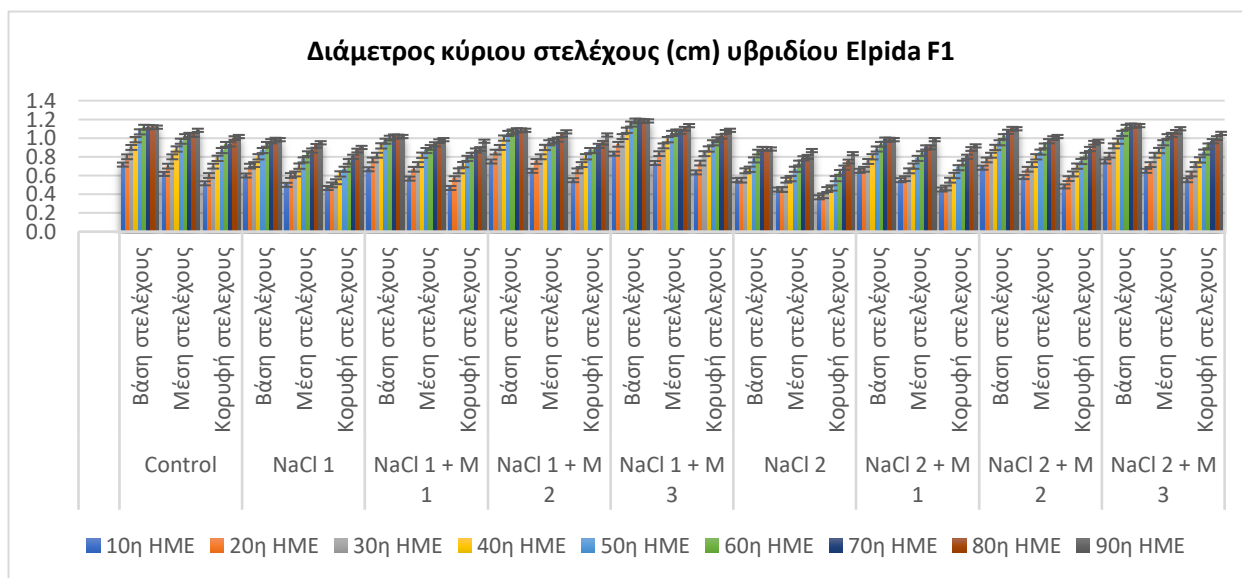
Στα Διαγράμματα από 5.18 έως 5.23 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο κύριου στελέχους (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης), και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



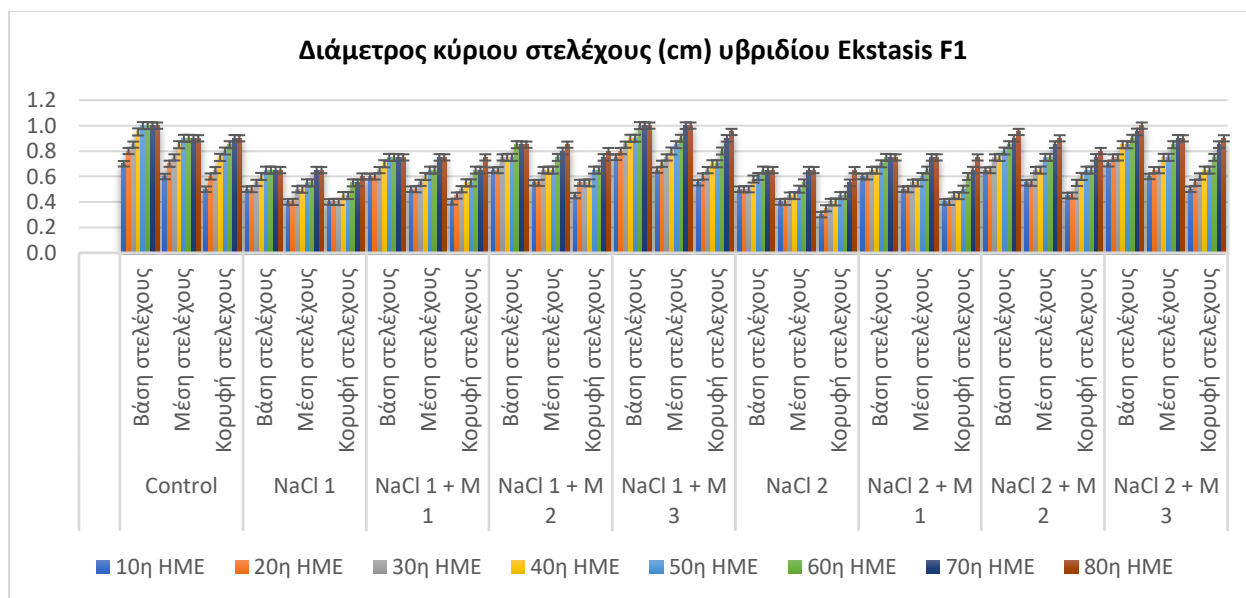
Διάγραμμα 5.18: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.



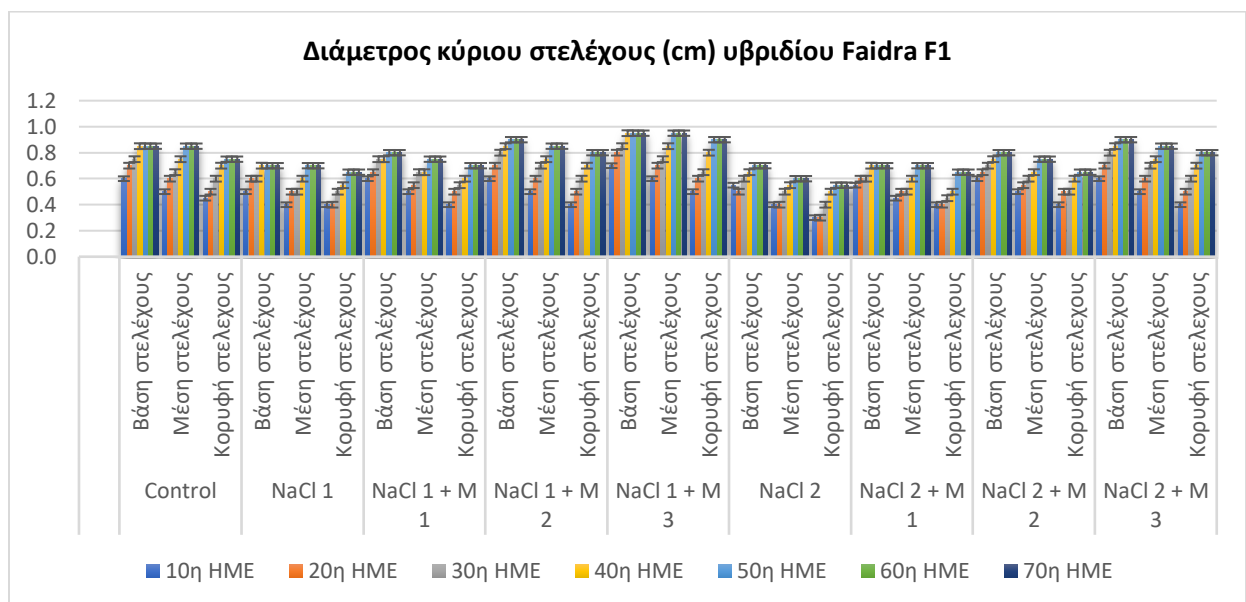
Διάγραμμα 5.19: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.



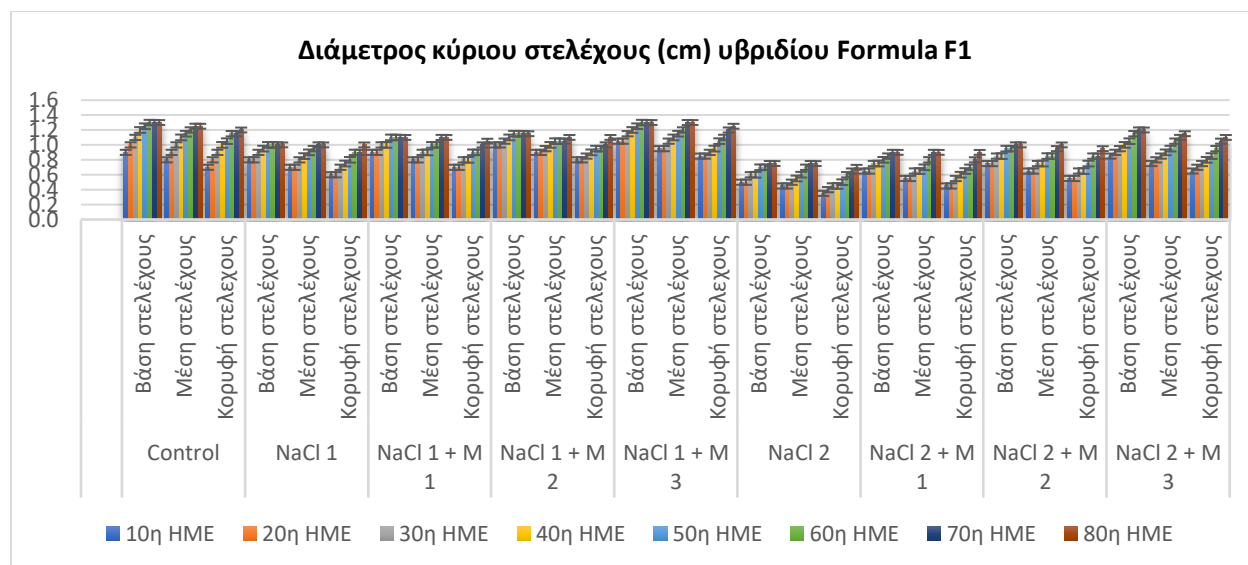
Διάγραμμα 5.20: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.



Διάγραμμα 5.21: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1.



Διάγραμμα 5.22: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.



Διάγραμμα 5.23: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος του κύριου στελέχους επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η ανάπτυξη του φυτού.

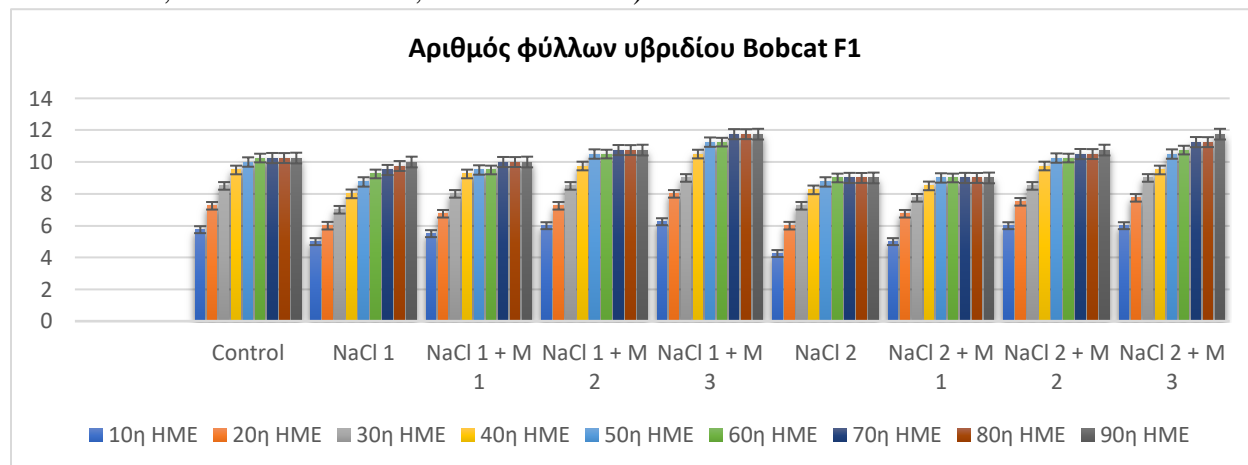
Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου κύριου στελέχους όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην διάμετρο κύριου στελέχους, φαίνεται παρακάτω:

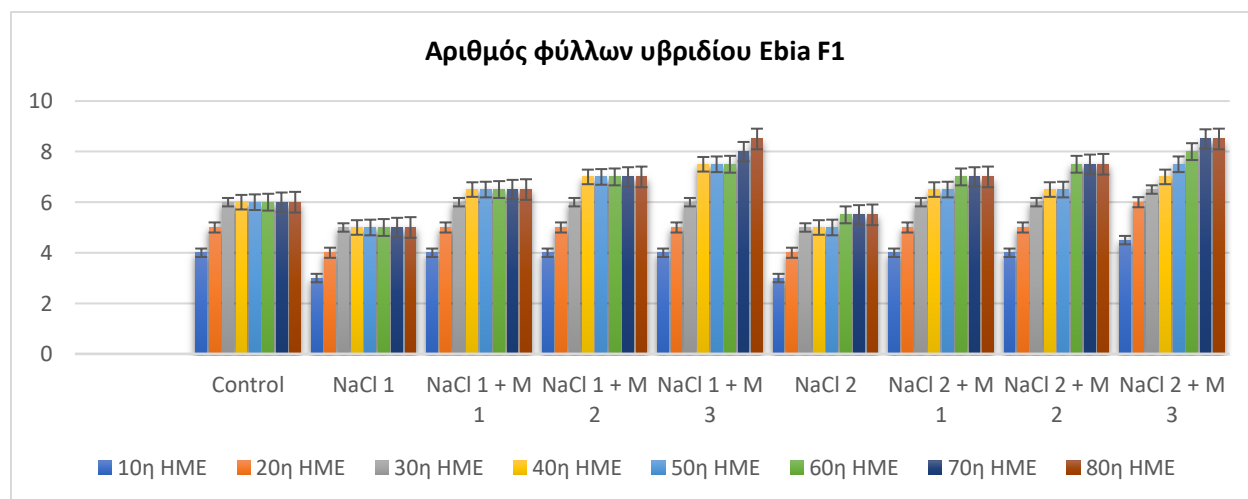
- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Ekstasis F1.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Formula F1.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.

5.2.1.2.3 Αριθμός φύλλων

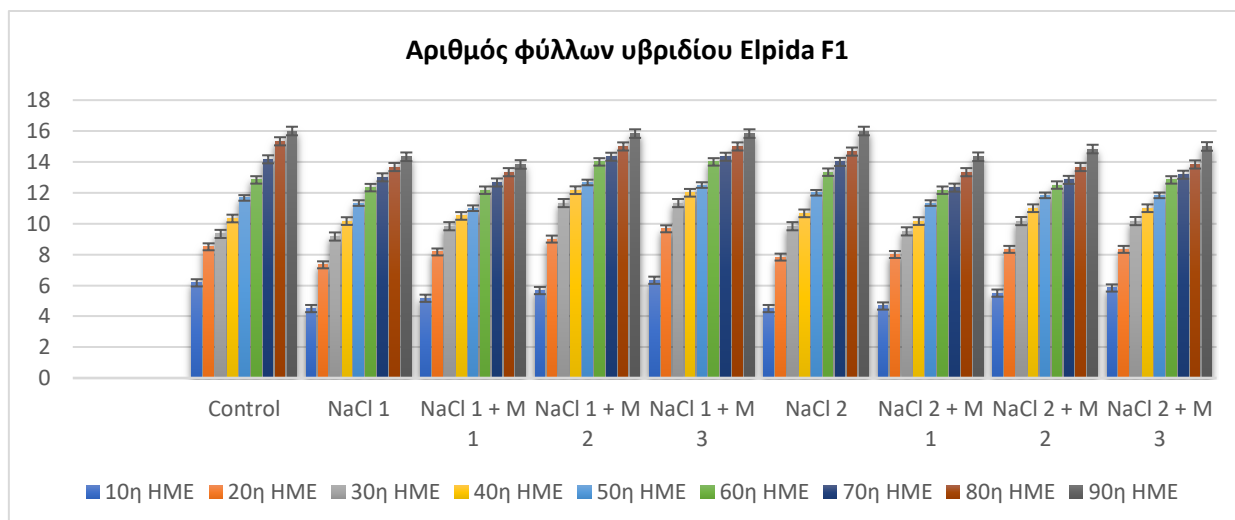
Στα Διαγράμματα από 5.24 έως 5.29 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στον αριθμό φύλλων των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός φύλλων μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



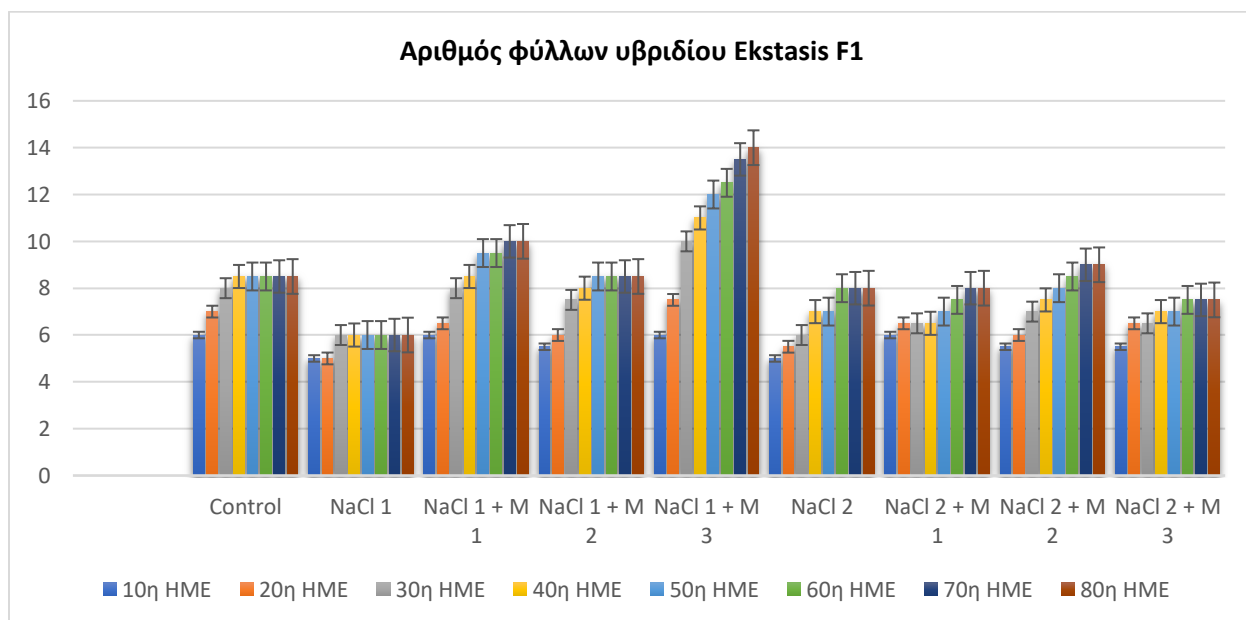
Διάγραμμα 5.24: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.



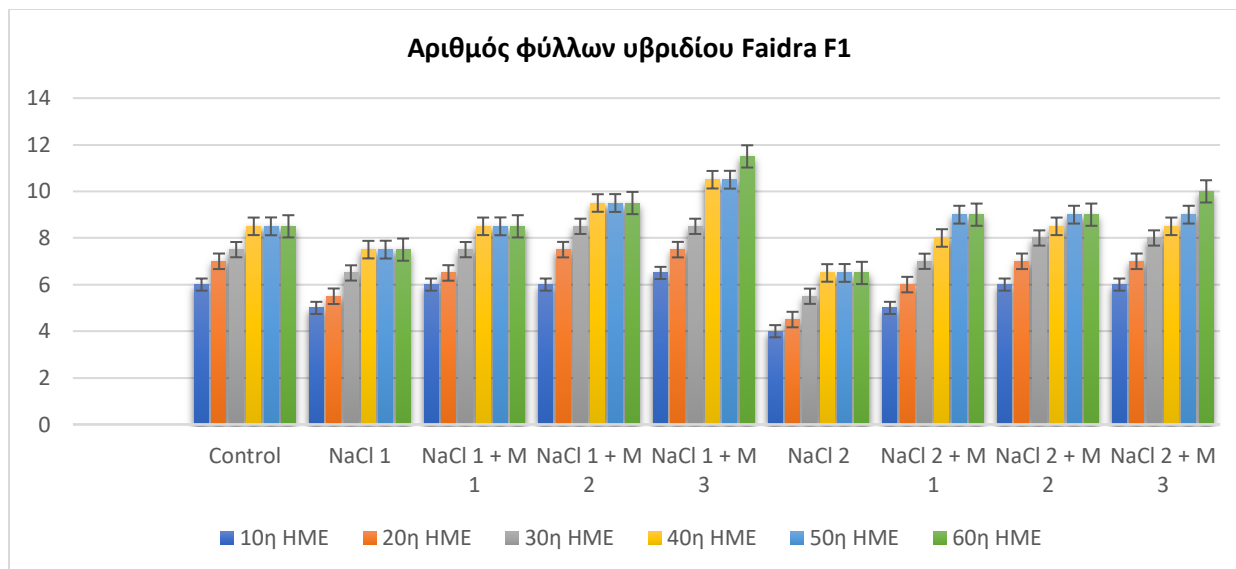
Διάγραμμα 5.25: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.



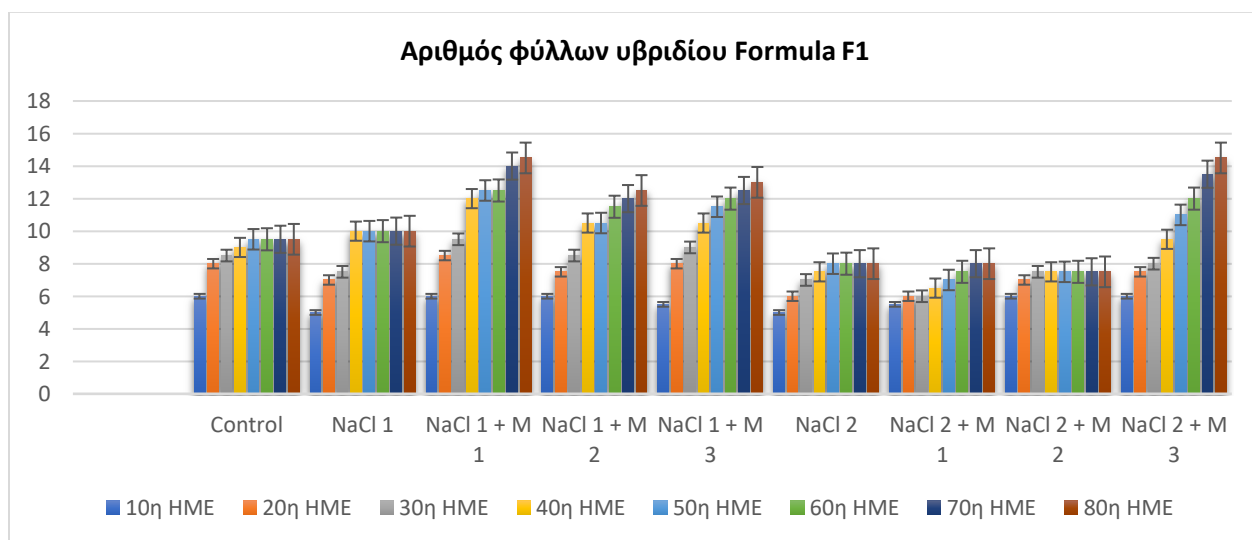
Διάγραμμα 5.26: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.



Διάγραμμα 5.27: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1.



Διάγραμμα 5.28: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.



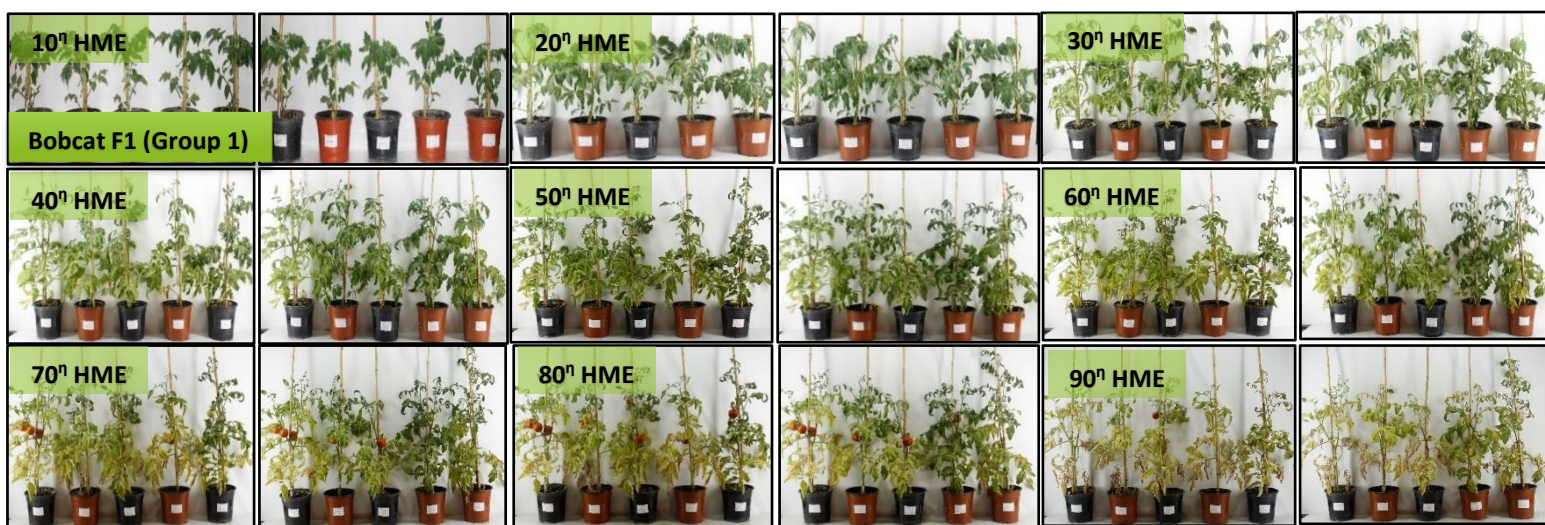
Διάγραμμα 5.29: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι ο αριθμός των φύλλων επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, ο αριθμός φύλλων μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού φύλλων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στον αριθμό φύλλων, φαίνεται παρακάτω:

- Έντονου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1, Formula F1.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Faidra F1.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.



Εικόνα 5.7: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχος κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.

(Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

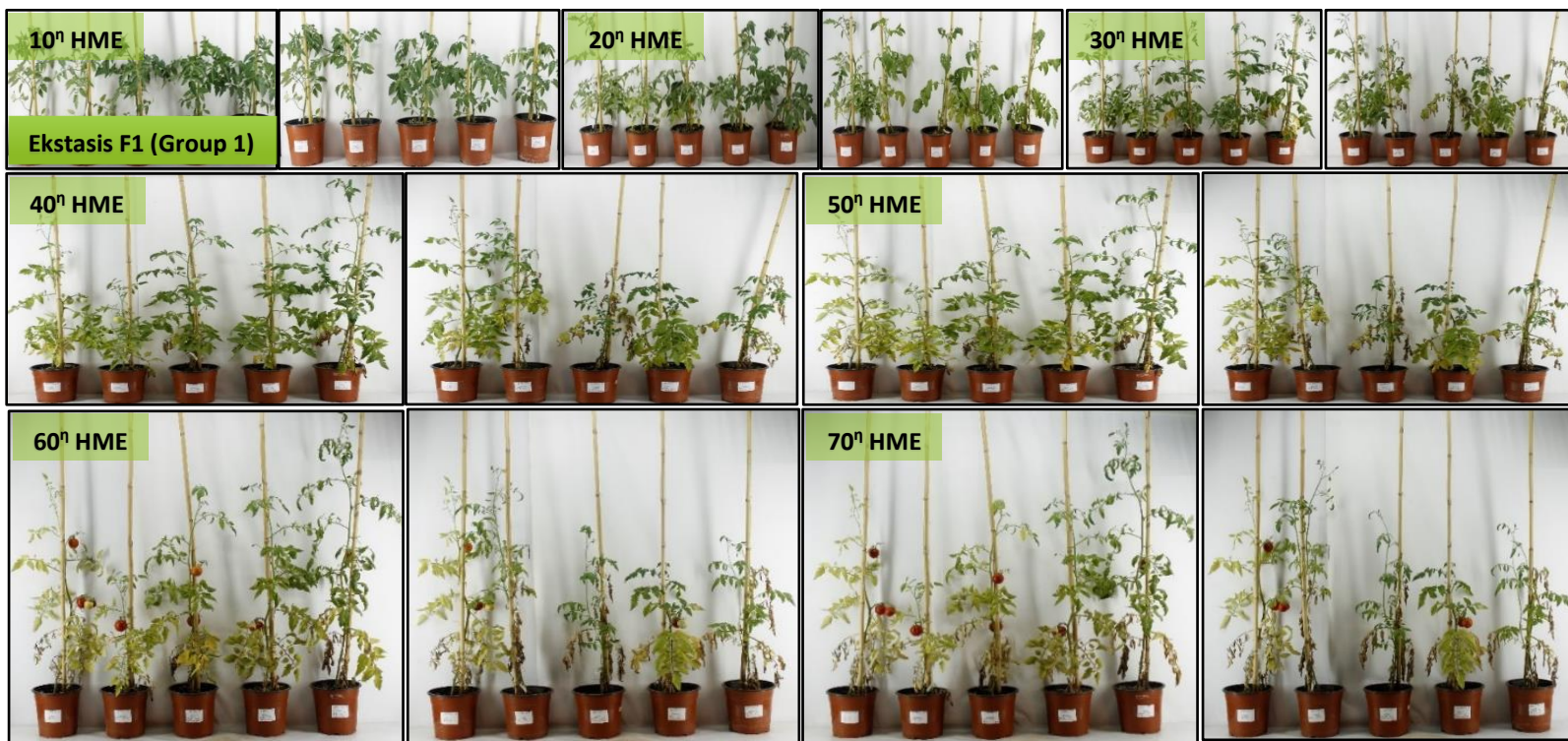
(Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



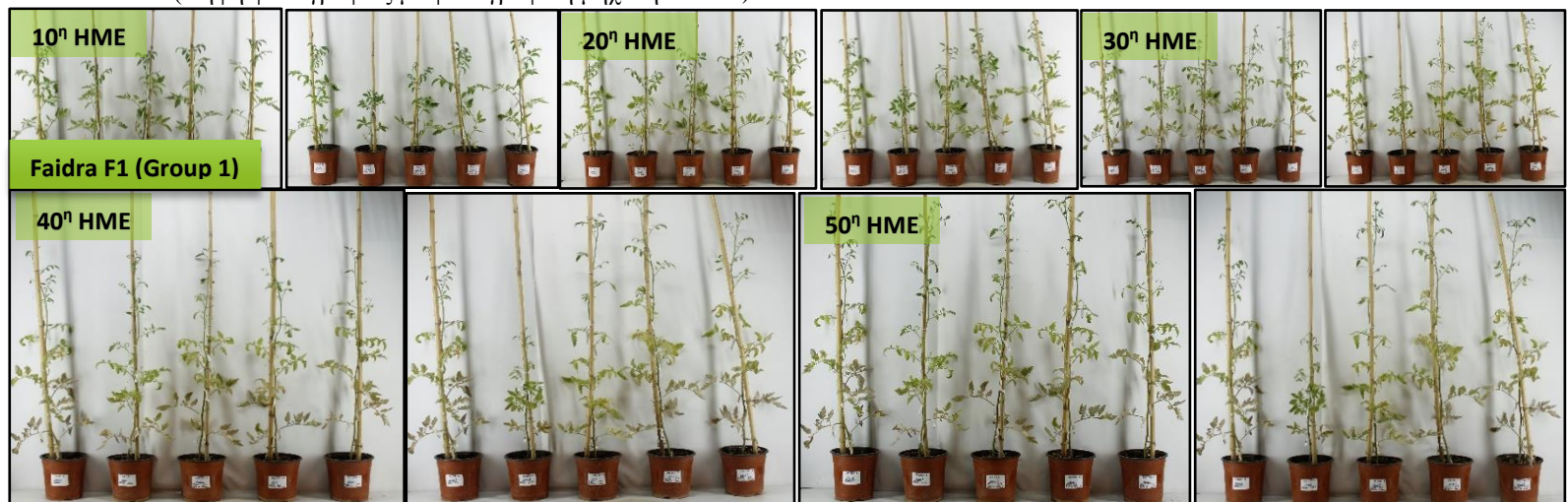
Εικόνα 5.8: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.9: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.10: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

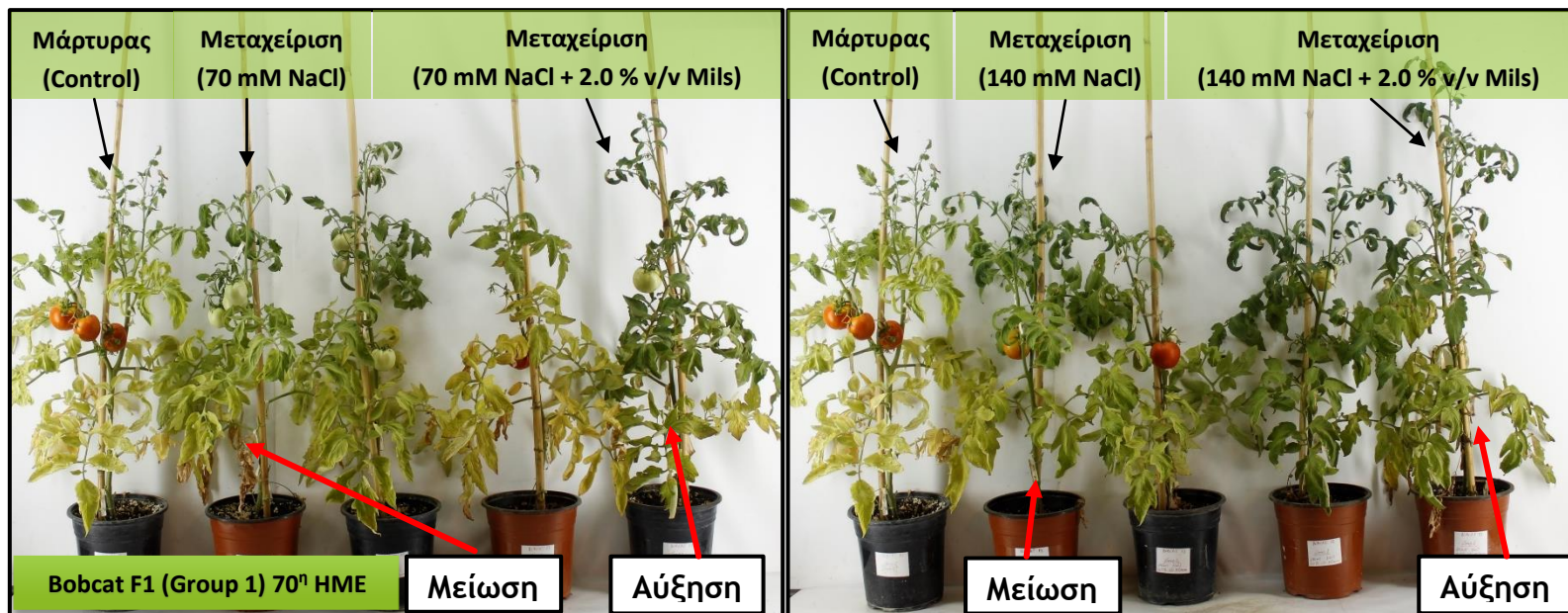


Εικόνα 5.11: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

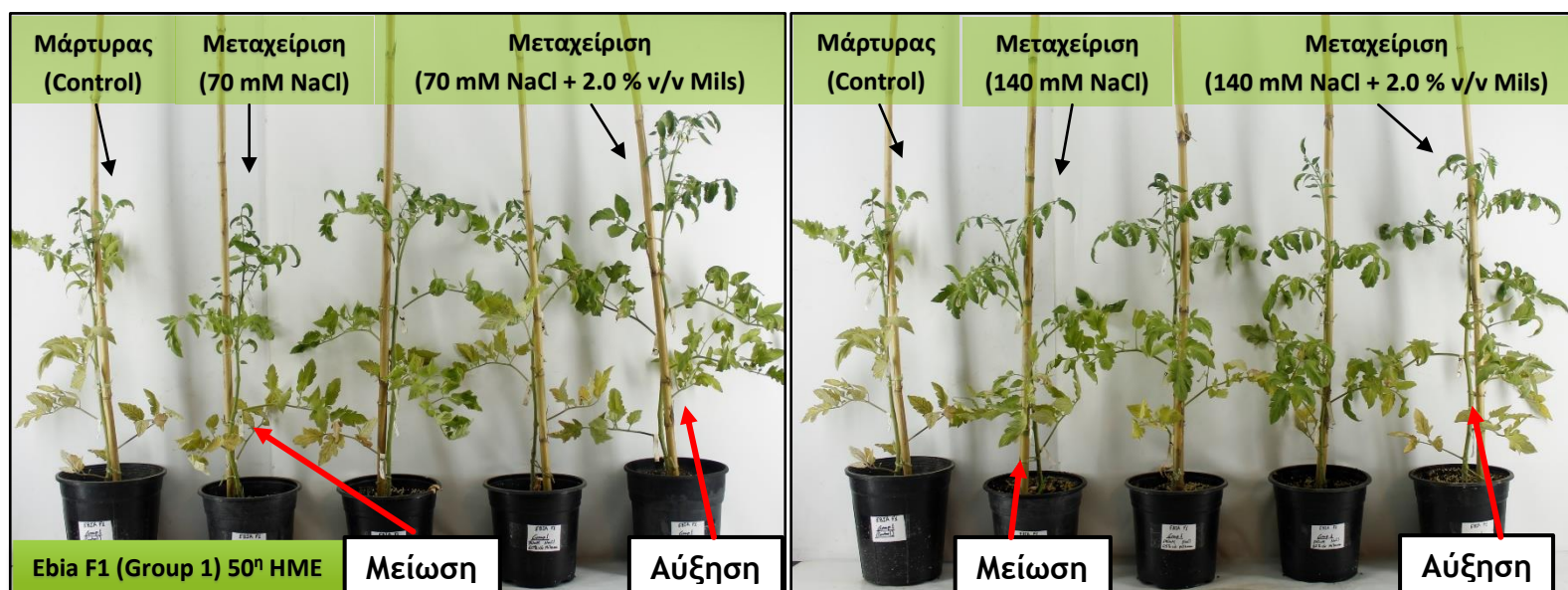


Εικόνα 5.12: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

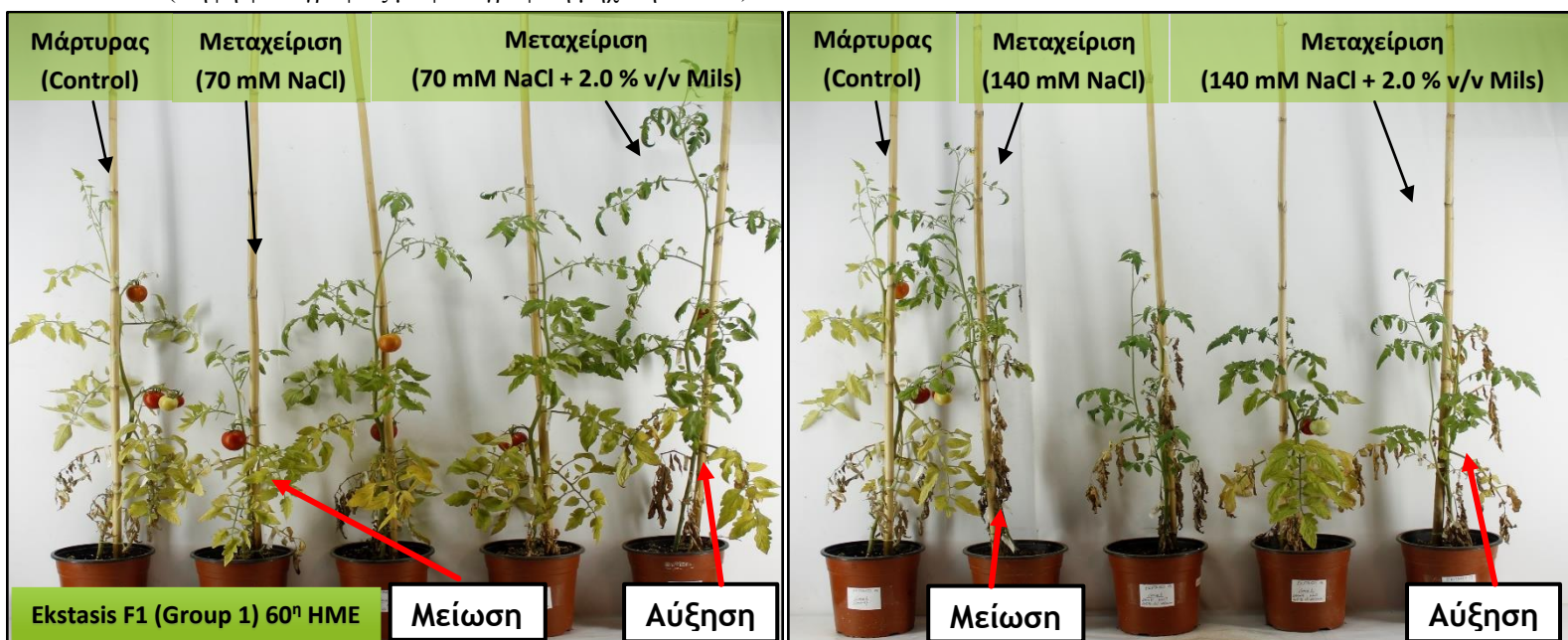
Παρακάτω στις εικόνες από 5.13 έως 5.17 απεικονίζονται μόνο οι επιλεγμένες HME (δηλ. ημέρες μετά την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης) της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στα μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους σε παραπάνω υβρίδια τομάτας.



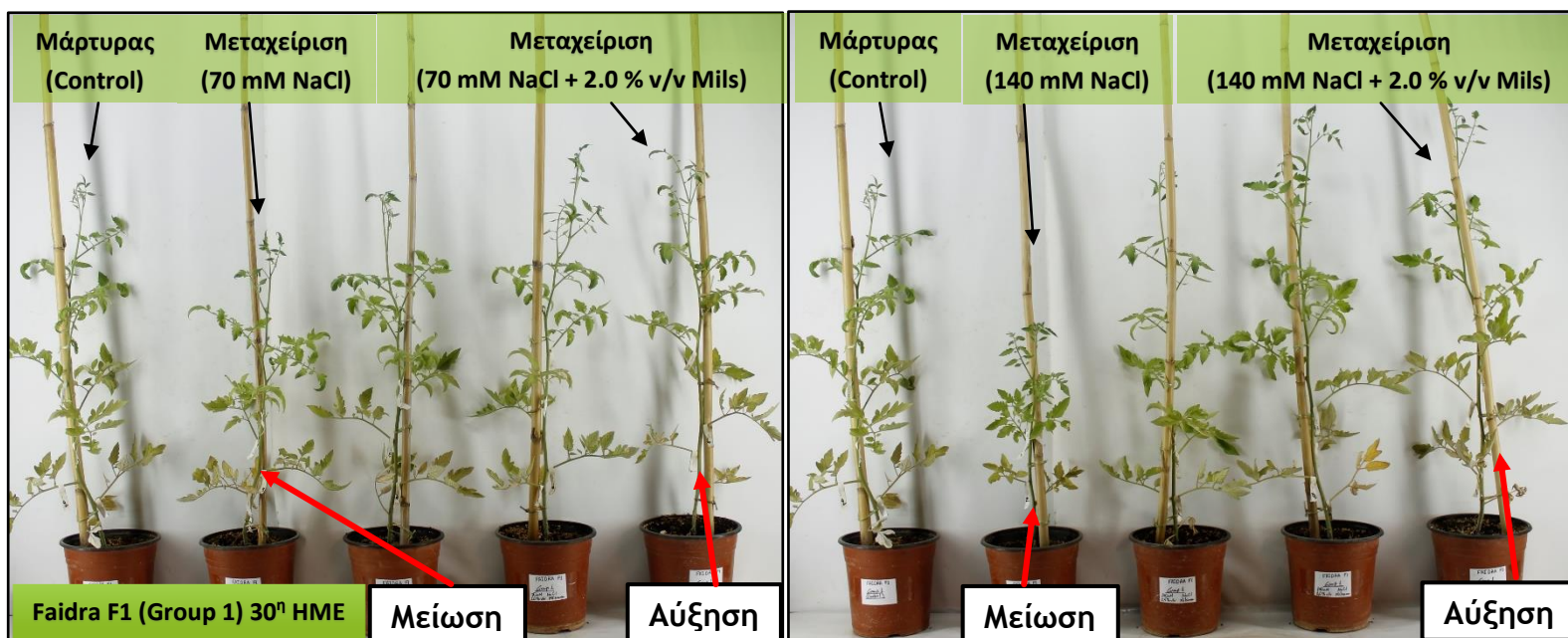
Εικόνα 5.13: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **70^η HME:** 70^η ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



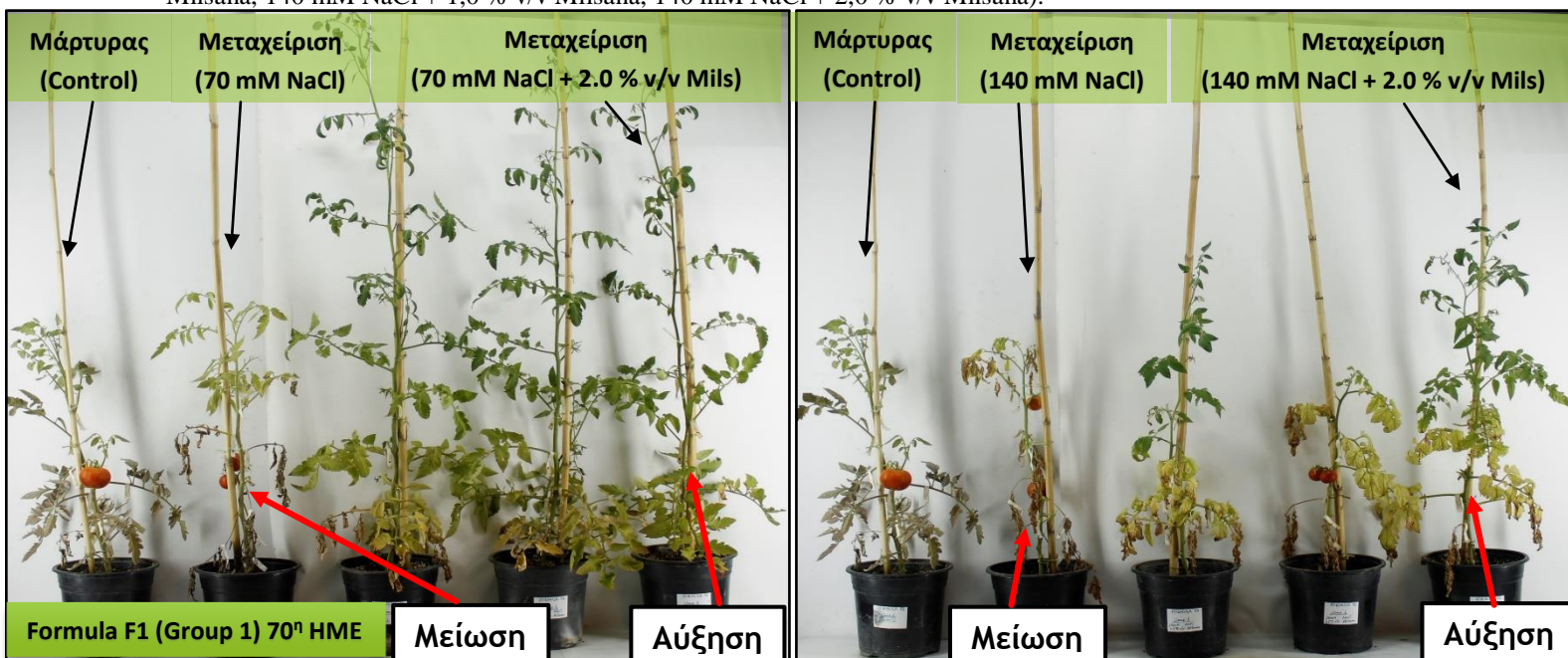
Εικόνα 5.14: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **50^η HME:** 50^η ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.15: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **60^η HME:** 60^η ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.16: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **30^η HME:** 30^η ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

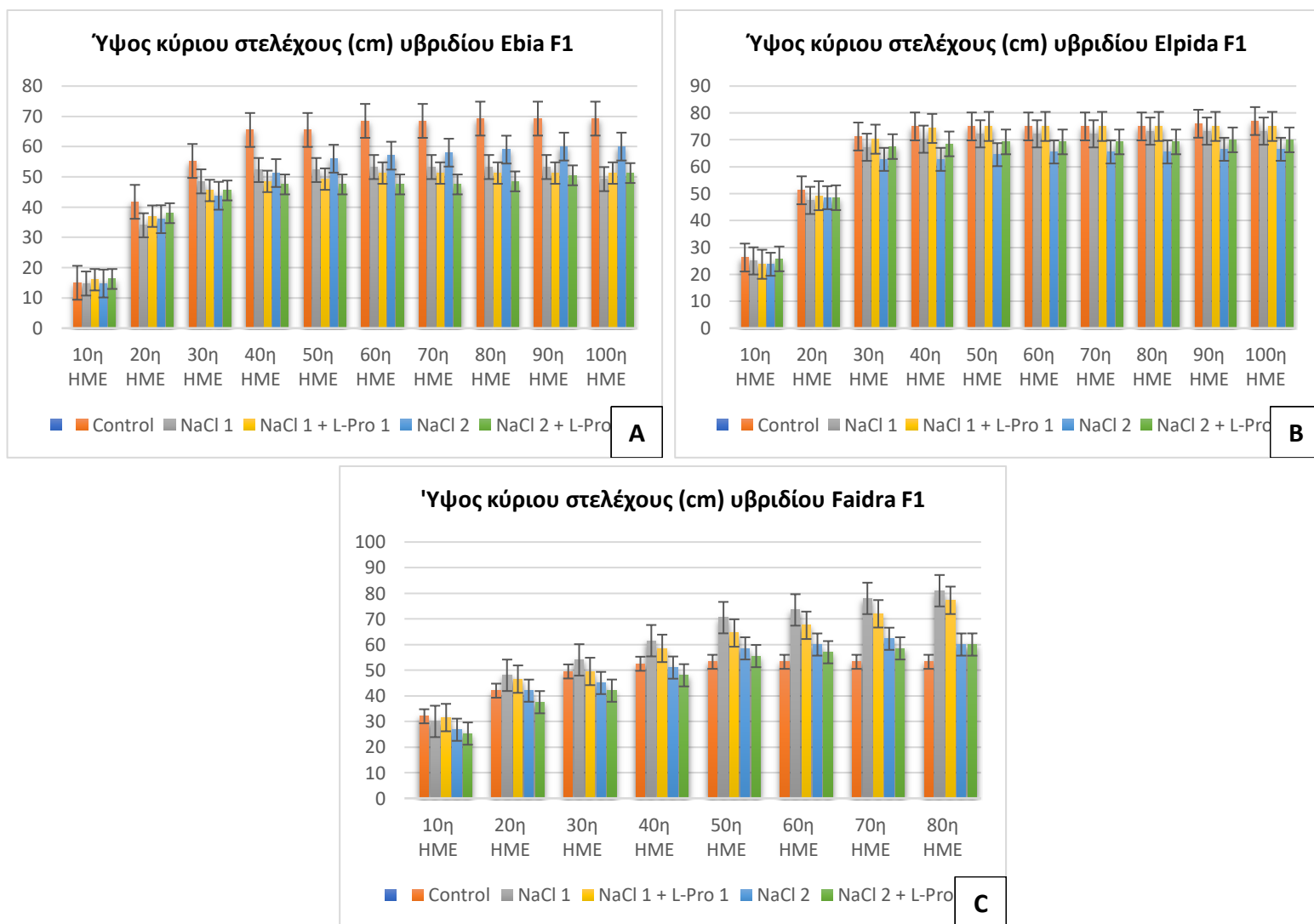


Εικόνα 5.17: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στο ύψος και πάχους κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **70^η HME:** 70^η ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.2.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

5.2.1.3.1 Ύψος κύριου στελέχους

Στο Διάγραμμα 5.30 (A-C) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στο ύψος κύριου στελέχους (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Το ύψος κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης), και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.30: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στο ύψος του κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **A:** Σε υβρίδιο Ebria F1. **B:** Σε υβρίδιο Elpida F1. **C:** Σε υβρίδιο Faidra F1.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι το ύψος του κύριου στελέχους επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, το ύψος μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η ανάπτυξη του φυτού.

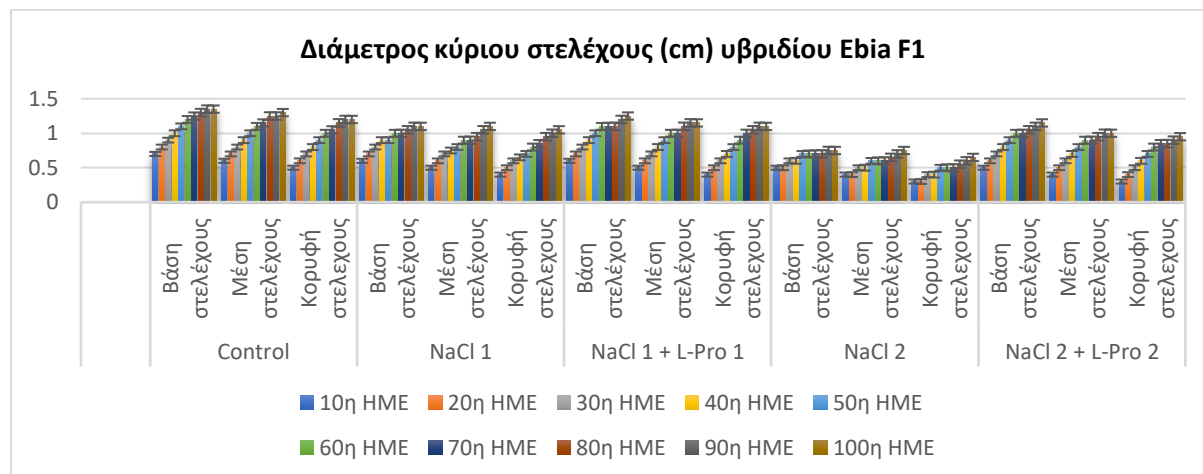
Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του ύψους όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση του ύψους, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στο ύψος κύριου στελέχους, φαίνεται παρακάτω:

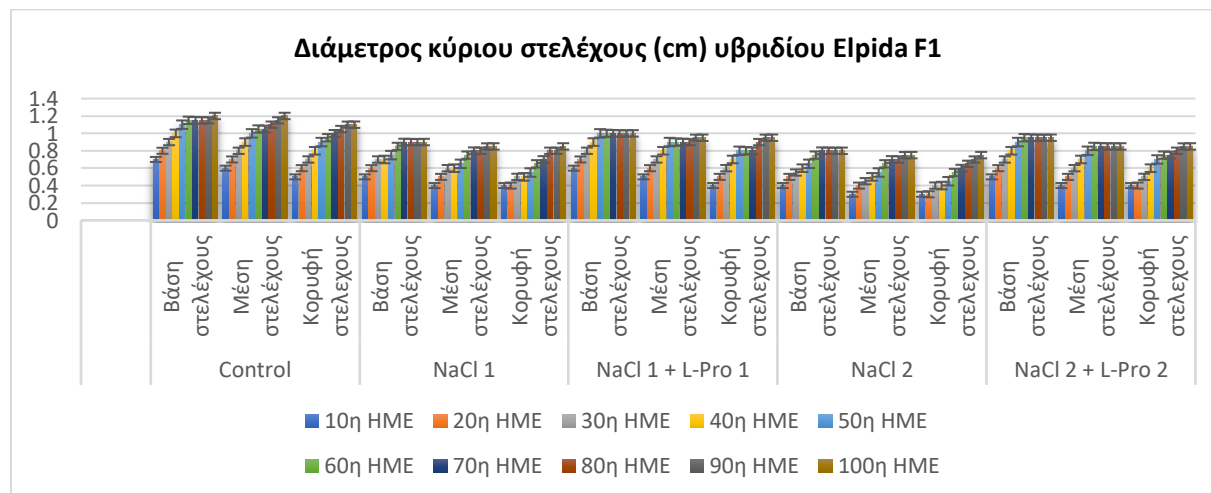
- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.

5.2.1.3.2 Διάμετρος κύριου στελέχους

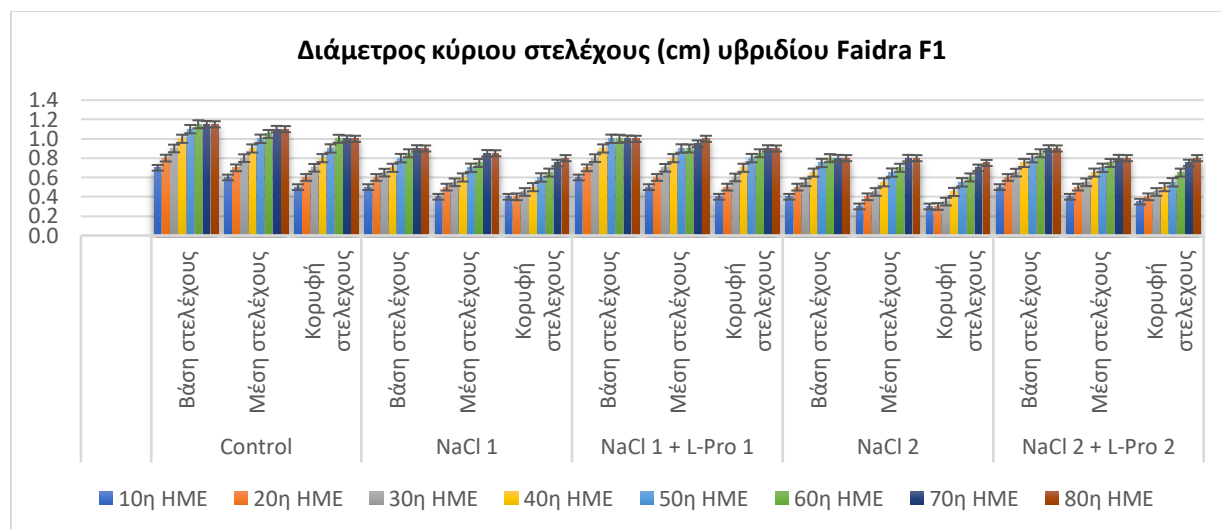
Στα Διαγράμματα από 5.31 έως 5.33 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην διάμετρο κύριου στελέχους (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος κύριου στελέχους μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης), και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.31: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.



Διάγραμμα 5.32: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.



Διάγραμμα 5.33: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην διάμετρο κύριου στελέχους σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος του κύριου στελέχους επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η ανάπτυξη του φυτού.

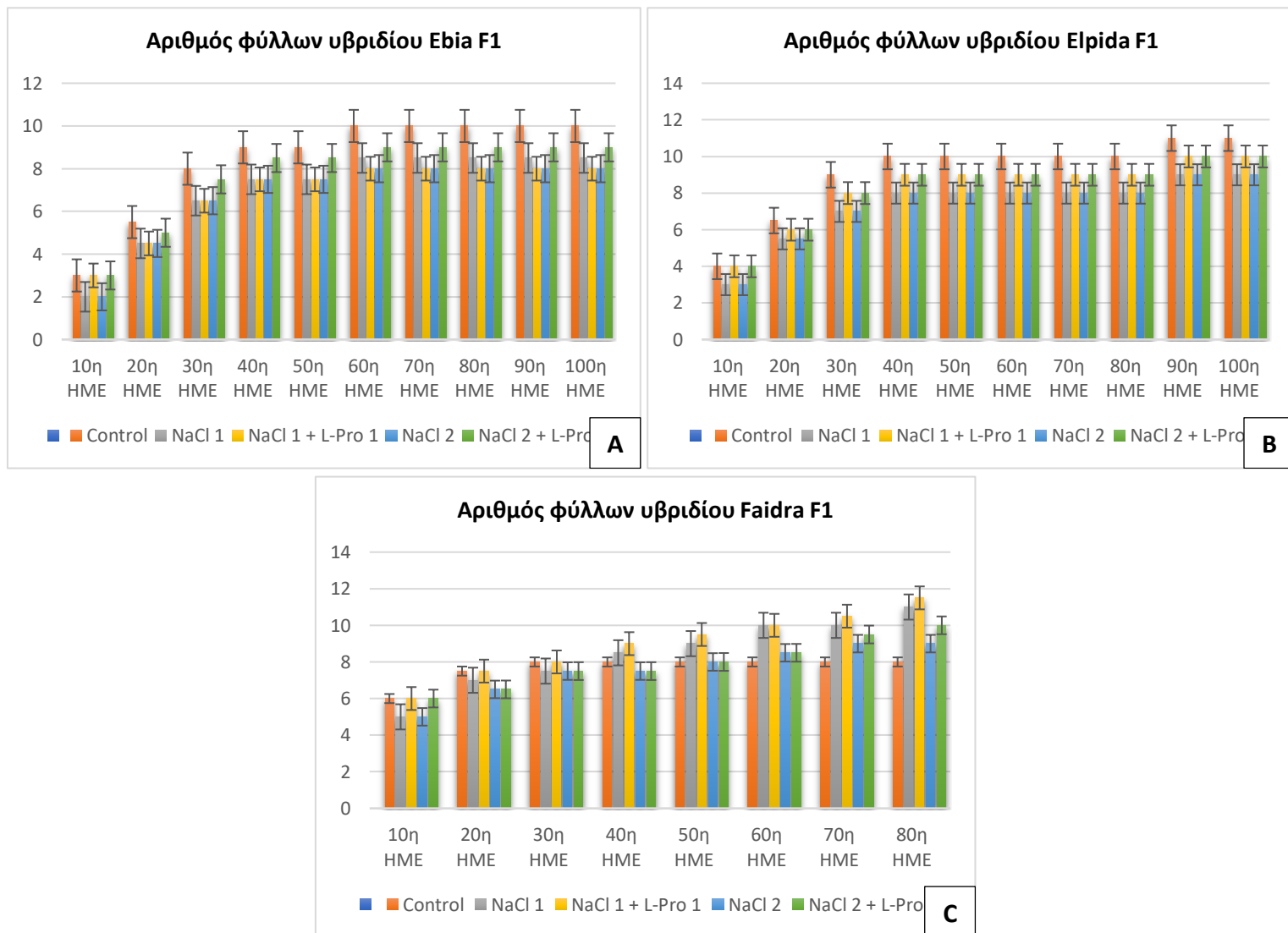
Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην διάμετρο κύριου στελέχους, φαίνεται παρακάτω:

- Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ebia F1.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.

5.2.1.3.3 Αριθμός φύλλων

Στο Διάγραμμα 5.34 (A-C) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στον αριθμό φύλλων των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός φύλλων μετρήθηκε ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.34: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στον αριθμό φύλλων σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε υβρίδιο Ebia F1. **B:** Σε υβρίδιο Elpida F1. **C:** Σε υβρίδιο Faidra F1.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι ο αριθμός των φύλλων επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η αριθμός φύλλων μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

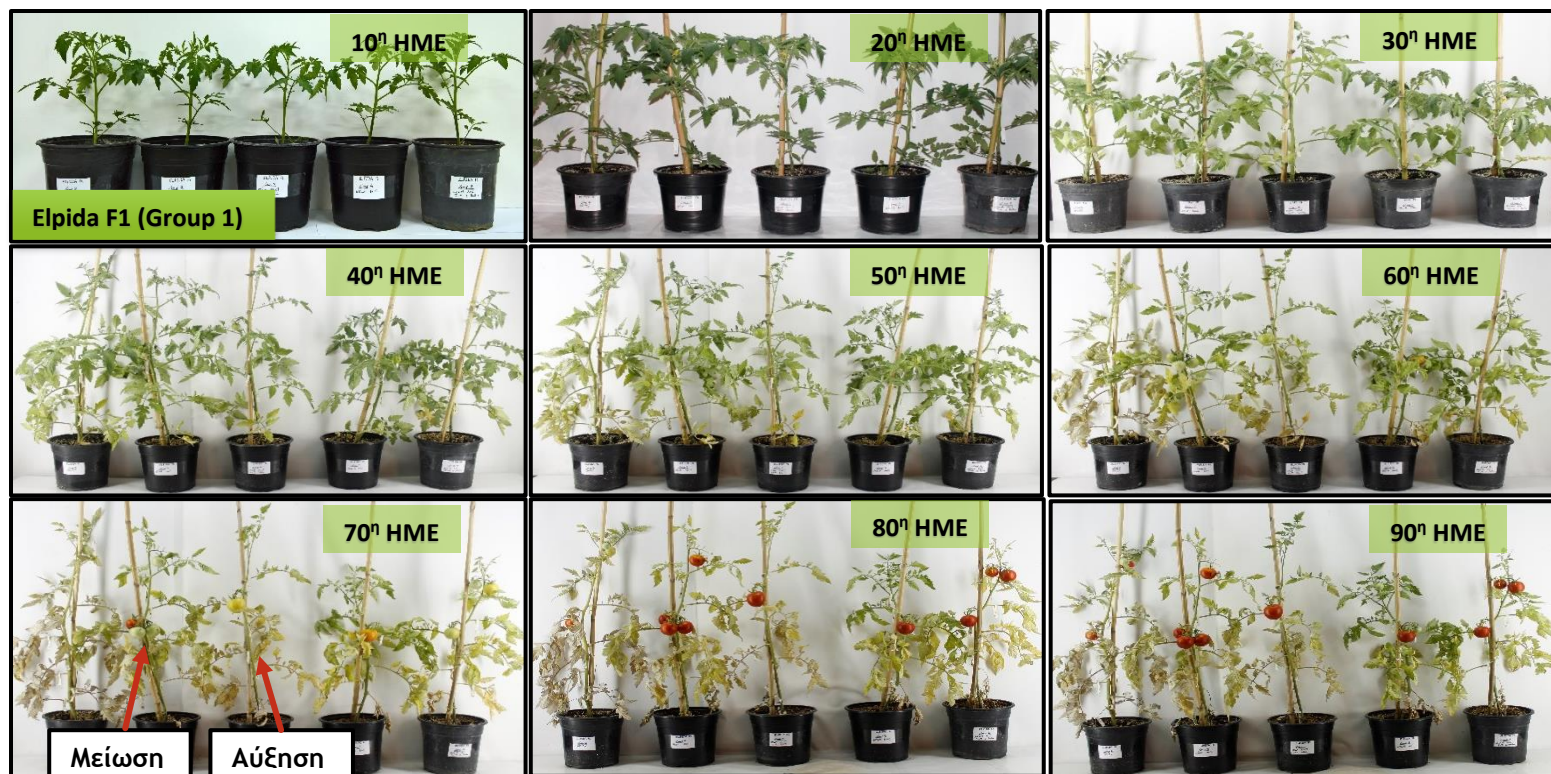
Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού των φύλλων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού φύλλων, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στον αριθμό φύλλων, φαίνεται παρακάτω:

- Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.



Εικόνα 5.18: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στο ύψος και πάχος κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.19: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στο ύψος και πάχος κύριου στελέχους και στον αριθμό φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. (Παρτίδα φυτών: Group 1). **10^η-90^η HME:** Ημέρες από την έναρξη της 1^{ης} επέμβασης. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.2.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά υπόγειου μέρους

Το φυτό της τομάτας παρόλο που αναπτύσσει μια ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, όταν μεταφυτεύεται στο έδαφος, η κεντρική ρίζα τραυματίζεται και το φυτό αρχίζει να παράγει σε σύντομο χρονικό διάστημα πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες ακόμη και από τον λαιμό του. Το γεγονός ότι η τομάτα παράγει εύκολα νέες ρίζες θεωρείται ως πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνει την μεταφύτευση του φυτού και του επιτρέπει να ανακάμψει γρήγορα από την μεταφυτευτική του διαταραχή που προέκυψε (βλ. Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στην Τομάτα. Υποκεφάλαιο 1.3.2: Το ριζικό σύστημα της τομάτας) (Ολυμπίου, 2001).

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η αρνητική επίδραση της αλατότητας στο ύψος του κύριου στελέχους έχει γίνει κατανοητή, η επίδραση της αλατότητας στο ριζικό σύστημα της τομάτας δεν έχει ακόμη ξεκαθαριστεί πλήρως (Γιαννόπουλος, 2010).

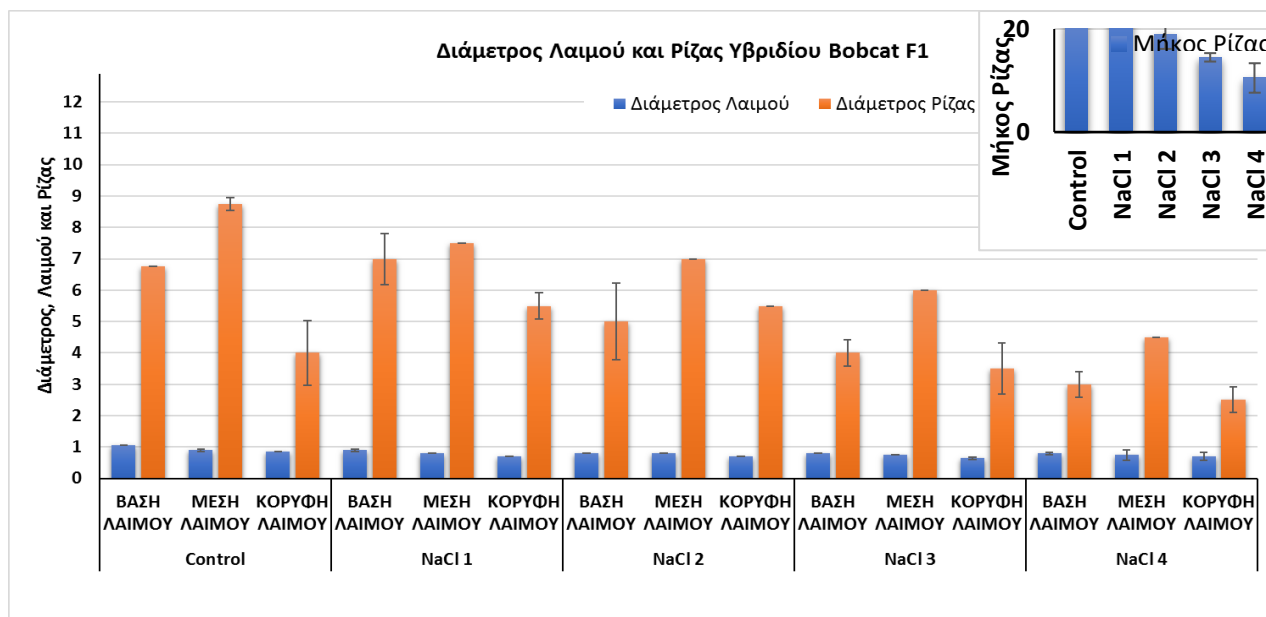
Την ιδιότητα αυτή του μήκους και της διαμέτρου του ριζικού συστήματος, και της διαμέτρου του λαιμού τον προσπαθήσαμε να τα εκμεταλλευτούμε, ως αντίδραση σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, χρησιμοποιήθηκε σαν δείκτη της φυσιολογίας των φυτών στην αλατότητα κατά το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

Έτσι, στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους, όπως αναφέραμε και παραπάνω, μελετήθηκαν οι παρακάτω παράμετροι (σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας των 3^{ων} επεμβάσεων):

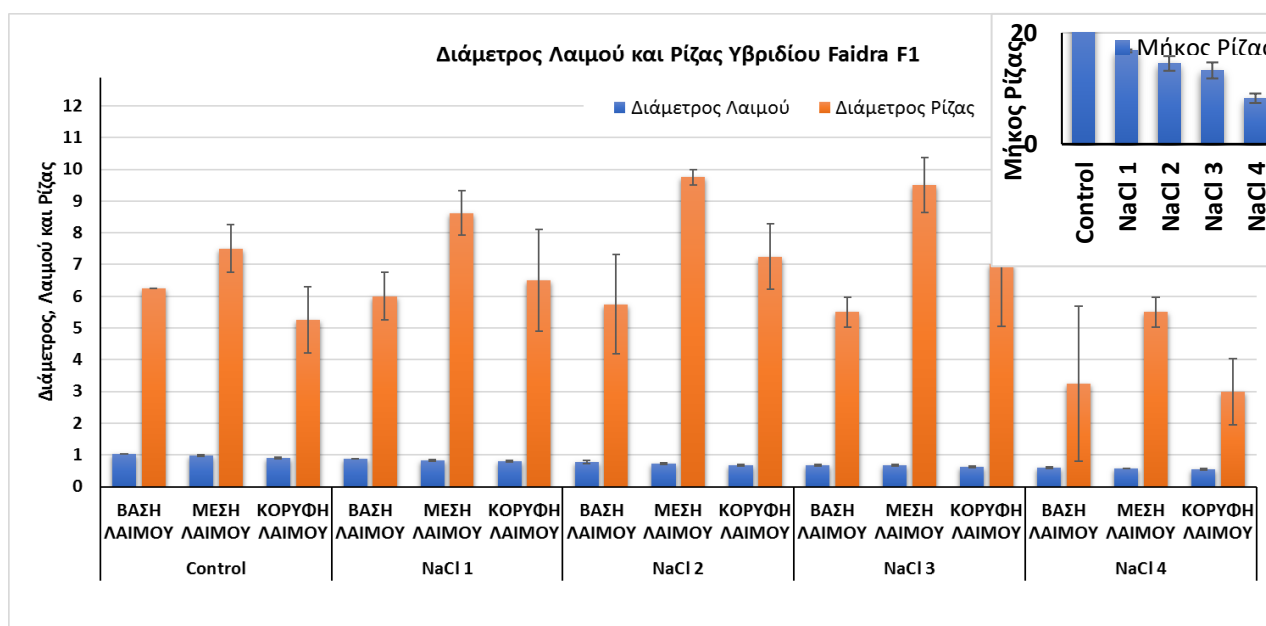
- a) Μήκος ριζικού συστήματος (σε cm).
- b) Διάμετρος (πλάτος) ριζικού συστήματος (σε cm).
- c) Διάμετρος λαιμού (του κύριου στελέχους, σε cm).

5.2.2.1 Επέμβαση 1^η : NaCl

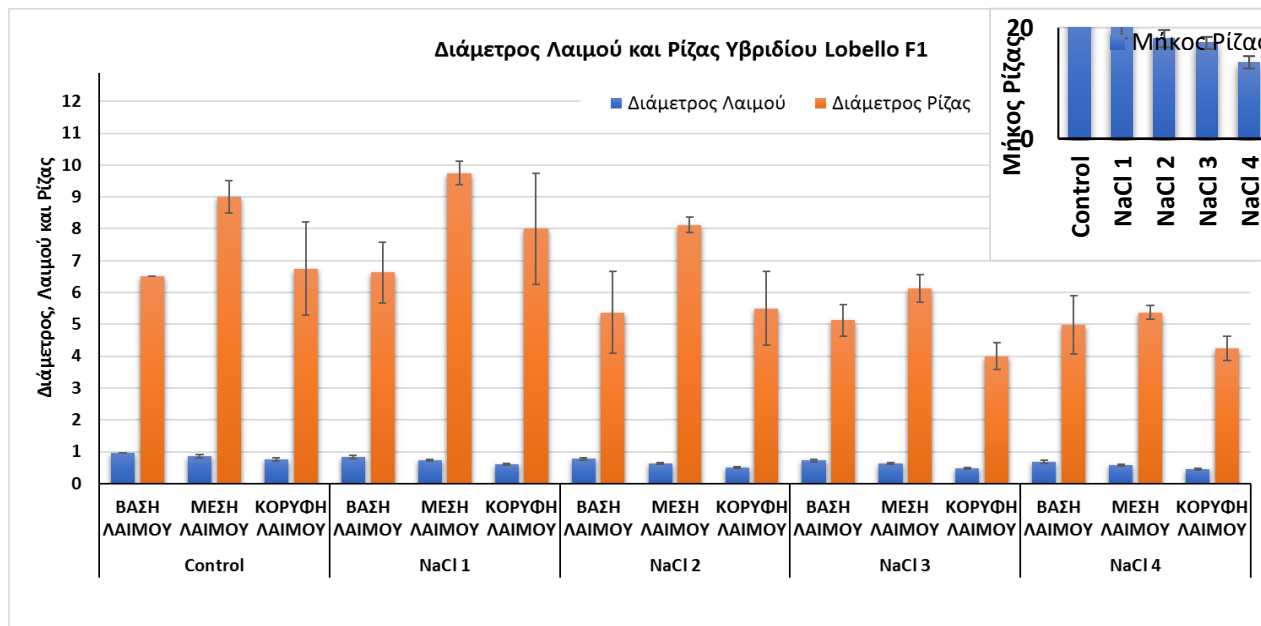
Στα Διαγράμματα από 5.35 έως 5.42 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος (σε cm) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μετρήθηκε και εκφράστηκε σε cm και αφού τα φυτά βγήκαν πρώτα από τις γλάστρες με μπάλα εδάφους και χρησιμοποιώντας άφθονο νερό ξεπλύθηκε τα υπολείμματα εδάφους. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



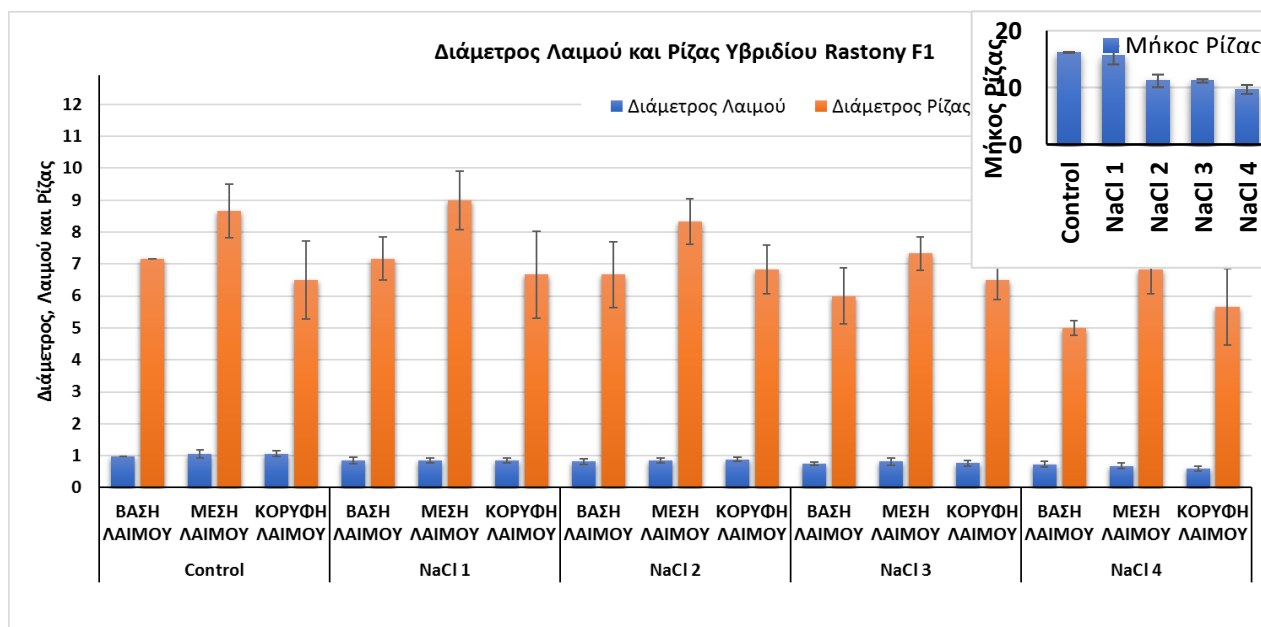
Διάγραμμα 5.35: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.



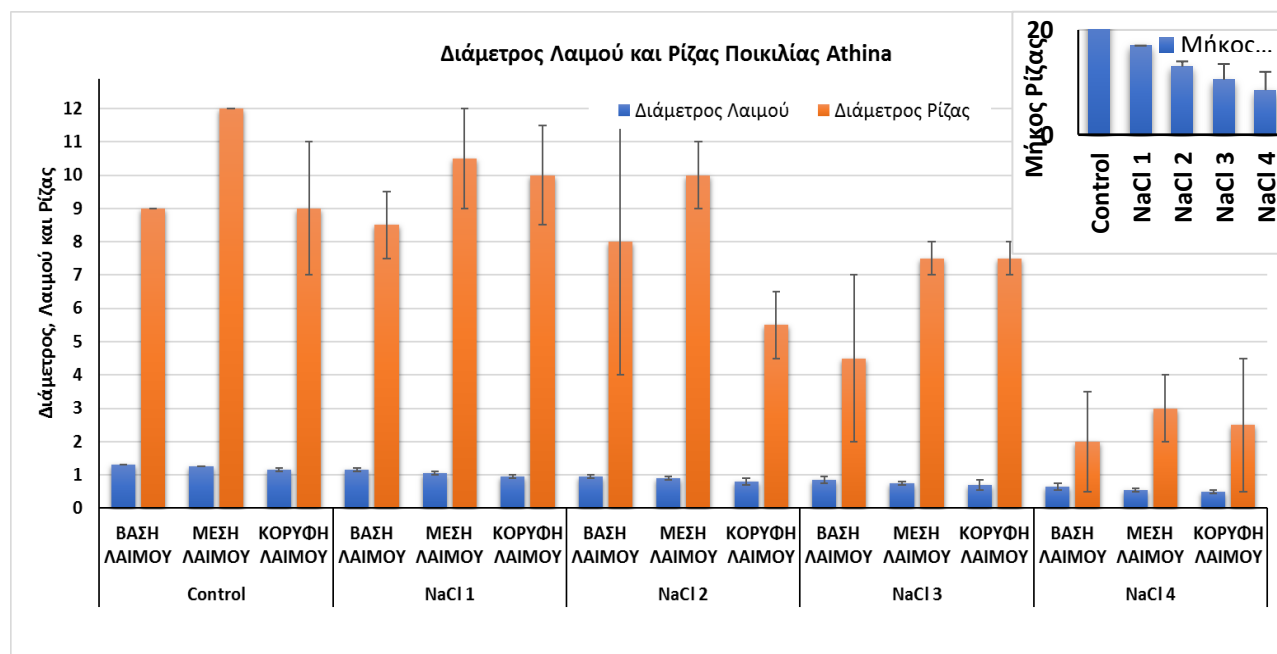
Διάγραμμα 5.36: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.



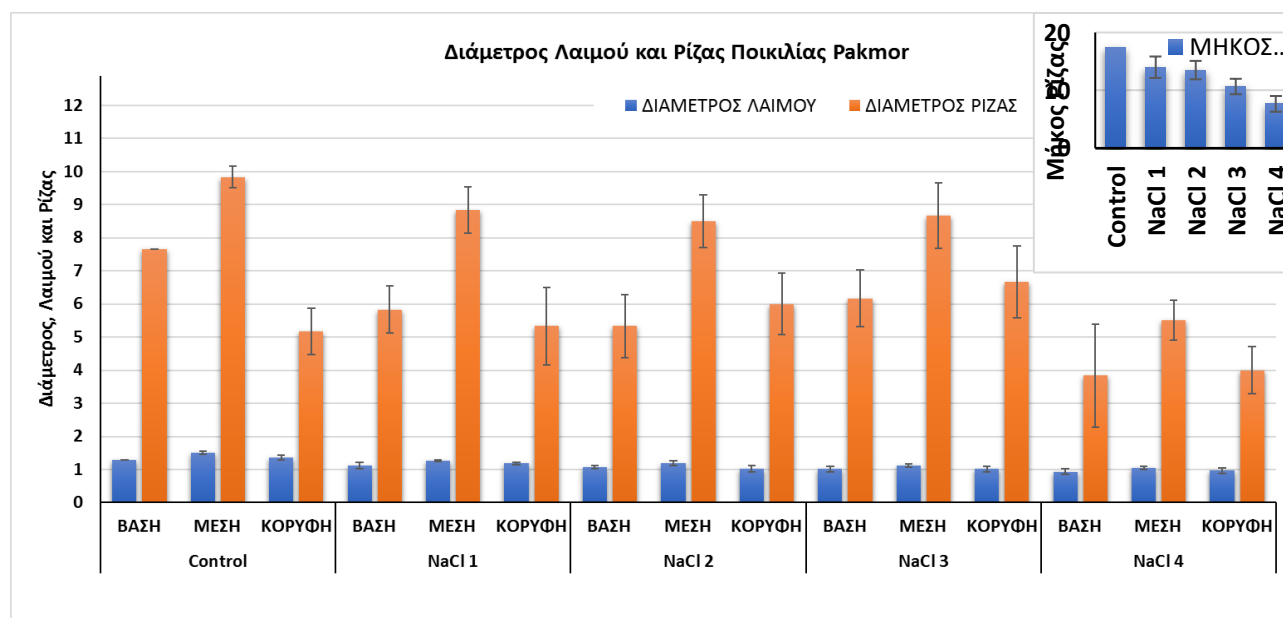
Διάγραμμα 5.37: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1.



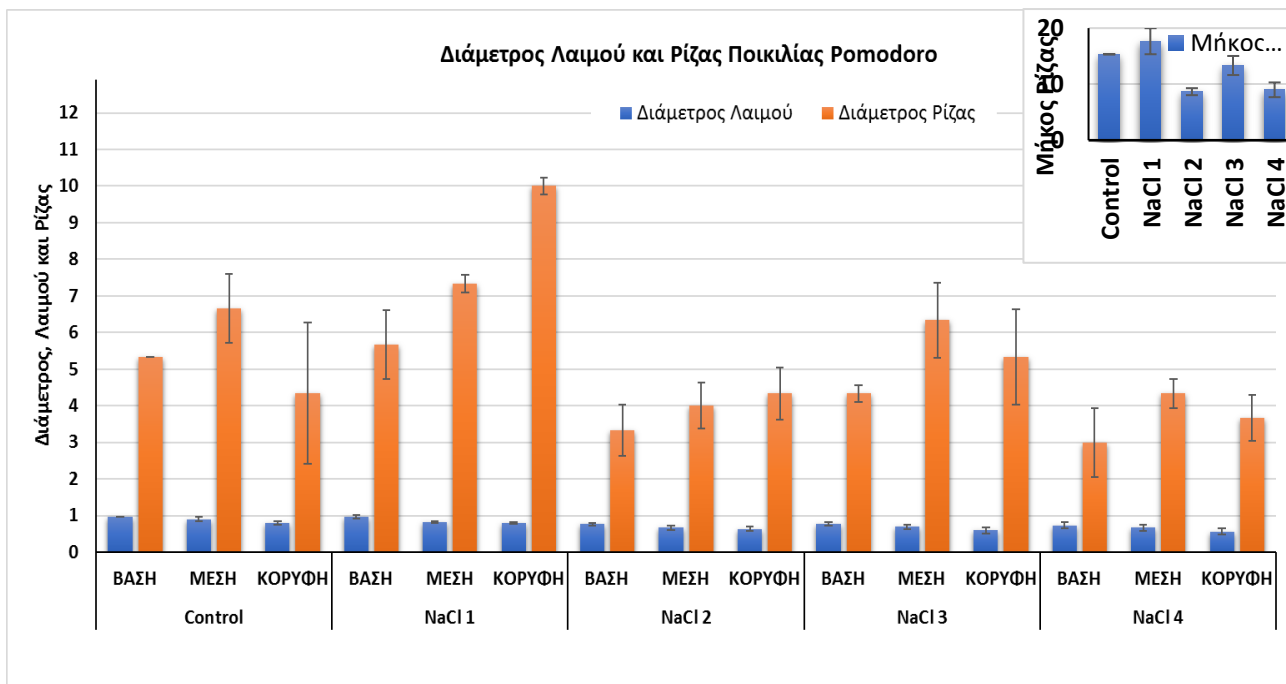
Διάγραμμα 5.38: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Rastony F1.



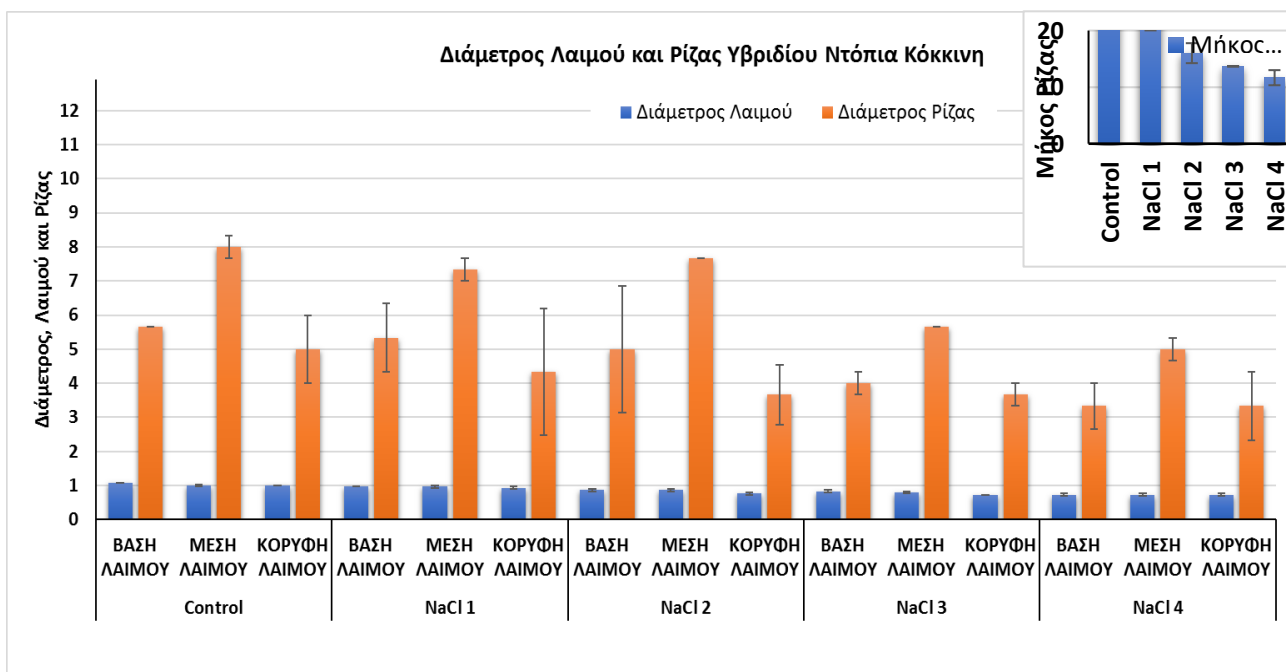
Διάγραμμα 5.39: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Athena.



Διάγραμμα 5.40: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Rakmor.



Διάγραμμα 5.41: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ρομωδορο.



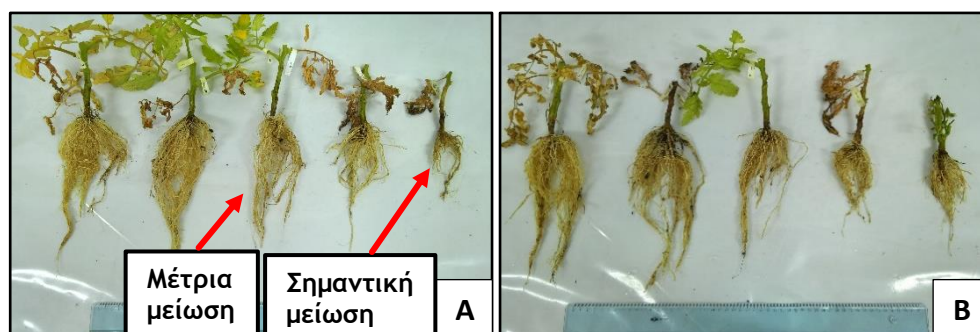
Διάγραμμα 5.42: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ντόπια κόκκινη.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος αρχίζει να μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πάρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά το ριζικό σύστημα του φυτού.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος, φαίνεται παρακάτω:

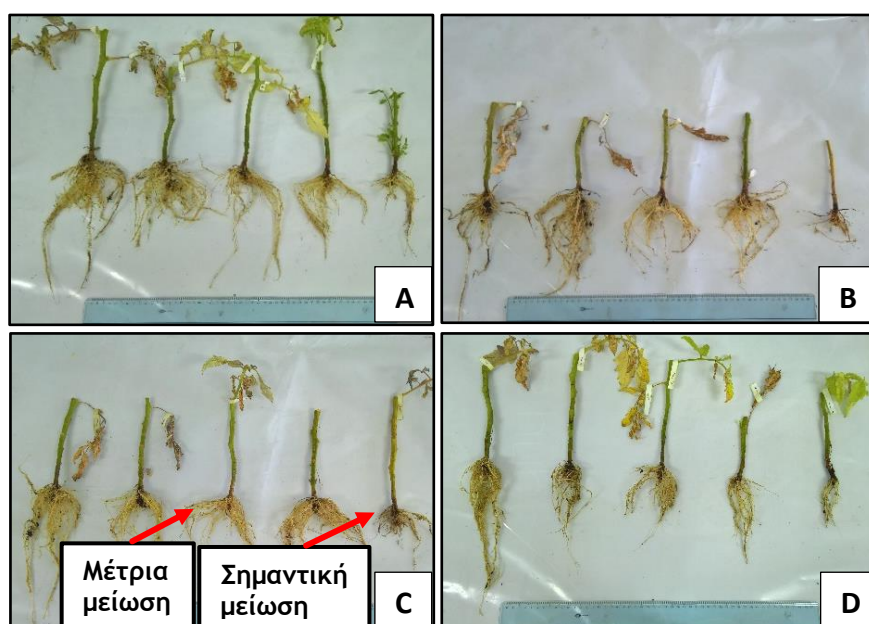
- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Athina.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Pakmor, Pomodoro, Ντόπια κόκκινη.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Rastony F1.

Στις παρακάτω Εικόνες από 5.20 έως 5.25 απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος (σε cm) φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίων Bobcat F1, Faidra F1 και Lobello F1, καθώς και ποικιλιών Athina, Pakmor και Pomodoro. Η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μετρήθηκε και εκφράστηκε σε cm και αφού τα φυτά βγήκαν πρώτα από τις γλάστρες με μπάλα εδάφους και χρησιμοποιώντας άφθονο νερό ξεπλύθηκε τα υπολείμματα εδάφους. Το ριζικό σύστημα των φυτών απεικονίζεται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



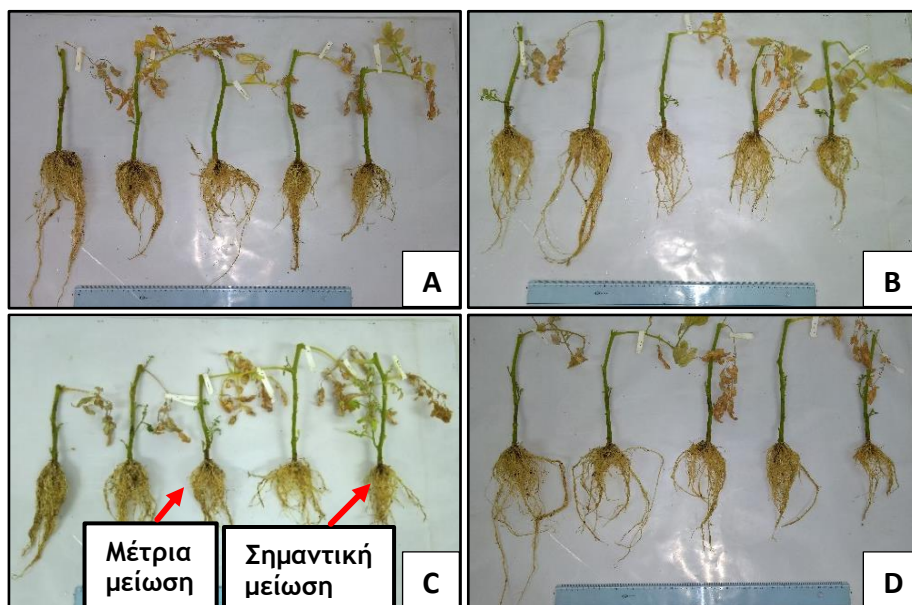
Εικόνα 5.20: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.

Παρτίδες φυτών: **A:** Group 1. **B:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.21: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.

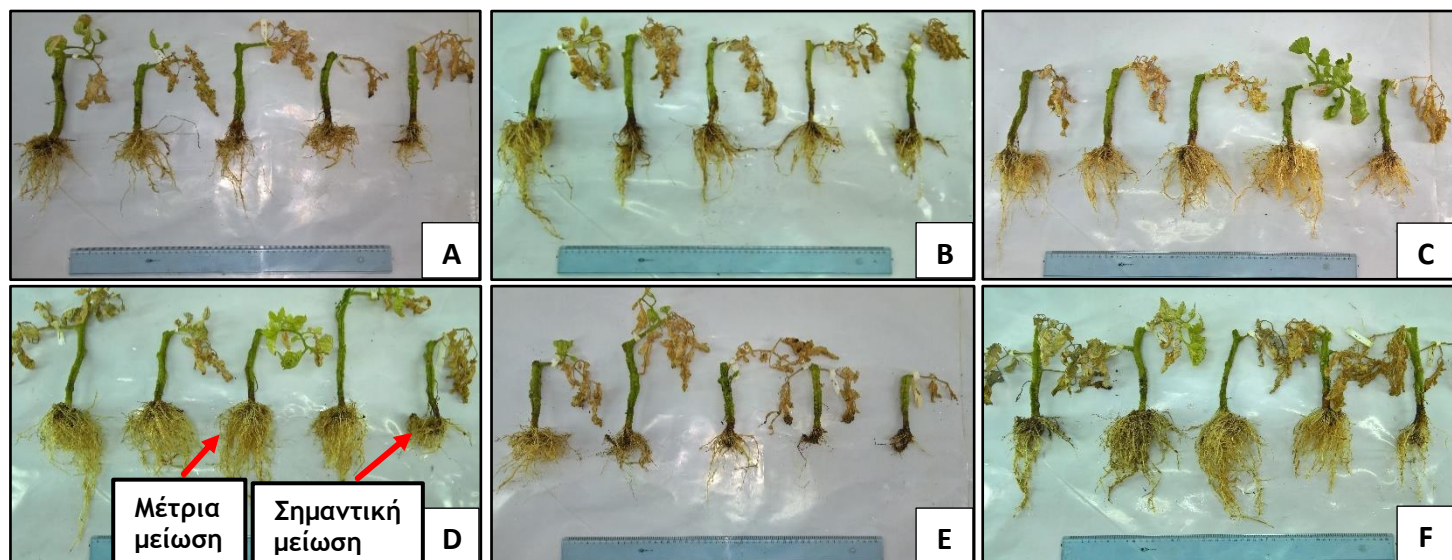
Παρτίδες φυτών: **A:** Group 1. **B:** Group 2. **C:** Group 3. **D:** Group 4. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.22: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1.

Παρτίδες φυτών: **A:** Group 1. **B:** Group 2. **C:** Group 3. **D:** Group 4. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

(Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



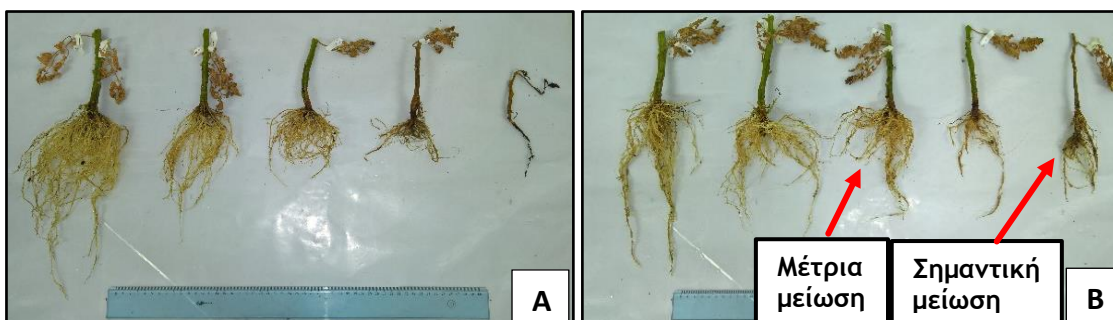
Εικόνα 5.23: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor.

Παρτίδες φυτών: **A:** Group 1. **B:** Group 2. **C:** Group 3. **D:** Group 4. **E:** Group 5. **F:** Group 6. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.24: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pomodoro.

Παρτίδες φυτών: **A:** Group 1. **B:** Group 2. **C:** Group 3. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

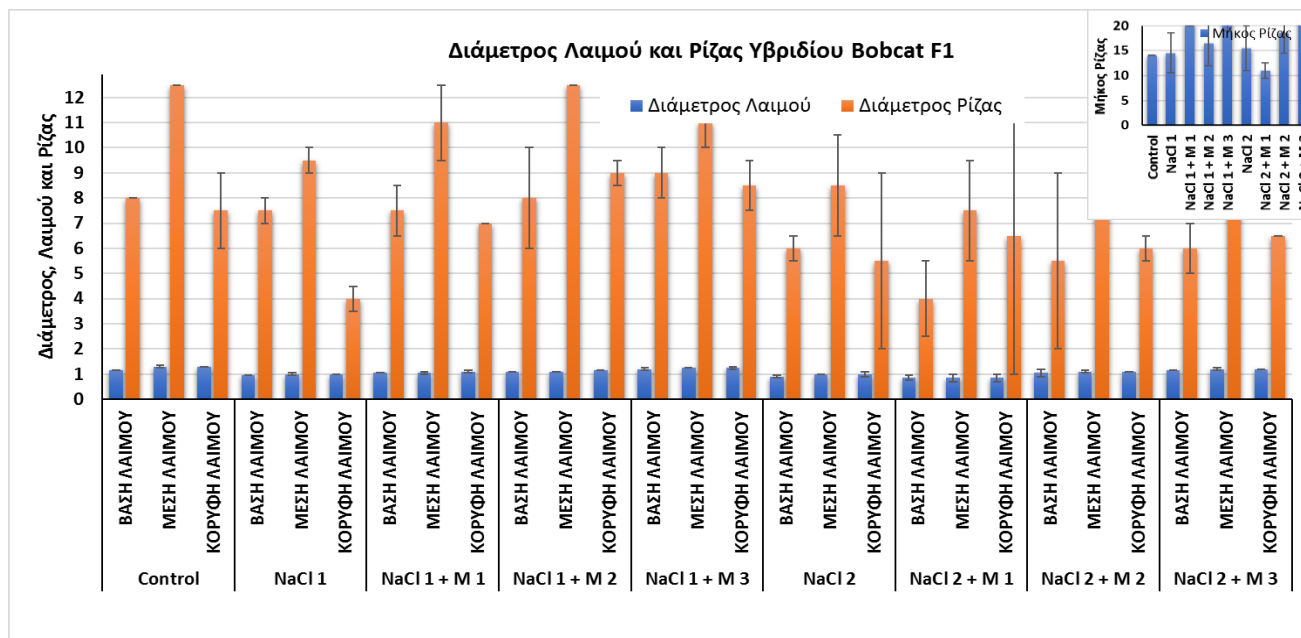


Εικόνα 5.25: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Athina.

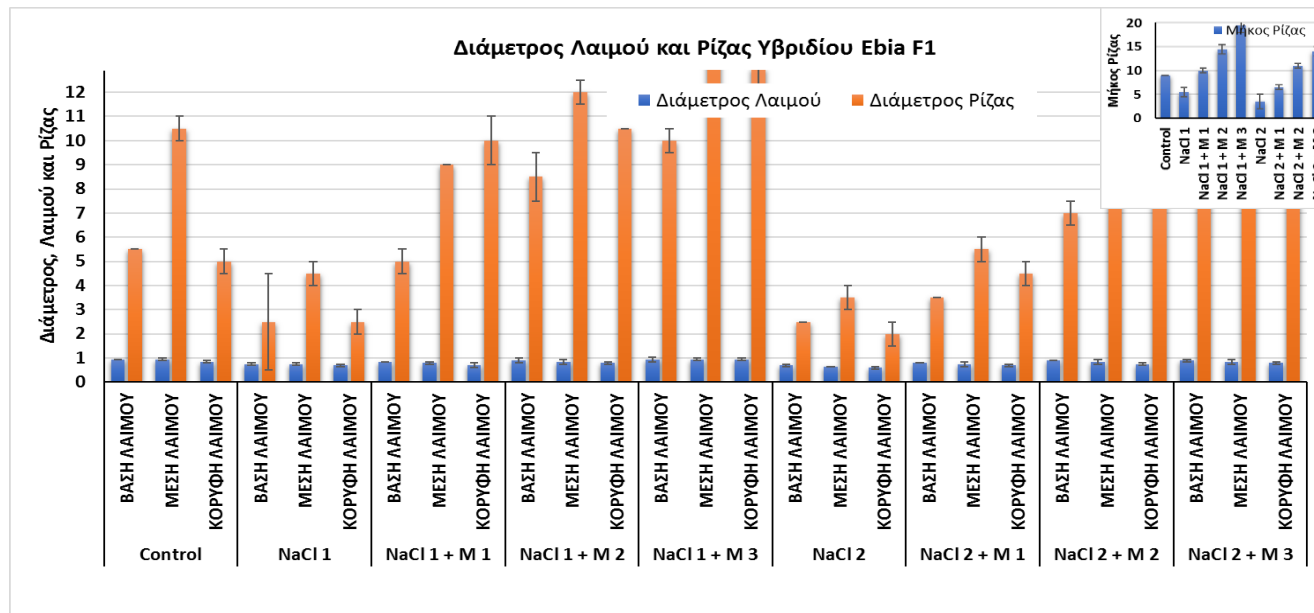
Παρτίδες φυτών: **A:** Group 1. **B:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.2.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

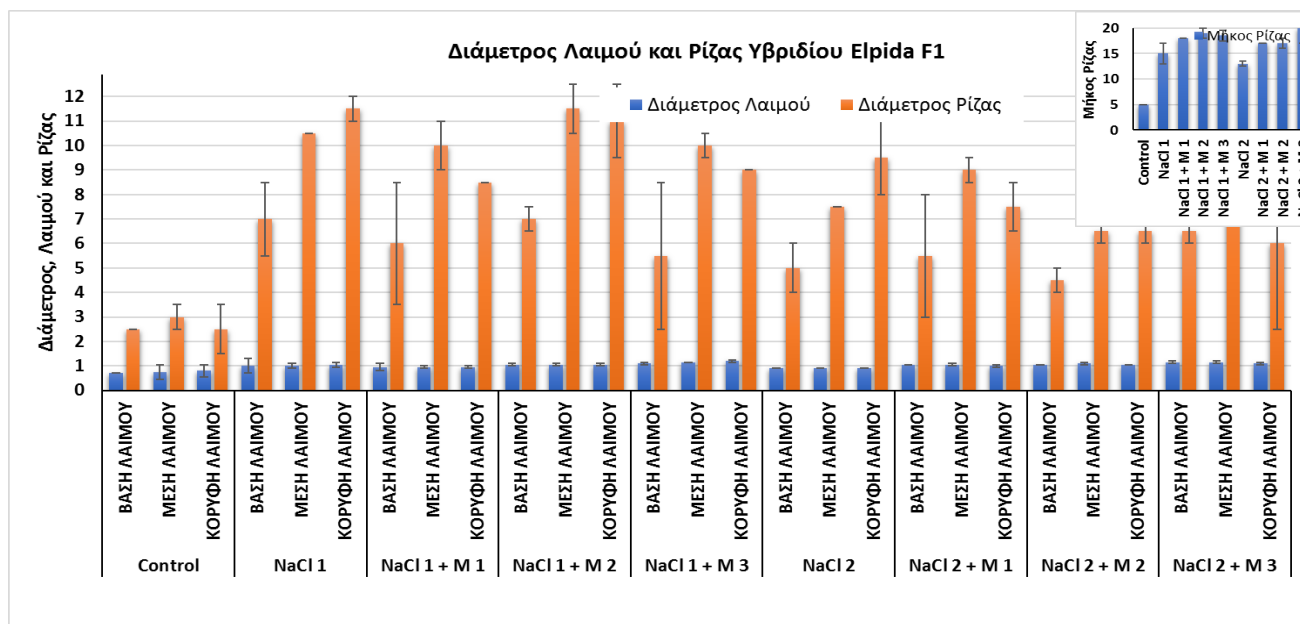
Στα Διαγράμματα από 5.43 έως 5.48 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μετρήθηκε και εκφράστηκε σε cm και αφού τα φυτά βγήκαν πρώτα από τις γλάστρες με μπάλα εδάφους και χρησιμοποιώντας άφθονο νερό ξεπλύθηκε τα υπολείμματα εδάφους. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



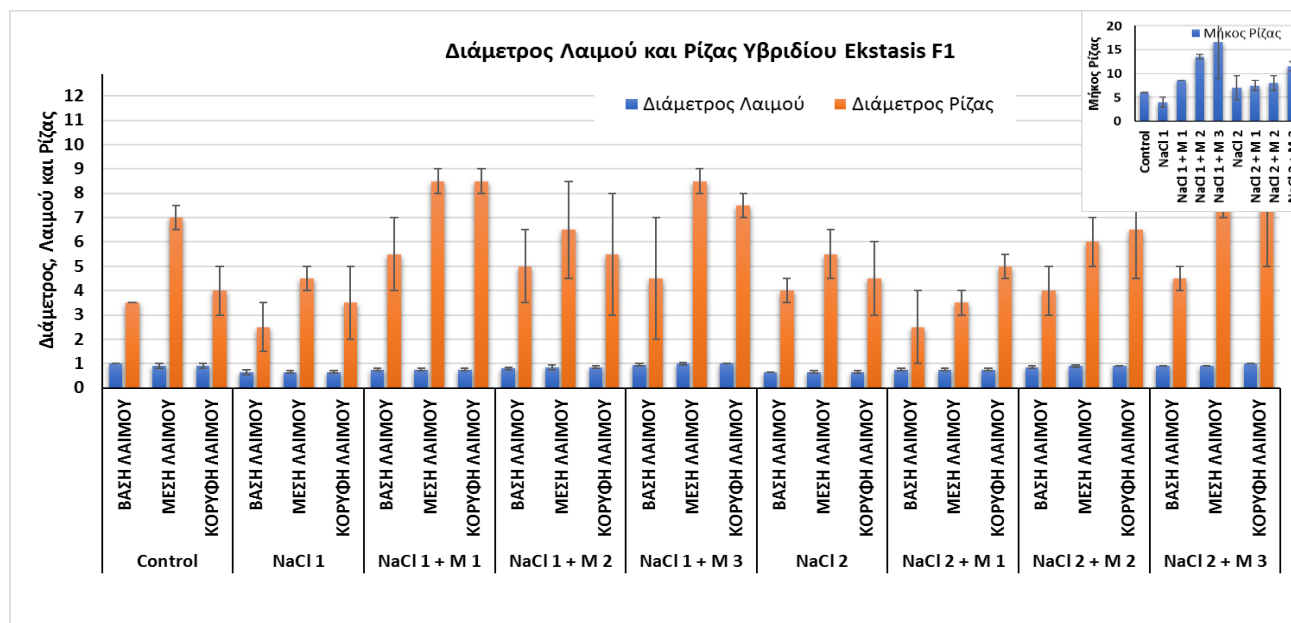
Διάγραμμα 5.43: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.



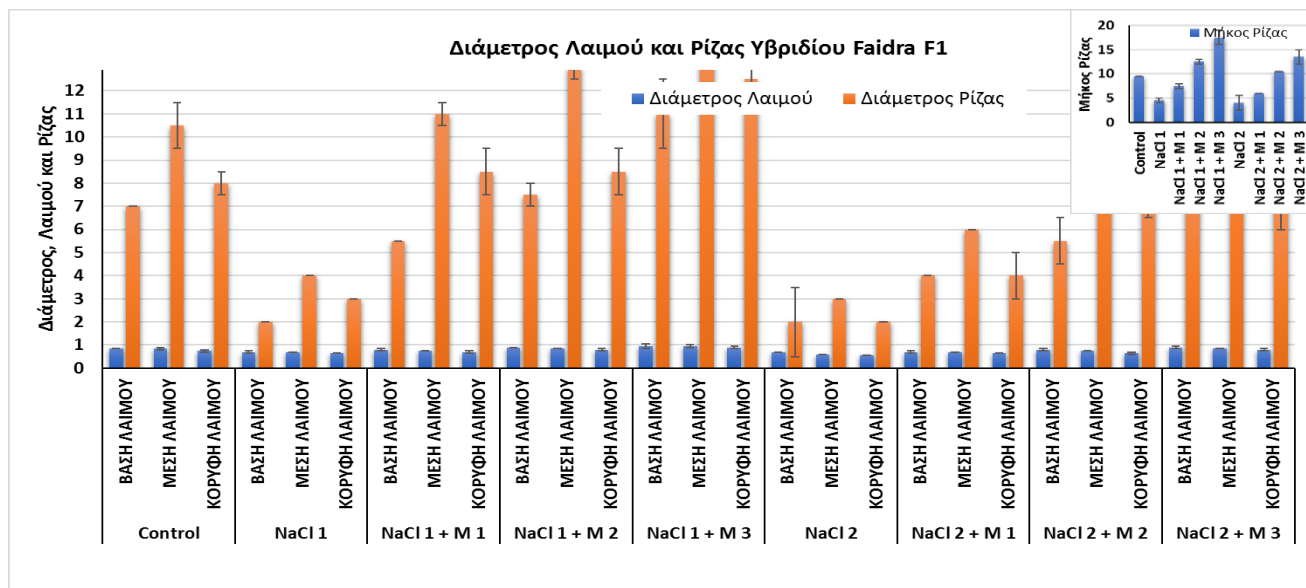
Διάγραμμα 5.44: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.



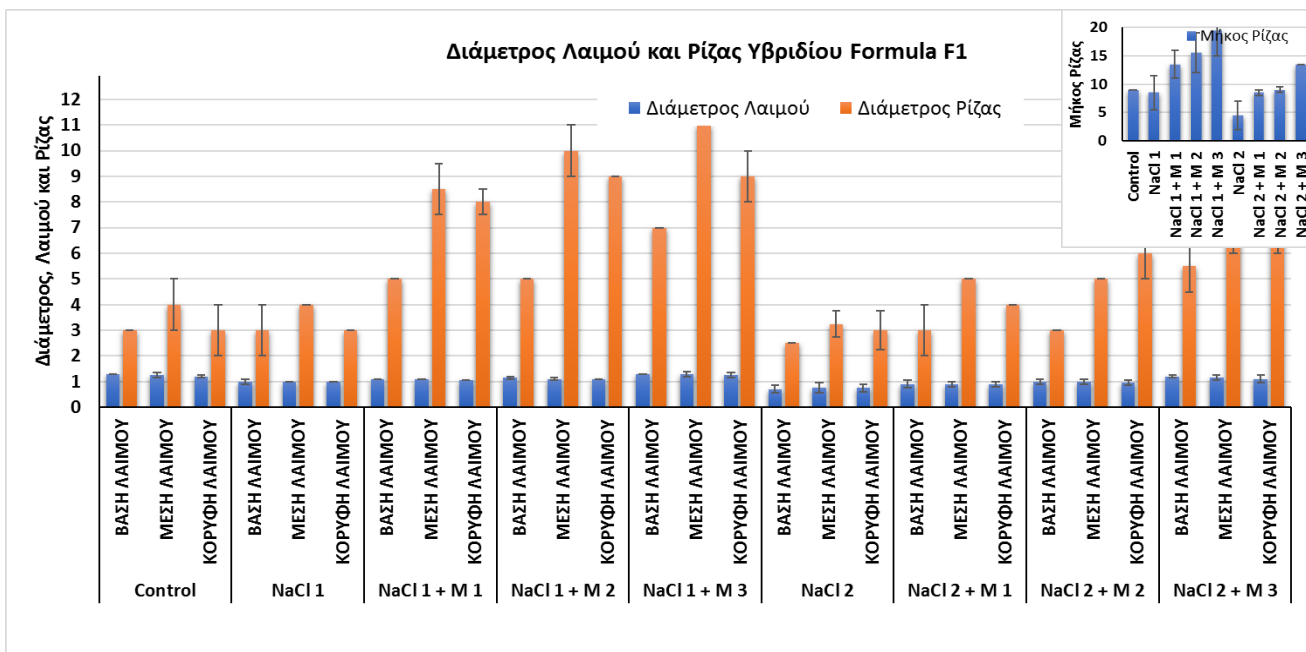
Διάγραμμα 5.45: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.



Διάγραμμα 5.46: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1.



Διάγραμμα 5.47: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.



Διάγραμμα 5.48: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1.

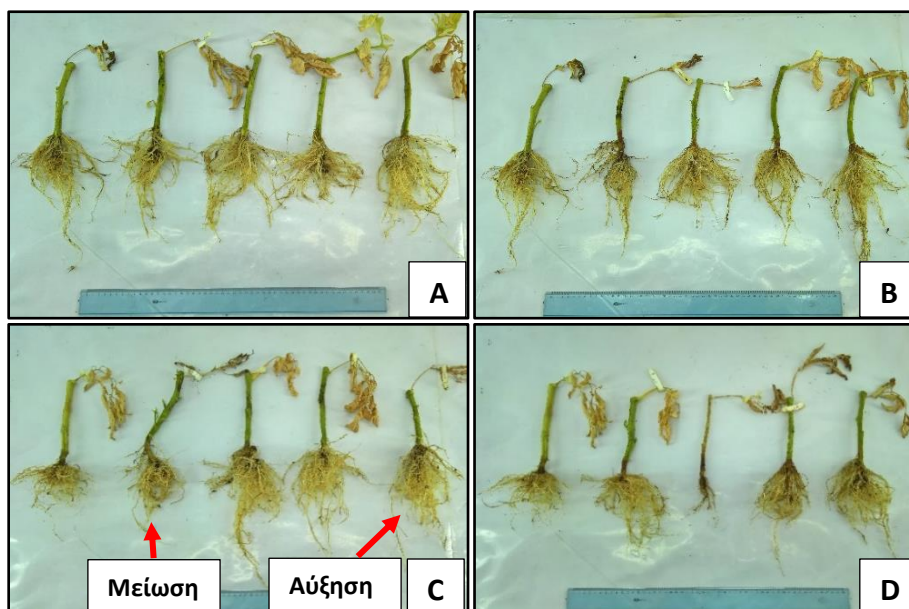
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά το ριζικό σύστημα του φυτού.

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου λαιμού, και της διαμέτρου και μήκους ριζικού συστήματος όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

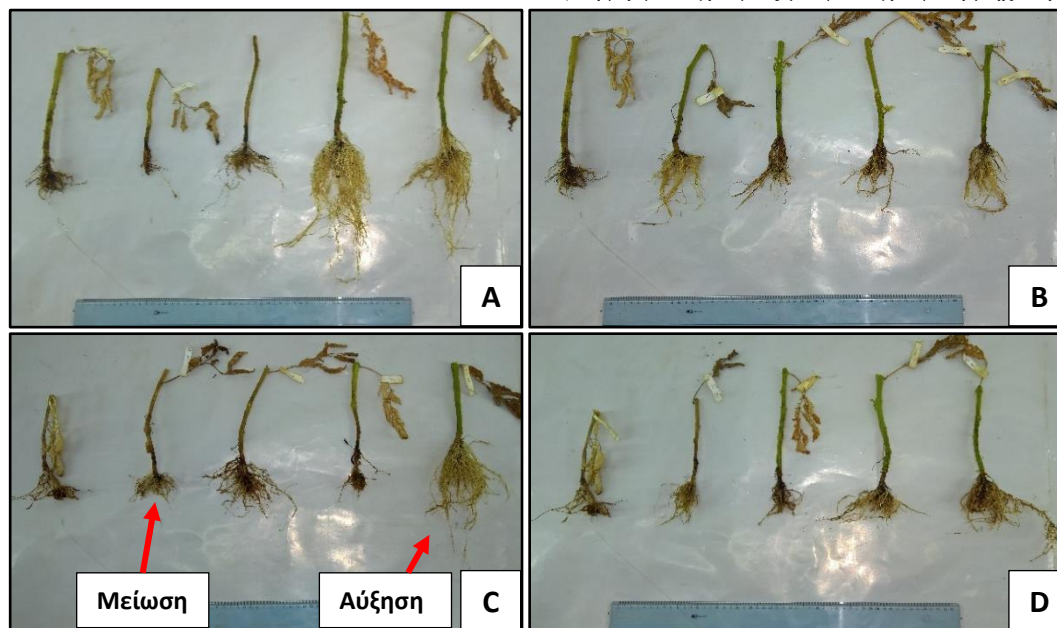
Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος, φαίνεται παρακάτω:

- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Faidra F1, Formula F1.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Ekstasis F1.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.

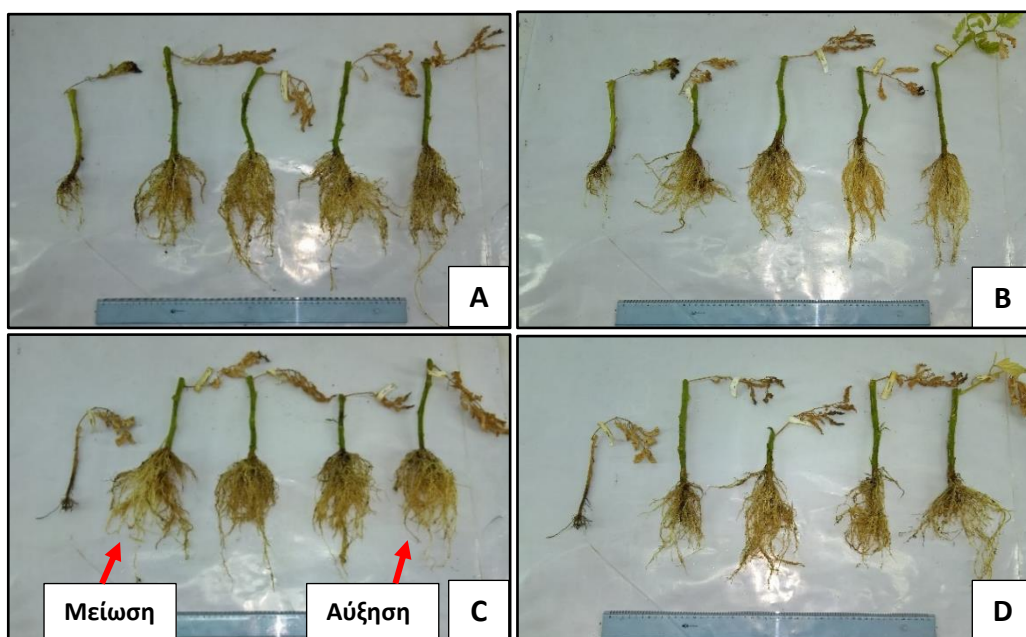
Στις παρακάτω Εικόνες από 5.26 έως 5.29 απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος (σε cm) φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίων Bobcat F1, Ekstasis F1, Elpida F1 και Formula F1. Η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μετρήθηκε και εκφράστηκε σε cm και αφού τα φυτά βγήκαν πρώτα από τις γλάστρες με μπάλα εδάφους και χρησιμοποιώντας άφθονο νερό ξεπλύθηκε τα υπολείμματα εδάφους. Το ριζικό σύστημα των φυτών απεικονίζεται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl και Milsana (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



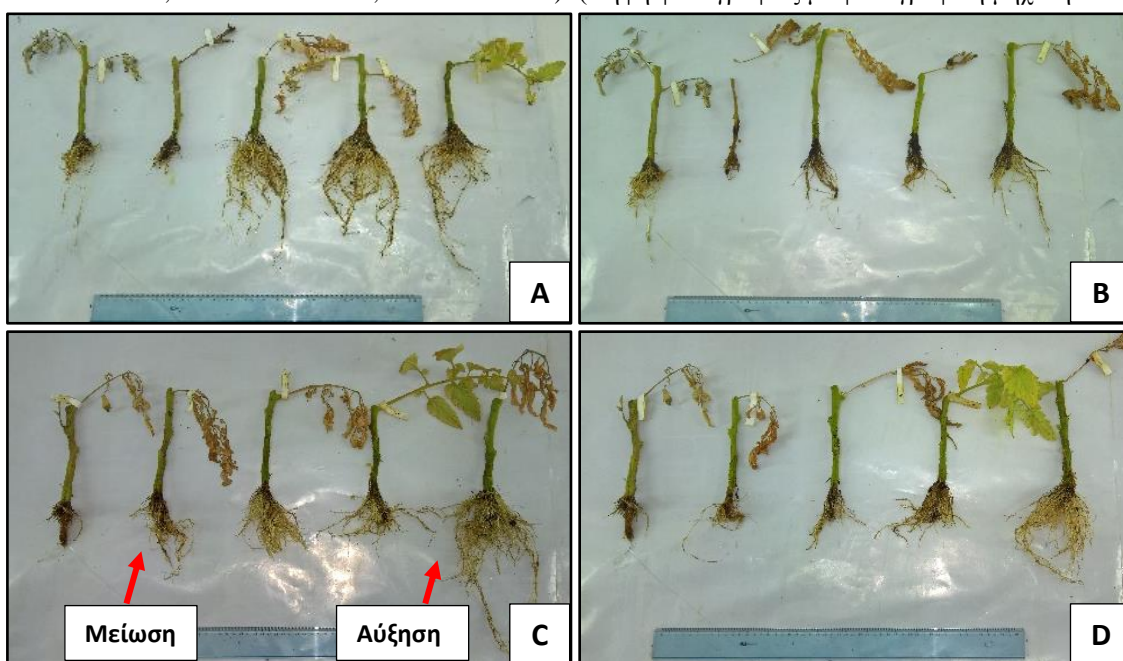
Εικόνα 5.26: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1. **Παρτίδες φυτών:** **A,B:** Group 1. **C,D:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.27: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο του λαιμού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1. **Παρτίδες φυτών:** **A,B:** Group 1. **C,D:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



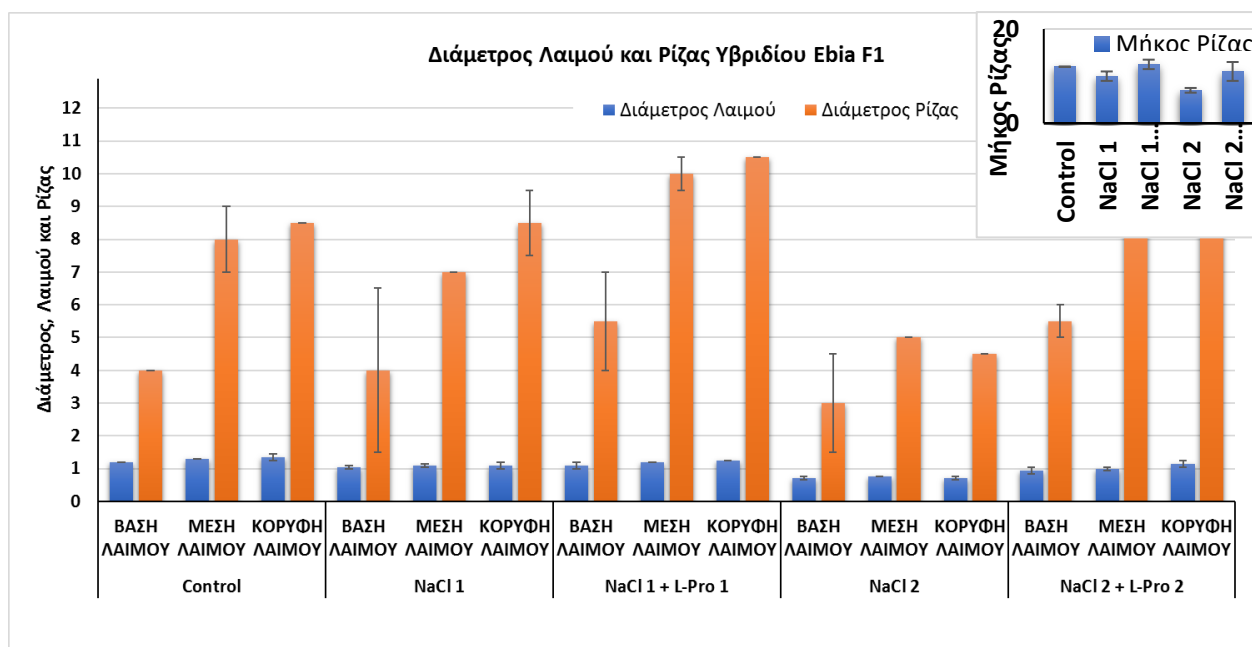
Εικόνα 5.28: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο του λαμιού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. **Παρτίδες φυτών:** **A,B:** Group 1. **C,D:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



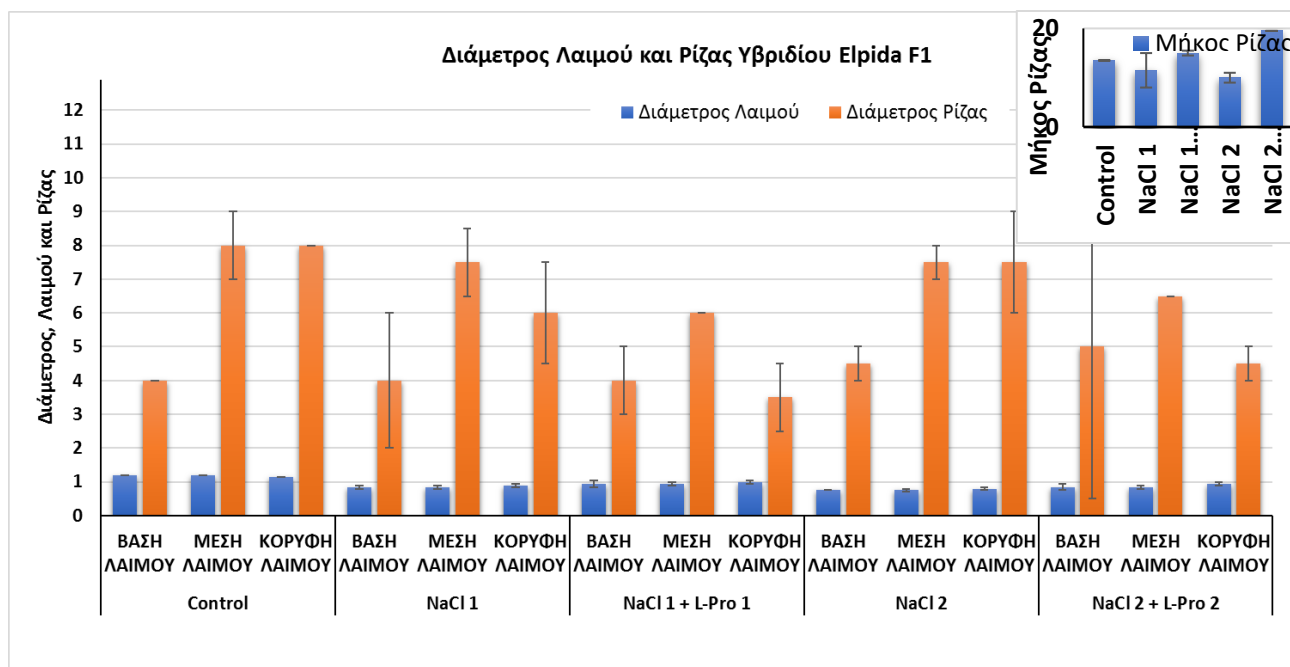
Εικόνα 5.29: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο του λαμιού και στο μήκος και πλάτος του ριζικού συστήματος των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1. **Παρτίδες φυτών:** **A,B:** Group 1. **C,D:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, Control, 140 mM, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.2.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

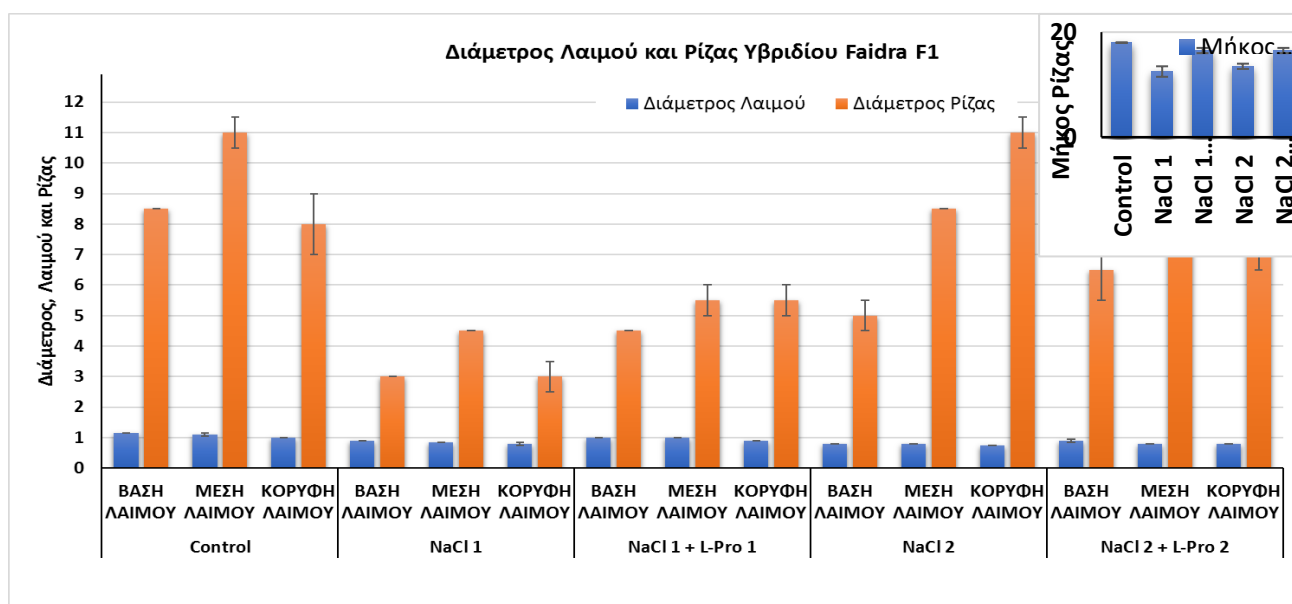
Στα Διαγράμματα από 5.49 έως 5.51 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μετρήθηκε και εκφράστηκε σε cm και αφού τα φυτά βγήκαν πρώτα από τις γλάστρες με μπάλα εδάφους και χρησιμοποιώντας άφθονο νερό ξεπλύθηκε τα υπολείμματα εδάφους. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.49: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.



Διάγραμμα 5.50: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.



Διάγραμμα 5.51: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.

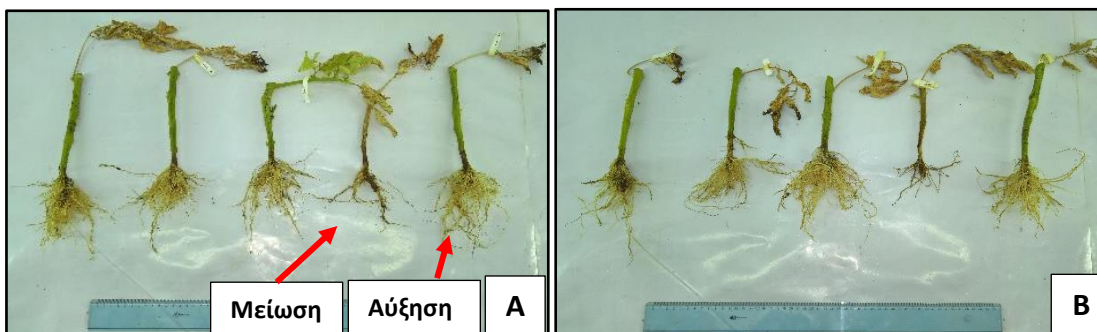
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος λαιμού, και στην διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά το ριζικό σύστημα του φυτού.

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου λαιμού, και της διαμέτρου και μήκους ριζικού συστήματος όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση των παραπάνω παραμέτρων, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

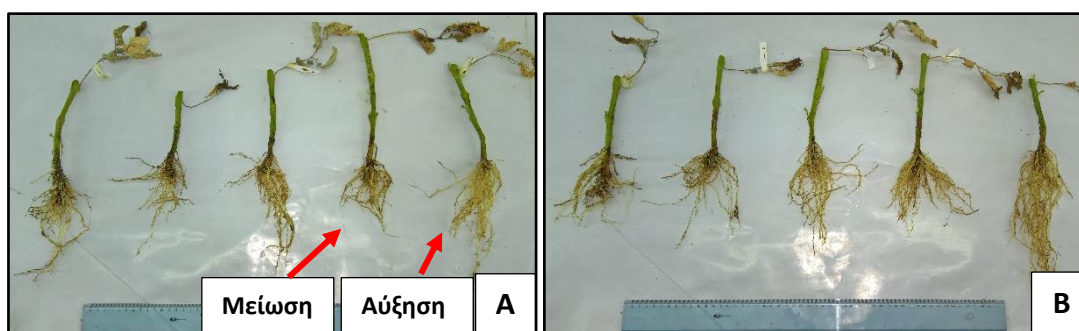
Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος, φαίνεται παρακάτω:

- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.

Στις παρακάτω Εικόνες από 5.30 έως 5.31 απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος (σε cm) φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίων Ebia F1 και Elpida F1. Η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος μετρήθηκε και εκφράστηκε σε cm και αφού τα φυτά βγήκαν πρώτα από τις γλάστρες με μπάλα εδάφους και χρησιμοποιώντας άφθονο νερό ξεπλύθηκε τα υπολείμματα εδάφους. Το ριζικό σύστημα των φυτών απεικονίζεται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl και L-Proline (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Εικόνα 5.30: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην διάμετρο του λαμού και στης διάμετρο και μήκος του ριζικού συστήματος των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1. **Παρτίδες φυτών:** **A:** Group 1. **B:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.31: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην διάμετρο του λαμού και στης διάμετρο και μήκος του ριζικού συστήματος των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. **Παρτίδες φυτών:** **A:** Group 1. **B:** Group 2. Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.2.3 Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά

Τα κυριότερα συμπτώματα αλατότητας και ανατομικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), περιγράφονται παρακάτω:

- Καρούλιασμα φύλλων.
- Χλώρωση φύλλων.
- Πάχυνση φύλλων.
- Νέκρωση φύλλων.
- Επίκτητες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού).

Τα συμπτώματα αλατότητας, όπως το καρούλιασμα, χλώρωση και νέκρωση φύλλων, και η εμφάνιση των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών του στελέχους (περιοχή λαιμού), καθώς και τα ανατομικά χαρακτηριστικά, όπως η πάχυνση φύλλων, μετρήσαν και καταγραφόταν ανά διάστημα των 10^α ημέρων από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης (HME) σε όλα τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων.

5.2.3.1 Καρούλιασμα, χλώρωση, πάχυνση και νέκρωση φύλλων

➤ Καρούλιασμα φύλλων (αγγλ. Leaf reeling):

Το καρούλιασμα των φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) είναι μια φυσιολογική ασθένεια που συναντάται συχνά και η οποία έχει την τάση να παρουσιάζεται σε ορισμένες μόνο ποικιλίες τομάτας. Το καρούλιασμα ξεκινάει από τα φύλλα της βάσης και προχωρεί προς τα φύλλα της κορυφής. Τα φύλλα καρουλιάζουν είτε προς την πάνω επιφάνεια είτε προς τα κάτω επιφάνεια, και σταδιακά γίνονται εύθραυστα.

Οι αιτίες του καρουλιάσματος των φύλλων είναι ποικίλες και συχνά αλληλεξαρτημένες (Μαλαθράκης et al, 2007). Οι κυριότερες από αυτές αναφέρονται παρακάτω (βλ. Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στην τομάτα. Υποκεφάλαιο 1.3.4: Τα φύλλα της τομάτας):

- Η έντονη ηλιοφάνεια.
- Η περιορισμένη άρδευση.
- Τα ισχυρά κλαδέματα.
- Το βαθύ όργωμα.
- Τα γενετικά αίτια.



Εικόνα 5.32: Απεικόνιση του καρουλιάσματος (A) και αποξήρανσης (B) των φύλλων λόγω των ξεροθερμικών συνθηκών και έντονης ηλιοφάνειας κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

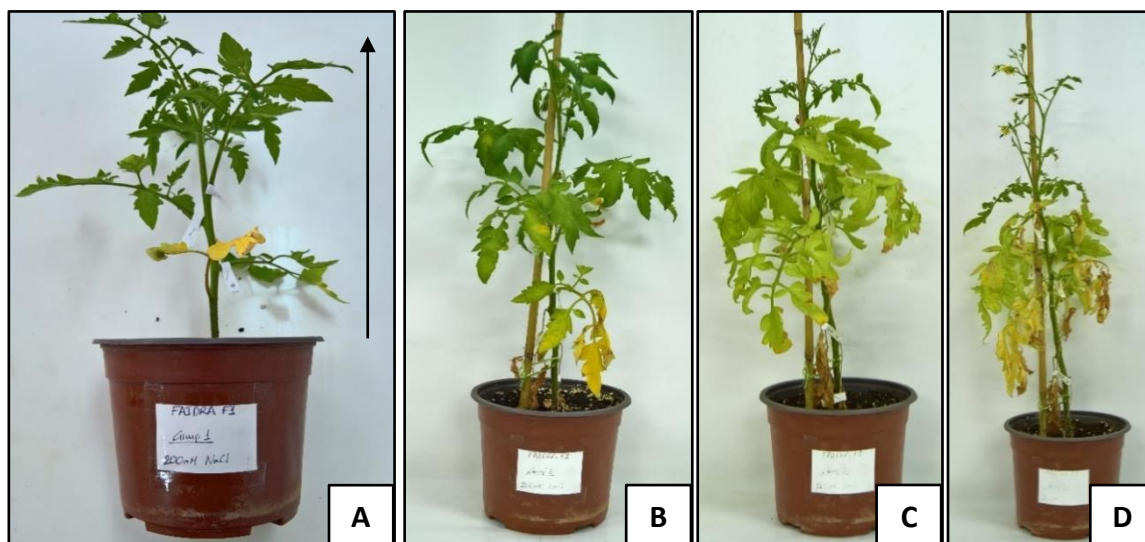
Όπως φαίνεται από τις παραπάνω αίτιες, το πιθανότερο είναι ότι η αλατότητα δεν αποτελεί την κύρια αίτια του καρουλίασματος των φύλλων, όμως η ασθένεια αυτή παρατηρήθηκε σε συγκεκριμένα μόνο υβρίδια και ποικιλίες τομάτας. Το πιθανότερο είναι ότι τα φυτά κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας είχαν ξηροθερμικές συνθήκες και έντονη ηλιοφάνεια, που με την εφαρμογή ή ανεξάρτητος διαφόρων επεμβάσεων αλατότητας προκάλεσαν το καρουλίασμα των φύλλων σε διαφορετικά υβρίδια και ποικιλίες τομάτας. Έτσι στις επόμενες παραγράφους γίνεται αναφορά των υβριδίων και ποικιλιών, καθώς και των επεμβάσεων όπου παρατηρήθηκε το καρουλίασμα σε φύλλα τομάτας.

➤ **Χλώρωση και νέκρωση φύλλων (αγγλ. Leaf chlorosis & necrosis):**

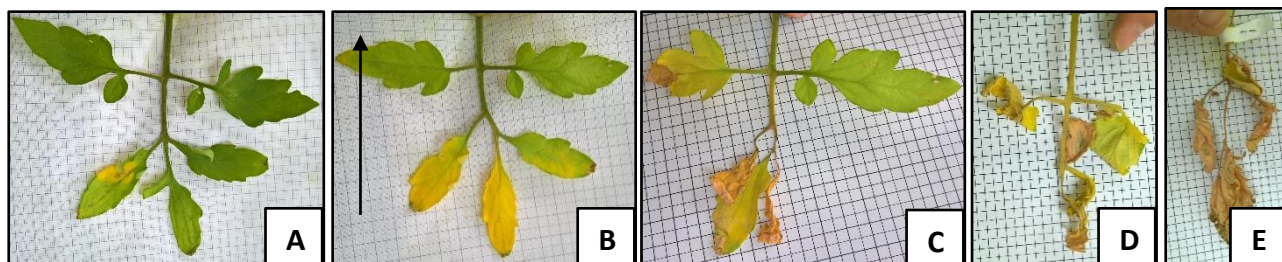
Η χλώρωση των φύλλων, η οποία προκαλείται από αβιοτικούς παράγοντες σε φυτά τομάτας, οφείλεται κυρίως λόγω της τοξικής επίδρασης (τοξικής καταπόνησης) των ιόντων νατρίου (Na^+) και χλωρίου (Cl^-). Το αποτέλεσμα είναι η σταδιακή χλώρωση και στην συνέχεια νέκρωση των κατώτερων και παλαιότερων φύλλων, που σταδιακά προχωράει προς τα ανώτερα και νεότερα φύλλα. Επίσης, η χλώρωση και η νέκρωση δεν είναι τυχαία αλλά ομοιόμορφη τόσο σε ένα απλό φύλλο, όσο και σε ένα σύνθετο φύλλο.

- Σε ένα απλό φύλλο:** Αρχίζει από την άκρη του φύλλου και συνεχίζει προς τον μίσχο, δηλ. έχει την κατεύθυνση από την άκρη του φύλλου προς το κεντρικό στέλεχος.
- Σε ένα σύνθετο φύλλο:** Αρχίζει από το ακραίο παράφυλλο (και μάλιστα από την κορυφή του παράφυλλου) και συνεχίζει προς τα άλλα παράφυλλα και τον μίσχο, δηλ. έχει την κατεύθυνση από την άκρη του ακραίου παράφυλλου προς το κεντρικό στέλεχος.

Σαν αποτέλεσμα είναι η μειωμένη ανάπτυξη και η απόδοση των φυτών λόγω του μικρότερου κύκλου ζωής των μεμονωμένων φύλλων (Γιαννόπουλος, 2010). Η περίσσεια NaCl συσσωρεύεται στο φυτό τομάτας στα παλαιότερα φύλλα. Τα φύλλα γίνονται κίτρινα και τελικά πέφτουν. Το φυτό είναι ακανόνιστο και δεν έχει έντονο πράσινο χρώμα, αλλά τα άλλα συμπτώματα μπορεί να λείπουν τελείως (Bloodnick, 2017). (βλ. Υποκεφάλαιο 2.2.3.1.1: Τοξική (ή ιοντική) καταπόνηση.)



Εικόνα 5.33: Απεικόνιση της εξέλιξης του συμπτώματος χλώρωσης των φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1 (Group 1), σε συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου 200 mM NaCl (NaCl 4). Το ίδιο φυτό τομάτας μετά από 30 ημέρες (A), 50 ημέρες (B), 70 ημέρες (C) και 90 ημέρες (D) μετά την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης με 200 mM NaCl . Το βέλος της φωτογραφίας A δείχνει την πορεία της χλώρωσης και νέκρωσης των κατώτερων (παλαιότερων) φύλλων προς τα ανώτερα (νεότερα) φύλλα. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.34: Απεικόνιση της εξέλιξης του συμπτώματος χλώρωσης και νέκρωσης σε σύνθετα φύλλα των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1 (Group 1), σε συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου 200 mM NaCl (NaCl 4). Το ίδιο σύνθετο φύλλο μετά από 20 ημέρες (A), 30 ημέρες (B), 50 ημέρες (C), 70 ημέρες (D) και 90 ημέρες (E) μετά την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης με 200 mM NaCl. Το βέλος της φωτογραφίας B δείχνει την πορεία της χλώρωσης και νέκρωσης από το ακραίο παράφυλλο (την άκρη) προς τα άλλα παράφυλλα, με κατεύθυνση τον μίσχο και το κύριο στέλεχος. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

➤ **Πάχυνση φύλλων (αγγλ. Leaf thickening) ή φαινόμενο «παχυμορφισμού»:**

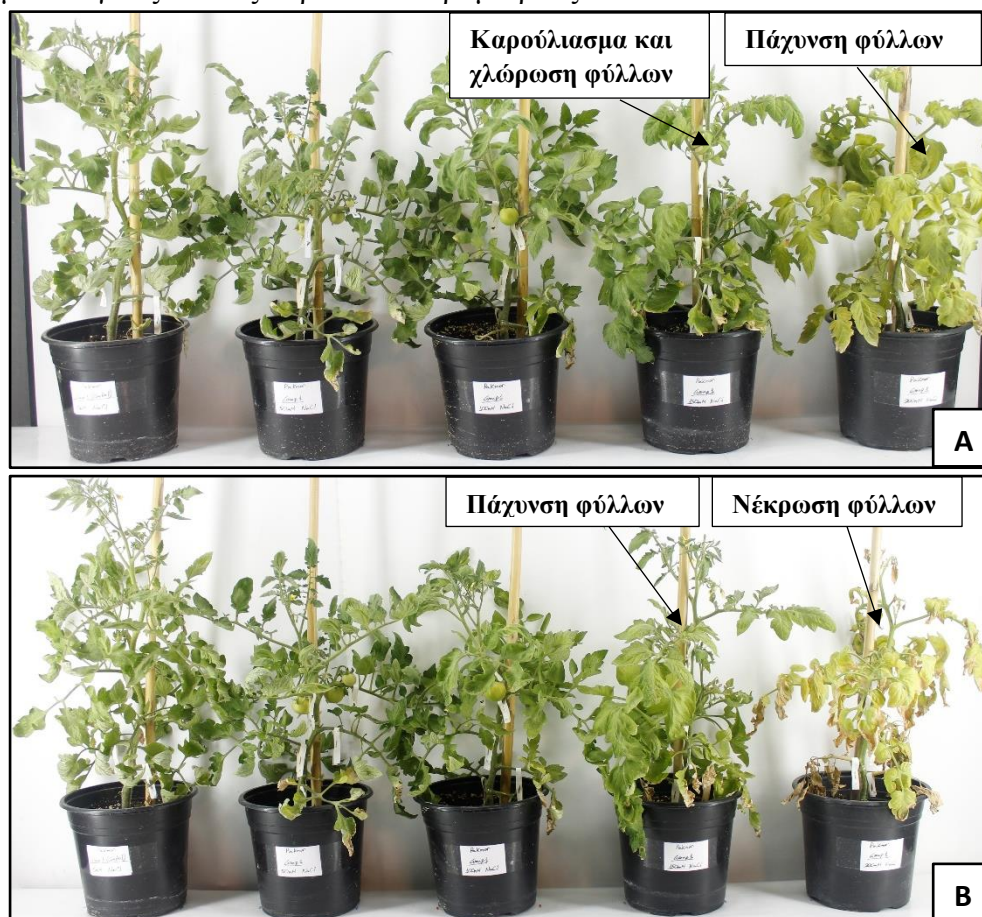
Η εκδήλωση του παχυμορφισμού στα φύλλα αποτελεί ένα συνηθισμένο χαρακτηριστικό του εγκλιματισμού ή της προσαρμογής των φυτών τα οποία αναπτύσσονται σε αλατούχα εδάφη. Ο παχυμορφισμός χαρακτηρίζεται από αύξηση του πάχους των φύλλων και αύξηση του περιεχομένου του νερού ανά μονάδα επιφάνειας του φύλλου. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται η αντιμετώπιση των υπερβολικών ποσοτήτων αλάτων που συσσωρεύονται στα φύλλα και αποτελεί έναν μηχανισμό «αραίωσης» των αλάτων. Αυτό επειδή η αύξηση του όγκου των παρεγχυματικών κυττάρων εξισορροπεί την σταδιακή είσοδο των νέων ιόντων στα κύτταρα, με τελικό αποτέλεσμα η συγκέντρωση των αλάτων να παραμένει σχετικά σταθερή, πάρα το γεγονός ότι η συνολική ποσότητα τους αυξάνεται. Ο μηχανισμός αυτός έχει ως τελικό αποτέλεσμα την διατήρηση του δυναμικού του νερού των κυττάρων σε ανεκτά επίπεδα (Καραμπουρνιώτης et al, 2003). (βλ. Υποκεφάλαιο 2.5.3.1: Η επίδραση της αλατότητας στο πάχος φύλλων.)



Εικόνα 5.35: Απεικόνιση του συμπτώματος πάχυνσης σε σύνθετα φύλλα των φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor (Group 1) και Athina (Group 2), σε συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου 200 mM NaCl (NaCl 4). **A:** Πάχυνση παράφυλλων του σύνθετου φύλλου ποικιλίας Pakmor, μετά από 80 ημέρες της εφαρμογής 1^{ης} επέμβασης με 200 mM NaCl. **B-D:** Πάχυνση παράφυλλων του σύνθετου φύλλου ποικιλίας Athina, μετά από 80 ημέρες της εφαρμογής 1^{ης} επέμβασης με 200 mM NaCl. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

➤ Παρατηρήσεις με βάση τα παραπάνω:

Με βάση τα παραπάνω, παρατηρήσαμε ότι τα συμπτώματα αλατότητας (δηλ. το καρούλιασμα, η χλώρωση, η πάχυνση και η νέκρωση των φύλλων) δεν έχουν μια τυχαία σειρά, άλλα έχει μια ακολουθία. Δηλαδή πρώτα συμβαίνει καρούλιασμα των φύλλων, μετά χλώρωση των φύλλων, ύστερα πάχυνση των φύλλων και τέλος νέκρωση των φύλλων. Η μόνη διαφορά ότι αναμεσά στα υβρίδια και της ποικιλίες τομάτας, μπορεί κάποια να μην παρουσιάζει την μια ή δυο συμπτωματολογικές από τις παραπάνω παραμέτρους.



Εικόνα 5.36: Απεικόνιση της σειράς εξέλιξης συμπτωμάτων καρούλιασματος, χλώρωσης, πάχυνσης και νέκρωσης φύλλων σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor (Group 1). Τα φυτά παρουσιάζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (0 mM NaCl, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl και 200 mM NaCl). **A:** Η ίδια ομάδα φυτών μετά από 40 ημέρες της εφαρμογής 1¹⁵ επέμβασης. **B:** Η ίδια ομάδα φυτών μετά από 50 ημέρες της εφαρμογής 1¹⁵ επέμβασης. (Στις παραπάνω εικόνες παρουσιάζονται τα αρχικά στάδια των συμπτωμάτων.) (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Για τον παραπάνω λόγο τα συμπτώματα αλατότητας (καρούλιασμα, χλώρωση, νέκρωση φύλλων), καθώς και τα ανατομικά χαρακτηριστικά (πάχυνση φύλλων) παρουσιάζονται με την σειρά που αναφέραμε παραπάνω σε κάθε από της 3¹⁵ επεμβάσεις και σε κάθε υβρίδιο και ποικιλία τομάτας. Τα παραπάνω συμπτώματα μετρηθήκαν οπτικά σε φυτά τομάτας, με κριτήριο όταν παρουσιάστηκαν μέχρι 5^ε πραγματικά φύλλα ανά φυτό, με τις παραπάνω συμπτωματολογικές εικόνες.

5.2.3.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στον Πίνακα 5.5 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης του καρουλίσματος, της χλώρωσης, της πάχυνσης και της νέκρωσης των φύλλων που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη).

Πίνακας 5.5: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) του καρουλίσματος, της χλώρωσης, της πάχυνσης και της νέκρωσης των φύλλων σε αντίστοιχα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).				
Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά (οπτικά):	Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
Καρούλιασμα φύλλων:		Bobcat F1	Pakmor	Lobello F1
		Faidra F1	Ντόπια κόκκινη	Rastony F1
				Athina
				Pomodoro
Χλώρωση φύλλων:	Bobcat F1	Lobello F1	Rastony F1	
	Faidra F1	Pomodoro	Pakmor	
		Ντόπια κόκκινη	Athina	
Πάχυνση φύλλων:	Faidra F1	Bobcat F1	Rastony F1	
		Lobello F1	Pomodoro	
		Pakmor	Ντόπια κόκκινη	
		Athina		
Νέκρωση φύλλων:	Faidra F1	Bobcat F1	Rastony F1	
		Lobello F1	Pomodoro	
		Pakmor	Ντόπια κόκκινη	
			Athina	
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων παρατηρήθηκε οπτικά στα φύλλα των παραπάνω υβριδίων και ποικιλιών τομάτας.				

Από τους Πίνακες 5.6 και 5.7 φαίνεται ότι το καρούλιασμα, η χλώρωση, η πάχυνση και η νέκρωση των φύλλων εμφανίζονται σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας ως επίδραση της αλατότητας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, τα παραπάνω συμπτώματα αρχίζουν να εμφανίζονται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πάρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Παρακάτω στους Πίνακες 5.6 και 5.7 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην ημερομηνία εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. Τα παραπάνω συμπτώματα μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

Πίνακας 5.6: Η ημερομηνία (HME) εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων σε φύλλα των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση.

	Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά (οπτικά):	Παρτίδα φυτών:	Επεμβάσεις:				
			Control (dH ₂ O)	NaCl 1 (50 mM NaCl)	NaCl 2 (100 mM NaCl)	NaCl 3 (150 mM NaCl)	NaCl 4 (200 mM NaCl)
Bobcat FI	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	40 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
		Group 2	-	40 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
	Χλόρωση φύλλων:	Group 1	-	60 ⁿ	50 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ
		Group 2	-	60 ⁿ	50 ⁿ	40 ⁿ	30 ⁿ
	Πάχυνση φύλλων:	Group 3	-	80 ⁿ	70 ⁿ	50 ⁿ	50 ⁿ
		Group 4	-	80 ⁿ	75 ⁿ	50 ⁿ	40 ⁿ
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	100 ⁿ	100 ⁿ	90 ⁿ	90 ⁿ	
	Group 2	-	100 ⁿ	100 ⁿ	90 ⁿ	90 ⁿ	
Faidra FI	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	40 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
		Group 2	-	40 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
		Group 3	-	40 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
		Group 4	-	40 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ	20 ⁿ
	Χλόρωση φύλλων:	Group 1	-	50 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
		Group 2	-	50 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
		Group 3	-	40 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ
		Group 4	-	50 ⁿ	30 ⁿ	30 ⁿ	20 ⁿ
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	60 ⁿ	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ
		Group 2	-	60 ⁿ	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ
		Group 3	-	60 ⁿ	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ
		Group 4	-	65 ⁿ	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ
	Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	80 ⁿ	80 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
		Group 2	-	90 ⁿ	80 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
		Group 3	-	90 ⁿ	80 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
		Group 4	-	90 ⁿ	80 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
Lobello FI	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-
		Group 3	-	-	-	-	-
		Group 4	-	-	-	-	-
	Χλόρωση φύλλων:	Group 1	-	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ	30 ⁿ
		Group 2	-	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ	30 ⁿ
		Group 3	-	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ	30 ⁿ
		Group 4	-	50 ⁿ	40 ⁿ	40 ⁿ	30 ⁿ
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	80 ⁿ	60 ⁿ	60 ⁿ	40 ⁿ
		Group 2	-	80 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ	40 ⁿ
		Group 3	-	70 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ	50 ⁿ
		Group 4	-	70 ⁿ	60 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ
	Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	100 ⁿ	90 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
		Group 2	-	100 ⁿ	90 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
		Group 3	-	100 ⁿ	90 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
		Group 4	-	100 ⁿ	90 ⁿ	70 ⁿ	70 ⁿ
Rastony FI	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-
		Group 3	-	-	-	-	-
		Group 4	-	-	-	-	-
		Group 5	-	-	-	-	-
		Group 6	-	-	-	-	-
	Χλόρωση φύλλων:	Group 1	-	70 ⁿ	70 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ
		Group 2	-	70 ⁿ	70 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ
		Group 3	-	80 ⁿ	70 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ
		Group 4	-	80 ⁿ	70 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ
		Group 5	-	70 ⁿ	70 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ
		Group 6	-	80 ⁿ	70 ⁿ	60 ⁿ	50 ⁿ
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	90 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	80 ⁿ
		Group 2	-	90 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	70 ⁿ
		Group 3	-	90 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	70 ⁿ
		Group 4	-	90 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	70 ⁿ
		Group 5	-	90 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	80 ⁿ
		Group 6	-	90 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	80 ⁿ
	Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	110 ⁿ	100 ⁿ	90 ⁿ	90 ⁿ
		Group 2	-	110 ⁿ	100 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ
Group 3		-	110 ⁿ	110 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	
Group 4		-	110 ⁿ	110 ⁿ	90 ⁿ	90 ⁿ	
Group 5		-	110 ⁿ	100 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	
Group 6		-	110 ⁿ	110 ⁿ	90 ⁿ	80 ⁿ	

HME για την 1^η εμφάνιση:

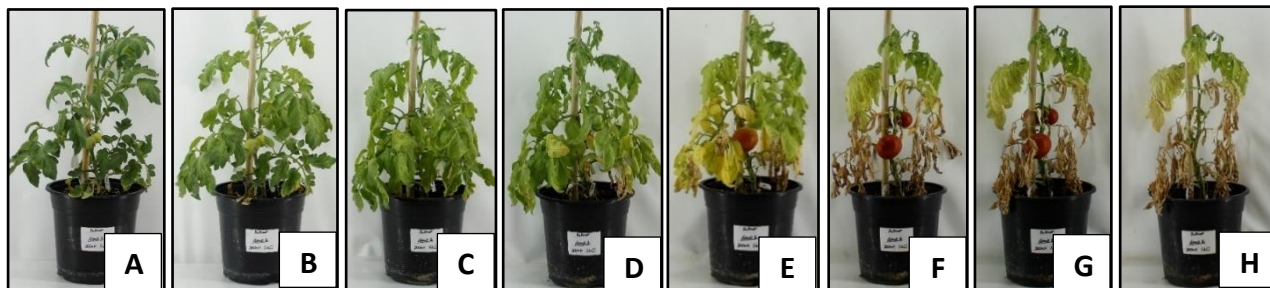
Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων.

Πίνακας 5.7: Η ημερομηνία (HME) εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων σε φύλλα των ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση.

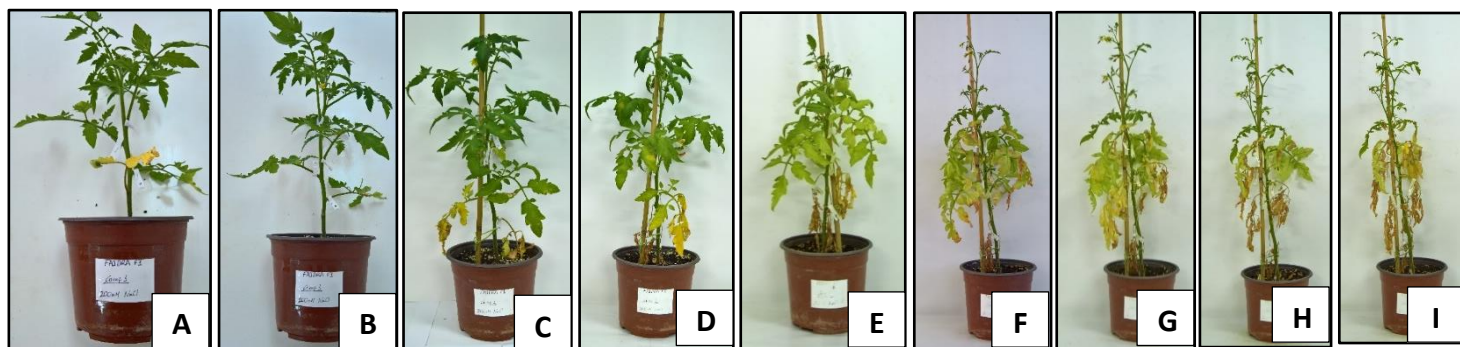
	Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά (οπτικά):	Παρτίδα φυτών:	Επεμβάσεις:				
			Control (dH ₂ O)	NaCl 1 (50 mM NaCl)	NaCl 2 (100 mM NaCl)	NaCl 3 (150 mM NaCl)	NaCl 4 (200 mM NaCl)
Athina	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	80 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
		Group 2	-	80 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	70 ^η
		Group 2	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	70 ^η
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	100 ^η	100 ^η	90 ^η	80 ^η	
	Group 2	-	100 ^η	90 ^η	90 ^η	80 ^η	
Pomodoro	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-
		Group 3	-	-	-	-	-
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	50 ^η	50 ^η	40 ^η	30 ^η
		Group 2	-	50 ^η	40 ^η	40 ^η	30 ^η
		Group 3	-	50 ^η	50 ^η	40 ^η	30 ^η
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	100 ^η	100 ^η	100 ^η	90 ^η
		Group 2	-	100 ^η	100 ^η	90 ^η	90 ^η
		Group 3	-	100 ^η	100 ^η	100 ^η	90 ^η
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	120 ^η	120 ^η	110 ^η	90 ^η	
	Group 2	-	120 ^η	120 ^η	110 ^η	100 ^η	
	Group 3	-	120 ^η	120 ^η	110 ^η	90 ^η	
Pakmor	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	50 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
		Group 2	-	50 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
		Group 3	-	60 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
		Group 4	-	50 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
		Group 5	-	50 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
		Group 6	-	60 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	70 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
		Group 2	-	70 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
		Group 3	-	80 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
		Group 4	-	80 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
		Group 5	-	70 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
		Group 6	-	80 ^η	70 ^η	60 ^η	50 ^η
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	80 ^η
		Group 2	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	70 ^η
		Group 3	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	70 ^η
		Group 4	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	70 ^η
		Group 5	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	80 ^η
		Group 6	-	90 ^η	90 ^η	80 ^η	80 ^η
	Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	110 ^η	100 ^η	90 ^η	90 ^η
		Group 2	-	110 ^η	100 ^η	90 ^η	80 ^η
		Group 3	-	110 ^η	110 ^η	90 ^η	80 ^η
		Group 4	-	110 ^η	110 ^η	90 ^η	90 ^η
		Group 5	-	110 ^η	100 ^η	90 ^η	80 ^η
		Group 6	-	110 ^η	110 ^η	90 ^η	80 ^η
Ντόπια κόκκινη	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	40 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
		Group 2	-	40 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
		Group 3	-	40 ^η	40 ^η	30 ^η	20 ^η
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	50 ^η	50 ^η	40 ^η	30 ^η
		Group 2	-	50 ^η	40 ^η	40 ^η	30 ^η
		Group 3	-	50 ^η	50 ^η	40 ^η	30 ^η
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	100 ^η	100 ^η	100 ^η	90 ^η
		Group 2	-	100 ^η	100 ^η	90 ^η	90 ^η
		Group 3	-	100 ^η	100 ^η	100 ^η	90 ^η
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	120 ^η	120 ^η	110 ^η	90 ^η	
	Group 2	-	120 ^η	120 ^η	110 ^η	100 ^η	
	Group 3	-	120 ^η	120 ^η	110 ^η	90 ^η	

HME για την 1^η εμφάνιση:

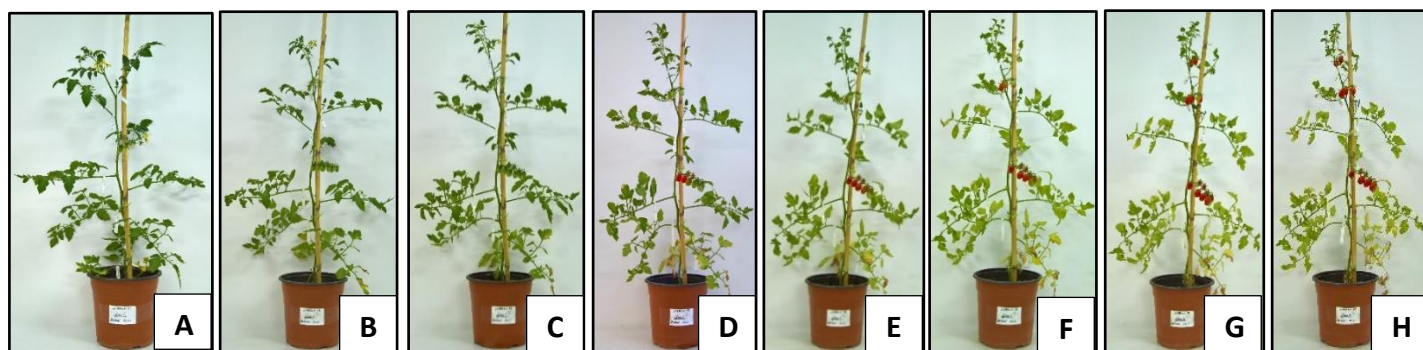
Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και ποικιλιών τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων.



Εικόνα 5.37: Απεικόνιση της εξέλιξης συμπτωμάτων καρουλιάσματος, χλώρωσης, πάχυνσης και νέκρωσης των φύλλων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor (Group 2), σε συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου 200 mM NaCl (NaCl 4). **A:** Χωρίς εμφάνιση κανενός από τα παραπάνω συμπτώματα στα φύλλα (20 HME). **B-D:** Σταδιακή εμφάνιση του καρουλιάσματος και της χλώρωσης στα φύλλα (30-50 HME). **D-E:** Σταδιακή εμφάνιση της πάχυνσης στα φύλλα (50-60 HME). **F-G:** Νέκρωση και αποξήρανση των φύλλων (70-80 HME). **H:** Αποξήρανση ολόκληρου του φυτού (90 HME). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.38: Απεικόνιση της εξέλιξης συμπτωμάτων καρουλιάσματος, χλώρωσης, πάχυνσης και νέκρωσης των φύλλων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1 (Group 1), σε συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου 200 mM NaCl (NaCl 4). **A:** Χωρίς εμφάνιση κανενός από τα παραπάνω συμπτώματα στα φύλλα (20 HME). **B-D:** Σταδιακή εμφάνιση του καρουλιάσματος και της χλώρωσης στα φύλλα (30-50 HME). **D-G:** Σταδιακή εμφάνιση της πάχυνσης στα φύλλα (50-80 HME). **F-H:** Νέκρωση και αποξήρανση των φύλλων (80-90 HME). **I:** Αποξήρανση ολόκληρου του φυτού (100 HME). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.39: Απεικόνιση της εξέλιξης συμπτωμάτων καρουλιάσματος, χλώρωσης, πάχυνσης και νέκρωσης των φύλλων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1 (Group 1), σε συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου 200 mM NaCl (NaCl 4). **A:** Χωρίς εμφάνιση κανενός από τα παραπάνω συμπτώματα στα φύλλα (20 HME). **B-D:** Σταδιακή εμφάνιση του καρουλιάσματος και της χλώρωσης στα φύλλα (30-50 HME). **D-G:** Σταδιακή εμφάνιση της πάχυνσης στα φύλλα (50-80 HME). **F-G:** Νέκρωση και αποξήρανση των φύλλων (70-80 HME). **H:** Αποξήρανση ολόκληρου του φυτού (90 HME). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.2.3.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στον Πίνακα 5.8 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης του καρουλίσματος, της χλώρωσης, της πάχυνσης και της νέκρωσης των φύλλων που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1).

Πίνακας 5.8: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) του καρουλίσματος, της χλώρωσης, της πάχυνσης και της νέκρωσης των φύλλων σε αντιστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).				
Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά (οπτικά):	Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
Καρούλιασμα φύλλων:		Bobcat F1	Faidra F1	Ebia F1
				Elpida F1
				Ekstasis F1
				Formula F1
Χλώρωση φύλλων:	Bobcat F1	Ebia F1	Formula F1	
	Faidra F1	Elpida F1		
		Ekstasis F1		
Πάχυνση φύλλων:	Bobcat F1	Ebia F1	Formula F1	
	Faidra F1	Elpida F1		
		Ekstasis F1		
Νέκρωση φύλλων:	Bobcat F1	Ebia F1	Formula F1	
	Faidra F1	Elpida F1		
		Ekstasis F1		
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων παρατηρήθηκε οπτικά στα φύλλα των παραπάνω υβριδίων τομάτας.				

Από τον Πίνακα 5.9 φαίνεται ότι το καρούλιασμα, η χλώρωση, η πάχυνση και η νέκρωση των φύλλων εμφανίζονται σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας ως επίδραση της αλατότητας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, τα παραπάνω συμπτώματα αρχίζουν να εμφανίζονται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Παρακάτω στον Πίνακα 5.9 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην ημερομηνία εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. Τα παραπάνω συμπτώματα μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Πίνακας 5.9: Η ημερομηνία (ΗΜΕ) εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων σε φύλλα των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση.

	Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά (οπτικά):	Παρτίδα φυτών:	Επεμβάσεις:								
			Control (dH ₂ O)	NaCl 1 (70 mM NaCl)	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	NaCl 2 (140 mM NaCl)	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)
Bobcat FI	Καρρόλισημα φύλλων:	Group 1	-	40 ^b	50 ^b	50 ^b	60 ^b	30 ^b	40 ^b	40 ^b	50 ^b
		Group 2	-	40 ^b	50 ^b	50 ^b	60 ^b	30 ^b	40 ^b	40 ^b	50 ^b
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	60 ^b	70 ^b	70 ^b	80 ^b	50 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b
		Group 2	-	60 ^b	70 ^b	70 ^b	80 ^b	50 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b
	Πάγνωση φύλλων:	Group 1	-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b	80 ^b
Group 2		-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b	80 ^b	
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	100 ^a	110 ^a	120 ^a	120 ^a	90 ^b	90 ^b	100 ^a	100 ^a	
	Group 2	-	100 ^a	110 ^a	120 ^a	120 ^a	90 ^b	90 ^b	100 ^a	100 ^a	
Ella FI	Καρρόλισημα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b
		Group 2	-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b
	Πάγνωση φύλλων:	Group 1	-	90 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a	80 ^b	90 ^b	90 ^b	100 ^a
Group 2		-	90 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a	80 ^b	90 ^b	100 ^a	100 ^a	
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	110 ^a	110 ^a	120 ^a	120 ^a	100 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	
	Group 2	-	110 ^a	110 ^a	120 ^a	120 ^a	100 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	
Elyria FI	Καρρόλισημα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b
		Group 2	-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b
	Πάγνωση φύλλων:	Group 1	-	90 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a	80 ^b	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Group 2		-	90 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a	80 ^b	90 ^b	100 ^a	100 ^a	
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	110 ^a	120 ^a	120 ^a	120 ^a	100 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	
	Group 2	-	110 ^a	120 ^a	120 ^a	120 ^a	100 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	
Eksis FI	Καρρόλισημα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b
		Group 2	-	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b	70 ^b
	Πάγνωση φύλλων:	Group 1	-	90 ^b	100 ^a	110 ^a	110 ^a	80 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a
Group 2		-	90 ^b	90 ^b	110 ^a	110 ^a	80 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a	
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	110 ^a	110 ^a	120 ^a	120 ^a	100 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	
	Group 2	-	110 ^a	120 ^a	120 ^a	120 ^a	100 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	
Faidra FI	Καρρόλισημα φύλλων:	Group 1	-	50 ^b	50 ^b	60 ^b	70 ^b	40 ^b	40 ^b	50 ^b	60 ^b
		Group 2	-	50 ^b	50 ^b	60 ^b	70 ^b	40 ^b	40 ^b	50 ^b	60 ^b
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	60 ^b	70 ^b	70 ^b	80 ^b	50 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b
		Group 2	-	60 ^b	70 ^b	70 ^b	80 ^b	50 ^b	60 ^b	60 ^b	70 ^b
	Πάγνωση φύλλων:	Group 1	-	80 ^b	90 ^b	90 ^b	100 ^a	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b
Group 2		-	80 ^b	90 ^b	90 ^b	90 ^b	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b	
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	100 ^a	100 ^a	120 ^a	120 ^a	90 ^b	90 ^b	100 ^a	100 ^a	
	Group 2	-	100 ^a	100 ^a	110 ^a	120 ^a	90 ^b	100 ^a	100 ^a	100 ^a	
Formula FI	Καρρόλισημα φύλλων:	Group 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Group 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	80 ^b	90 ^b	90 ^b	100 ^a	70 ^b	80 ^b	90 ^b	90 ^b
		Group 2	-	80 ^b	90 ^b	90 ^b	100 ^a	70 ^b	80 ^b	80 ^b	90 ^b
	Πάγνωση φύλλων:	Group 1	-	100 ^a	100 ^a	110 ^a	120 ^a	80 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a
Group 2		-	90 ^b	90 ^b	110 ^a	120 ^a	80 ^b	90 ^b	100 ^a	110 ^a	
Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	110 ^a	120 ^a	120 ^a	130 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	120 ^a	
	Group 2	-	110 ^a	120 ^a	120 ^a	130 ^a	100 ^a	110 ^a	110 ^a	120 ^a	

ΠΗΓΗ: ΤΑΝ ΤΗΝ 1^η ΕΠΕΜΒΑΣΗ

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων.

5.2.3.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στον Πίνακα 5.10 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης του καρουλίσματος, της χλώρωσης, της πάχυνσης και της νέκρωσης των φύλλων που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1).

Πίνακας 5.10: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) του καρουλίσματος, της χλώρωσης, της πάχυνσης και της νέκρωσης των φύλλων σε αντίστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).				
Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά (οπτικά):	Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
Καρούλιασμα φύλλων:	Ebia F1	Faidra F1	Elpida F1	
Χλώρωση φύλλων:	Ebia F1	Faidra F1	Elpida F1	
Πάχυνση φύλλων:	Elpida F1	Ebia F1		
		Faidra F1		
Νέκρωση φύλλων:	Ebia F1	Elpida F1	Faidra F1	
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων παρατηρήθηκε οπτικά στα φύλλα των παραπάνω υβριδίων τομάτας.				

Παρακάτω στον Πίνακα 5.11 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην ημερομηνία εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. Τα παραπάνω συμπτώματα μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Πίνακας 5.11: Η ημερομηνία (HME) εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων σε φύλλα των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση.

	Συμπτώματα αλατότητας – Ανατομικά χαρακτηριστικά (οπτικά):	Παρτίδα φυτών:	Επεμβάσεις:					HME για την 1 ^η εμφάνιση:
			Control (dH ₂ O)	NaCl 1 (50 mM NaCl)	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	NaCl 2 (100 mM NaCl)	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	
Ebia F1	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	30 ^η HME	40 ^η HME	30 ^η HME	30 ^η HME	HME για την 1 ^η εμφάνιση:
		Group 2	-	35 ^η HME	40 ^η HME	30 ^η HME	30 ^η HME	
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	40 ^η HME	50 ^η HME	30 ^η HME	30 ^η HME	
		Group 2	-	40 ^η HME	50 ^η HME	30 ^η HME	30 ^η HME	
	Πάχυνση φύλλων:	Group 3	-	60 ^η HME	70 ^η HME	50 ^η HME	60 ^η HME	
		Group 4	-	60 ^η HME	70 ^η HME	50 ^η HME	60 ^η HME	
	Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	65 ^η HME	80 ^η HME	60 ^η HME	70 ^η HME	
		Group 2	-	65 ^η HME	80 ^η HME	60 ^η HME	70 ^η HME	
Eipida F1	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 1	-	40 ^η HME	50 ^η HME	30 ^η HME	40 ^η HME	
		Group 2	-	40 ^η HME	50 ^η HME	30 ^η HME	40 ^η HME	
	Χλώρωση φύλλων:	Group 3	-	40 ^η HME	50 ^η HME	30 ^η HME	40 ^η HME	
		Group 4	-	40 ^η HME	50 ^η HME	30 ^η HME	40 ^η HME	
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	50 ^η HME	60 ^η HME	50 ^η HME	60 ^η HME	
		Group 2	-	60 ^η HME	70 ^η HME	50 ^η HME	60 ^η HME	
	Νέκρωση φύλλων:	Group 1	-	65 ^η HME	80 ^η HME	60 ^η HME	70 ^η HME	
		Group 2	-	70 ^η HME	80 ^η HME	60 ^η HME	70 ^η HME	
Faidra F1	Καρούλιασμα φύλλων:	Group 3	-	40 ^η HME	45 ^η HME	30 ^η HME	40 ^η HME	
		Group 4	-	40 ^η HME	45 ^η HME	30 ^η HME	40 ^η HME	
	Χλώρωση φύλλων:	Group 1	-	50 ^η HME	60 ^η HME	40 ^η HME	50 ^η HME	
		Group 2	-	50 ^η HME	60 ^η HME	40 ^η HME	50 ^η HME	
	Πάχυνση φύλλων:	Group 1	-	60 ^η HME	70 ^η HME	50 ^η HME	60 ^η HME	
		Group 2	-	60 ^η HME	70 ^η HME	50 ^η HME	60 ^η HME	
	Νέκρωση φύλλων:	Group 3	-	70 ^η HME	80 ^η HME	60 ^η HME	70 ^η HME	
		Group 4	-	70 ^η HME	80 ^η HME	60 ^η HME	75 ^η HME	

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων.

Από τον Πίνακα 5.11 φαίνεται ότι το καρούλιασμα, η χλώρωση, η πάχυνση και η νέκρωση των φύλλων εμφανίζονται σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας ως επίδραση της αλατότητας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, τα παραπάνω συμπτώματα αρχίζουν να εμφανίζονται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

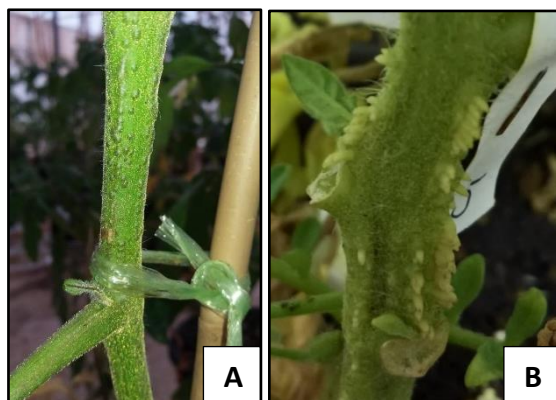
5.2.3.2 Επίκτητες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού)

➤ Επίκτητες ρίζες (αγγλ. **Bumpy stems**):

Οι επίκτητες ρίζες είναι πολλές μικρές ανυψώσεις (φουσκάλες ή εξογκώματα) στα στελέχη και στους μίσχους των φυτών τομάτας και αποτελούν το αρχικό στάδιο ανάπτυξης των εναέριων ριζών (όταν βρίσκονται στο στέλεχος ή στους μίσχους) ή της προέκτασης του ριζικού συστήματος (όταν βρίσκονται στην περιοχή του λαιμού ή όταν το στέλεχος βρεθεί κάτω από την επιφάνεια του εδάφους) (Grant, 2017).

➤ Εναέριες ρίζες (αγγλ. **Bristly stems**):

Οι εναέριες (ή τυχαίες) ρίζες είναι πολλές μικρές λευκές ή σκούρες τριχοειδείς αναπτύξεις (μικρά ριζίδια) στα στελέχη και στους μίσχους των φυτών τομάτας, οι οποίες έχουν προέλθει από τις προεκβολές των επίκτητων ριζών (Grant, 2017).



Εικόνα 5.40: Απεικόνιση της δημιουργίας επίκτητων ριζών (αγγλ. Bumpy stems) και των εναέριων ριζών (αγγλ. Bristly stems) στα στελέχη φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **A:** Δημιουργία των επίκτητων ριζών στην ποικιλία Pakmor. **B:** Δημιουργία των εναέριων ριζών στο υβρίδιο Bobcat F1. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Όταν παρατηρηθούν οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες στην περιοχή του λαιμού του φυτού, εμβάλλει σε υποψία ότι η κατάσταση στο ριζόστρωμα είναι προβληματική, για παράδειγμα λόγω κακού αερισμού (δηλ. έλλειψη O_2), λόγω υπερβολικής υγρασίας ή συμπίεσης του εδάφους, καθώς και λόγω άλλων αιτιών (αβιοτικών ή βιοτικών) που ευθύνονται για την ελαχιστοποίηση της αναπνοής του ριζικού συστήματος (Ολυμπίου, 2001). Επίσης, αναφέρονται και άλλα αίτια που οφείλονται για την δημιουργία των παραπάνω «συμπτωμάτων» (βλ. Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στην τομάτα. Υποκεφάλαιο 1.3.2: Το ριζικό σύστημα της τομάτας).

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω αίτιες, το πιθανότερο είναι ότι η αλατότητα δεν αποτελεί την κύρια αίτια της δημιουργίας των επίκτητων και των εναέριων ριζών στα στελέχη (περιοχή λαιμού) φυτών τομάτας, όμως η ασθένεια αυτή παρατηρήθηκε σε συγκεκριμένα μόνο υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, και σε συγκεκριμένες επεμβάσεις που εκτελέστηκαν κατά την πειραματική καλλιέργεια. Το πιθανότερο είναι ότι στα φυτά προκαλέστηκε ένα είδος ωσμωτικής καταπόνησης, όταν αυτά εκτεθήκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Έτσι στις επόμενους παραγράφους γίνεται αναφορά των υβριδίων και ποικιλιών, καθώς και των επεμβάσεων όπου παρατηρήθηκε η δημιουργία των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε στελέχη τομάτας.

5.2.3.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στον Πίνακα 5.12 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών που παρατηρήθηκε οπτικά σε κύριους στελέχους (περιοχή λαιμού) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη).

Πίνακας 5.12: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε στελέχη των αντίστοιχων υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
Bobcat F1	Faidra F1	Rastony F1	Lobello F1
		Athina	Pomodoro
		Pakmor	Ντόπια κόκκινη

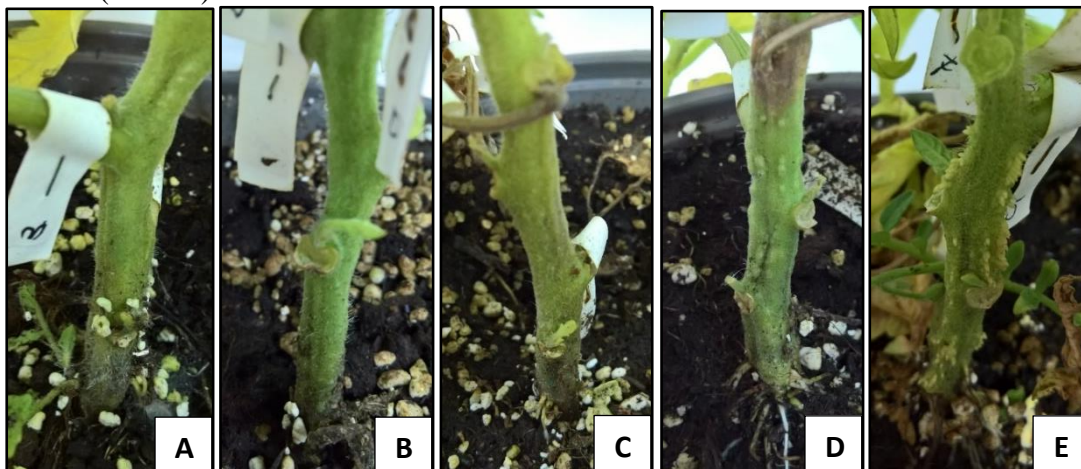
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων παρατηρήθηκε οπτικά στα στελέχη των παραπάνω υβριδίων και ποικιλιών τομάτας.

Παρακάτω στον Πίνακα 5.13 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην ημερομηνία εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. Τα παραπάνω συμπτώματα μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

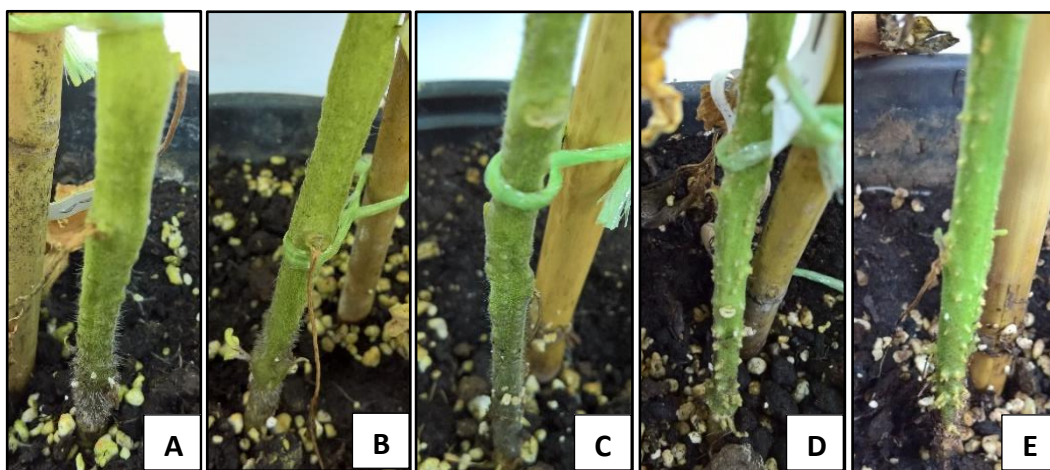
Πίνακας 5.13: Η ημερομηνία (HME) εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε στελέχη των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1 ^η πειραματική επέμβαση.							
Κατηγορία (ποικιλία/υβρίδιο):	Παρτίδα φυτών:	Επεμβάσεις:					HME για την 1 ^η εμφάνιση:
		Control (dH ₂ O)	NaCl 1 (50 mM NaCl)	NaCl 2 (100 mM NaCl)	NaCl 3 (150 mM NaCl)	NaCl 4 (200 mM NaCl)	
Bobcat F1	Group 1	-	60 ^η	50 ^η	40 ^η	30 ^η	
	Group 2	-	60 ^η	50 ^η	40 ^η	30 ^η	
Faidra F1	Group 1	-	80 ^η	60 ^η	50 ^η	40 ^η	
	Group 2	-	70 ^η	60 ^η	40 ^η	30 ^η	
	Group 3	-	70 ^η	60 ^η	50 ^η	30 ^η	
	Group 4	-	80 ^η	60 ^η	50 ^η	40 ^η	
Rastony F1	Group 1	-	80 ^η	80 ^η	70 ^η	60 ^η	
	Group 2	-	90 ^η	80 ^η	70 ^η	60 ^η	
	Group 3	-	80 ^η	70 ^η	70 ^η	60 ^η	
	Group 4	-	80 ^η	70 ^η	70 ^η	60 ^η	
	Group 5	-	90 ^η	80 ^η	80 ^η	60 ^η	
	Group 6	-	90 ^η	80 ^η	70 ^η	60 ^η	
Athina	Group 1	-	90 ^η	80 ^η	80 ^η	60 ^η	
	Group 2	-	90 ^η	80 ^η	70 ^η	60 ^η	
Pakmor	Group 1	-	90 ^η	80 ^η	80 ^η	60 ^η	
	Group 2	-	80 ^η	80 ^η	70 ^η	70 ^η	
	Group 3	-	90 ^η	80 ^η	80 ^η	60 ^η	
	Group 4	-	80 ^η	80 ^η	70 ^η	70 ^η	
	Group 5	-	90 ^η	80 ^η	80 ^η	60 ^η	
	Group 6	-	90 ^η	80 ^η	70 ^η	70 ^η	

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων και ποικιλιών τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η δημιουργία των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών.

Από τον Πίνακες 5.13 φαίνεται ότι οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίζονται σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας ως επίδραση της αλατότητας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες αρχίζουν να εμφανίζονται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πάρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).



Εικόνα 5.41: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην δημιουργία των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών στα στελέχη (περιοχή λαιμού) φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1 (Group 1). Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). **A:** Καθόλου εμφάνιση επίκτητων ριζών (0 mM NaCl). **B:** Καθόλου εμφάνιση επίκτητων ριζών (50 mM NaCl). **C:** Ελάχιστη εμφάνιση επίκτητων ριζών (100 mM NaCl). **D:** Μέτρια εμφάνιση επίκτητων ριζών (150 mM NaCl). **E:** Μέγιστη εμφάνιση επίκτητων ριζών και εναέριων ριζών (200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.42: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην δημιουργία των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών στα στελέχη (περιοχή λαιμού) φυτών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1 (Group 1). Τα φυτά είναι τοποθετημένα από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). **A:** Καθόλου εμφάνιση επίκτητων ριζών (0 mM NaCl). **B:** Καθόλου εμφάνιση επίκτητων ριζών (50 mM NaCl). **C:** Ελάχιστη εμφάνιση επίκτητων ριζών (100 mM NaCl). **D:** Μέτρια εμφάνιση επίκτητων ριζών (150 mM NaCl). **E:** Μέγιστη εμφάνιση επίκτητων ριζών και εναέριων ριζών (200 mM NaCl). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.2.3.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στον Πίνακα 5.14 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών που παρατηρήθηκαν οπτικά σε κύριους στελέχους των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1).

Πίνακας 5.14: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε στελέχη των αντίστοιχων υβριδίων τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
Bobcat F1	Elpida F1	Ekstasis F1	Ebia F1
	Faidra F1		Formula F1
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων παρατηρήθηκε οπτικά στα στελέχη των παραπάνω υβριδίων τομάτας.			

Παρακάτω στον Πίνακα 5.15 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην ημερομηνία εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. Τα παραπάνω συμπτώματα μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Πίνακας 5.15: Η ημερομηνία (ΗΜΕ) εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε στελέχη των υβριδίων τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2 ^η πειραματική επέμβαση.											
Κατηγορία (υβρίδιο):	Παρτίδα φυτών:	Επεμβάσεις:									ΗΜΕ για την 1 ^η εμφάνιση:
		Control (dH ₂ O)	NaCl 1 (70 mM NaCl)	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	NaCl 2 (140 mM NaCl)	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	
Bobcat F1	Group 1	-	60 ^η	70 ^η	80 ^η	80 ^η	50 ^η	60 ^η	70 ^η	70 ^η	ΗΜΕ για την 1 ^η εμφάνιση:
	Group 2	-	60 ^η	70 ^η	70 ^η	80 ^η	50 ^η	60 ^η	70 ^η	70 ^η	
Elpida F1	Group 1	-	70 ^η	70 ^η	80 ^η	90 ^η	60 ^η	70 ^η	70 ^η	80 ^η	
	Group 2	-	70 ^η	70 ^η	80 ^η	90 ^η	60 ^η	70 ^η	70 ^η	80 ^η	
Ekstasis F1	Group 1	-	80 ^η	80 ^η	90 ^η	90 ^η	70 ^η	70 ^η	80 ^η	80 ^η	
	Group 2	-	80 ^η	80 ^η	90 ^η	90 ^η	70 ^η	70 ^η	80 ^η	80 ^η	
Faidra F1	Group 1	-	70 ^η	80 ^η	80 ^η	90 ^η	60 ^η	60 ^η	70 ^η	80 ^η	
	Group 2	-	70 ^η	70 ^η	80 ^η	90 ^η	60 ^η	60 ^η	70 ^η	80 ^η	
Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η δημιουργία των πηκτών ριζών και των εναέριων ριζών.											

Από τον Πίνακα 5.15 φαίνεται ότι οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίζονται σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας ως επίδραση της αλατότητας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες αρχίζουν να εμφανίζονται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των επίκτητων ριζών και των

εναέριων ριζών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

5.2.3.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στον Πίνακα 5.16 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών που παρατηρήθηκαν οπτικά σε κύριους στελέχους (περιοχή λαιμού) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1).

Πίνακας 5.16: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε στελέχη των αντίστοιχων υβριδίων τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
	Ebia F1		Faidra F1
	Elpida F1		
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων παρατηρήθηκε οπτικά στα στελέχη των παραπάνω υβριδίων τομάτας.			

Παρακάτω στον Πίνακα 5.17 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην ημερομηνία εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. Τα παραπάνω συμπτώματα μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Πίνακας 5.17: Η ημερομηνία (HME) εμφάνισης των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών σε στελέχη των υβριδίων τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3 ^η πειραματική επέμβαση.							
Κατηγορία (υβρίδιο):	Παρτίδα φυτών:	Επεμβάσεις:					HME για την 1 ^η εμφάνιση:
		Control (dH ₂ O)	NaCl 1 (50 mM NaCl)	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	NaCl 2 (100 mM NaCl)	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	
Ebia F1	Group 1	-	90 ^η	100 ^η	80 ^η	90 ^η	
	Group 2	-	90 ^η	100 ^η	80 ^η	90 ^η	
Elpida F1	Group 1	-	90 ^η	100 ^η	80 ^η	90 ^η	
	Group 2	-	90 ^η	100 ^η	80 ^η	90 ^η	
Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η δημιουργία των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών.							

Από τον Πίνακα 5.17 φαίνεται ότι οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίζονται σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας ως επίδραση της αλατότητας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες αρχίζουν να εμφανίζονται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των επίκτητων ριζών και των εναέριων ριζών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

5.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν κατά την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας, καθώς και μετασυλλεκτικά, σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), περιγράφονται παρακάτω:

- a) Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής).
- b) Συνολικός αριθμός καρπών.
- c) Βάρος καρπών (σε gr).
- d) Διάμετρος καρπών (σε cm).
- e) Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών (σε gr).
- f) Υφή – Σκληρότητα καρπών (σε kg).
- g) Ολικά διαλυτά στερεά καρπών.
 - a. Σάκχαρα καρπών (σε °Brix, %).
 - b. Άλατα καρπών (σε ‰).
- h) Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών:
 - a. Ξηρή σήψη κορυφής καρπών (αγγλ. Blossom end rot).
 - b. Σκίσιμο καρπών (αγγλ. Cracking).
 - c. Παραμόρφωση καρπών (αγγλ. Catfacing).

Σύμφωνα με την ξένη και διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρεται ότι η αλατότητα μπορεί να επάγει την παραγωγή τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) κυρίως με τρεις τρόπους, οι οποίοι περιγράφονται παρακάτω:

- a) Μείωση του μεγέθους (ή/και του βάρους) των καρπών.
- b) Μείωση του αριθμού των καρπών ανά φυτό.
- c) Μείωση ταυτόχρονα του μεγέθους των καρπών και του αριθμού των καρπών (βλ. Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στην αλατότητα. Υποκεφάλαιο 2.5.1.3: Η επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή) (Γιαννόπουλος, 2010).

Ως αποτέλεσμα, στα φυτά τομάτας παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση του βάρους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Βλάχου, 2011; Γιαννόπουλος, 2010).

5.3.1 Εμφάνιση ταξιανθιών και καρπών (δύναμη καρπόδεσης και παραγωγής)

5.3.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Παρακάτω στους Πίνακες από 5.18 έως 5.24 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην ημερομηνία εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. Οι ταξιανθίες και καρποί μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^η ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

Πίνακας 5.18: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.

Υβρίδιο τομάτας: Bobcat F1												
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:										
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 3 (150 mM NaCl)		NaCl 4 (200 mM NaCl)		
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
	40 ^η HME	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	
	50 ^η HME	3	1	5	1	1	1	2	-	1	1	
	60 ^η HME	1	1	2	1	3	1	2	-	1	1	
	70 ^η HME	-	2	-	2	2	2	-	2	-	2	
	80 ^η HME	-	3	-	2	-	2	-	2	-	2	
	90 ^η HME	-	3	-	3	-	2	-	2	-	2	
	100 ^η HME	-	3	-	3	-	2	-	2	-	2	
Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
	40 ^η HME	1	-	2	-	2	-	1	-	1	-	
	50 ^η HME	4	1	5	1	3	-	3	-	1	-	
	60 ^η HME	2	1	1	1	-	1	2	1	-	-	
	70 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1	
	80 ^η HME	-	3	-	2	-	2	-	1	-	1	
	90 ^η HME	-	3	-	2	-	2	-	1	-	1	
	100 ^η HME	-	3	-	2	-	2	-	1	-	1	

Πίνακας 5.19: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.

Υβρίδιο τομάτας: Faidra F1												
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:										
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 3 (150 mM NaCl)		NaCl 4 (200 mM NaCl)		
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	40 ^η HME	2	-	1	-	1	-	1	-	1	-	
	50 ^η HME	3	-	2	-	2	-	1	-	1	-	
	60 ^η HME	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	
	70 ^η HME	-	1	-	-	1	1	-	1	-	-	
	80 ^η HME	-	2	-	2	-	1	-	1	-	1	
	90 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	2	-	1	
	100 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	2	-	1	
Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30 ^η HME	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	
	40 ^η HME	-	-	2	-	1	-	-	-	1	-	
	50 ^η HME	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	
	60 ^η HME	1	1	-	1	-	1	-	1	-	-	

	70 ^η HME	1	1	-	2	-	1	-	1	-	1
	80 ^η HME	-	1	-	2	-	1	-	1	-	1
	90 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1
	100 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1
Group 3	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40 ^η HME	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50 ^η HME	2	1	1	1	1	-	1	-	-	-
	60 ^η HME	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-
	70 ^η HME	-	2	2	2	1	-	-	1	2	1
	80 ^η HME	-	2	-	2	-	1	-	1	-	1
	90 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1
	100 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1
Group 4	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40 ^η HME	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-
	50 ^η HME	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	60 ^η HME	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	70 ^η HME	-	2	2	1	-	1	-	1	-	1
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1
	90 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1
	100 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1

Πίνακας 5.20: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1.

Ποικιλία τομάτας: Lobello F1											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 3 (150 mM NaCl)		NaCl 4 (200 mM NaCl)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	4	2	4	1	4	1	4	1	4
	40 ^η HME	-	5	2	5	1	5	1	5	1	5
	50 ^η HME	-	8	-	9	-	8	-	8	-	8
	60 ^η HME	-	12	-	12	-	12	-	10	-	10
	70 ^η HME	-	17	-	17	-	16	-	12	-	10
	80 ^η HME	-	21	-	17	-	16	-	13	-	11
	90 ^η HME	-	26	-	18	-	17	-	13	-	11
	100 ^η HME	-	0/32	-	0/18	-	0/17	-	0/13	-	0/12
Group 2	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
	40 ^η HME	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
	50 ^η HME	-	8	-	8	-	8	-	8	-	8
	60 ^η HME	-	12	-	12	-	12	-	12	-	9
	70 ^η HME	-	19	-	17	-	15	-	14	-	9
	80 ^η HME	-	24	-	19	-	16	-	14	-	9
	90 ^η HME	-	29	-	20	-	16	-	17	-	11
	100 ^η HME	-	0/29	-	0/22	-	0/19	-	0/17	-	0/11
Group 3	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
	40 ^η HME	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
	50 ^η HME	-	8	-	8	-	8	-	8	-	8
	60 ^η HME	-	12	-	12	-	14	-	9	-	9
	70 ^η HME	-	19	-	17	-	15	-	9	-	9
	80 ^η HME	-	23	-	19	-	16	-	13	-	9
	90 ^η HME	-	27	-	20	-	16	-	13	-	10
	100 ^η HME	-	0/27	-	0/21	-	0/16	-	0/14	-	0/10
Group 4	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	4	1	4	1	4	1	4	1	2
	40 ^η HME	1	5	1	5	1	5	1	5	1	2
	50 ^η HME	-	8	-	8	-	8	-	8	-	3
	60 ^η HME	-	12	-	12	-	12	-	11	-	4
	70 ^η HME	-	17	-	15	-	12	-	12	-	6
	80 ^η HME	-	20	-	19	-	12	-	12	-	7
	90 ^η HME	-	24	-	20	-	15	-	12	-	10
	100 ^η HME	-	0/24	-	0/20	-	0/15	-	0/12	-	0/10

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.21: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (ΗΜΕ) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Athina.

Ποικιλία τομάτας: Athina											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 3 (150 mM NaCl)		NaCl 4 (200 mM NaCl)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η ΗΜΕ	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	20 ^η ΗΜΕ	-	-	1	-	2	-	1	-	-	-
	30 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-
	40 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-
	50 ^η ΗΜΕ	2	2	5	1	1	1	1	-	-	-
	60 ^η ΗΜΕ	1	2	2	1	1	1	1	-	-	-
	70 ^η ΗΜΕ	-	10	-	4	2	2	-	2	-	-
	80 ^η ΗΜΕ	-	10	-	5	-	3	-	3	-	-
	90 ^η ΗΜΕ	-	15	-	5	-	4	-	4	-	-
	100 ^η ΗΜΕ	-	15	-	7	-	6	-	4	-	-
Group 2	10 ^η ΗΜΕ	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η ΗΜΕ	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-
	30 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	2	-	1	-	1	-
	40 ^η ΗΜΕ	1	-	2	-	2	-	1	-	2	-
	50 ^η ΗΜΕ	2	1	1	1	1	-	2	-	1	-
	60 ^η ΗΜΕ	2	2	1	1	-	1	2	1	-	-
	70 ^η ΗΜΕ	-	8	-	3	-	2	-	2	-	1
	80 ^η ΗΜΕ	-	12	-	10	-	4	-	4	-	2
	90 ^η ΗΜΕ	-	14	-	11	-	8	-	5	-	4
	100 ^η ΗΜΕ	-	14	-	12	-	8	-	7	-	6

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.22: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (ΗΜΕ) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικίλας Ρακμορ.

Ποικιλία τομάτας: Ρακμορ											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 3 (150 mM NaCl)		NaCl 4 (200 mM NaCl)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-
	20 ^η ΗΜΕ	1	-	2	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η ΗΜΕ	1	-	1	3	-	2	2	-	1	-
	40 ^η ΗΜΕ	-	1	1	3	1	2	3	-	1	-
	50 ^η ΗΜΕ	1	1	1	4	1	2	1	1	-	1
	60 ^η ΗΜΕ	2	1	-	4	1	2	1	1	-	1
	70 ^η ΗΜΕ	3	2	-	4	1	2	1	1	-	1
	80 ^η ΗΜΕ	1	3	-	4	-	2	-	1	-	2
	90 ^η ΗΜΕ	-	3	-	4	-	2	-	1	-	2
	100 ^η ΗΜΕ	-	0/3	-	0/4	-	0/2	-	0/1	-	0/2
Group 2	10 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-
	20 ^η ΗΜΕ	2	-	2	2	-	-	1	1	-	1
	30 ^η ΗΜΕ	-	5	2	2	1	-	-	1	-	2
	40 ^η ΗΜΕ	-	6	-	2	2	-	-	1	-	2
	50 ^η ΗΜΕ	-	6	-	3	2	1	-	2	-	2
	60 ^η ΗΜΕ	-	6	-	3	1	1	-	3	-	2
	70 ^η ΗΜΕ	-	6	-	4	-	1	-	3	-	3
	80 ^η ΗΜΕ	-	6	-	4	-	1	-	3	-	3
	90 ^η ΗΜΕ	-	6	-	4	-	1	-	3	-	3
	100 ^η ΗΜΕ	-	0/6	-	2/2	-	0/1	-	0/3	-	0/3
Group 3	10 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η ΗΜΕ	2	-	2	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η ΗΜΕ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	50 ^η ΗΜΕ	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1
	60 ^η ΗΜΕ	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
	70 ^η ΗΜΕ	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1
	80 ^η ΗΜΕ	-	3	-	3	-	2	-	1	-	1
	90 ^η ΗΜΕ	-	4	-	3	-	2	-	1	-	1
	100 ^η ΗΜΕ	-	0/4	-	0/3	-	0/2	-	0/1	-	0/1
Group 4	10 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η ΗΜΕ	2	-	2	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η ΗΜΕ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	50 ^η ΗΜΕ	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1
	60 ^η ΗΜΕ	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
	70 ^η ΗΜΕ	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
	80 ^η ΗΜΕ	-	3	-	1	-	2	-	2	-	2
	90 ^η ΗΜΕ	-	4	-	1	-	3	-	2	-	2
	100 ^η ΗΜΕ	-	1/3	-	0/1	-	0/3	-	0/2	-	0/2
Group 5	10 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η ΗΜΕ	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-
	30 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η ΗΜΕ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	50 ^η ΗΜΕ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	60 ^η ΗΜΕ	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
	70 ^η ΗΜΕ	-	2	-	2	-	1	-	2	-	1
	80 ^η ΗΜΕ	-	3	-	3	-	1	-	2	-	2
	90 ^η ΗΜΕ	-	3	-	3	-	1	-	2	-	2
	100 ^η ΗΜΕ	-	0/3	-	0/3	-	0/1	-	0/2	-	1/1
Group 6	10 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η ΗΜΕ	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-
	30 ^η ΗΜΕ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η ΗΜΕ	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
	50 ^η ΗΜΕ	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
	60 ^η ΗΜΕ	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
	70 ^η ΗΜΕ	-	2	-	2	-	2	-	2	-	1
	80 ^η ΗΜΕ	-	2	-	2	-	2	-	2	-	1
	90 ^η ΗΜΕ	-	2	-	3	-	2	-	2	-	1
	100 ^η ΗΜΕ	-	0/2	-	0/3	-	0/2	-	0/2	-	0/1

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.23: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pomodoro.

Ποικιλία τομάτας: Pomodoro											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 3 (150 mM NaCl)		NaCl 4 (200 mM NaCl)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
	20 ^η HME	-	-	1	-	2	-	1	-	2	-
	30 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	50 ^η HME	2	1	2	1	1	1	1	-	1	-
	60 ^η HME	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2
	70 ^η HME	-	2	-	2	2	2	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	4	-	3	-	3	-	2	-	2
	90 ^η HME	-	4	-	4	-	3	-	3	-	2
	100 ^η HME	-	5	-	4	-	3	-	3	-	2
Group 2	10 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	1	-	1	-	2	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	1	1	2	-	2	-	1	-	2	-
	50 ^η HME	2	2	1	1	1	-	2	1	1	-
	60 ^η HME	2	3	1	2	-	1	2	2	-	1
	70 ^η HME	-	4	-	3	-	2	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	5	-	3	-	2	-	2	-	2
	90 ^η HME	-	5	-	4	-	2	-	2	-	2
	100 ^η HME	-	5	-	5	-	3	-	2	-	2
Group 3	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	1	-	2	-	2	1	2	-	2	-
	50 ^η HME	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1
	60 ^η HME	1	2	1	3	1	2	1	2	1	2
	70 ^η HME	-	4	-	4	-	3	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	4	-	4	-	3	-	2	-	2
	90 ^η HME	-	4	-	4	-	3	-	3	-	2
	100 ^η HME	-	4	-	4	-	3	-	3	-	2

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.24: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ντόπια κόκκινη.

Ποικιλία τομάτας: Ντόπια κόκκινη											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 3 (150 mM NaCl)		NaCl 4 (200 mM NaCl)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
	20 ^η HME	-	-	1	-	2	-	1	-	2	-
	30 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	50 ^η HME	2	1	2	1	1	1	1	-	1	-
	60 ^η HME	1	1	2	1	1	1	1	-	1	-
	70 ^η HME	-	1	-	1	2	1	-	1	-	-
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1
	90 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1
	100 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1
Group 2	10 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	1	-	1	-	2	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	1	-	2	-	2	-	1	-	2	-
	50 ^η HME	2	1	1	1	1	-	2	-	1	-
	60 ^η HME	2	2	1	1	-	1	2	1	-	-
	70 ^η HME	-	2	-	2	-	1	-	1	-	1
	80 ^η HME	-	2	-	2	-	1	-	1	-	1
	90 ^η HME	-	2	-	2	-	1	-	1	-	1
	100 ^η HME	-	2	-	2	-	1	-	1	-	1
Group 3	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	1	-	2	-	2	-	2	-	2	-
	50 ^η HME	1	1	2	-	2	-	1	-	2	-
	60 ^η HME	1	2	1	-	1	-	1	1	1	-
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	-	-	1	-	1
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1
	90 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1
	100 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	1	-	1

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

5.3.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Παρακάτω στους Πίνακες από 5.25 έως 5.30 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην ημερομηνία εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. Οι ταξιανθίες και καρποί μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Πίνακας 5.25: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1.

Υβρίδιο τομάτας: Bobcat F1											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (70 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^α HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^α HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^α HME	5	-	3	-	2	-	2	-	2	-
	40 ^α HME	3	3	2	3	2	2	1	1	3	1
	50 ^α HME	2	3	-	3	1	3	-	1	2	1
	60 ^α HME	2	3	-	3	-	3	-	1	-	1
	70 ^α HME	-	4	-	3	-	4	-	5	-	6
	80 ^α HME	-	4	-	3	-	4	-	5	-	6
	90 ^α HME	-	4	-	3	-	4	-	5	-	6
Group 2	10 ^α HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^α HME	2	-	1	-	2	-	-	-	-	-
	30 ^α HME	3	2	2	-	3	-	2	-	2	-
	40 ^α HME	3	3	1	-	3	1	1	-	2	1
	50 ^α HME	-	3	-	-	-	2	-	2	1	2
	60 ^α HME	-	5	-	2	-	3	-	2	-	4
	70 ^α HME	-	5	-	3	-	3	-	3	-	5
	80 ^α HME	-	5	-	3	-	5	-	6	-	7
	90 ^α HME	-	3/2	-	3	-	3/2	-	0/6	-	2/5
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (140 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^α HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^α HME	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-
	30 ^α HME	5	-	3	-	3	1	1	-	1	-
	40 ^α HME	3	3	2	1	2	1	3	1	2	-
	50 ^α HME	2	3	1	1	-	1	-	1	1	-
	60 ^α HME	2	3	-	2	-	2	-	1	-	2
	70 ^α HME	-	4	-	2	-	3	-	3	-	3
	80 ^α HME	-	4	1	2	-	3	-	4	-	4
	90 ^α HME	-	4	-	0/2	-	3	-	1/3	-	5
Group 2	10 ^α HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^α HME	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	30 ^α HME	3	2	2	-	-	1	2	-	1	1
	40 ^α HME	3	3	3	1	-	2	2	-	3	3
	50 ^α HME	-	3	1	1	-	2	2	-	2	2
	60 ^α HME	-	5	-	2	-	2	-	2	-	2
	70 ^α HME	-	5	-	2	-	3	-	4	-	4
	80 ^α HME	-	5	-	2	-	3	-	5	1	6
	90 ^α HME	-	3/2	-	2	-	1/2	-	5	-	0/6

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.26: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.

Υβρίδιο τομάτας: Ebia F1													
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:											
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (70 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)			
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.		
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	20 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
	30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	40 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	50 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-		
	60 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
	70 ^η HME	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1		
Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	20 ^η HME	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-		
	30 ^η HME	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-		
	40 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	50 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	60 ^η HME	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-		
	70 ^η HME	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-		
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (140 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)			
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.		
		Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			20 ^η HME	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
			30 ^η HME	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
			40 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			50 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			60 ^η HME	-	-	1	-	1	-	2	-	1	-
			70 ^η HME	-	-	1	-	1	-	2	-	1	-
		Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			20 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
			30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			40 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			50 ^η HME	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
60 ^η HME	-		-	-	1	1	-	1	-	1	-		
70 ^η HME	-		-	-	1	-	-	-	-	1	-		

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.27: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.

Υβρίδιο τομάτας: Elpida F1													
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:											
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (70 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)			
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.		
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-		
	20 ^η HME	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-		
	30 ^η HME	1	1	1	-	1	2	1	-	1	1		
	40 ^η HME	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2		
	50 ^η HME	-	1	1	1	-	4	3	4	-	3		
	60 ^η HME	-	1	2	1	-	5	-	5	-	4		
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	5	-	9	-	5		
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	5	-	7/2	-	8		
	90 ^η HME	-	0/2	-	1	-	5	-	2/7	-	10		
Group 2	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-		
	20 ^η HME	1	1	1	-	1	-	1	-	1	1		
	30 ^η HME	1	1	2	-	1	1	2	-	1	2		
	40 ^η HME	-	1	3	1	1	2	1	-	2	2		
	50 ^η HME	-	1	2	1	-	3	2	4	2	3		
	60 ^η HME	-	2	1	1	-	3	1	5	1	4		
	70 ^η HME	-	2	1	1	-	3	-	6	1	5		
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	5	-	8	-	10		
	90 ^η HME	-	0/2	-	0/1	-	0/5	-	0/9	-	0/11		
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (140 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)			
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.		
		Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			20 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
			30 ^η HME	1	1	-	-	1	-	1	2	-	-
40 ^η HME	1		1	1	-	2	-	2	2	1	-		

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

	50 ^η HME	-	1	1	1	1	2	-	3	2	1
	60 ^η HME	-	1	-	1	-	2	-	4	-	2
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	3	-	4	-	6
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	4	-	6	-	7
	90 ^η HME	-	0/2	-	0/1	-	0/4	-	0/6	-	0/7
Group 2	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	1	1	1	-	1	-	1	-	2	-
	30 ^η HME	1	1	2	-	2	-	2	-	3	-
	40 ^η HME	-	1	2	-	2	-	2	-	4	-
	50 ^η HME	-	1	2	1	2	2	2	2	-	2
	60 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	3
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	3	-	3	-	4
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	3	-	5	-	5
	90 ^η HME	-	0/2	-	1	-	0/3	-	0/5	-	0/6

Πίνακας 5.28: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1.

Υβρίδιο τομάτας: Ekstasis F1													
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:											
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (70 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)			
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.		
Group 1	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-		
	20 ^η HME	2	-	2	1	2	1	2	1	1	-		
	30 ^η HME	1	4	1	1	2	2	2	1	2	1		
	40 ^η HME	1	4	-	1	1	2	1	2	2	2		
	50 ^η HME	1	4	-	1	-	2	-	2	1	2		
	60 ^η HME	-	4	-	1	-	2	-	3	-	3		
	70 ^η HME	-	4	-	1	-	2	-	3	-	3		
	80 ^η HME	-	0/4	-	0/1	-	0/2	-	0/3	-	0/3		
	Group 2	10 ^η HME	1	1	1	1	1	-	1	-	1	-	
20 ^η HME		2	1	1	-	-	-	1	-	-	-		
30 ^η HME		1	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
40 ^η HME		1	1	1	-	-	1	-	1	-	-		
50 ^η HME		1	1	1	-	-	1	-	1	-	1		
60 ^η HME		-	1	1	1	1	2	-	1	1	2		
70 ^η HME		-	2	-	1	-	2	-	2	-	2		
80 ^η HME		-	2	-	1	-	0/2	-	2	-	2		
Παρτίδα φυτών:		Ημέρες μετά επέμβασης:	Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (140 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)		
	Ταξ.		Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.		
	Group 1		10 ^η HME	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-
			20 ^η HME	2	-	2	-	1	-	1	-	2	-
			30 ^η HME	1	4	-	-	1	-	1	-	1	-
			40 ^η HME	1	4	-	1	2	-	-	1	1	-
			50 ^η HME	1	4	-	1	-	1	-	1	-	2
			60 ^η HME	-	4	-	1	-	2	-	1	-	2
			70 ^η HME	-	4	-	1	-	2	-	2	-	2
80 ^η HME		-	0/4	-	0/1	-	0/2	-	0/2	-	0/2		
Group 2		10 ^η HME	1	1	1	-	1	-	1	-	-	-	
	20 ^η HME	2	1	2	-	1	-	2	-	-	-		
	30 ^η HME	1	-	2	-	1	-	2	-	1	-		
	40 ^η HME	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-		
	50 ^η HME	1	1	-	1	-	1	-	1	-	1		
	60 ^η HME	-	1	-	1	-	2	-	2	-	2		
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2		
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	0/2	-	2		

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.29: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1.

Υβρίδιο τομάτας: Formula F1											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (70 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	2	-	2	1	2	1	2	1	1	-
	30 ^η HME	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1
	40 ^η HME	1	2	-	1	1	2	1	2	2	1
	50 ^η HME	1	2	-	1	-	2	-	2	1	1
	60 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών

	70 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	0/2	-	0/1	-	0/2	-	0/2	-	0/2
Group 2	10 ^η HME	1	1	1	1	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	2	1	1	-	-	-	1	-	-	-
	30 ^η HME	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-
	40 ^η HME	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1
	50 ^η HME	1	1	1	-	-	1	-	2	-	1
	60 ^η HME	-	1	1	1	1	2	-	2	1	2
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (140 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	2	-	2	-	1	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	1	2	-	-	1	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	1	2	-	1	-	1	1	-	-	1
	50 ^η HME	1	2	-	1	-	1	1	1	-	2
	60 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	0/2	-	0/1	-	2	-	2	-	2
Group 2	10 ^η HME	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-
	40 ^η HME	1	2	-	1	1	1	1	1	-	-
	50 ^η HME	1	2	-	1	1	2	1	1	-	1
	60 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	0/2	-	0/1	-	0/2	-	0/2	-	0/2

Πίνακας 5.30: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία (HME) εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.

Υβρίδιο τομάτας: Faidra F1											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (70 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	50 ^η HME	2	-	3	-	1	-	2	-	1	-
Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40 ^η HME	2	-	-	-	1	-	1	-	1	-
	50 ^η HME	2	-	1	-	1	-	2	-	2	-
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (140 mM NaCl)		NaCl 1 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		NaCl 1 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40 ^η HME	1	-	-	-	2	-	2	-	2	-
	50 ^η HME	2	-	-	-	2	-	2	-	2	-
Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	20 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	40 ^η HME	2	-	1	-	2	-	2	-	2	-
	50 ^η HME	2	-	1	-	2	-	2	-	2	-

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

5.3.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Παρακάτω στους Πίνακες από 5.31 έως 5.33 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην ημερομηνία εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. Οι ταξιανθίες και καρποί μετρήθηκαν ανά διάστημα των 10^α ημερών (από την εφαρμογή της 1^{ης} επέμβασης). Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Πίνακας 5.31: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία εμφάνισης (HME) ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1.

Υβρίδιο τομάτας: Ebia F1											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	30 ^η HME	2	-	2	-	1	-	2	-	2	-
	40 ^η HME	3	1	3	2	2	1	2	2	2	1
	50 ^η HME	1	3	1	4	-	2	-	2	-	1
	60 ^η HME	-	5	-	4	-	2	-	2	-	1
	70 ^η HME	-	5	-	4	-	3	-	3	-	2
	80 ^η HME	-	5	-	4	-	3	-	3	-	3
	90 ^η HME	-	3/5	-	4	-	3	-	3	-	3
	100 ^η HME	-	0/5	-	0/4	-	0/3	-	0/3	-	0/4
Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-
	30 ^η HME	2	-	2	-	1	-	1	-	2	1
	40 ^η HME	2	2	2	1	4	1	2	1	2	1
	50 ^η HME	-	2	-	2	2	1	1	1	-	1
	60 ^η HME	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1
	70 ^η HME	-	3	-	2	-	2	-	1	-	2
	80 ^η HME	-	3	-	2	-	3	-	1	-	2
	90 ^η HME	-	3	-	2	-	3	-	1	-	2
	100 ^η HME	-	0/3	-	0/2	-	0/3	-	0/1	-	0/2

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.32: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία εμφάνισης (HME) ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1.

Υβρίδιο τομάτας: Elpida F1											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβασης:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	1	1	-	2	-	2	-	2	-
	40 ^η HME	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-
	50 ^η HME	1	2	-	1	1	1	-	1	-	1
	60 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	1	-	1
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	1	-	2
	80 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	1	-	2
	90 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	1	-	2
	100 ^η HME	-	0/2	-	0/1	-	2	-	0/1	-	2
Group 2	10 ^η HME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	2	1	2	-	2	-	1	-	1	-
	40 ^η HME	2	1	-	1	-	1	-	-	2	1
	50 ^η HME	-	2	-	1	-	1	-	-	1	1
	60 ^η HME	-	2	-	2	-	1	-	1	-	1
	70 ^η HME	-	3	-	2	-	2	-	2	-	2
	80 ^η HME	-	3	-	3	-	2	-	2	-	2
	90 ^η HME	-	3	-	3	-	2	-	2	-	3
	100 ^η HME	-	0/3	-	0/3	-	0/2	-	0/2	-	3

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

Πίνακας 5.33: Ο αριθμός και η αντίστοιχη ημερομηνία εμφάνισης (HME) ταξιανθιών και καρπών σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1.

Υβρίδιο τομάτας: Faidra F1											
Παρτίδα φυτών:	Ημέρες μετά επέμβαση:	Επεμβάσεις:									
		Control (dH ₂ O)		NaCl 1 (50 mM NaCl)		NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)		NaCl 2 (100 mM NaCl)		NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	
		Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.	Ταξ.	Καρπ.
Group 1	10 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	20 ^η HME	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	-	1	1	-	-	-	-	-	1	1
	40 ^η HME	-	1	-	-	1	1	-	-	-	1
	50 ^η HME	-	1	1	1	1	1	-	1	-	2
	60 ^η HME	-	2	1	1	1	2	-	1	-	2
	70 ^η HME	-	2	1	1	1	2	-	1	-	2
	80 ^η HME	-	0/2	1	1	1	0/2	-	1	-	0/2
Group 2	10 ^η HME	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-
	20 ^η HME	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	30 ^η HME	1	-	1	1	-	1	-	-	1	-
	40 ^η HME	2	1	1	1	-	1	-	-	-	-
	50 ^η HME	-	1	-	1	-	2	-	1	-	-
	60 ^η HME	-	2	-	1	-	2	1	1	1	1
	70 ^η HME	-	2	-	1	-	2	-	1	-	1
	80 ^η HME	-	0/2	-	1	-	0/2	-	0/1	-	2

Αριθμός εμφάνισης ταξιανθιών και καρπών:

5.3.2 Συνολικός αριθμός και βάρος καρπών

5.3.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Παρακάτω στους Πίνακες από 5.34 έως 5.37 αναφέρεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στον αριθμό και βάρος καρπών (σε gr) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. Ο αριθμός μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες και το βάρος σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

Πίνακας 5.34: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) του υβριδίου Bobcat F1.

Υβρίδιο τομάτας (1 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	1	2		
Bobcat F1	Group 1, 2						
	Control (dH ₂ O)	3	3	80,14	74,14	6	154,29
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	3	2	36,83	32,43	5	69,26
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	2	2	32,76	45,54	4	78,30
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	2	1	31,76	21,45	3	53,21
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	2	1	28,76	12,44	3	41,20

Πίνακας 5.35: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) του υβριδίου Faidra F1.

Υβρίδιο τομάτας (1 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:				Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:				Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	3	4	1	2	3	4		
Faidra F1	Group 1, 2, 3, 4										
	Control (dH ₂ O)	2	2	2	2	94,55	56,23	80,74	45,81	8	277,33
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	2	2	2	1	53,00	28,81	64,74	41,91	7	188,45

	NaCl 2 (100 mM NaCl)	2	2	1	1	47,39	22,32	50,26	38,76	6	158,72
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	2	1	1	1	32,50	18,84	48,71	25,75	5	125,80
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	1	1	1	1	14,50	14,66	36,29	21,73	4	87,18

Πίνακας 5.36: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) του υβριδίου Lobello F1.

Υβρίδιο τομάτας (1 ^η επέμβαση):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:				Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:				Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:	
		1	2	3	4	1	2	3	4			
Lobello F1	Group 1, 2, 3, 4											
	Control (dH ₂ O)	32	29	27	24	115,00	116,97	96,07	94,08	112	422,12	
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	18	22	21	20	74,73	76,35	62,32	60,51	81	273,90	
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	17	19	16	15	65,22	57,91	50,57	51,41	67	225,11	
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	13	17	14	12	56,22	56,20	42,47	32,47	56	187,36	
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	12	11	10	10	43,22	30,76	35,83	34,63	43	144,44	

Πίνακας 5.37: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) του υβριδίου Rastony F1.

Υβρίδιο τομάτας (1 ^η επέμβαση):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:						Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:						Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:	
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
Rastony F1	Group 1, 2, 3, 4, 5, 6															
	Control (dH ₂ O)	1	1	5	3	3	2	78,64	63,54	195,50	106,24	117,68	80,16	15	641,77	
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	2	2	2	2	2	2	49,64	48,64	104,18	104,29	103,34	72,79	12	482,87	
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	1	2	2	1	1	25,16	36,46	72,74	78,84	54,35	62,61	8	330,14	
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	1	1	2	2	1	1	14,18	25,37	58,85	68,74	46,16	58,47	8	271,77	
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	1	1	1	1	1	2	10,88	12,86	14,37	52,19	38,25	43,99	7	172,54	

Παρακάτω στους Πίνακες από 5.38 έως 5.41 αναφέρεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στον αριθμό και βάρος καρπών (σε gr) των ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. Ο αριθμός μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες και το βάρος σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

Πίνακας 5.38: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) της ποικιλίας Athina.

Ποικιλία τομάτας (1 ^η επέμβαση):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	1	2		
Athina	Group 1, 2						
	Control (dH ₂ O)	15	14	93,30	165,47	29	258,77
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	7	12	83,20	165,47	19	248,67
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	6	8	78,22	108,05	14	186,27
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	4	7	71,91	92,72	11	164,63
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	-	6	-	63,46	6	63,46

Πίνακας 5.39: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) της ποικιλίας Ρακμογ.

Ποικιλία τομάτας (1 ^{ης} επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:						Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:						Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
Ρακμογ	Group 1, 2, 3, 4, 5, 6														
	Control (dH ₂ O)	1	6	4	4	3	2	192,53	438,88	133,26	127,46	279,34	124,28	20	1295,73
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	4	4	3	1	3	3	185,55	292,57	128,24	56,22	141,84	195,98	18	1000,39
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	2	1	2	3	1	2	595,19	145,81	53,20	127,46	64,21	101,41	11	1087,27
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	1	3	1	2	2	2	46,55	134,82	49,88	108,03	101,61	35,41	11	476,29
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	2	3	1	2	2	1	14,95	125,14	35,61	41,26	71,68	25,35	11	313,98

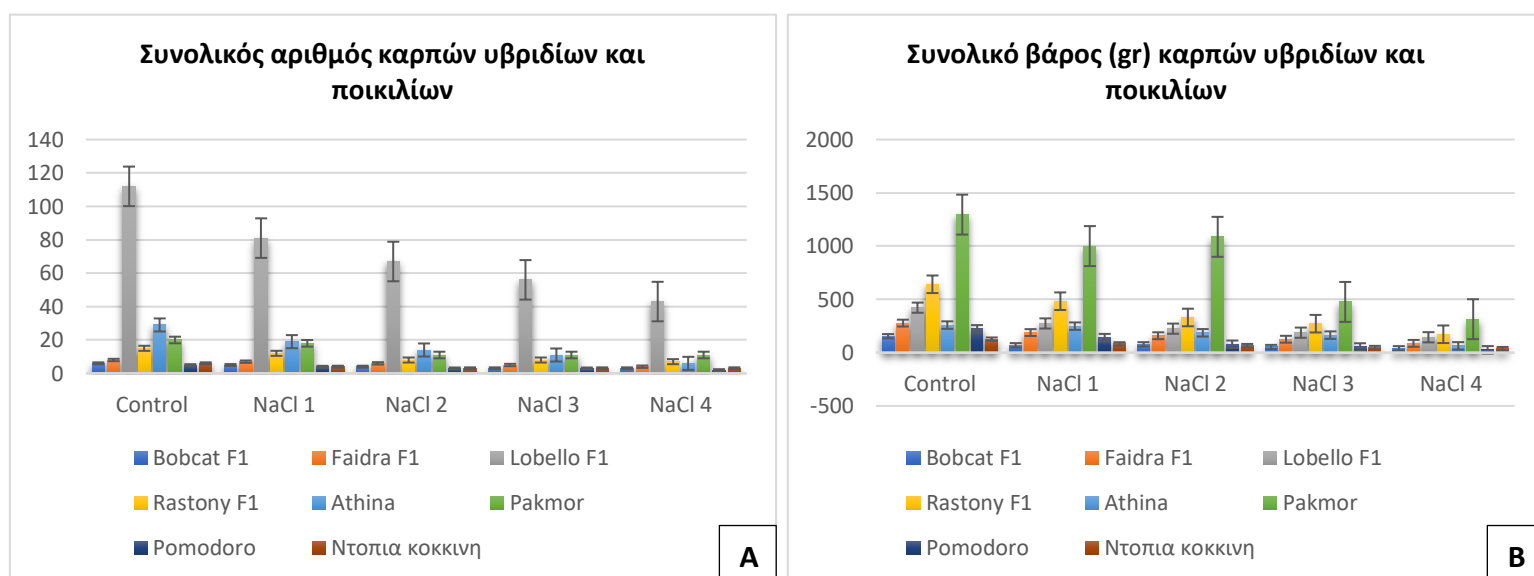
Πίνακας 5.40: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) της ποικιλίας Ρομοδορο.

Ποικιλία τομάτας (1 ^{ης} επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:			Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:			Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	3	1	2	3		
Ρομοδορο	Group 1, 2, 3								
	Control (dH ₂ O)	5	5	4	266,55	215,33	187,60	5	223,16
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	4	5	4	189,45	119,22	113,65	4	140,77
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	3	3	3	114,22	80,01	42,24	3	78,82
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	3	2	3	89,41	35,60	34,24	3	53,08
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	2	2	2	18,05	28,81	32,25	2	26,37

Πίνακας 5.41: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) της ποικιλίας Ντόπια κόκκινη.

Ποικιλία τομάτας (1 ^{ης} επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:			Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:			Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	3	1	2	3		
Ντόπια κόκκινη	Group 1, 2, 3								
	Control (dH ₂ O)	2	2	2	39,57	61,86	25,53	6	126,96
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	1	2	1	24,57	36,53	21,24	4	82,34
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	1	1	22,43	28,43	15,16	3	66,02
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	1	1	1	14,43	21,43	12,24	3	48,10
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	1	1	1	11,43	14,45	11,84	3	37,71

Στα Διαγράμματα 5.52 (A, B) απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στον αριθμό και βάρος καρπών (σε gr) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες και το βάρος σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



Διάγραμμα 5.52: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στο συνολικό αριθμό και βάρος καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Συνολικός αριθμός καρπών τομάτας. **B:** Συνολικό βάρος καρπών τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι ο αριθμός και το βάρος καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, ο αριθμός και βάρος καρπών αρχίζει να μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πέρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η παραγωγικότητα του φυτού.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στον αριθμό και βάρος καρπών, φαίνεται παρακάτω:

- Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Rastony F1, Pomodoro.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Ντόπια κόκκινη.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Pakmor.

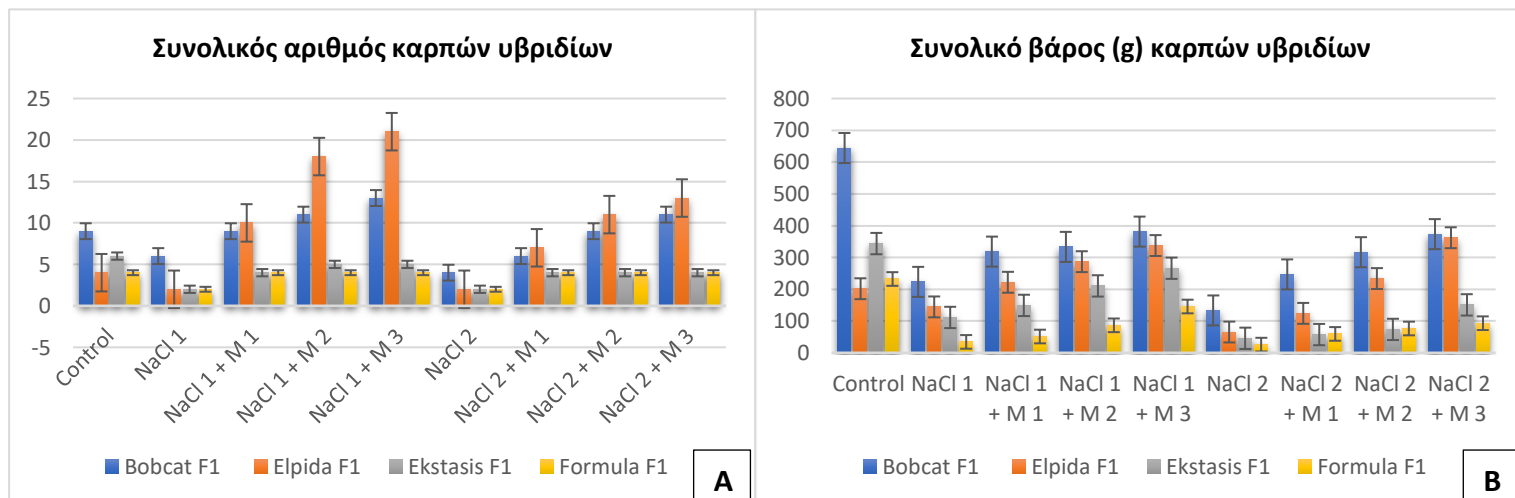
5.3.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Παρακάτω στον Πίνακα 5.42 αναφέρεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στον αριθμό και βάρος καρπών (σε gr) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. Ο αριθμός μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες και το βάρος σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Πίνακας 5.42: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίων Bobcat F1, Elpida F1, Ekstasis F1 και Formula F1. (**Σημείωση:** Τα υβρίδια Ebia F1 και Faidra F1 δεν έδωσαν καθόλου καρπούς κατά πειραματική καλλιέργεια.)

Υβρίδια τομάτας (2 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	1	2		
Bobcat F1	Group 1, 2	1	2	1	2		
	Control (dH ₂ O)	4	5	277,78	366,50	9	644,29
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	3	3	140,16	83,04	6	223,20
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	4	5	176,12	142,32	9	318,44
	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	5	6	189,21	144,05	11	333,25
	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	6	7	192,24	189,13	13	381,37
	NaCl 2 (140 mM NaCl)	2	2	85,65	47,68	4	133,33
	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	3	3	137,55	109,20	6	246,75
	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	4	5	160,34	156,22	9	316,56
NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	5	6	181,16	192,18	11	373,34	
Elpida F1	Group 1, 2	1	2	1	2		
	Control (dH ₂ O)	2	2	101,85	99,87	4	201,73
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	1	1	49,62	94,90	2	144,52
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	5	5	121,74	100,24	10	221,97
	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	9	9	154,42	132,36	18	286,78
	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	10	11	180,04	157,47	21	337,51
	NaCl 2 (140 mM NaCl)	1	1	26,02	39,48	2	65,50
	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	4	3	78,98	45,22	7	124,20
	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	6	5	122,37	111,26	11	233,63
NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	7	6	183,39	178,72	13	362,11	
Ekstasis F1	Group 1, 2	1	2	1	2		
	Control (dH ₂ O)	4	2	167,84	175,87	6	343,71
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	1	1	64,00	47,35	2	111,34
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	2	2	78,42	70,88	4	149,30
	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	3	2	102,89	107,68	5	210,57
	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	3	2	138,72	127,50	5	266,22
	NaCl 2 (140 mM NaCl)	1	1	18,73	27,06	2	45,79
	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	2	2	25,53	31,99	4	57,52
	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	2	2	35,55	38,19	4	73,73
NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	2	2	78,15	72,80	4	150,96	
Formula F1	Group 1, 2	1	2	1	2		
	Control (dH ₂ O)	2	2	99,14	133,15	4	232,28
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	1	1	12,33	22,07	2	34,40
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	2	2	14,83	36,53	4	51,36
	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	2	2	34,50	52,07	4	86,57
	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	2	2	57,93	87,79	4	145,73
	NaCl 2 (140 mM NaCl)	1	1	10,88	14,98	2	25,85
	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	2	2	27,46	32,08	4	59,54
	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	2	2	29,80	46,81	4	76,61
NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	2	2	42,51	50,69	4	93,20	

Στα Διαγράμματα 5.53 (A, B) απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στον αριθμό και βάρος καρπών (σε gr) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες και το βάρος σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



Διάγραμμα 5.53: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στο συνολικό αριθμό και βάρος των καρπών των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. **A:** Συνολικός αριθμός καρπών τομάτας. **B:** Συνολικό βάρος καρπών τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι ο αριθμός και το βάρος των καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, ο αριθμός και βάρος καρπών μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η παραγωγικότητα του φυτού.

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού και βάρος καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στον αριθμό και βάρος καρπών, φαίνεται παρακάτω:

- d) Έντονου βαθμού επίδραση: Elpida F1.
- e) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1.
- f) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1, Formula F1.

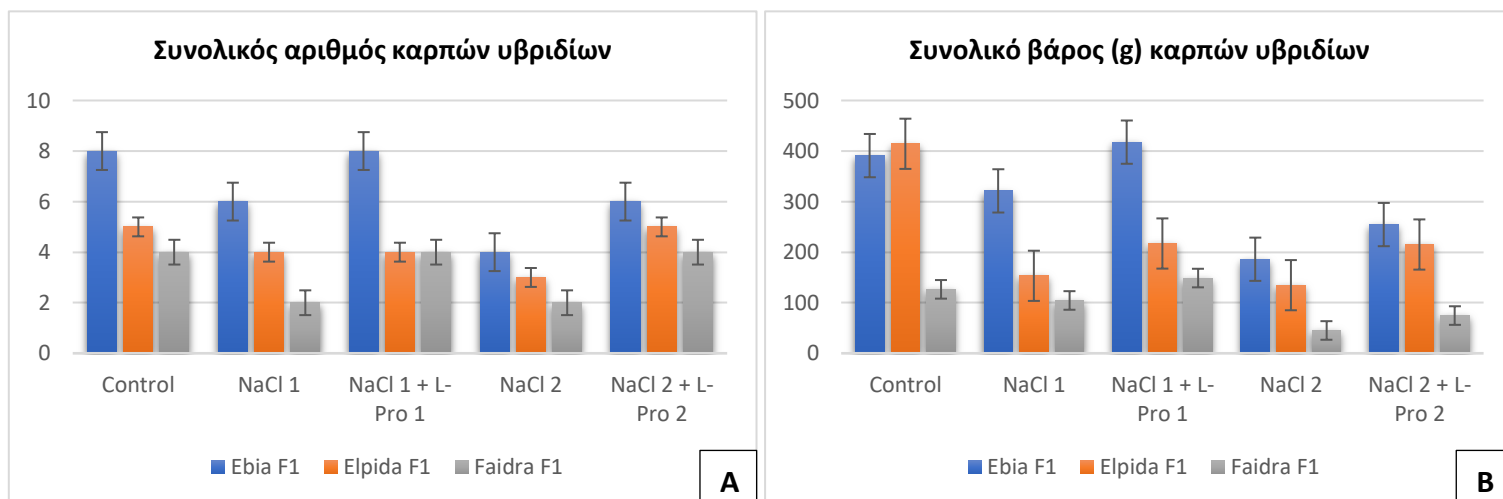
5.3.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Παρακάτω στον Πίνακα 5.43 αναφέρεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στον αριθμό και βάρος καρπών (σε gr) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. Ο αριθμός μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες και το βάρος σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Πίνακας 5.43: Ο αριθμός και το αντίστοιχο βάρος (gr) καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίων Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1.

Υβρίδια (3 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Βάρος καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	Συνολικό βάρος καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	1	2		
Ebia F1	Group 1, 2						
	Control (dH ₂ O)	5	3	167,29	223,66	8	390,95
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	4	2	139,77	181,42	6	321,19
	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	5	3	199,78	217,81	8	417,59
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	3	1	108,51	77,47	4	185,99
	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	4	2	139,77	114,81	6	254,57
Elpida F1	Group 1, 2	1	2	1	2		
	Control (dH ₂ O)	2	3	177,09	237,24	5	414,32
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	1	3	67,64	85,60	4	153,24
	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	2	2	112,52	104,60	4	217,13
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	2	56,24	78,48	3	134,72
	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	2	3	106,24	108,90	5	215,14
Faidra F1	Group 1, 2	1	2	1	2		
	Control (dH ₂ O)	2	2	68,24	58,24	4	126,48
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	1	1	42,24	62,24	2	104,49
	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	2	2	60,07	88,73	4	148,80
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	1	25,21	19,94	2	45,14
	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	2	2	36,81	37,81	4	74,62

Στα Διαγράμματα 5.54 (A, B) απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στον αριθμό και βάρος καρπών (σε gr) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες και το βάρος σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.54: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στο συνολικό αριθμό και βάρος των καρπών των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. **A:** Συνολικός αριθμός καρπών τομάτας. **B:** Συνολικό βάρος καρπών τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι ο αριθμός και το βάρος των καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, ο αριθμός και βάρος καρπών μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η παραγωγικότητα του φυτού.

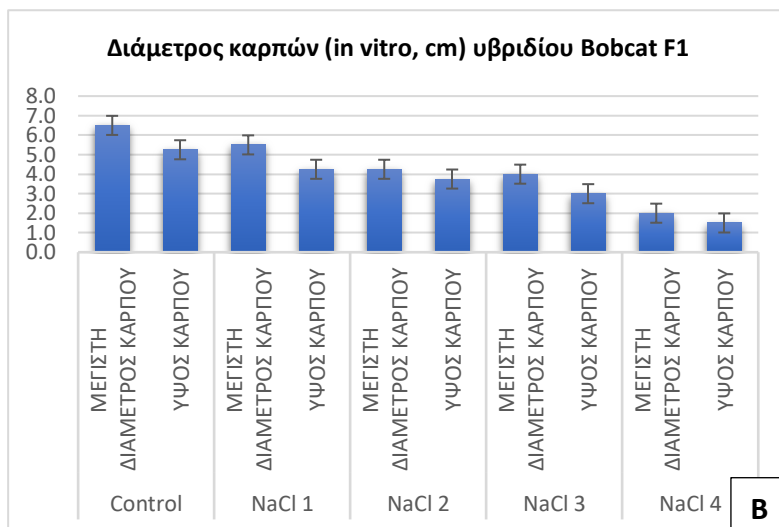
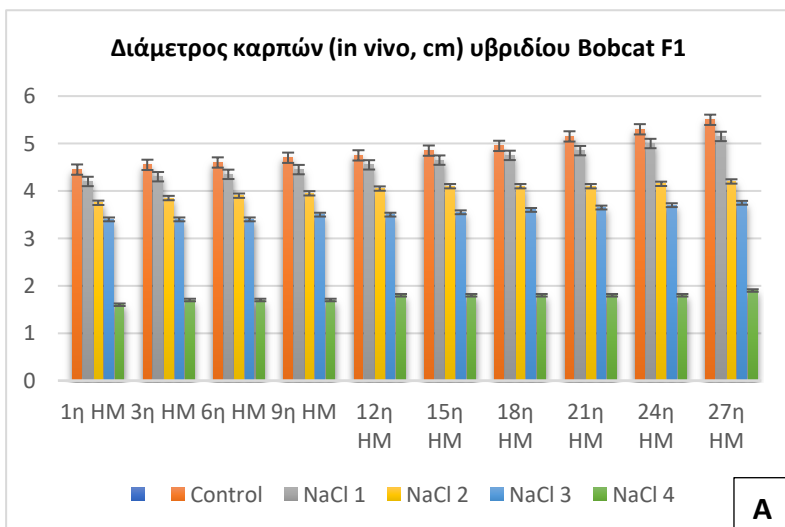
Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού και βάρους καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού και βάρους καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα. Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στον αριθμό και βάρος καρπών, φαίνεται παρακάτω:

- g) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1.
- h) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1.
- i) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.

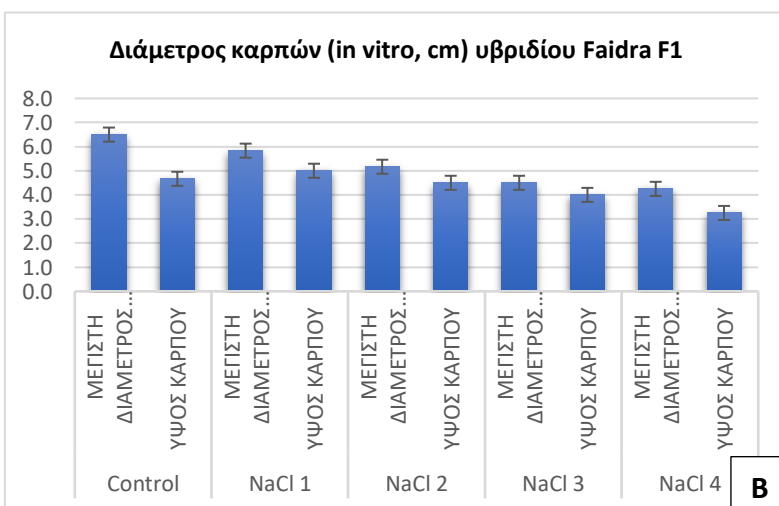
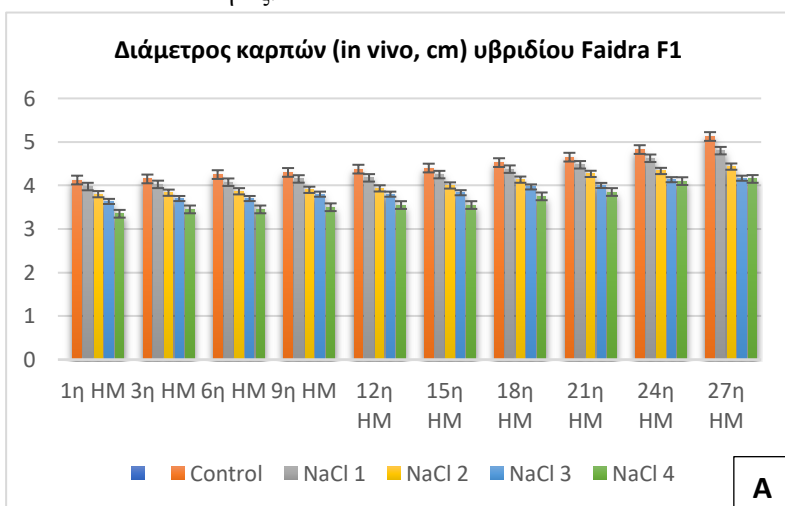
5.3.3 Διάμετρος καρπών

5.3.3.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στα Διαγράμματα από 5.55 έως 5.62 απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο καρπών (σε cm) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες (ανά διάστημα 3^{ον} – 4^{ον} ημερών) χρησιμοποιώντας ένα ειδικό παχύμετρο και σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας ένα μιλιμετρέ χαρτί, και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

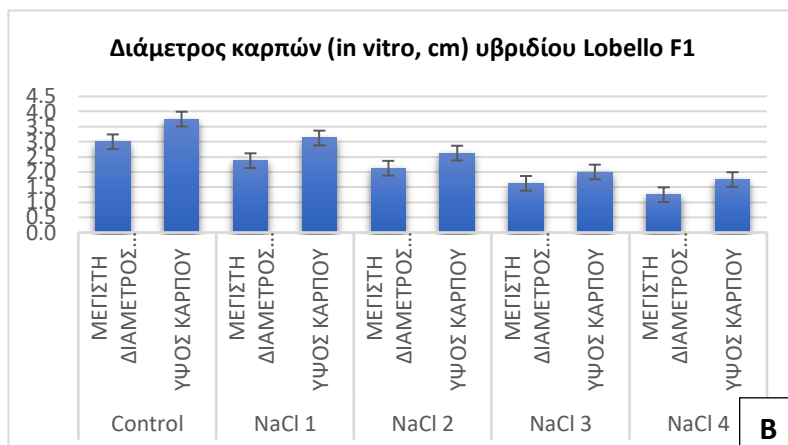
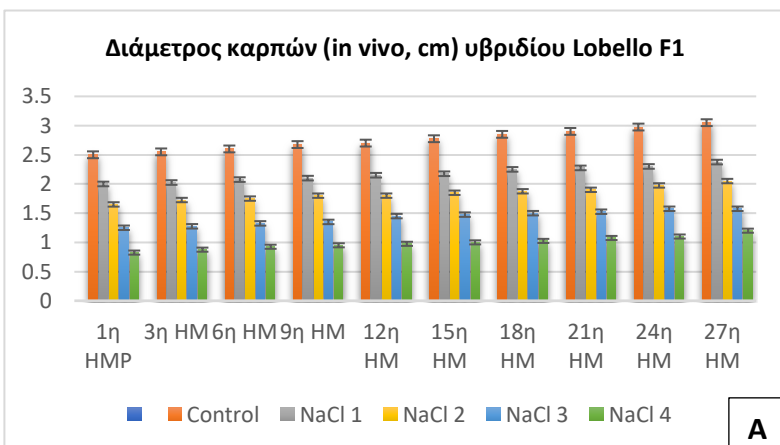


Διάγραμμα 5.55: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.

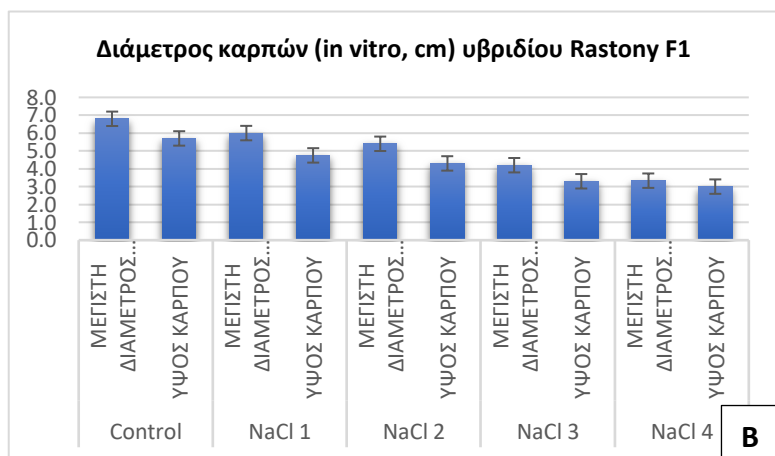
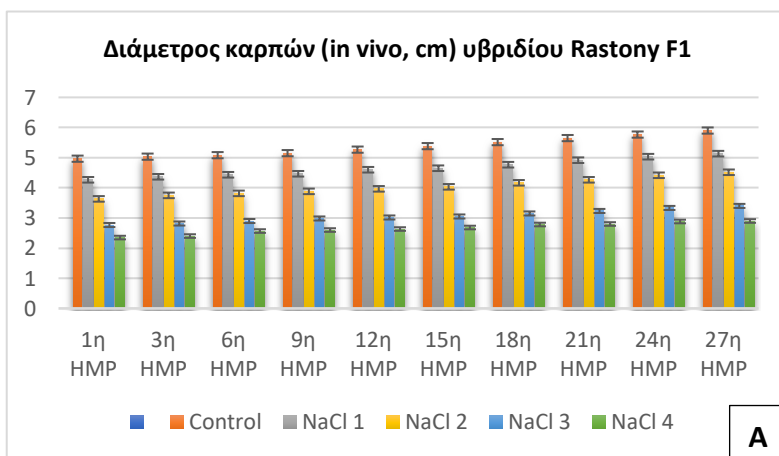


Διάγραμμα 5.56: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon*

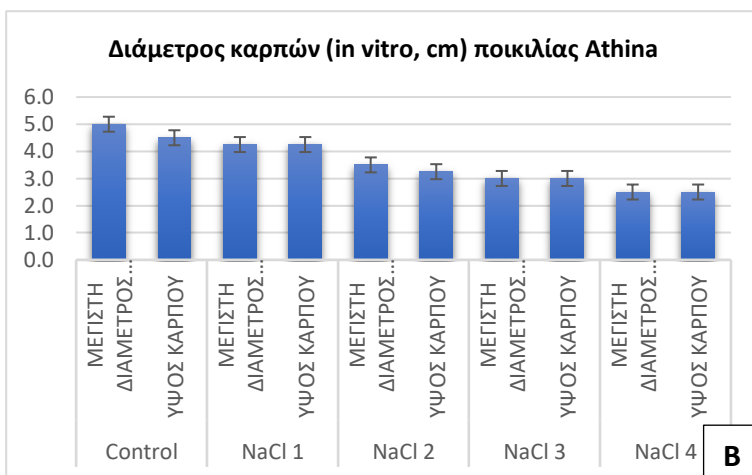
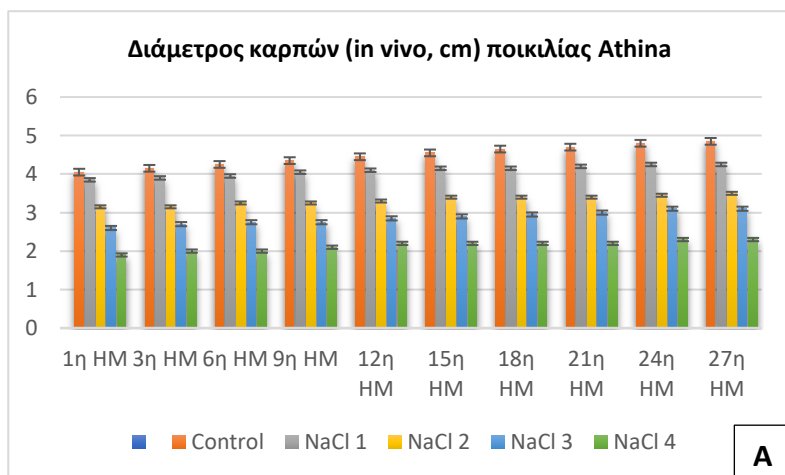
esculentum Mill.) υβριδίου Faidra F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



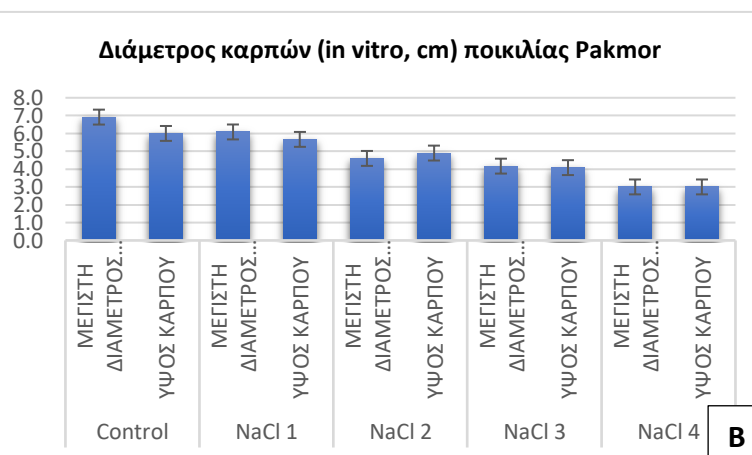
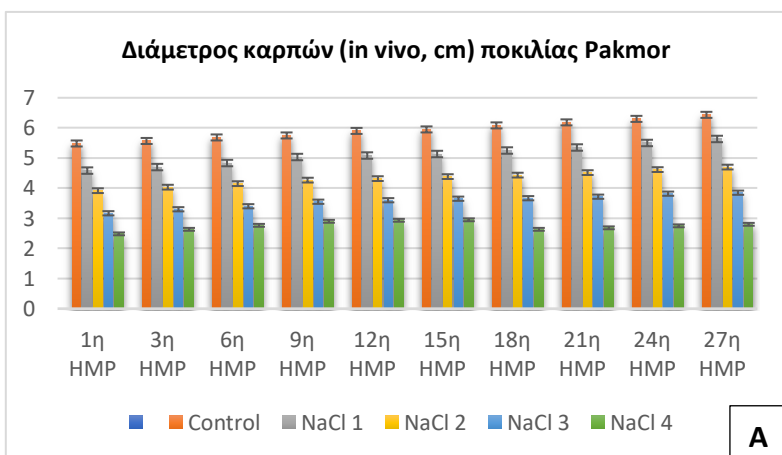
Διάγραμμα 5.57: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Lobello F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



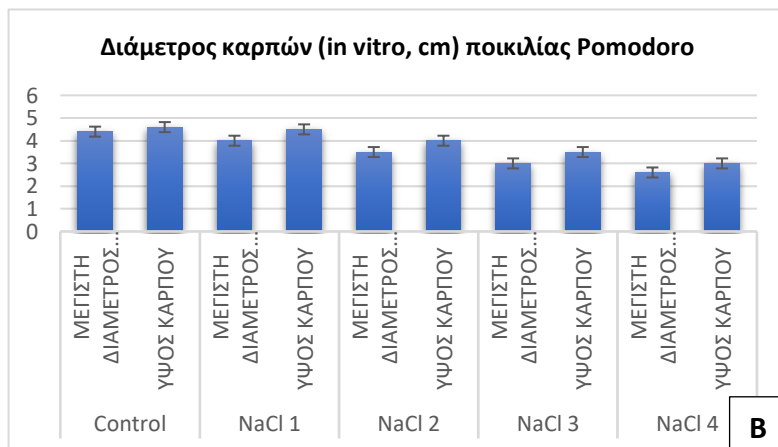
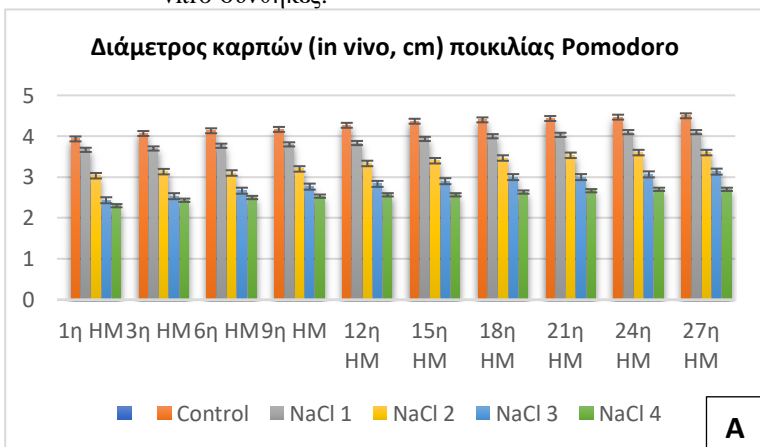
Διάγραμμα 5.58: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Rastony F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



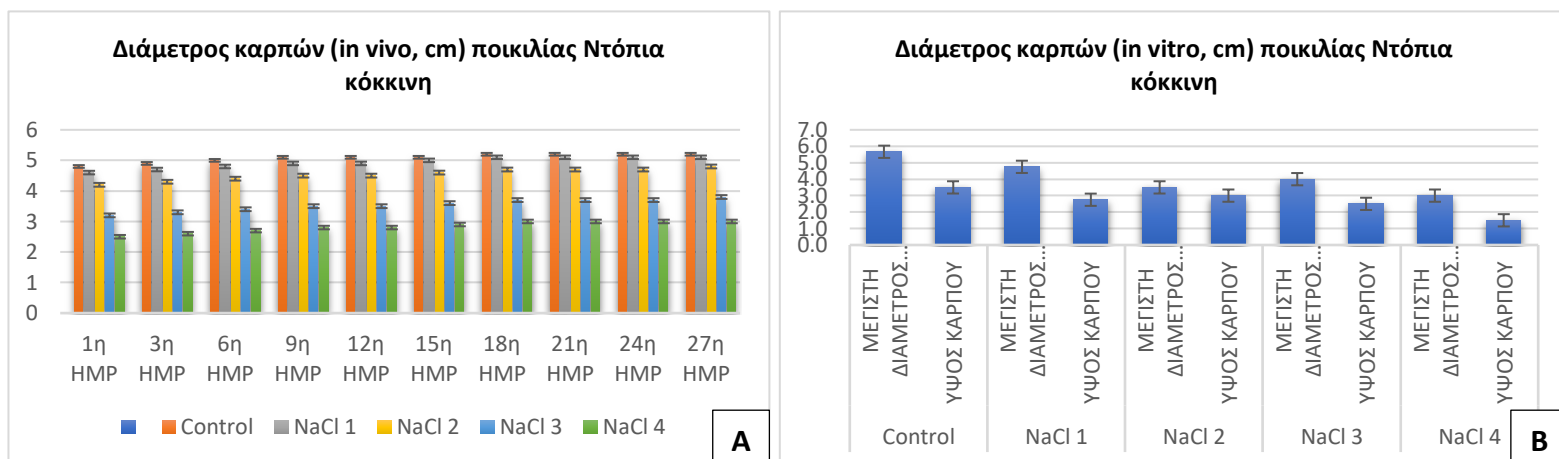
Διάγραμμα 5.59: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Athena. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



Διάγραμμα 5.60: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Romodoro. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



Διάγραμμα 5.61: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Romodoro. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



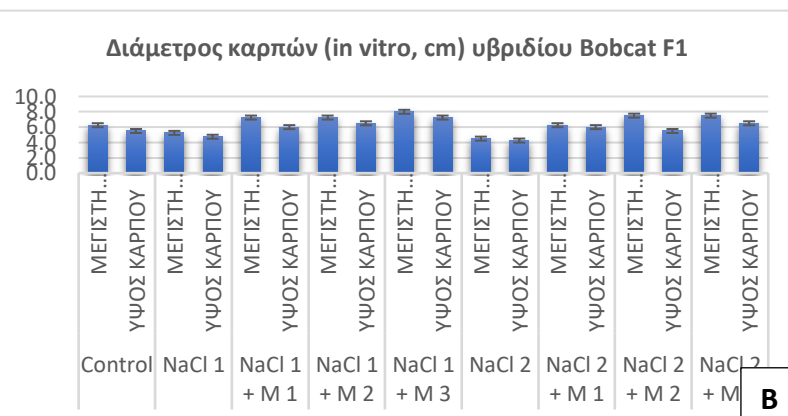
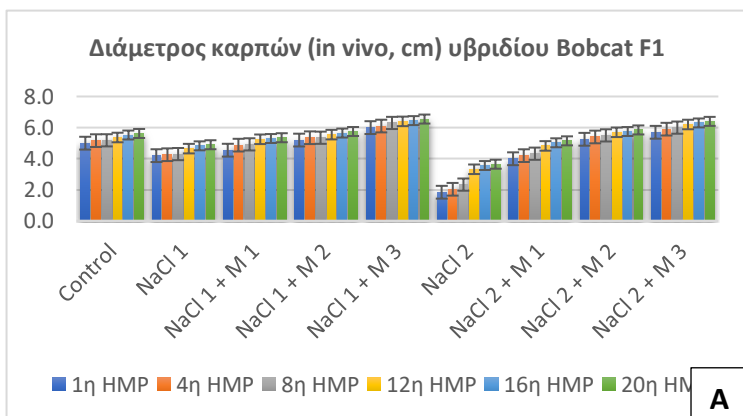
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος των καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος των καρπών αρχίζει να μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πέρα πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η διάμετρος των καρπών του φυτού.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην διάμετρο καρπών, φαίνεται παρακάτω:

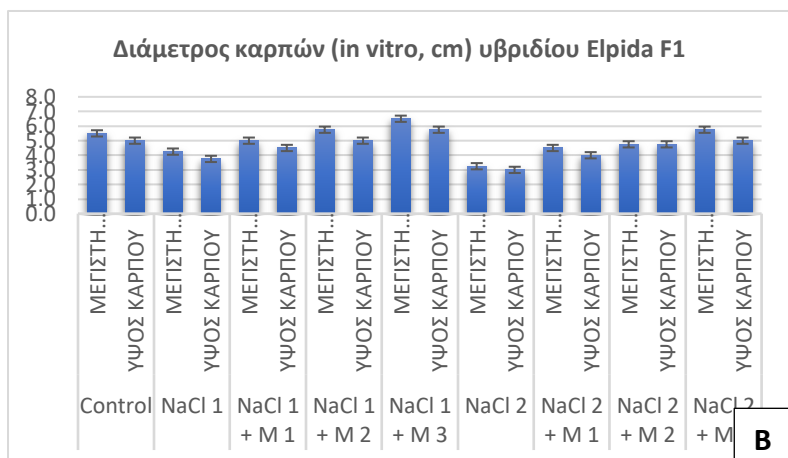
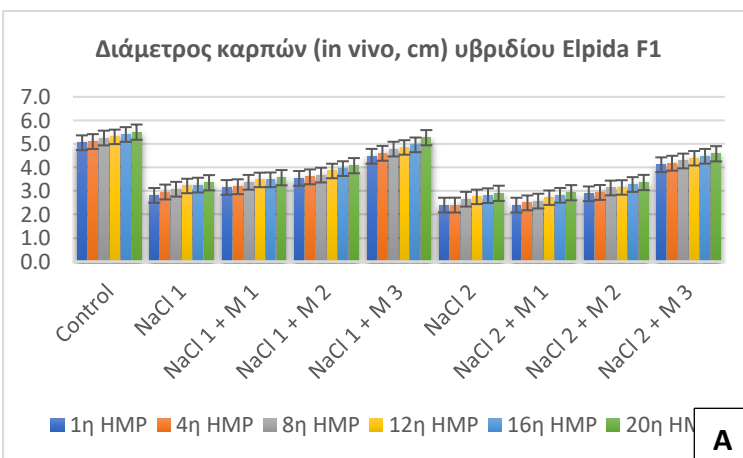
- Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Lobello F1, Pakmor.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Rastony F1, Athina, Pomodoro, Ντόπια κόκκινη.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Faidra F1.

5.3.3.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

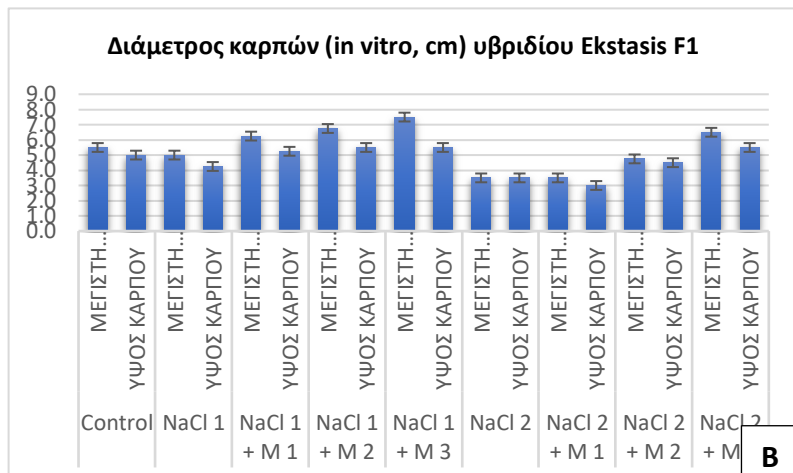
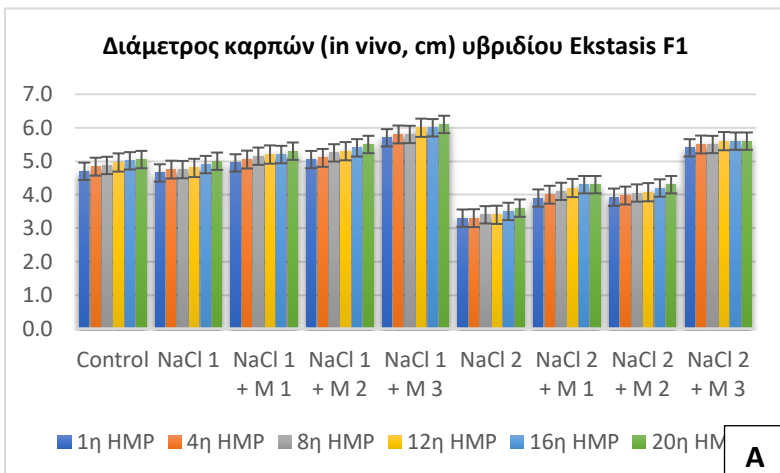
Στα Διαγράμματα από 5.63 έως 5.66 απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο καρπών (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες (ανά διάστημα 3^{ων} – 4^{ων} ημερών) χρησιμοποιώντας ένα ειδικό παχύμετρο και σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας ένα μιλιμετρέ χαρτί, και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



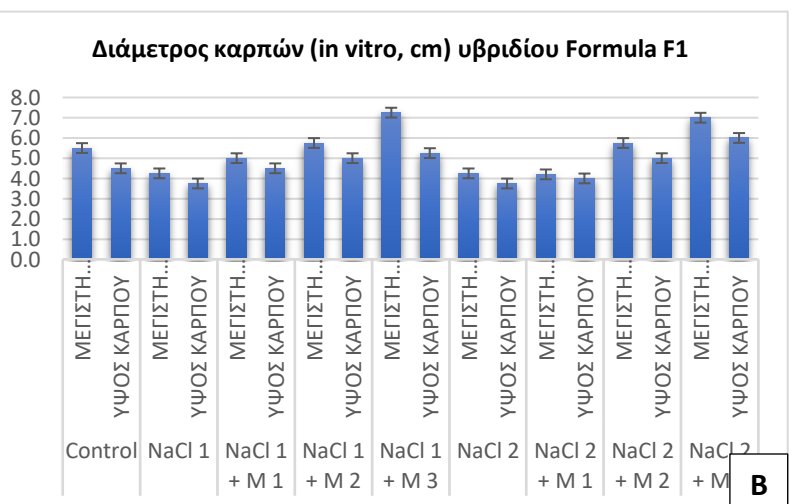
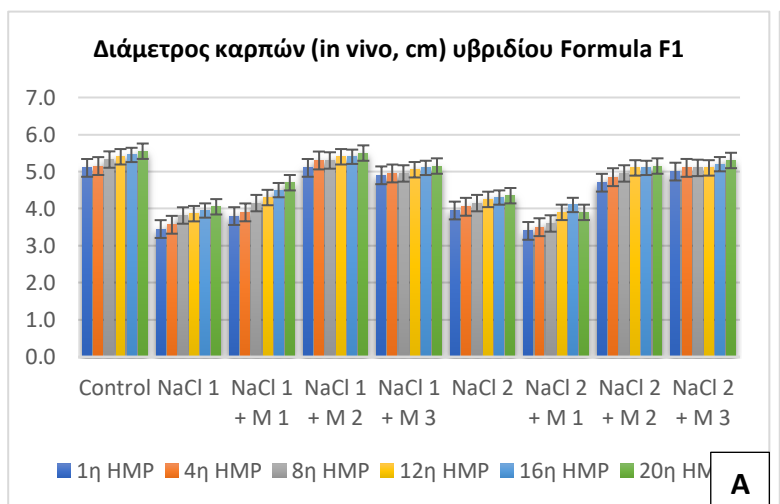
Διάγραμμα 5.63: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



Διάγραμμα 5.64: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



Διάγραμμα 5.65: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



Διάγραμμα 5.66: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Formula F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος των καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος των καρπών μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η διάμετρος των καρπών του φυτού.

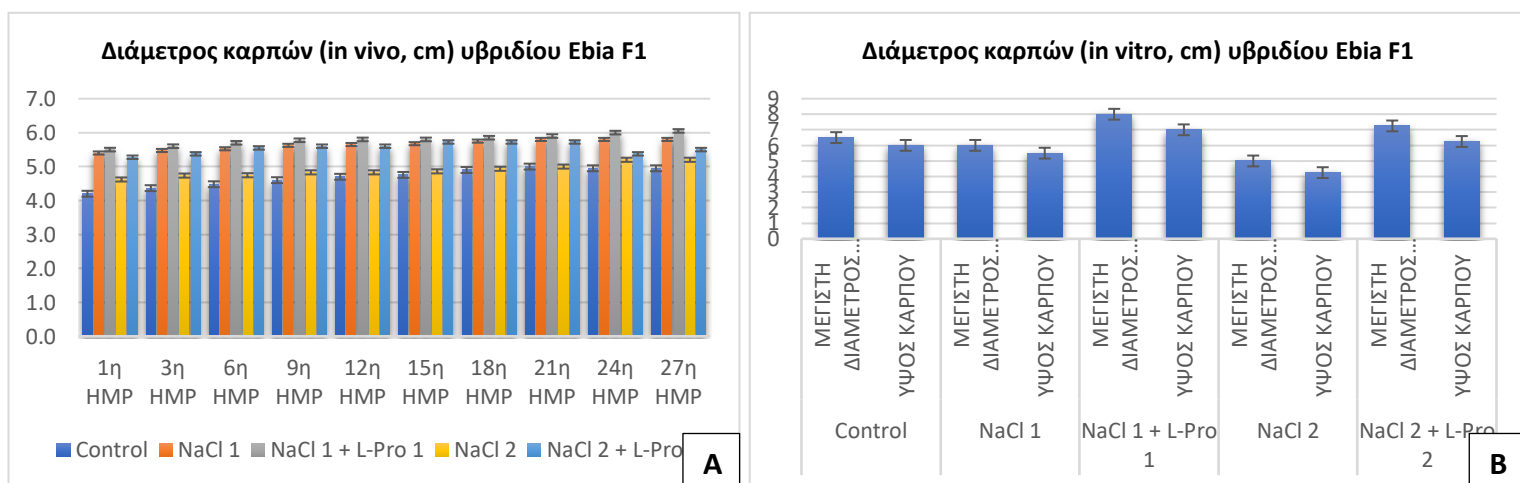
Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου των καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην διάμετρο καρπών, φαίνεται παρακάτω:

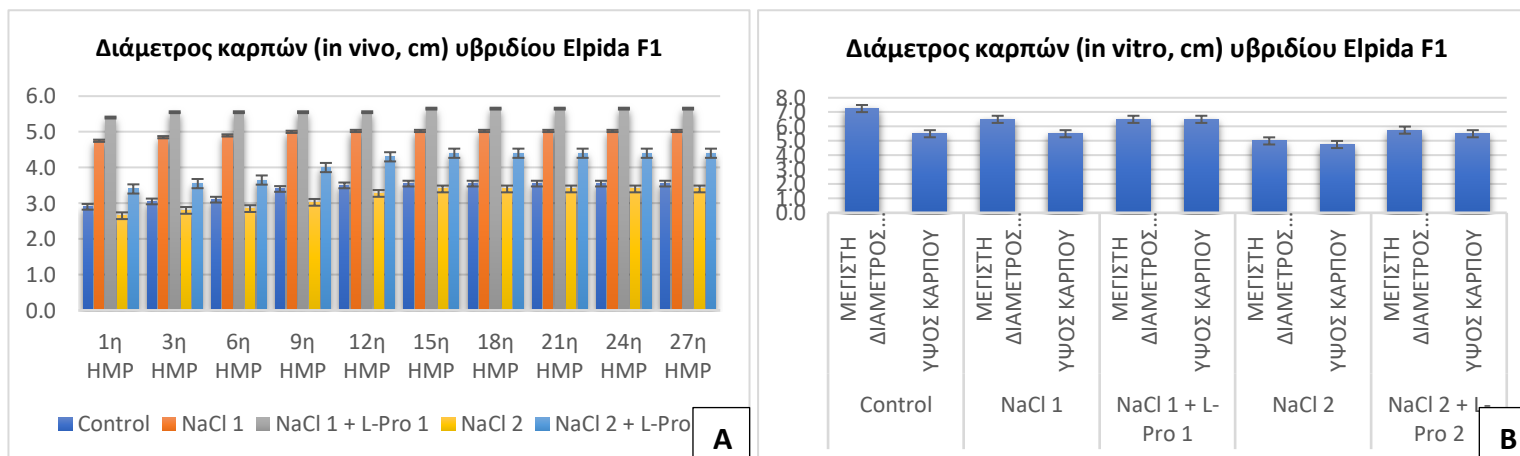
- a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.
- b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Formula F1.
- c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1.

5.3.3.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

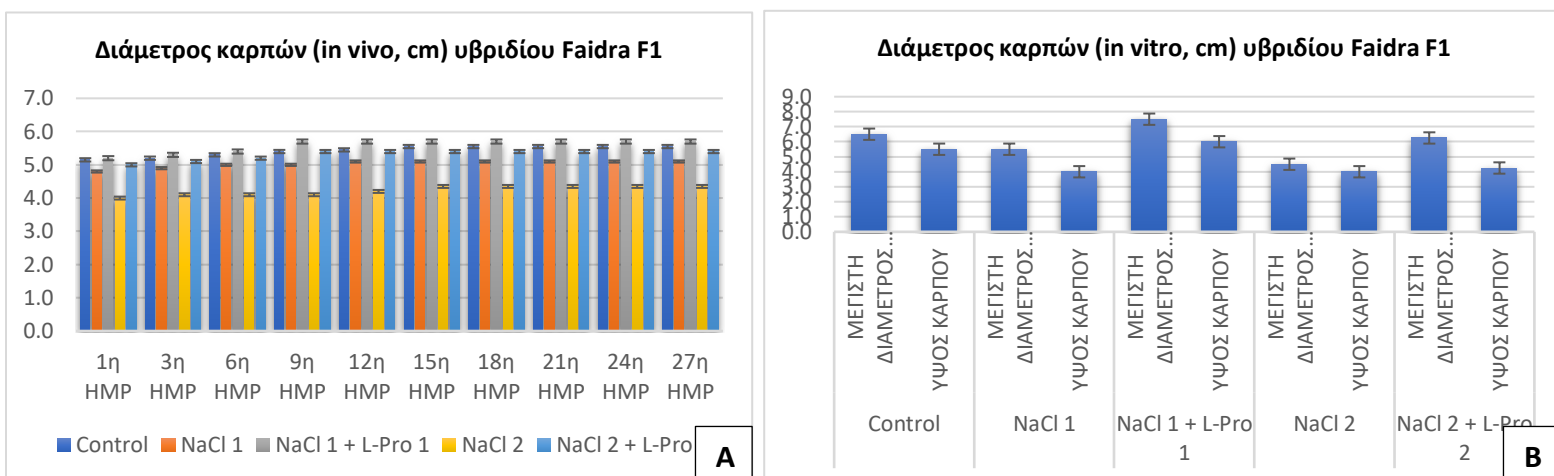
Στα Διαγράμματα από 5.67 έως 5.69 απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην διάμετρο καρπών (σε cm) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η διάμετρος μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες (ανά διάστημα 3^{ov} – 4^{ov} ημερών) χρησιμοποιώντας ένα ειδικό παχύμετρο και σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας ένα μιλιμετρέ χαρτί, και εκφράζεται σε cm. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM Proline).



Διάγραμμα 5.67: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebria F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



Διάγραμμα 5.68: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.



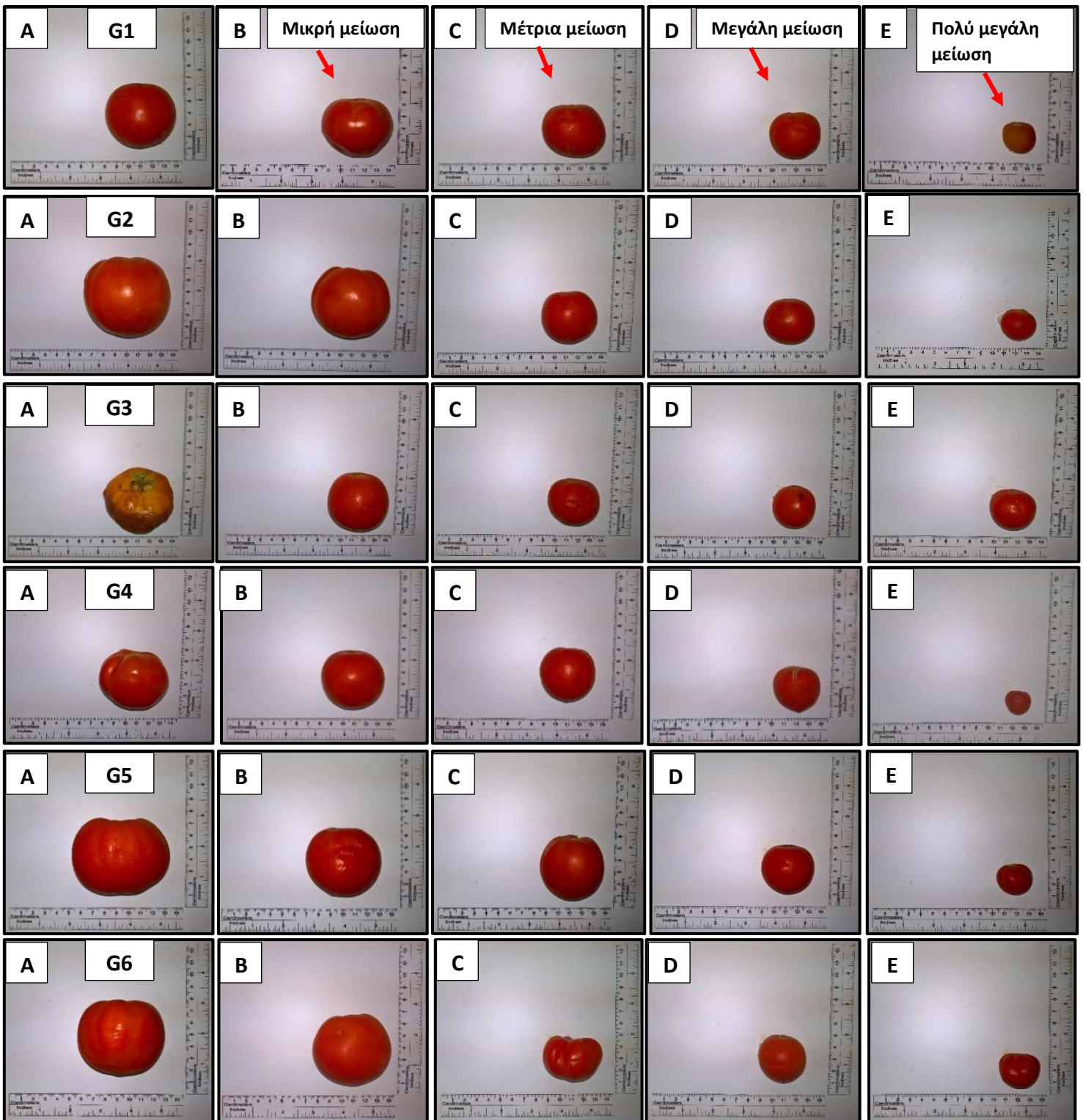
Διάγραμμα 5.69: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην (in vivo) και (in vitro) διάμετρο καρπών των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Faidra F1. **A:** Διάμετρος καρπών σε in vivo συνθήκες. **B:** Διάμετρος καρπών σε in vitro συνθήκες.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η διάμετρος των καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η διάμετρος των καρπών μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η διάμετρος των καρπών του φυτού.

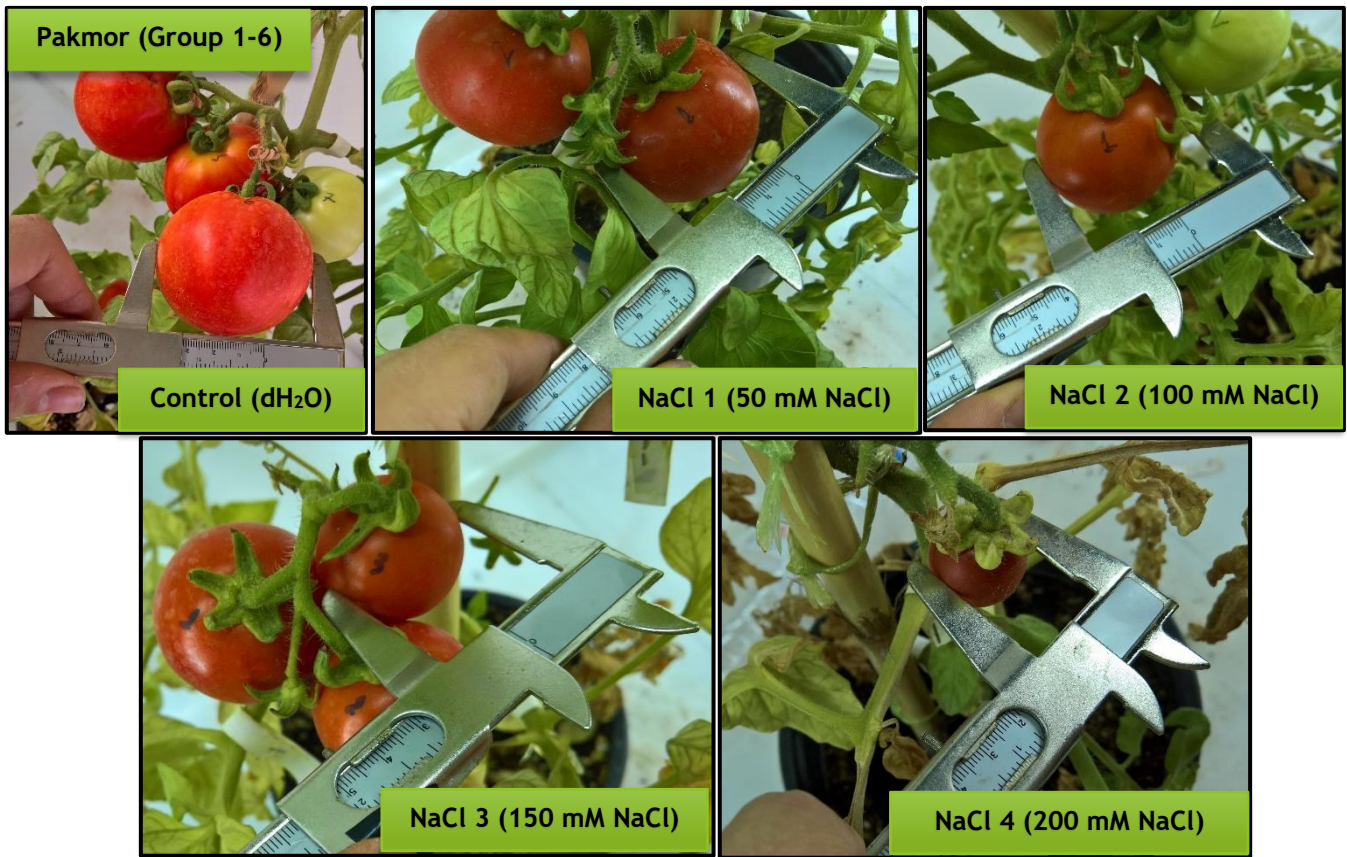
Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση την μείωση διαμέτρου καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην διάμετρο καρπών, φαίνεται παρακάτω: α) Έντονου βαθμού επίδραση: Elrida F1. β) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. γ) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Ebia F1.

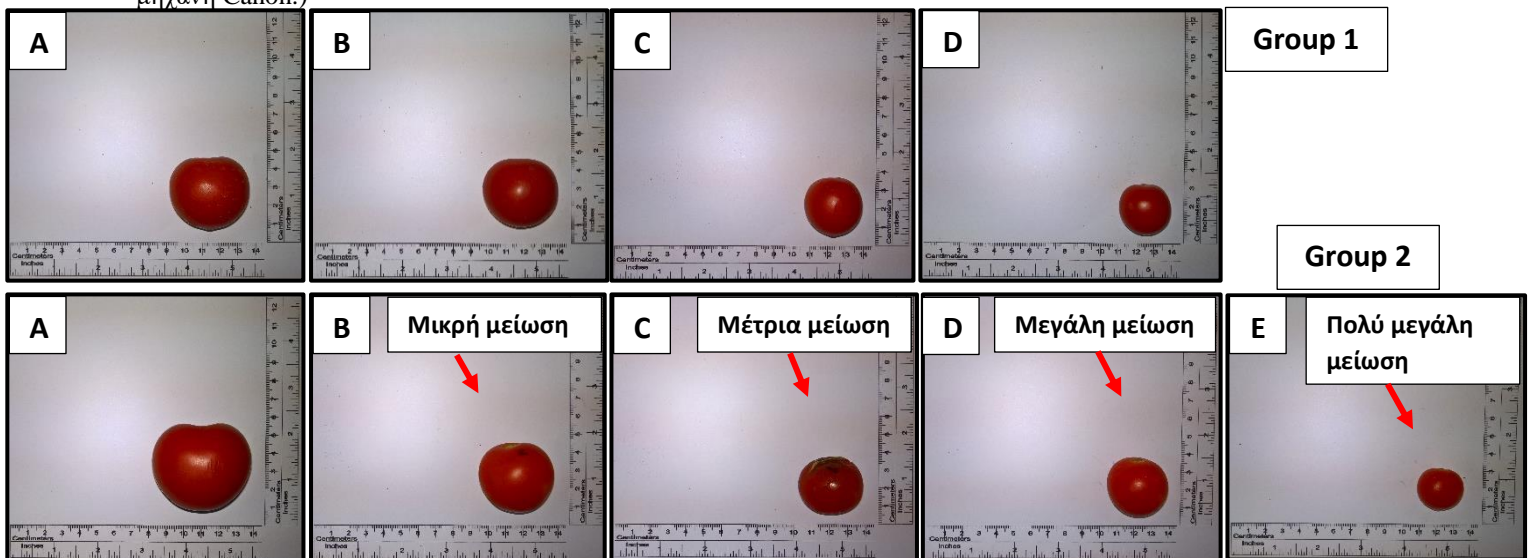
Παρακάτω στις Εικόνες από 5.43 έως 5.49 απεικονίζεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl, Milsana και L-Proline στην διάμετρο καρπών (σε cm) της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλιών Pakmor και Athina, καθώς και υβριδίων Rastony F1, Bobcat F1, Elrida F1 και Ebia F1. Η διάμετρος καρπών μετρήθηκε σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας ένα ειδικό μιλιμετρέ χαρτί και σε in vivo συνθήκες χρησιμοποιώντας ένα ειδικό παχύμετρο χειρός, καθώς εκφράζεται σε cm. Οι καρποί απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl). Σε περίπτωση NaCl και Milsana, οι καρποί απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl και Milsana (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). Τέλος, σε περίπτωση NaCl και L-Proline, οι καρποί απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl και L-Proline (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



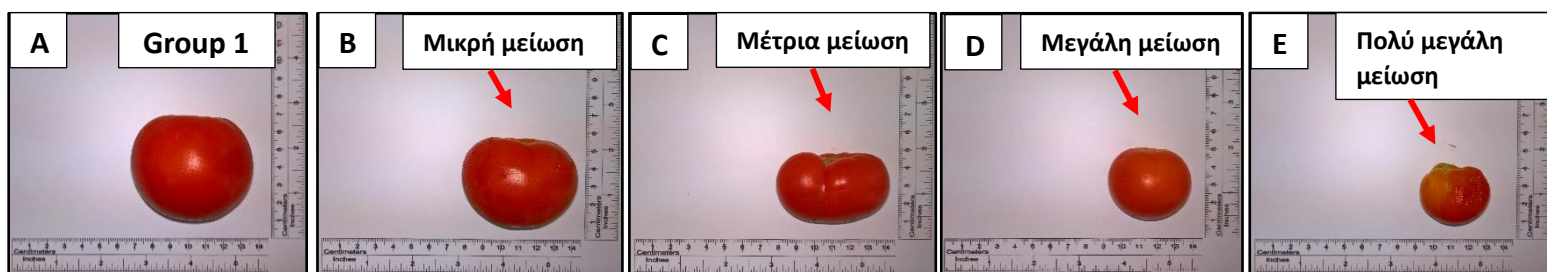
Εικόνα 5.43: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο (in vitro) των καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ρακμορ. Η λήψη φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε πάνω σε χαρτί με δυο χάρακες (κλίμακας μέτρησης σε cm). **Παρτίδες φυτών:** **G1:** Group 1. **G2:** Group 2. **G3:** Group 3. **G4:** Group 4. **G5:** Group 5. **G6:** Group 6. **Συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl):** **A:** Control (dH₂O). **B:** 50 mM NaCl. **C:** 100 mM NaCl. **D:** 150 Mm NaCl. **E:** 200 Mm NaCl. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



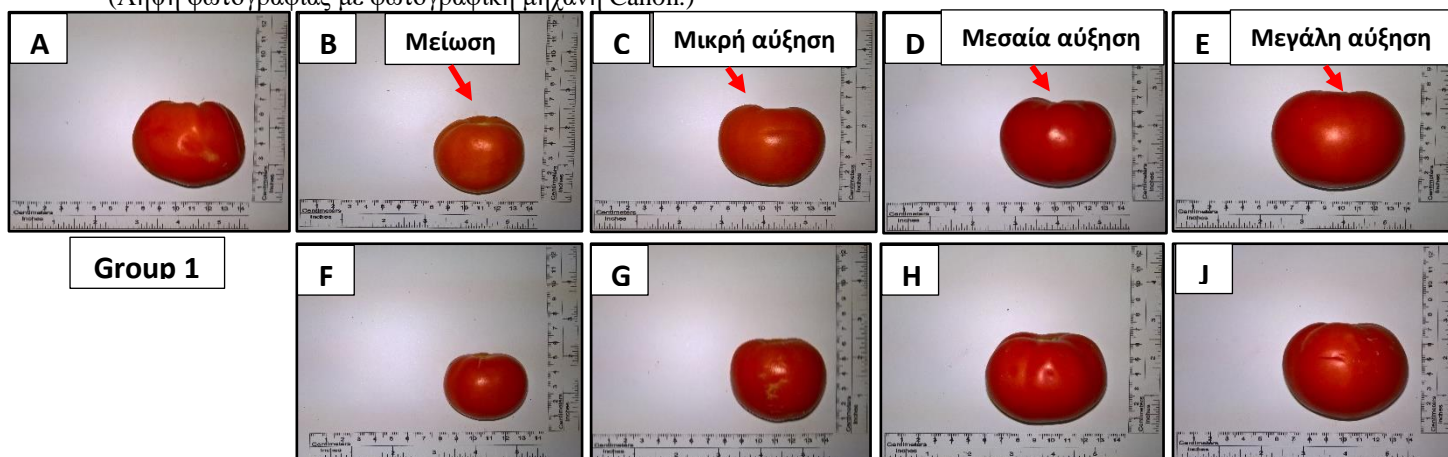
Εικόνα 5.44: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο (in vivo) των καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor. Η λήψη φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε εφαρμόζοντας πάνω σε καρπό τομάτας ένα ειδικό παχίμετρο χειρός (κλίμακας μέτρησης σε cm). **Παρτίδες φυτών:** επιλεγμένες φωτογραφίες από Group 1 έως 6. **Συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl):** **A:** Control (dH₂O). **B:** 50 mM NaCl. **C:** 100 mM NaCl. **D:** 150 Mm NaCl. **E:** 200 Mm NaCl. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



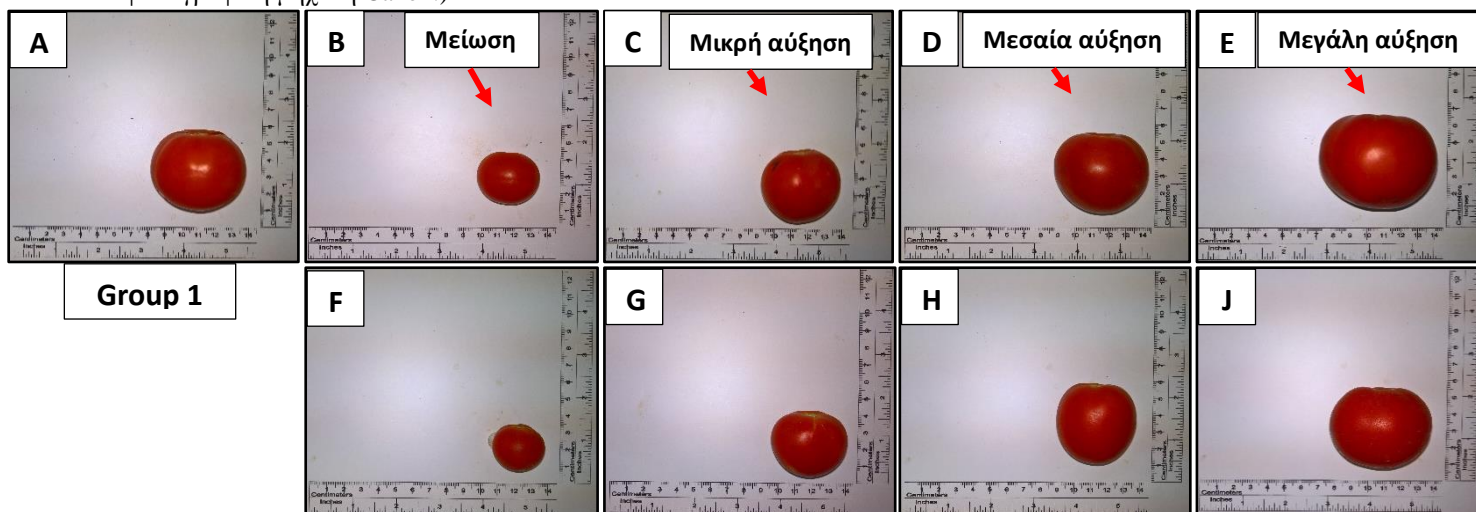
Εικόνα 5.45: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο (in vitro) των καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Athina. Η λήψη φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε πάνω σε χαρτί με δυο χάρακες (κλίμακας μέτρησης σε cm). **Παρτίδες φυτών:** Group 1, Group 2. **Συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl):** **A:** Control (dH₂O). **B:** 50 mM NaCl. **C:** 100 mM NaCl. **D:** 150 Mm NaCl. **E:** 200 Mm NaCl. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.46: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην διάμετρο (in vitro) των καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Rastony F1. Η λήψη φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε πάνω σε χαρτί με δυο χάρακες (κλίμακας μέτρησης σε cm). **Παρτίδες φυτών:** Group 1. **Συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl):** **A:** Control (dH₂O). **B:** 50 mM NaCl. **C:** 100 mM NaCl. **D:** 150 Mm NaCl. **E:** 200 Mm NaCl. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

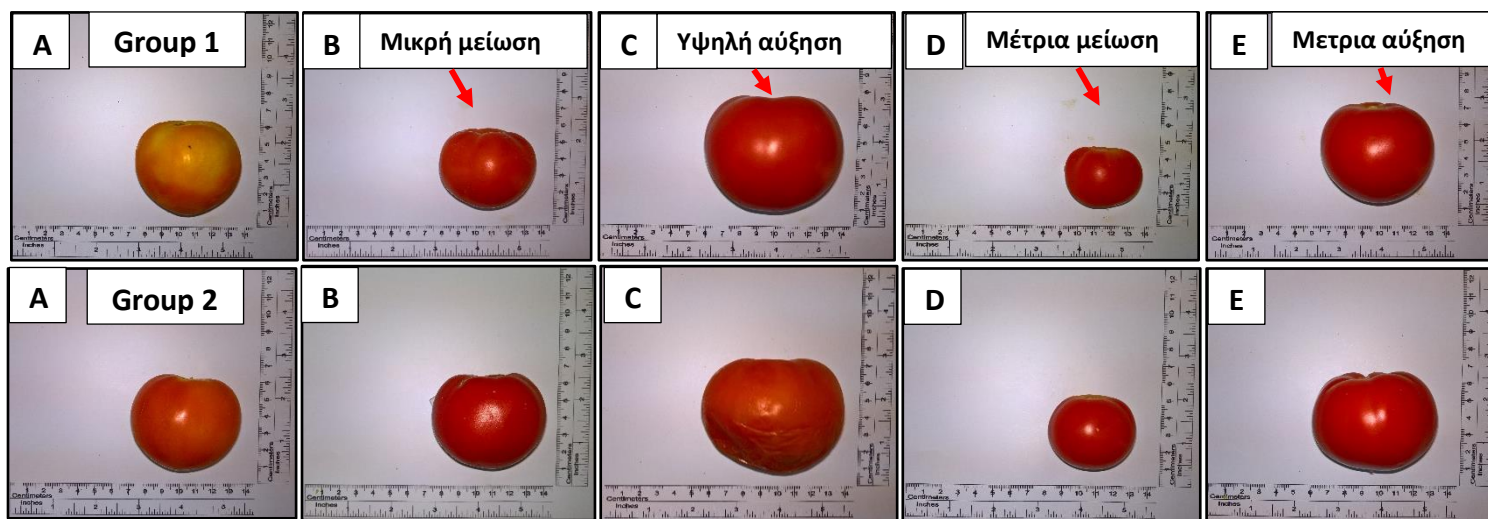


Εικόνα 5.47: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο (in vitro) των καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1. Η λήψη φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε πάνω σε χαρτί με δυο χάρακες (κλίμακας μέτρησης σε cm). **Παρτίδες φυτών:** Group 1. **Συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl):** **A:** Control (dH₂O). **B:** 70 mM NaCl. **C:** 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana. **D:** 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana. **E:** 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana. **F:** 140 mM NaCl. **G:** 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana. **H:** 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana. **J:** 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.48: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην διάμετρο (in vitro) των καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elrida F1. Η λήψη φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε πάνω σε χαρτί με δυο χάρακες (κλίμακας μέτρησης σε cm). **Παρτίδες φυτών:** Group 1. **Συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl):** **A:** Control (dH₂O). **B:** 70 mM NaCl. **C:** 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana. **D:** 70

mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana. **E**: 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana. **F**: 140 mM NaCl. **G**: 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana. **H**: 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana. **J**: 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)



Εικόνα 5.49: Απεικόνιση της επίδρασης διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην διάμετρο (in vitro) των καρπών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1. Η λήψη φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε πάνω σε χαρτί με δυο χάρακες (κλίμακας μέτρησης σε cm). **Παρτίδες φυτών:** Group 1. **Συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl):** **A:** Control (dH₂O). **B:** 50 mM NaCl. **C:** 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline. **D:** 100 mM NaCl. **E:** 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline. (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

➤ Παρατηρήσεις από τα παραπάνω:

Παρατηρούμε, από τις παραπάνω εικόνες, ότι με την έκθεση των φυτών τομάτας σε διάφορες συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl) έχει σημαντική επίδραση στην διάμετρο των καρπών, με αποτέλεσμα να μειώνεται η διάμετρος καρπών πολύ όταν αυτά εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl, όπως αυτές της τάξης από 100 έως 200 mM NaCl.

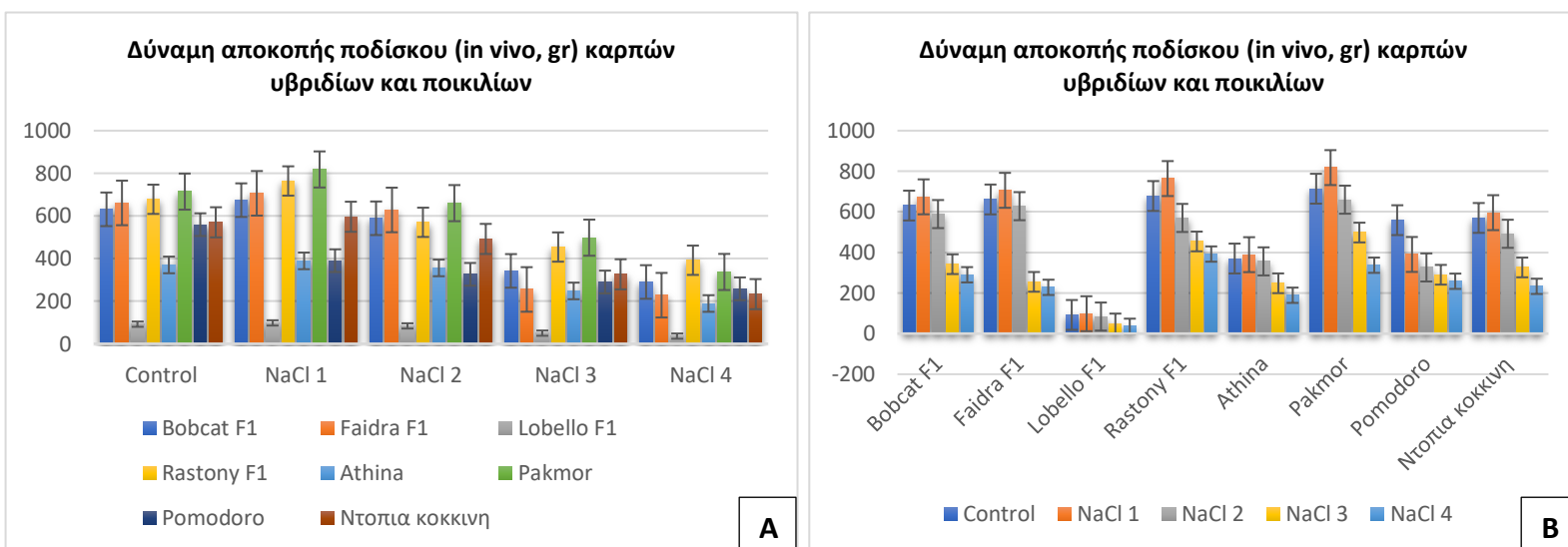
Όμως, με την ταυτόχρονη διαφυλλική εφαρμογή του φυτικού εκχυλίσματος Milsana σε φυτά τομάτας τα οποία εκτέθηκαν σε συνθήκες NaCl, παρατηρούμε ότι αυξήθηκε η διάμετρος των καρπών, και πιο σημαντικά φαίνεται αυτό όταν εφαρμόστηκε 1,0 και 2,0 % v/v Milsana.

Τέλος, με την ταυτόχρονη διαφυλλική εφαρμογή και άρδευση του αμινοξέος L-Proline σε φυτά τομάτας τα οποία εκτέθηκαν σε συνθήκες NaCl, παρατηρούμε ότι αυξήθηκε η διάμετρος των καρπών, και πιο σημαντικά φαίνεται αυτό όταν εφαρμόστηκε 1 και 5 mM L-Proline.

5.3.4 Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών

5.3.4.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στο Διάγραμμα 5.70 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών (σε gr) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και με τις ποικιλίες και υβρίδια, αντίστοιχα. Η δύναμη αποκοπής ποδίσκου μετρηθήκαν σε in vivo συνθήκες χρησιμοποιώντας τον μετρητή τάνυσης – συμπίεσης, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



Διάγραμμα 5.70: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια και τις ποικιλίες τομάτας.

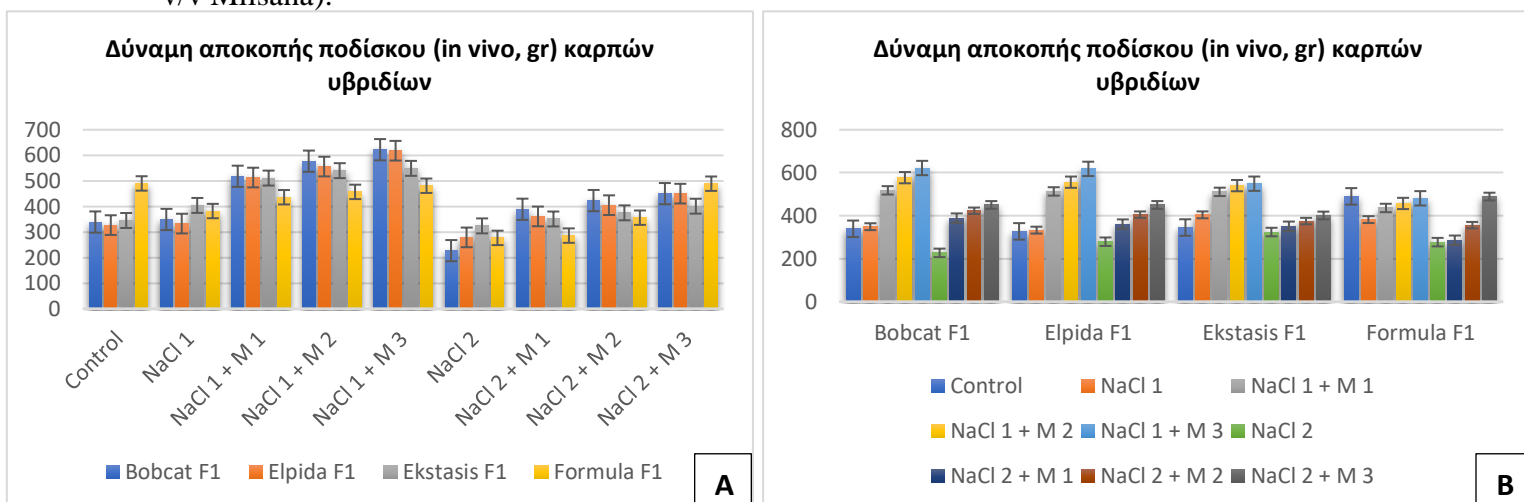
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών **αυξάνεται** ελάχιστα όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), και μετά αρχίζει να **μειώνεται** με ραγδαίους ρυθμούς από την συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2) μέχρι και την συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η δύναμη αποκοπής ποδίσκου των καρπών του φυτού.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών, φαίνεται παρακάτω:

- Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Pakmor, Ντόπια κόκκινη.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Rastony F1, Athina, Pomodoro.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Lobello F1.

5.3.4.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στο Διάγραμμα 5.71 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών (σε gr) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και τα υβρίδια, αντίστοιχα. Η δύναμη αποκοπής ποδίσκου μετρήθηκαν σε in vivo συνθήκες χρησιμοποιώντας τον μετρητή τάνυσης – συμπίεσης, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



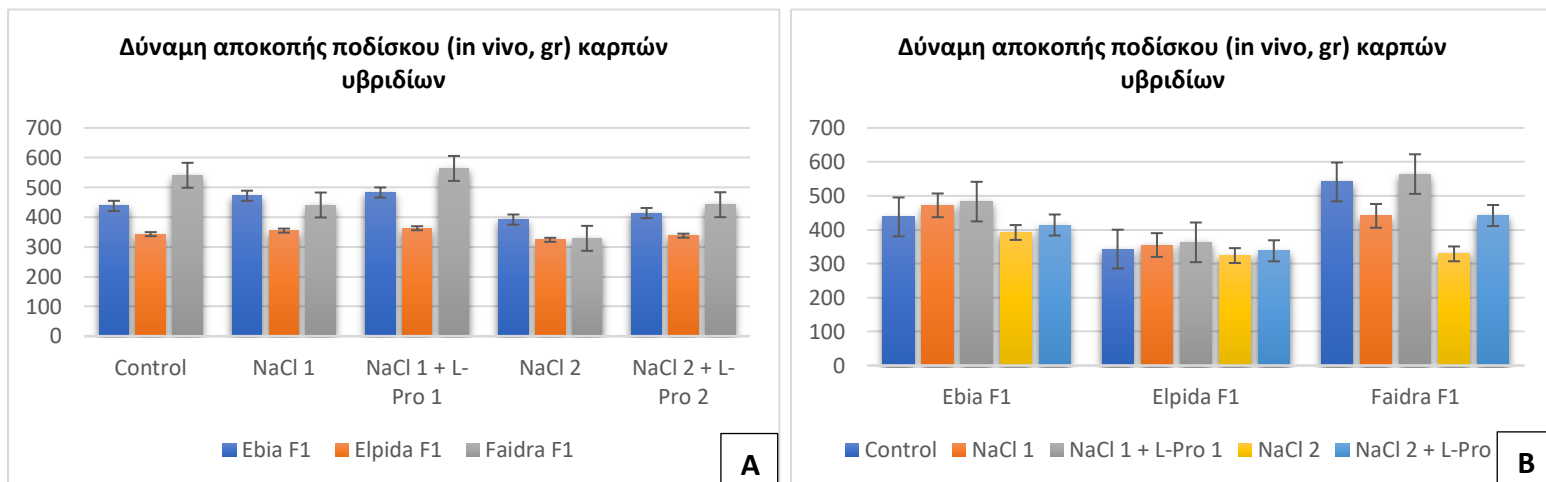
Διάγραμμα 5.71: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η δύναμη αποκοπής ποδίσκου των καρπών του φυτού. Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της δύναμης αποκοπής ποδίσκου καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών, φαίνεται παρακάτω: α) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1. β) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Formula F1. γ) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1.

5.3.4.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στο Διάγραμμα 5.72 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών (σε gr) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και τα υβρίδια, αντίστοιχα. Η δύναμη αποκοπής ποδίσκου μετρηθήκαν σε in vivo συνθήκες χρησιμοποιώντας τον μετρητή τάνυσης – συμπίεσης, και εκφράζεται σε gr. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.72: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια τομάτας.

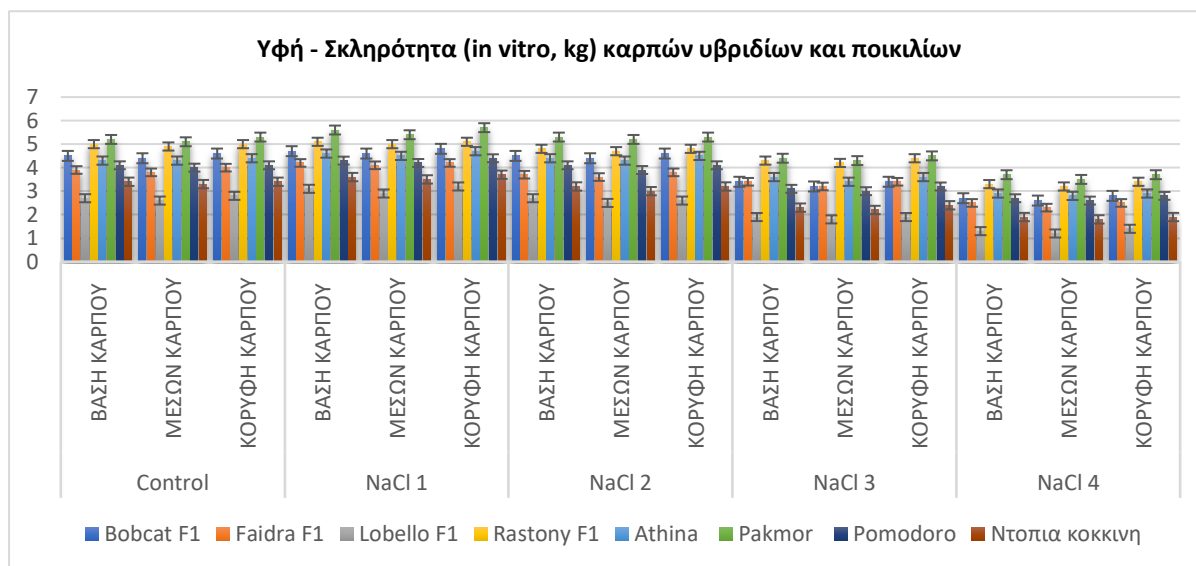
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η δύναμη αποκοπής **αυξάνεται** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν το φυτο εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώνεται** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η δύναμη αποκοπής ποδίσκου των καρπών του φυτού.

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της δύναμης αποκοπής ποδίσκου, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της δύναμης αποκοπής καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα. Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών, φαίνεται παρακάτω: α) Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1. β) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ebia F1. γ) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.

5.3.5 Υφή - Σκληρότητα καρπών

5.3.5.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στο Διάγραμμα 5.73 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην υφή και σκληρότητα καρπών (σε kg) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η υφή και σκληρότητα καρπών μετρήθηκαν σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας πιεσόμετρο, και εκφράζεται σε kg. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



Διάγραμμα 5.73: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην υφή και σκληρότητα καρπών υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις.

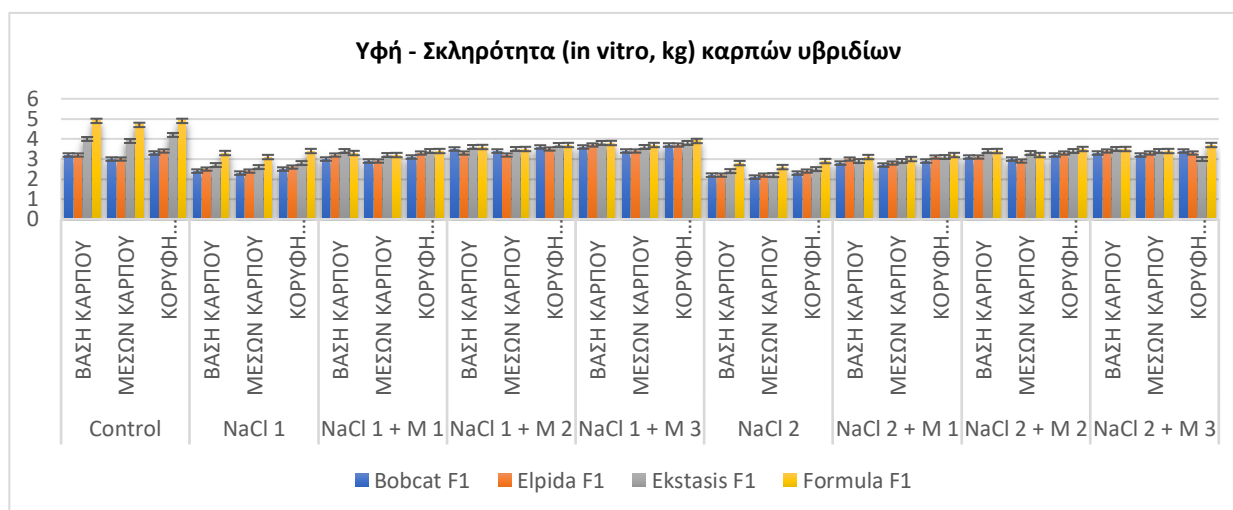
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η υφή και σκληρότητα καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η υφή και σκληρότητα καρπών **αυξάνεται** ελάχιστα όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), και μετά αρχίζει να **μειώνεται** με ραγδαίους ρυθμούς από την συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2) μέχρι και την συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η υφή και σκληρότητα της σάρκας των καρπών.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην υφή και σκληρότητα καρπών, φαίνεται παρακάτω:

- Έντονου βαθμού επίδραση: Lobello F1, Pakmor, Pomodoro.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Athina, Ντόπια κόκκινη.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Rastony F1.

5.3.5.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στο Διάγραμμα 5.74 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην υφή και σκληρότητα καρπών (σε kg) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η υφή και σκληρότητα καρπών μετρήθηκαν σε *in vitro* συνθήκες χρησιμοποιώντας πιεσόμετρο, και εκφράζεται σε kg. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



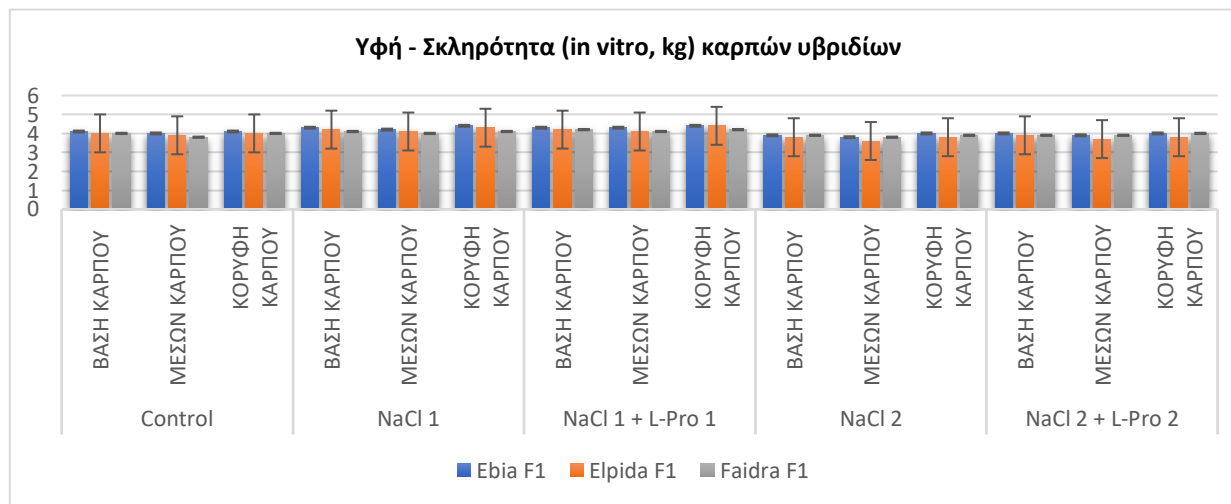
Διάγραμμα 5.74: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην υφή και σκληρότητα καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η υφή και σκληρότητα καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η υφή και σκληρότητα καρπών μειώνεται **ελάχιστα** όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η υφή και σκληρότητα της σάρκας των καρπών.

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της υφής και σκληρότητας καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην υφή και σκληρότητα καρπών, φαίνεται παρακάτω: α) Έντονου βαθμού επίδραση: Formula F1. β) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1. γ) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.

5.3.5.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στο Διάγραμμα 5.75 απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην υφή και σκληρότητα καρπών (σε kg) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η υφή και σκληρότητα καρπών μετρηθήκαν σε *in vitro* συνθήκες χρησιμοποιώντας πιεσόμετρο, και εκφράζονται σε kg. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.75: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην υφή και σκληρότητα καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις.

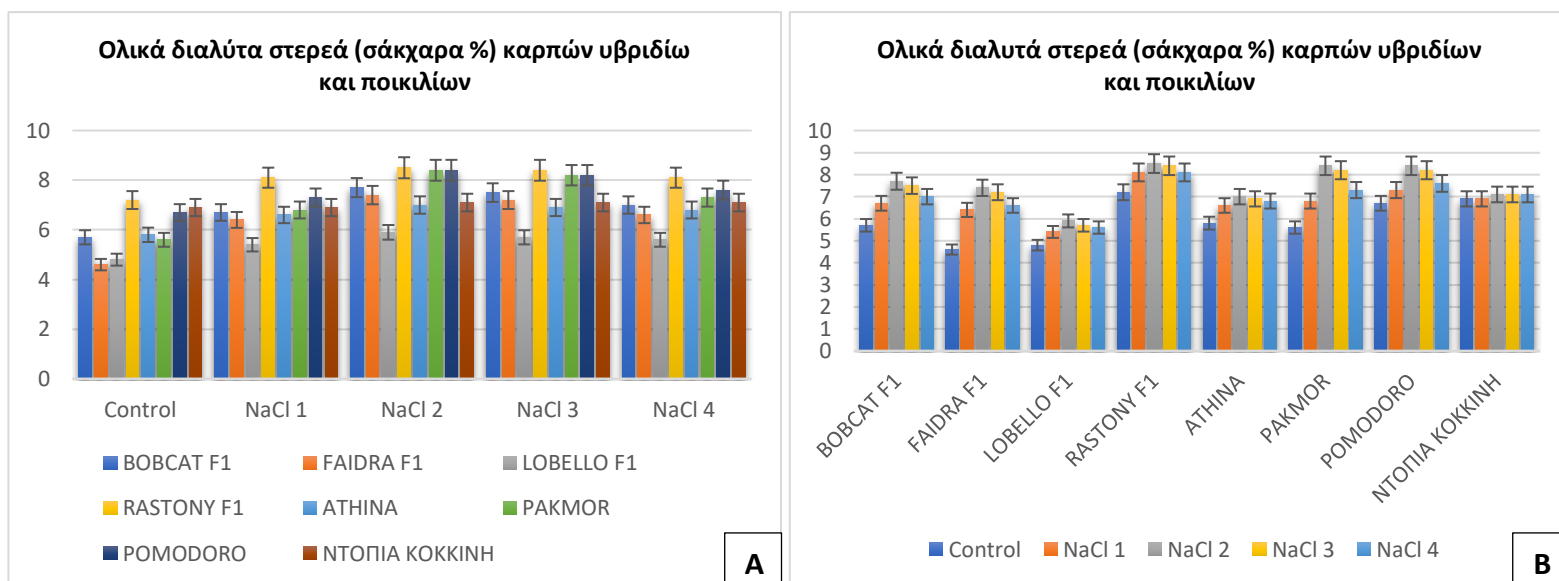
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η υφή και σκληρότητα καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η υφή και σκληρότητα καρπών **αυξάνεται** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώνεται** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η υφή και σκληρότητα της σάρκας των καρπών.

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της υφής και σκληρότητας καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της υφής και σκληρότητας καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα. Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην υφή και σκληρότητα καρπών, φαίνεται παρακάτω: α) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. β) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Elpida F1. γ) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Faidra F1.

5.3.6 Ολικά διαλυτά στερεά καρπών

5.3.6.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στο Διάγραμμα 5.76 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και με τις ποικιλίες και υβρίδια, αντίστοιχα. Τα ολικά διαλυτά στερεά μετρηθήκαν σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας το οπτικό διαθλασίμετρο σακχάρων και οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε βαθμούς °Brix (σάκχαρα %). Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

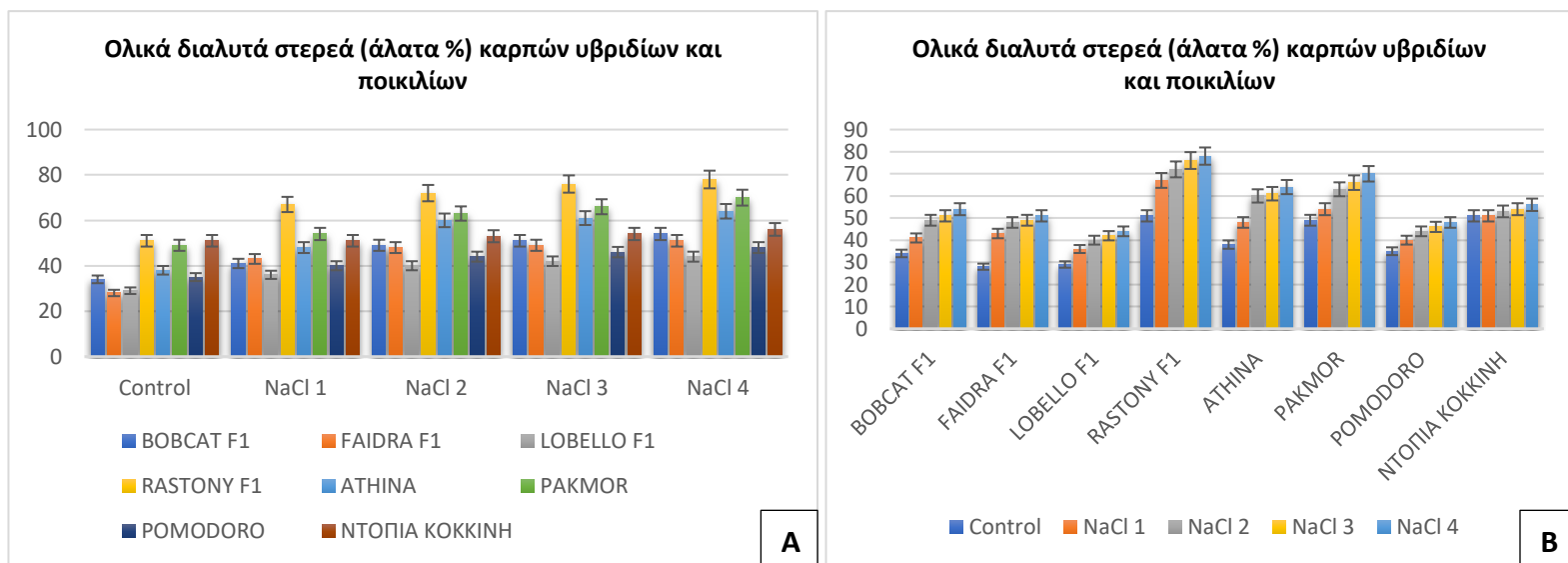


Διάγραμμα 5.76: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια και τις ποικιλίες τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών επηρεάζονται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών καρπών έχουν μια ραγδαία **αύξηση** όταν τα φυτά εκτεθούν σε συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2) και μετά αρχίζει μια σημαντική **μείωση** όταν τα φυτά εκτεθούν στην συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η συγκέντρωση των σακχάρων σε καρπούς.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών, φαίνεται παρακάτω: α) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Pakmor, Pomodoro. β) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Lobello F1, Rastony F1, Athina. γ) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Ντόπια κόκκινη.

Στο Διάγραμμα 5.77 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και με τις ποικιλίες και υβρίδια, αντίστοιχα. Τα ολικά διαλυτά στερεά μετρήθηκαν σε *in vitro* συνθήκες χρησιμοποιώντας το οπτικό διαθλασίμετρο αλάτων και οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε ολικά άλατα (%). Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).



Διάγραμμα 5.77: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl (0, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl) στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών υβριδίων και ποικιλιών τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια και τις ποικιλίες τομάτας.

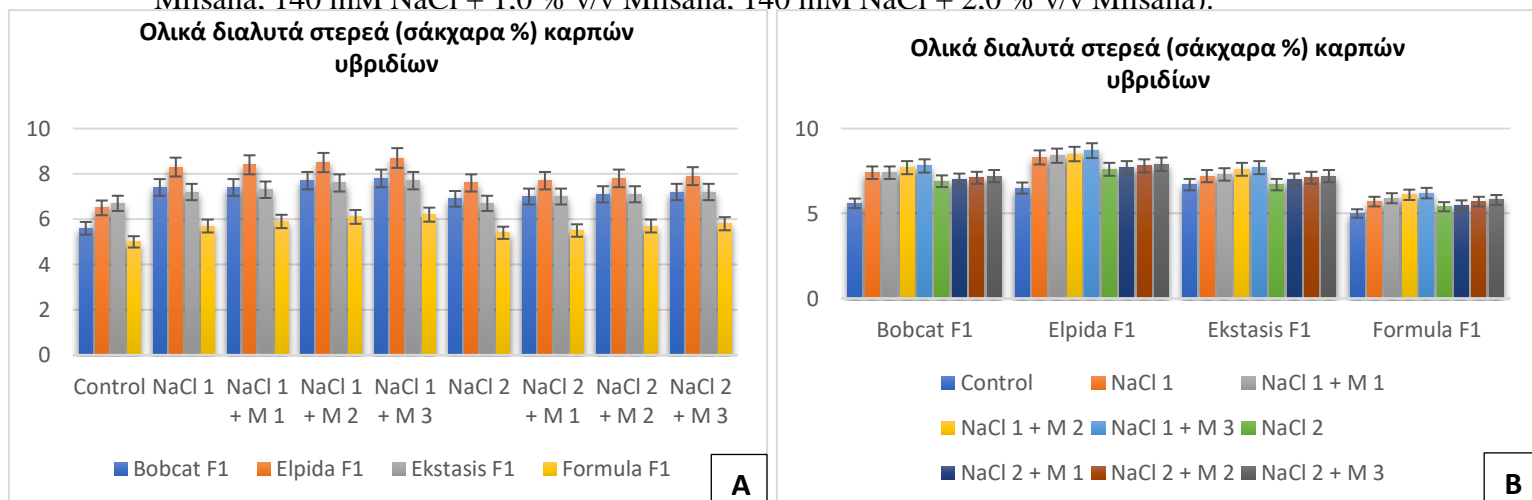
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών επηρεάζονται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Σε αντίθεση με τα σάκχαρα τα άλατα καρπών παρουσιάζουν μια ραγδαία και συνεχόμενη **αύξηση**, όταν τα φυτά τομάτας εκτίθενται μέχρι και την συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4), με αποτέλεσμα να αυξάνεται υπερβολικά η συγκέντρωση των αλάτων σε καρπούς.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών, φαίνεται παρακάτω:

- Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Rastony F1, Athina, Pakmor.
- Μεσαίου βαθμού επίδραση: Lobello F1, Pomodoro.
- Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Ντόπια κόκκινη.

5.3.6.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

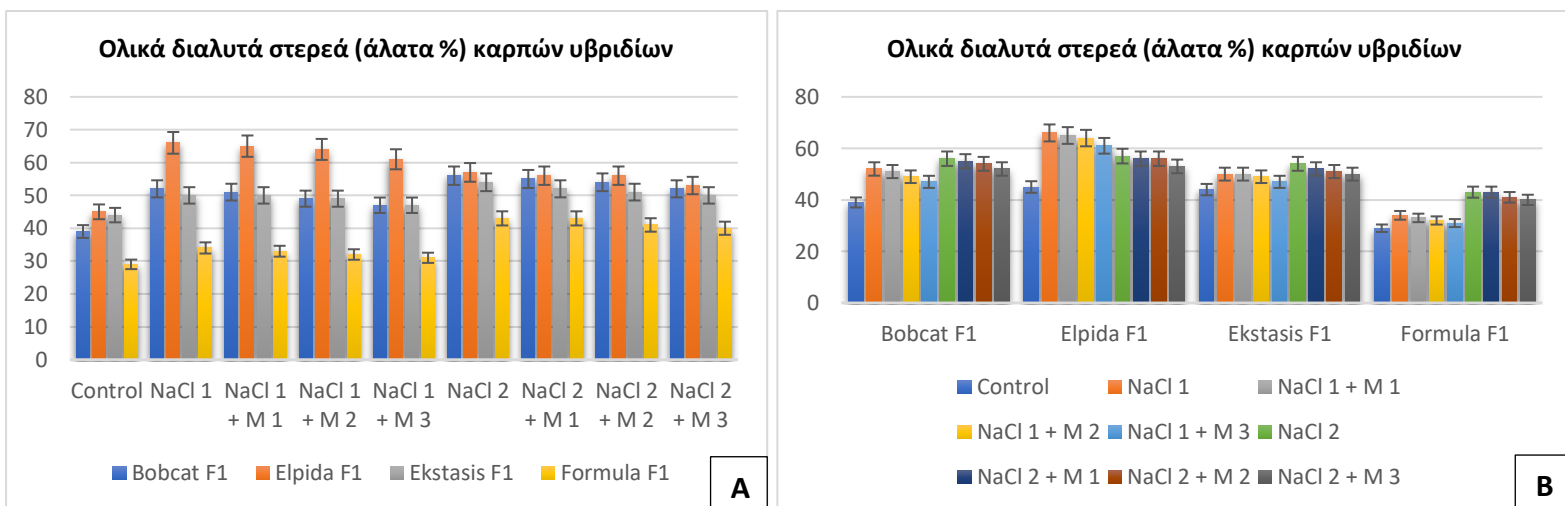
Στο Διάγραμμα 5.78 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και με τα υβρίδια, αντίστοιχα. Τα ολικά διαλυτά στερεά μετρήθηκαν σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας το οπτικό διαθλασίμετρο σακχάρων και οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε βαθμούς °Brix (σάκχαρο %). Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



Διάγραμμα 5.78: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση σακχάρων **αυξάνεται** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώνεται** ελάχιστα όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2), με αποτέλεσμα να μειώνεται υπερβολικά η συγκέντρωση των σακχάρων σε καρπούς. Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών, φαίνεται παρακάτω: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1. c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Formula F1.

Στο Διάγραμμα 5.79 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και με τα υβρίδια, αντίστοιχα. Τα ολικά διαλυτά στερεά μετρήθηκαν σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας το οπτικό διαθλασίμετρο αλάτων και οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε ολικά άλατα (%). Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).



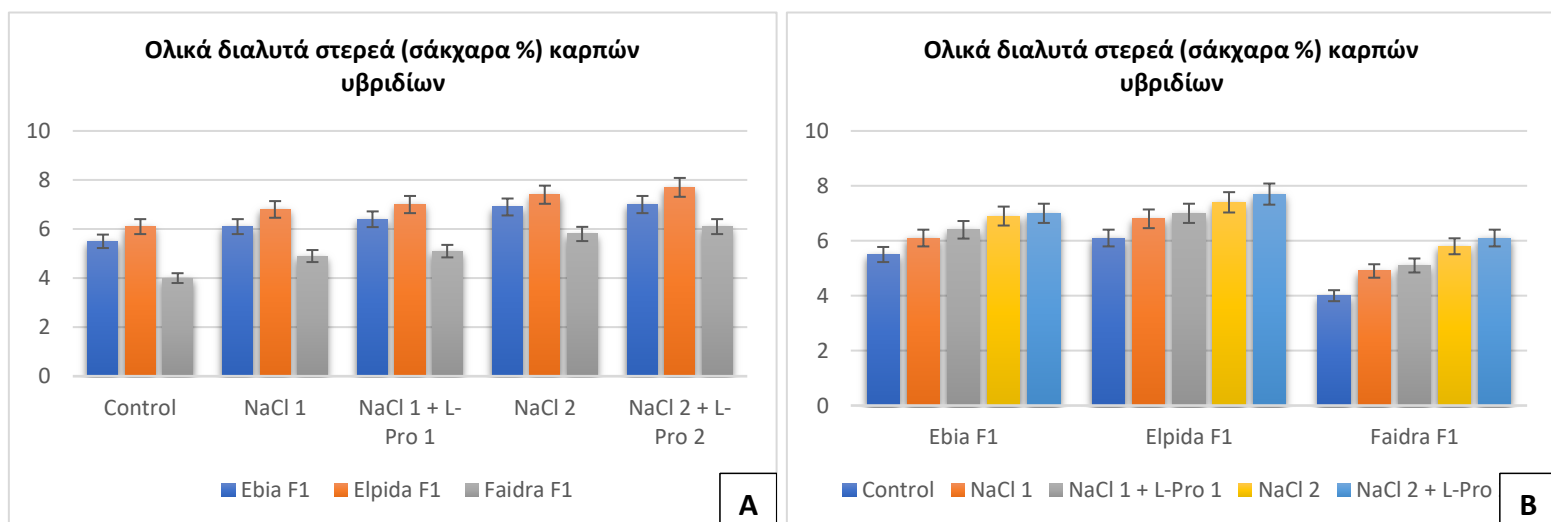
Διάγραμμα 5.79: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana (0, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana) στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση αλάτων **αυξάνεται** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 140 mM NaCl (NaCl 2) και **μειώνεται** ελάχιστα όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 70 mM (NaCl 1), με αποτέλεσμα να αυξάνεται υπερβολικά η συγκέντρωση των αλάτων σε καρπούς. Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana). Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών, φαίνεται παρακάτω:

a) Έντονου βαθμού επίδραση: Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Ekstasis F1. c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Formula F1.

5.3.6.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στο Διάγραμμα 5.80 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και με τα υβρίδια, αντίστοιχα. Τα ολικά διαλυτά στερεά μετρήθηκαν σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας το οπτικό διαθλασίμετρο σακχάρων και οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε βαθμούς °Brix (σάκχαρα %). Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



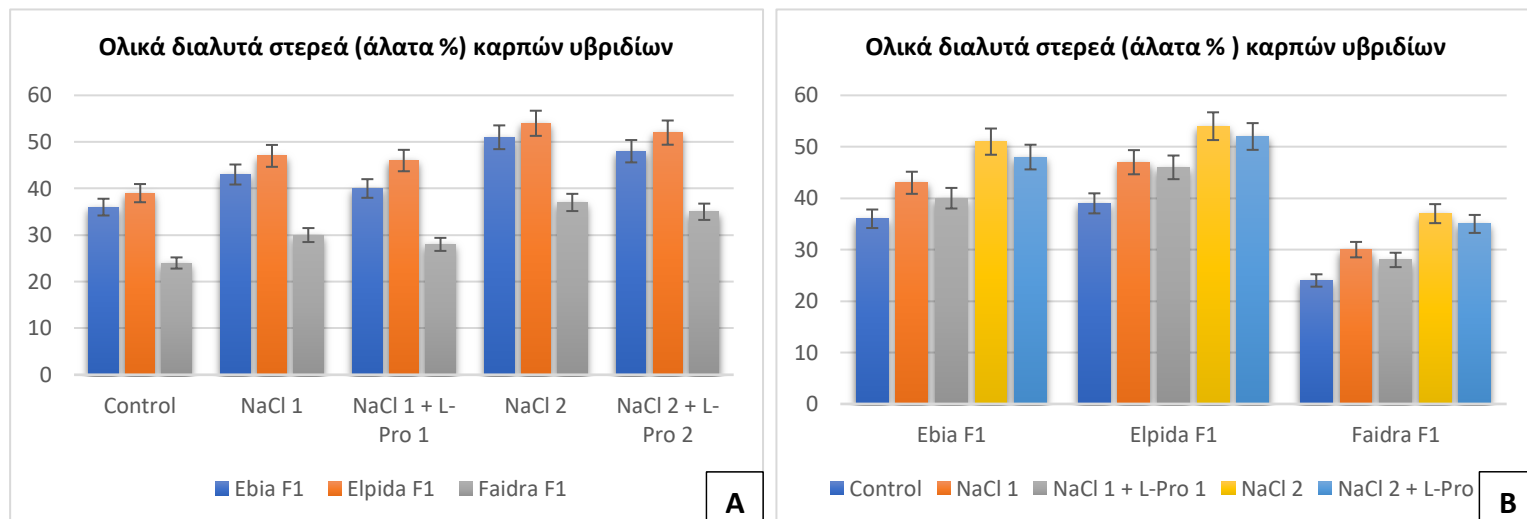
Διάγραμμα 5.80: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση σακχάρων αυξάνεται **ελάχιστα** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και αυξάνεται **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να αυξάνεται υπερβολικά η συγκέντρωση των σακχάρων σε καρπούς.

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της συγκέντρωσης σακχάρων καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στις συγκεντρώσεις 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1), καθώς 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της συγκέντρωσης σακχάρων καρπών.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών, φαίνεται παρακάτω: α) Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1. β) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Elpida F1. γ) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Ebia F1.

Στο Διάγραμμα από 5.81 (A, B) απεικονίζεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) των υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις και με τα υβρίδια, αντίστοιχα. Τα ολικά διαλυτά στερεά μετρήθηκαν σε in vitro συνθήκες χρησιμοποιώντας το οπτικό διαθλασίμετρο αλάτων και οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε ολικά άλατα (%). Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).



Διάγραμμα 5.81: Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline (0, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline) στην συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση. **A:** Σε συνάρτηση με τις επεμβάσεις. **B:** Σε συνάρτηση με τα υβρίδια τομάτας.

Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών επηρεάζεται από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση αλάτων αυξάνεται **ελάχιστα** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν το φυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και αυξάνεται **πολύ** όταν αυτό εκτίθεται στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), με αποτέλεσμα να αυξάνεται υπερβολικά η συγκέντρωση των αλάτων σε καρπούς.

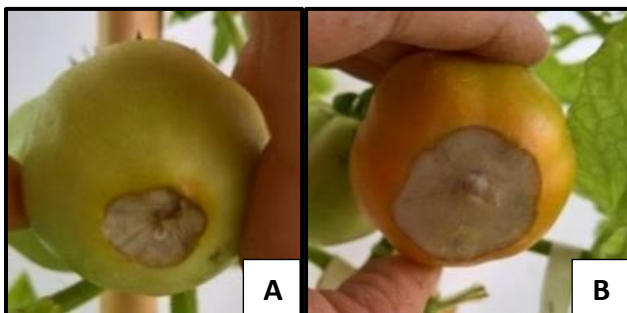
Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει ελάχιστα. Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών, φαίνεται παρακάτω: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Ευαίσθητου βαθμού επίδραση: Elpida F1.

5.3.7 Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών

Για την αξιολόγηση της ποιότητας και των ελαττωμάτων καρπών τομάτας, έγινε καταμέτρηση (σε in vivo συνθήκες) των καρπών σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας και των 3^{ων} επεμβάσεων, οι οποίες παρουσίαζαν την φυσιολογική ασθένεια Ξηρά σήψη της κορυφής (αγγλ. Blossom end rot), το σκίσιμο (αγγλ. Cracking) και την παραμόρφωση (αγγλ. Catfacing) των καρπών.

5.3.7.1 Ξηρή σήψη κορυφής καρπών (Blossom end rot)

Η φυσιολογική ασθένεια αυτή, η Ξηρή σήψη κορυφής (αγγλ. Blossom end rot, συντ. BER) εμφανίζεται όταν οι καρποί είναι ακόμα ανώριμοι (πράσινοι), και συχνότερα στους ανεπτυγμένους πάρα στους μικρούς καρπούς. Στην αρχή παρατηρείται μια μικρή κηλίδα με βαθύτερο πράσινο χρωματισμό από εκείνο του υπόλοιπου καρπού, όπου με την ωρίμανση του καρπού η κηλίδα μεγαλώνει ταχύτατα και μπορεί να καλύψει περισσότερο από το μισό του καρπού. Το σχήμα της κηλίδας είναι περίπου κυκλικό και έχει ασαφή όρια, με στιλπνή και δερματώδη επιφάνεια. Όσο ωριμάζει ο καρπός ο χρωματισμός της κηλίδας γίνεται σκούρος καστανός και στην συνέχεια μαύρος. Προοδευτικά οι εσωτερικοί ιστοί αφυδατώνονται και η επιφάνεια της κοιλιάς γίνεται σχεδόν επίπεδη ή και βυθισμένη, έτσι ώστε να φαίνονται τα αγγεία του καρπού. Η κύρια αίτια της ασθένειας αυτής είναι η έλλειψη του ασβεστίου (Ca), και ευνοείτε από τις συνθήκες που επηρεάζουν την πρόσληψη του ασβεστίου από το ριζικό σύστημα των φυτών (Μαλαθράκης et al, 2007) (βλ. Υποκεφάλαιο 1.8.5.9: Η ξηρή σήψη κορυφής καρπού (Blossom end rot fruit)).



Εικόνα 5.50: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρή σήψη κορυφής (αγγλ. Blossom end rot) σε δυο διαφορετικούς καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Pakmor (**A, B**). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Μερικά από τα κύρια αίτια που επηρεάζουν την πρόσληψη του ασβεστίου από το ριζικό σύστημα των φυτών, αναφέρονται παρακάτω (Μαλαθράκης et al, 2007):

- Η χαμηλή αναλογία ασβεστίου ως προς τα ολικά διαλυτά άλατα.
- Η υψηλή συγκέντρωση θεικών και χλωριούχων αλάτων στο έδαφος.
- Τα ακανόνιστα ποτίσματα.
- Η υψηλή εξατμισοδιαπνοή.

Από τα παραπάνω αίτια, φαίνεται πως η αλατότητα, και συγκεκριμένα η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών αλάτων στο έδαφος, αποτελούν την κύρια αίτια της εμφάνισης Ξηρής σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας, όμως η ασθένεια αυτή παρατηρήθηκε σε καρπούς των συγκεκριμένων μόνο υβριδίων και ποικιλιών τομάτας. Έτσι, στις επόμενους παραγράφους γίνεται αναφορά των υβριδίων και ποικιλιών, καθώς και των επεμβάσεων όπου παρατηρήθηκε η ασθένεια αυτή σε καρπούς τομάτας.

5.3.7.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στον Πίνακα 5.44 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη).

Πίνακας 5.44: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) της Ξηρής σήψης κορυφής καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
Pakmor	Pomodoro		Bobcat F1
			Faidra F1
			Lobello F1
			Rastony F1
			Athina
			Ντόπια κόκκινη

Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια και ποικιλίες τομάτας.

Παρακάτω στους Πίνακες 5.45 και 5.46 αναφέρεται αντίστοιχα η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε η Ξηρή σήψη κορυφής, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλιών Pakmor και Pomodoro. Ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

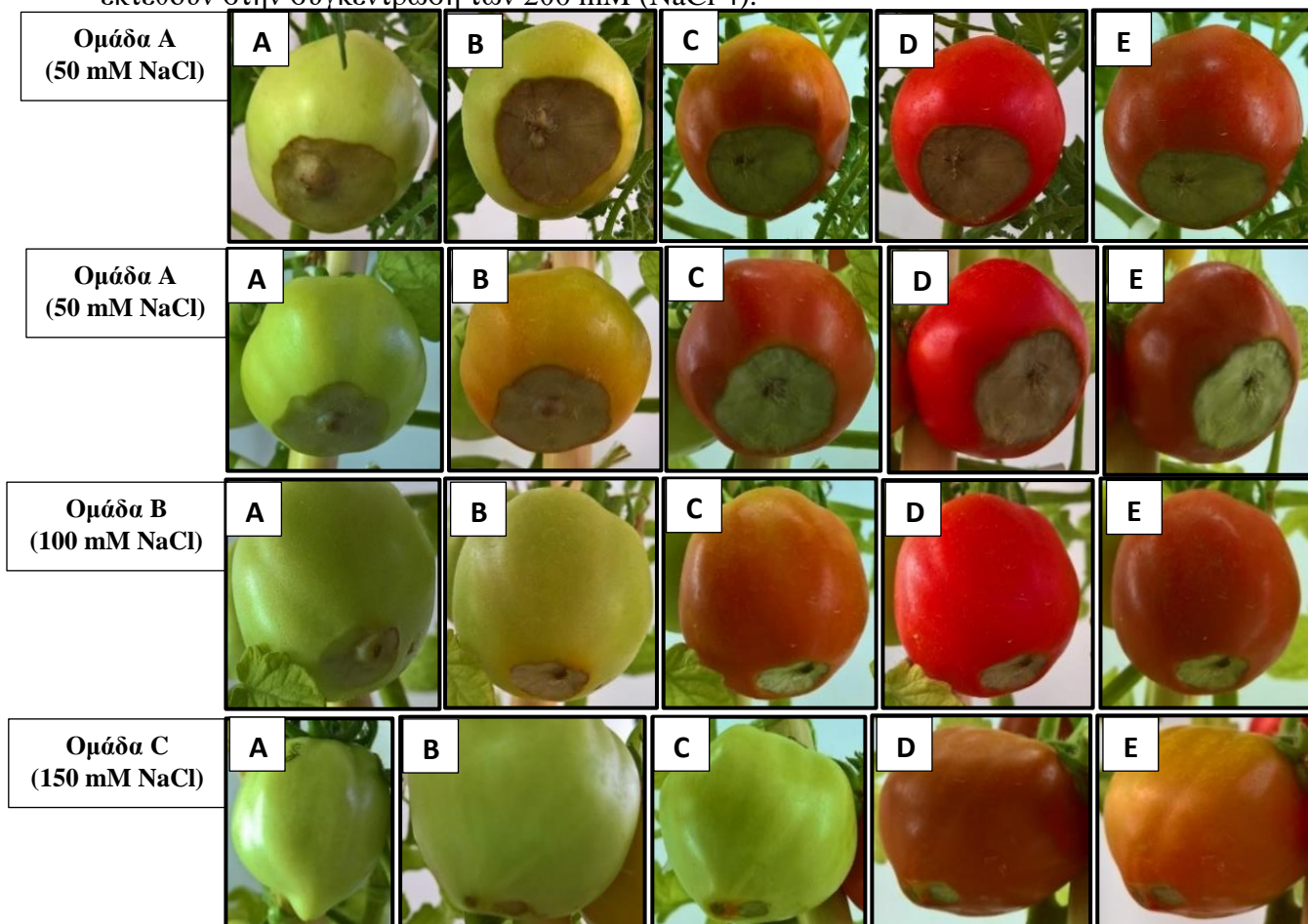
Πίνακας 5.45: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής σε ποικιλία Pakmor.								
Ποικιλία τομάτας (1 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:						Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
Pakmor	Group 1, 2, 3, 4, 5, 6	1	2	3	4	5	6	
	Control (dH ₂ O)	0	0	0	0	0	0	0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	2	3	0	0	1	0	6
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	0	1	1	1	0	4
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	1	1	1	0	0	0	3
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	0	0	0	0	0	0	0

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα τον παραπάνω επεμβάσεων και ποικιλίας τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής καρπών.

Πίνακας 5.46: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής σε ποικιλία Pomodoro.					
Ποικιλία τομάτας (1 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:			Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
Pomodoro	Group 1, 2, 3	1	2	3	
	Control (dH ₂ O)	0	0	0	0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	2	2	2	6
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	2	1	2	5
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	1	0	0	1
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	0	0	0	0

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα τον παραπάνω επεμβάσεων και ποικιλίας τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής καρπών.

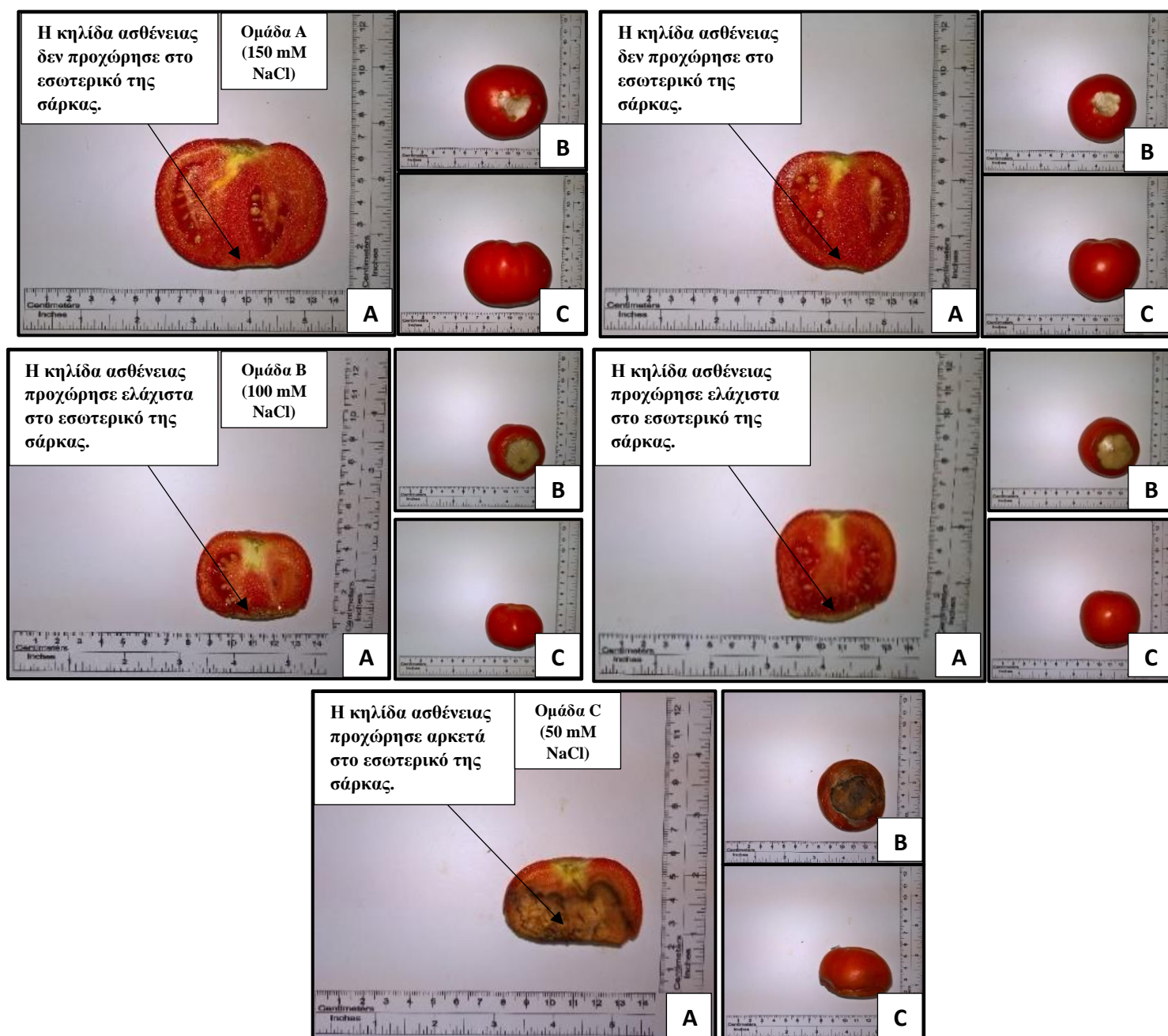
Από τους παραπάνω πίνακες φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με Ξηρή σήψη της κορυφής εμφανίζεται μόνο στις ποικιλίες τομάτας Rakmor και Romodoro. Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής εμφανίζεται πιο **έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτιθούν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **ελάχιστα** όταν εκτιθούν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **καθόλου** όταν εκτεθούν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).



Εικόνα 5.51: Απεικόνιση της εξέλιξης (κατά τα διάφορα στάδια ωρίμανσης, **A-E**: λήψη φωτογραφίας ανά 5^η ημέρες στους ίδιους καρπούς) της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρής σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Rakmor (Group 1). **Ομάδα A ,B:** Συγκέντρωση 50 mM NaCl (NaCl 1). **Ομάδα C:** Συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2). **Ομάδα D:** Συγκέντρωση 150 mM NaCl (NaCl 3). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

➤ Παρατηρήσεις:

Από τις παραπάνω εικόνες παρατηρούμε ότι εκθέτοντας τα φυτά τομάτας σε διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl δεν επηρεάζεται μόνο ο αριθμός καρπών με την εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής, αλλά και η ανάπτυξη (εξάπλωση) της κηλίδας ασθένειας σε αυτούς. Αυτό το παρατηρούμε στις εικόνες της ομάδας A και B, όπου τα φυτά εκτέθηκαν σε συγκέντρωση 50 mM NaCl σε σχέση με τις εικόνες της ομάδας C και D, όπου τα φυτά εκτέθηκαν σε συγκέντρωση 100 mM NaCl και 150 mM NaCl, αντίστοιχα. Στις εικόνες της ομάδας A και B η κηλίδα φαίνεται μεγαλύτερη σε σχέση με την κηλίδα που φαίνεται στις εικόνες της ομάδας C, καθώς ακόμα μεγαλύτερη σε σχέση με τις εικόνες της ομάδας D.



Εικόνα 5.52: Απεικόνιση της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρή σήψη κορυφή σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Rakmor (Group 1 -6). **Ομάδα A:** Συγκέντρωση 150 mM NaCl (NaCl 3). **Ομάδα B:** Συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2). **Ομάδα C:** Συγκέντρωση 50 mM NaCl (NaCl 1). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Επίσης, από τις εικόνες της ομάδας C, όπου τα φυτά εκτέθηκαν σε συγκέντρωση 50 mM NaCl, παρατηρούμε ότι η κηλίδα ασθένειας προχώρησε αρκετά στο εσωτερικό της σάρκας καρπού (αποδιοργάνωση ιστών σάρκας) σε σχέση με τις εικόνες της ομάδας B (100 mM NaCl), όπου η κηλίδα ασθένειας προχώρησε ελάχιστα στο εσωτερικό της σάρκας. Ακόμα περισσότερο το παρατηρούμε αυτό στις εικόνες της ομάδας A (150 mM NaCl), όπου η κηλίδα ασθένειας δεν προχώρησε καθόλου στο εσωτερικό της σάρκας.

5.3.7.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στον Πίνακα 5.47 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1).

Πίνακας 5.47: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
	Bobcat F1		Ebia F1
			Elpida F1
			Ekstasis F1
			Faidra F1
			Formula F1

Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια τομάτας.

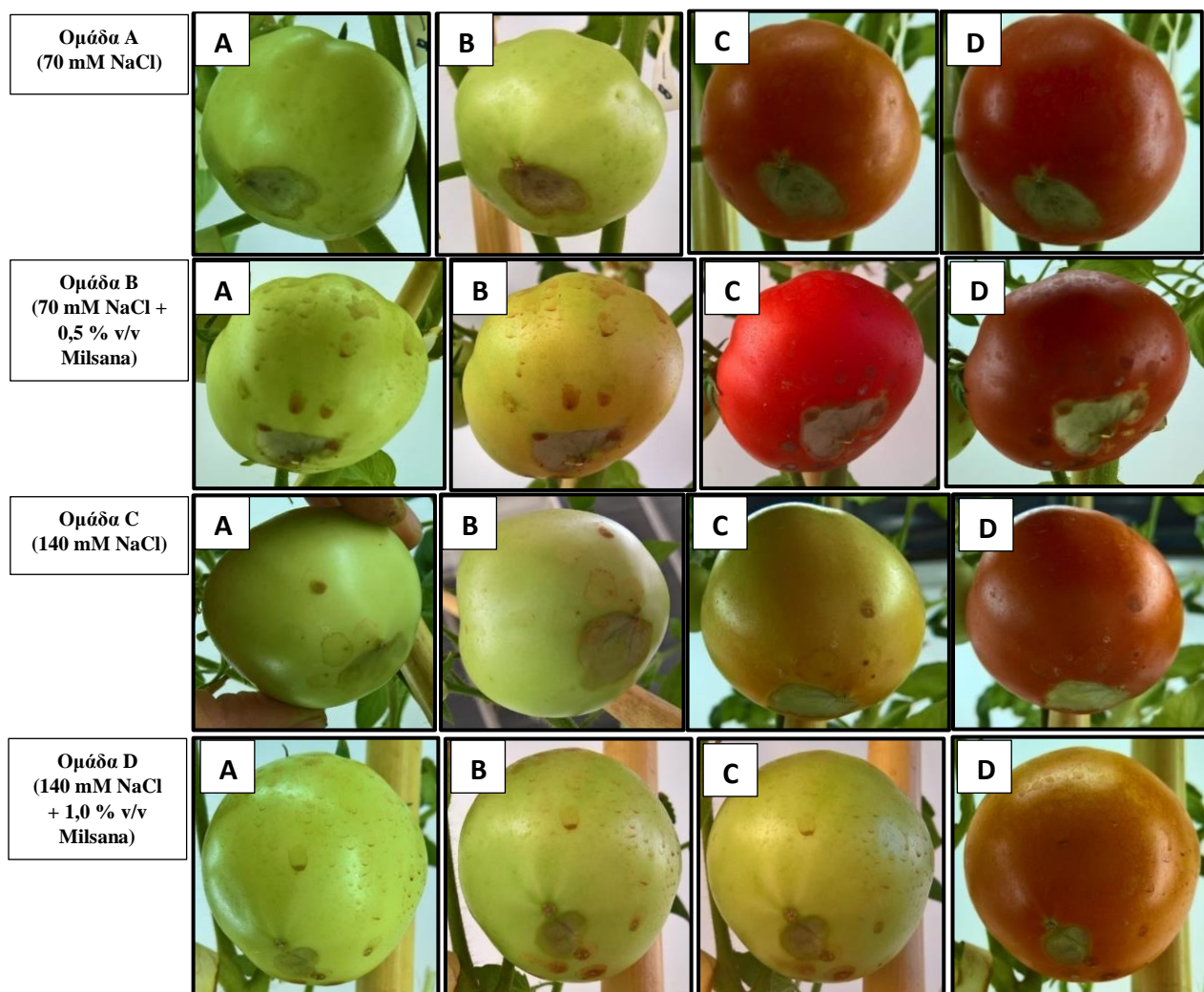
Παρακάτω στον Πίνακα 5.48 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε η Ξηρή σήψη κορυφής, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1. Ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Πίνακας 5.48: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και Milsana και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής σε υβρίδιο Bobcat F1.				
Υβρίδιο τομάτας (2 ^η επέμβαση):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	
Bobcat F1	Group 1, 2			
	Control (dH ₂ O)	0	0	0
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	2	2	4
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	1	1	2
	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	0	1	1
	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	0	0	0
	NaCl 2 (140 mM NaCl)	1	2	3
	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	0	0	0
	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	1	0	1
	NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	0	0	0

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίου τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής καρπών.

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με Ξηρή σήψη της κορυφής εμφανίζεται μόνο στο υβρίδιο τομάτας Bobcat F1. Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής εμφανίζεται πιο **έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **λιγότερο** όταν εκτιθούν στην συγκέντρωση των 140 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας απότρεψε μερικώς την εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας.



Εικόνα 5.53: Απεικόνιση της εξέλιξης (κατά τα διάφορα στάδια ωρίμανσης, **A-D**: λήψη φωτογραφίας ανά 5^η ημέρες στους ίδιους καρπούς) της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρής σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Bobcat F1 (Group 1). **Ομάδα A:** Συγκέντρωση 70 mM NaCl (NaCl 1). **Ομάδα B:** Συγκέντρωση 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana (NaCl 1 + M 1). **Ομάδα C:** Συγκέντρωση 140 mM NaCl (NaCl 2). **Ομάδα D:** Συγκέντρωση 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana (NaCl 2 + M 2). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

➤ Παρατηρήσεις:

Από τις παραπάνω εικόνες παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana δεν απότρεψε μόνο και μείωσε τους καρπούς τομάτας με την εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής, αλλά μείωσε και την ανάπτυξη (εξάπλωση) της κηλίδας ασθένειας σε αυτούς. Αυτό το παρατηρούμε στις εικόνες της ομάδας A, όπου δεν εφαρμόστηκε η Milsana (70 mM NaCl) σε σχέση με τις εικόνες της ομάδας B, όπου εφαρμόστηκε η Milsana (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana). Επίσης, το παρατηρούμε στις εικόνες της ομάδας C, όπου δεν εφαρμόστηκε η Milsana (140 mM NaCl) σε σχέση με τις εικόνες της ομάδας D, όπου εφαρμόστηκε η Milsana (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana). Στις εικόνες της ομάδας A η κηλίδα φαίνεται μεγαλύτερη σε σχέση με την κηλίδα που φαίνεται στις εικόνες της ομάδας B. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στις εικόνες της ομάδας C σε σχέση με τις εικόνες ομάδας D.

5.3.7.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στον Πίνακα 5.49 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1).

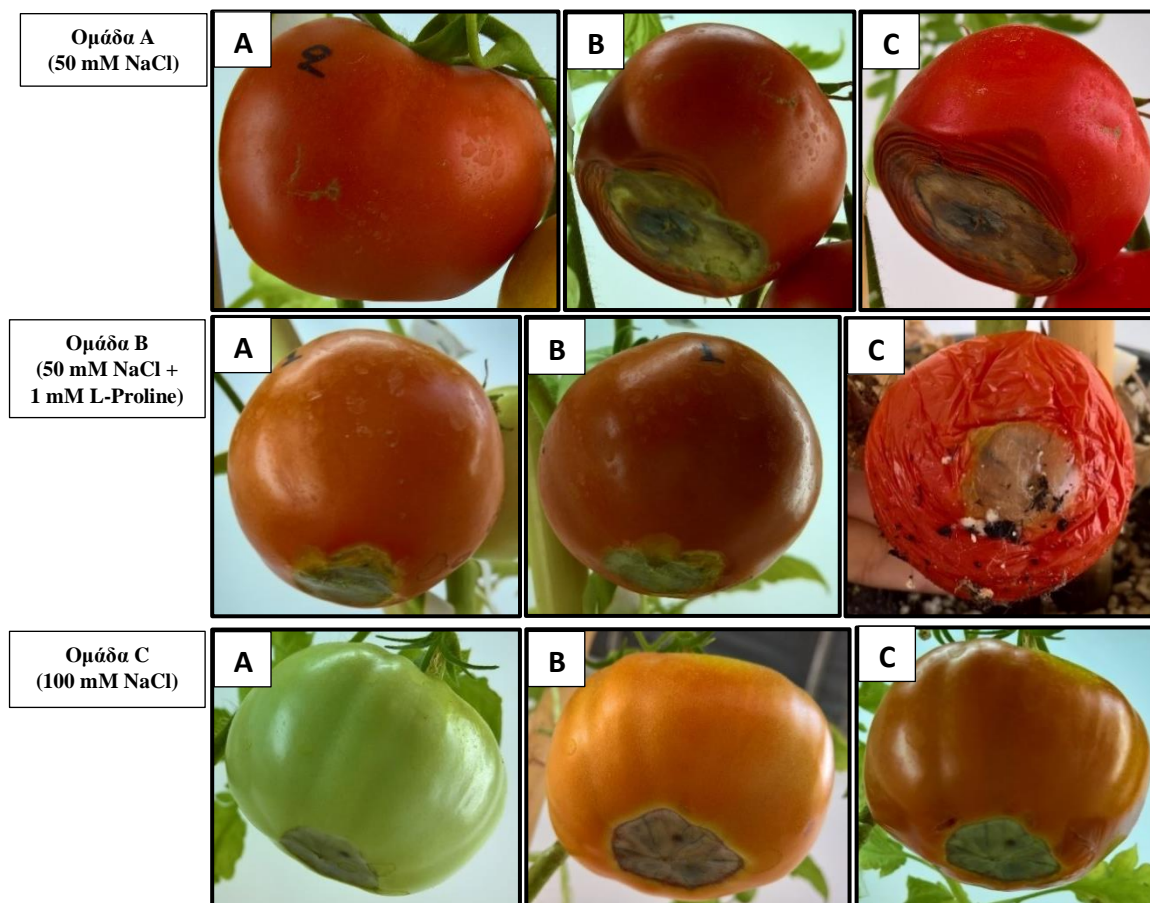
Πίνακας 5.49: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
		Ebia F1	Elpida F1
			Faidra F1
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης της Ξηρής σήψης κορυφής των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια τομάτας.			

Παρακάτω στον Πίνακα 5.50 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε η Ξηρή σήψη κορυφής, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1. Ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Πίνακας 5.50: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και L-Proline και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής σε υβρίδιο Ebia F1.				
Υβρίδιο τομάτας (3 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	
Ebia F1	Group 1, 2			
	Control (dH ₂ O)	0	0	0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	2	1	3
	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	1	0	1
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	1	2
	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	0	0	0
Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίου τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής καρπών.				

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με Ξηρή σήψη της κορυφής εμφανίζεται μόνο στο υβρίδιο τομάτας Ebia F1. Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής εμφανίζεται πιο **έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **λιγότερο** όταν εκτιθούν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας απότρεψε μερικώς την εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας.



Εικόνα 5.54: Απεικόνιση της εξέλιξης (κατά τα διάφορα στάδια ωρίμανσης, **A-C**: λήψη φωτογραφίας ανά 5^η ημέρες στους ίδιους καρπούς) της φυσιολογικής ασθένειας Ξηρής σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ebia F1 (Group 1). **Ομάδα Α:** Συγκέντρωση 50 mM NaCl (NaCl 1). **Ομάδα Β:** Συγκέντρωση 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1). **Ομάδα C:** Συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

➤ Παρατηρήσεις:

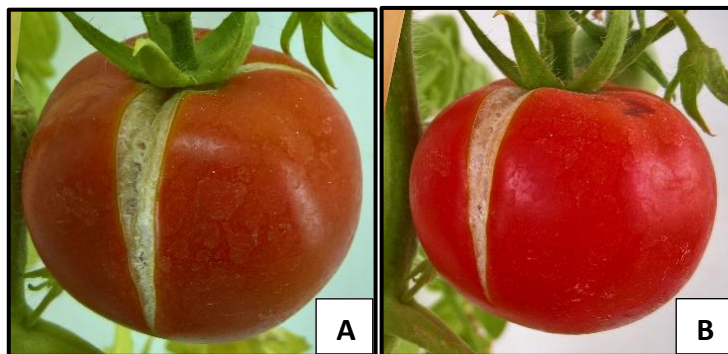
Από τις παραπάνω εικόνες παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline δεν απότρεψε μόνο και μείωσε τους καρπούς τομάτας με την εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής, αλλά μείωσε και την ανάπτυξη (εξάπλωση) της κηλίδας ασθένειας σε αυτούς. Αυτό το παρατηρούμε στις εικόνες της ομάδας A και C όπου δεν εφαρμόστηκε η L-Proline (50 mM NaCl και 100 mM NaCl αντίστοιχα) σε σχέση με τις εικόνες της ομάδας B, όπου εφαρμόστηκε η L-Proline (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline). Στις εικόνες της ομάδας A και C η κηλίδα φαίνεται μεγαλύτερη σε σχέση με την κηλίδα που φαίνεται στις εικόνες της ομάδας B.

5.3.7.2 Σκίσιμο καρπών (Cracking)

Η φυσιολογική ασθένεια αυτή, το σκίσιμο καρπών (αγγλ. Cracking), παρατηρείται κυρίως σε πλήρως αναπτυγμένους καρπούς και σχεδόν πάντοτε σε υπαίθριες καλλιέργειες και σπανιότερα σε θερμοκηπιακές. Το σκίσιμο των καρπών παρουσιάζεται πιο συχνά σε ορισμένες μόνο ποικιλίες. Τα σκισίματα μπορούν να παρουσιαστούν πάνω σε καρπούς με 3^η μορφές:

- a) Γύρο από τον ποδίσκο με την μορφή συγκριτικών κύκλων (αγγλ. Concentric cracks).
- a) Ακτινωτά από τον ποδίσκο προς την περιφέρεια (αγγλ. Radial cracks).
- b) Ακανόνιστα τοποθετημένα πάνω στον καρπό.

Το βάθος του σκισίματος μπορεί να ποικίλει, από ελάχιστα χιλιοστά μέχρι και 0,5 cm και το μήκος τους από λίγα χιλιοστά μέχρι μερικά εκατοστά. Η κύρια αιτία του σκισίματος θεωρούνται ότι είναι η γρήγορη ανάπτυξη των καρπών, οι μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας που συνεπάγονται από μεγάλες διακυμάνσεις της εξατμισοδιαπνοής, τα ακανόνιστα ποτίσματα και η έκθεση καρπών σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία (Μαλαθράκης et al, 2007) (βλ. Υποκεφάλαιο 1.8.5.3 Το σκίσιμο καρπού (Cracks fruit)).



Εικόνα 5.55: Απεικόνιση φυσιολογικής ασθένειας της ακτινωτής μορφής σκισίματος από τον ποδίσκο προς την περιφέρεια (αγγλ. Radials cracks) σε δυο διαφορετικούς καρπούς τομάτας (*Lycopersicum esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1 (**A**, **B**). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Εάν και η αλατότητα, όπως φαίνεται, δεν αποτελεί την αιτία του σκισίματος, όμως το σκίσιμο καρπών παρατηρήθηκε σε συγκεκριμένα μόνο υβρίδια και ποικιλίες τομάτας. Έτσι στις επόμενους παραγράφους γίνεται αναφορά των υβριδίων και ποικιλιών, καθώς και των επεμβάσεων όπου παρατηρήθηκε το σκίσιμο σε καρπούς τομάτας.

5.3.7.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στον Πίνακα 5.51 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης του σκισίματος των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη).

Πίνακας 5.51: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) του σκισίματος των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
	Bobcat F1	Pakmor	Lobello F1
	Faidra F1	Pomodoro	Rastony F1
			Athina
			Ντόπια κόκκινη

Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης του σκισίματος των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια και ποικιλίες τομάτας.

Παρακάτω στον Πίνακα 5.52 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε το σκίσιμο, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλιών Pakmor και Pomodoro και υβριδίων Bobcat F1 και Faidra F1. Ο αριθμός καρπών με σκίσιμο μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

Πίνακας 5.52: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση του σκισίματος σε υβρίδια Bobcat F1 και Faidra, καθώς και σε ποικιλίες Pakmor και Pomodoro.								
Υβρίδια και Ποικιλίες τομάτας (1 ^η επέμβαση):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:						Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
Pakmor	Group 1, 2, 3, 4, 5, 6	1	2	3	4	5	6	
	Control (dH ₂ O)	0	0	0	0	0	0	0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	0	0	0	0	0	0	0
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	0	1	1	1	2	0	5
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	1	2	2	0	2	1	8
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	2	0	0	1	0	0	3
Pomodoro	Group 1, 2, 3	1	2	3				
	Control (dH ₂ O)	0	0	0				0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	0	0	0				0
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	1	2				4
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	2	3	1				6
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	1	1	1				3
Bobcat F1	Group 1, 2	1	2					
	Control (dH ₂ O)	0	0					0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	0	0					0
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	2	1					3
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	2	2					4
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	1	1					2
Faidra F1	Group 1, 2	1	2	3	4			
	Control (dH ₂ O)	0	0	0	0			0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	0	0	0	0			0
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	2	1	1			5
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	2	2	2	1			7
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	1	0	0	1			2

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων και ποικιλιών τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση του σκισίματος καρπών.

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με σκίσιμο εμφανίζεται μόνο στο υβρίδια τομάτας Bobcat F1 και Faidra F1, καθώς και στις ποικιλίες Pakmor και Pomodoro.

Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με σκίσιμο εμφανίζεται **πιο έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **λιγότερο έντονα** όταν εκτεθούν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2) και **μετρίως** όταν εκτεθούν στην συγκέντρωση των 200 mM NaCl (NaCl 4).

5.3.7.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στον Πίνακα 5.53 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης του σκισίματος των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1).

Πίνακας 5.53: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) του σκισίματος των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
	Ekstasis F1	Ebia F1	Bobcat F1
		Elpida F1	Faidra F1
			Formula F1

Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης του σκισίματος των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια και ποικιλίες τομάτας.

Παρακάτω στον Πίνακα 5.54 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε το σκίσιμο, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίων Ekstasis F1, Ebia F1 και Elpida F1. Ο αριθμός καρπών με σκίσιμο μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

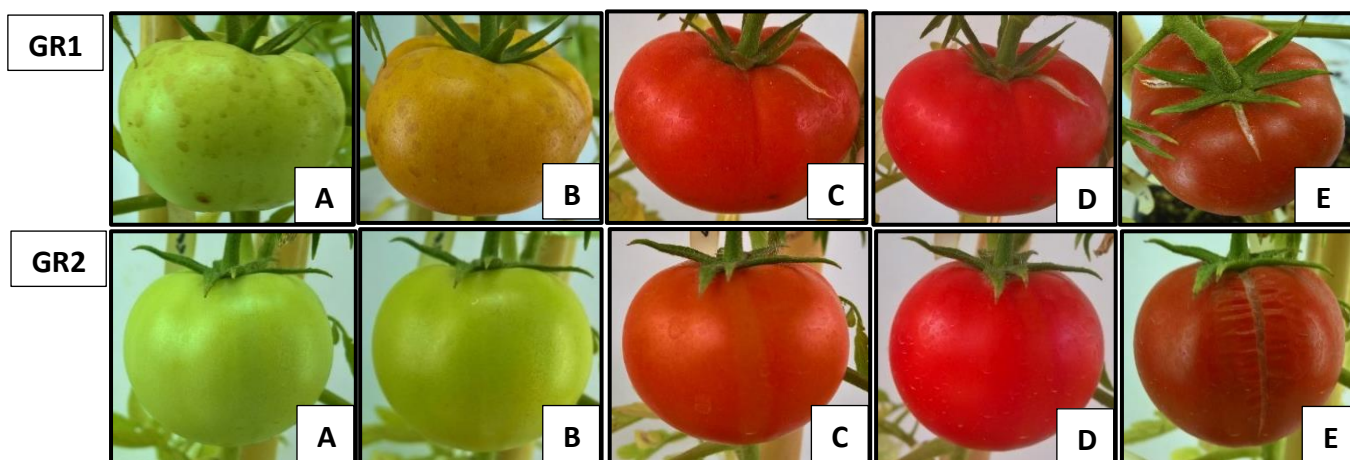
Πίνακας 5.54: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και Milsana και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση του σκισίματος σε υβρίδια Ekstasis F1, Ebia F1 και Elpida F1.				
Υβρίδια τομάτας (2 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	
Ekstasis F1	Group 1, 2	1	2	
	Control (dH ₂ O)	0	0	0
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	2	1	3
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	2	1	3
	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	1	1	2
	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	1	0	1
	NaCl 2 (140 mM NaCl)	2	2	4
	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	2	1	3
	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	1	1	2
	NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	1	0	1
	Ebia F1	Group 1, 2	1	2
Control (dH ₂ O)		0	0	0
NaCl 1 (70 mM NaCl)		1	1	2
NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		1	1	2
NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		1	0	1
NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)		0	0	0
NaCl 2 (140 mM NaCl)		2	1	3
NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)		1	1	2
NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)		1	0	1
NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)		0	0	0
Elpida F1		Group 1, 2	1	2
	Control (dH ₂ O)	0	0	0
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	1	1	2
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	1	1	2

NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	1	0	1
NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	0	0	0
NaCl 2 (140 mM NaCl)	2	1	3
NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	1	1	2
NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	1	1	2
NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	0	1	1

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση του σκισίματος καρπών.

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με σκίσιμο εμφανίζεται μόνο στο υβρίδια τομάτας Ekstasis F1, Ebia F1 και Elpida F1. Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με σκίσιμο εμφανίζεται **πιο έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **λιγότερο** όταν εκτιθούν στην συγκέντρωση των 140 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας απότρεψε μερικώς την εμφάνιση του σκισίματος σε καρπούς τομάτας.



Εικόνα 5.56: Απεικόνιση της εξέλιξης του σκισίματος (κατά τα διάφορα στάδια ωρίμανσης, **A-E**: λήψη φωτογραφίας ανά 5^ε ημέρες στους ίδιους καρπούς) σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Ekstasis F1. **Παρτίδες φυτών: GR1:** Group 1. Συγκέντρωση 70 mM NaCl (NaCl 1). **GR2:** Group 2. Συγκέντρωση 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana (NaCl 1 + M 2). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.3.7.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στον Πίνακα 5.55 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης του σκισίματος των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1).

Πίνακας 5.55: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) του σκισίματος των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
	Elpida F1	Ebia F1	Faidra F1
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης του σκισίματος των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια τομάτας.			

Παρακάτω στον Πίνακα 5.56 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και L-Proline στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε το σκίσιμο, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίων Ebia F1 και Elpida F1. Ο αριθμός καρπών με σκίσιμο μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl και L-Proline απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

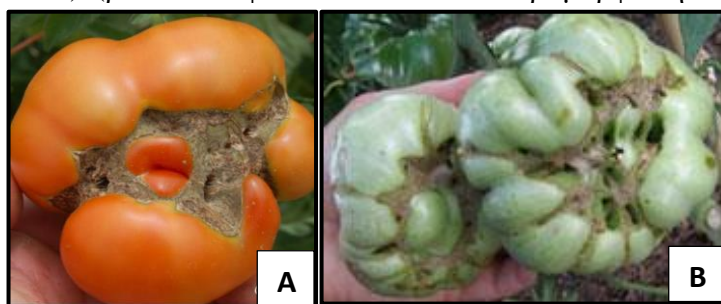
Πίνακας 5.56: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και L-Proline και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση του σκισίματος σε υβρίδια Ebia F1 και Elpida F1.				
Υβρίδια τομάτας (3 ^η επέμβασης):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα φυτών:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
		1	2	
Ebia F1	Group 1, 2	1	2	
	Control (dH ₂ O)	0	0	0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	0	0	0
	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	0	0	0
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	0	1	1
	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	0	0	0
Elpida F1	Group 1, 2	1	2	
	Control (dH ₂ O)	0	0	0
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	0	1	1
	NaCl 1 + L-Pro 1 (50 mM NaCl + 1 mM L-Proline)	0	1	1
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	3	1	4
	NaCl 2 + L-Pro 2 (100 mM NaCl + 5 mM L-Proline)	1	1	2
Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίων τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση του σκισίματος καρπών.				

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με σκίσιμο εμφανίζεται μόνο στο υβρίδια τομάτας Ebia F1 και Elpida F1. Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με σκίσιμο εμφανίζεται πιο **έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 100 mM NaCl (NaCl 2) και **λιγότερο** όταν εκτιθούν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας απότρεψε ελαφρώς την εμφάνιση του σκισίματος σε καρπούς τομάτας.

5.3.7.3 Παραμόρφωση καρπών (Catfacing)

Η φυσιολογική ασθένεια αυτή, η παραμόρφωση των καρπών (αγγλ. Catfacing) παρουσιάζεται σε ορισμένες μόνο ποικιλίες και ιδιαίτερα σε μεγαλόκαρπες. Η κύρια αίτια της παραμόρφωσης οφείλεται κύριος λόγο της ανώμαλης ανάπτυξης του ανθούς, με την εκδήλωση της ατελής ανάπτυξης των εξωτερικών κυττάρων των καρπόφυλλων στην κορυφή των καρπών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, στο πίσω μέρος των καρπών να δημιουργούνται κοιλότητες διαφόρων μεγεθών, που πολλές φορές φτάνουν μέχρι και τον πλακούντα. Σύγχρονος δημιουργούνται υπερτροφίες και καστανές γραμμώσεις. Η ανώμαλη ανάπτυξη του άνθους μπορεί να δημιουργηθεί λόγω της επικράτησης χαμηλών θερμοκρασιών κατά τον σχηματισμό του ανθούς, της υπερβολικής χρήσης καρποδοτικών ουσιών (π.χ. ορμονών) και της υπερβολικής αζωτούχος λίπανσης (Μαλαθράκης et al, 2007) (βλ. Υποκεφάλαιο 1.8.5.2: Η παραμόρφωση καρπού (Catfacing ή Misshapen fruit)).



Εικόνα 5.57: Απεικόνιση φυσιολογικής ασθένειας της παραμόρφωσης (αγγλ. Catfacing) σε ένα ώριμο (A) και ανώριμο (B) καρπό τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

Εάν και η αλατότητα δεν αποτελεί την αίτια της παραμόρφωσης των καρπών, όμως η παραμόρφωση παρατηρήθηκε σε καρπούς συγκεκριμένων μόνο υβριδίων και ποικιλιών τομάτας. Έτσι στις επόμενους παραγράφους γίνεται αναφορά των υβριδίων και ποικιλιών, καθώς και των επεμβάσεων όπου παρατηρήθηκε η παραμόρφωση σε καρπούς τομάτας.

5.3.7.3.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Στον Πίνακα 5.57 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης της παραμόρφωσης των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την 1^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina, Pakmor, Pomodoro και Ντόπια κόκκινη).

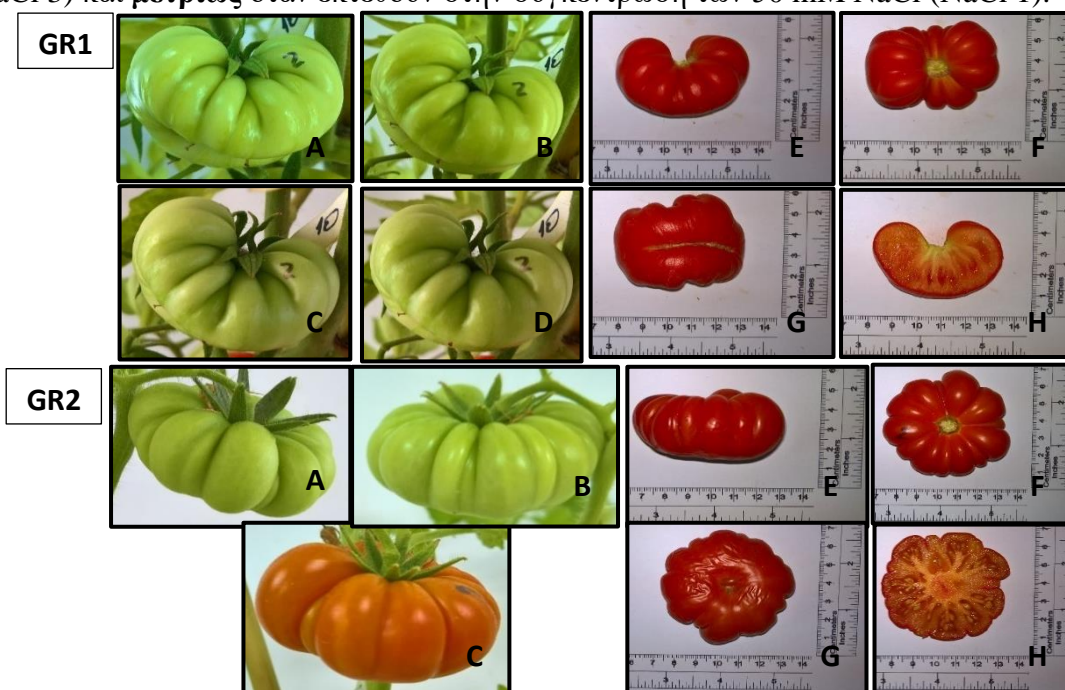
Πίνακας 5.57: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) της παραμόρφωσης των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
	Ντόπια κόκκινη		Bobcat F1
			Faidra F1
			Lobello F1
			Rastony F1
			Athina
			Pakmor
			Pomodoro
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης της παραμόρφωσης των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια και ποικιλίες τομάτας.			

Παρακάτω στον Πίνακα 5.58 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε η παραμόρφωση, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ντόπια κόκκινη. Ο αριθμός καρπών με παραμόρφωση μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl, 150 mM NaCl, 200 mM NaCl).

Πίνακας 5.58: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση της παραμόρφωσης σε ποικιλία Ντόπια κόκκινη.						
Ποικιλία τομάτας (1 ^η επέμβαση):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα φυτών:			Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:	
		1	2	3		
Ντόπια κόκκινη	Group 1, 2, 3	1	2	3		
	Control (dH ₂ O)	0	0	0	0	
	NaCl 1 (50 mM NaCl)	1	1	0	2	
	NaCl 2 (100 mM NaCl)	1	2	1	4	
	NaCl 3 (150 mM NaCl)	1	1	1	3	
	NaCl 4 (200 mM NaCl)	0	0	0	0	

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και ποικιλίας τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση της παραμόρφωσης καρπών.

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με παραμόρφωση εμφανίζεται μόνο στην ποικιλία Ντόπια κόκκινη. Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με παραμόρφωση εμφανίζεται **πιο έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 100 mM NaCl (NaCl 2) και **λιγότερο έντονα** όταν εκτεθούν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **μετρίως** όταν εκτεθούν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1).



Εικόνα 5.58: Απεικόνιση της εξέλιξης παραμόρφωσης (κατά τα διάφορα στάδια ωρίμανσης, **A-D:** λήψη φωτογραφίας ανά 5^ε ημέρες στους ίδιους καρπούς, **E-H:** λήψη σε μιλιμετρέ χαρτί) σε καρπούς τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ποικιλίας Ντόπια κόκκινη. **Παρτίδες φυτών: GR1:** Group 1. Συγκέντρωση 50 mM NaCl (NaCl 1). **GR2:** Group 2. Συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2). (Λήψη φωτογραφίας με φωτογραφική μηχανή Canon.)

5.3.7.3.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Στον Πίνακα 5.59 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης της παραμόρφωση των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 2^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Bobcat F1, Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1).

Πίνακας 5.59: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) της παραμόρφωσης των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
		Elpida F1	Bobcat F1
			Ebia F1
			Ekstasis F1
			Faidra F1
			Formula F1

Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης της παραμόρφωσης των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια τομάτας.

Παρακάτω στον Πίνακα 5.60 αναφέρεται η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων NaCl και Milsana στον αριθμό καρπών όπου παρατηρήθηκε η παραμόρφωση, που μετρήθηκαν σε φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) υβριδίου Elpida F1. Ο αριθμός καρπών με παραμόρφωση μετρήθηκε σε in vivo συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις NaCl και Milsana απεικονίζονται από τον μάρτυρα προς την μεγαλύτερη συγκέντρωση (δηλ. Control, 70 mM NaCl, 70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl, 140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Πίνακας 5.60: Οι διάφορες επεμβάσεις του NaCl και Milsana και ο αντίστοιχος αριθμός καρπών με εμφάνιση της παραμόρφωσης σε υβρίδιο Elpida F1.				
Υβρίδιο τομάτας (2 ^η επέμβαση):	Επεμβάσεις και παρτίδες φυτών:	Αριθμός καρπών ανά επέμβαση και παρτίδα φυτών:		Συνολικός αριθμός καρπών ανά επέμβαση:
Elpida F1	Group 1, 2	1	2	
	Control (dH ₂ O)	0	0	0
	NaCl 1 (70 mM NaCl)	1	1	2
	NaCl 1 + M 1 (70 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	1	0	1
	NaCl 1 + M 2 (70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	0	0	0
	NaCl 1 + M 3 (70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	0	0	0
	NaCl 2 (140 mM NaCl)	1	1	2
	NaCl 2 + M 1 (140 mM NaCl + 0,5 % v/v Milsana)	1	1	2
	NaCl 2 + M 2 (140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana)	1	0	1
	NaCl 2 + M 3 (140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana)	0	1	1

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στον μάρτυρα των παραπάνω επεμβάσεων και υβριδίου τομάτας δεν παρατηρήθηκε καθόλου η εμφάνιση της παραμόρφωσης καρπών.

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με παραμόρφωση εμφανίζεται μόνο στο υβρίδιο τομάτας Elpida F1. Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με παραμόρφωση εμφανίζεται **έντονα** όταν τα φυτά εκτεθούν στην αλατότητα της τάξης των 70 mM NaCl (NaCl 1) και 140 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, παρατηρούμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας απότρεψε μερικώς την εμφάνιση της παραμόρφωσης σε καρπούς τομάτας.

5.3.7.3.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Στον Πίνακα 5.61 αναφέρεται ο βαθμός εμφάνισης της παραμόρφωση των καρπών που παρατηρήθηκε οπτικά σε υβρίδια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) που χρησιμοποιήθηκαν κατά την 3^η πειραματική επέμβαση (δηλ. σε υβρίδια Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1).

Πίνακας 5.61: Ο βαθμός εμφάνισης (οπτικά) της παραμόρφωσης των καρπών σε αντίστοιχα υβρίδια τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).			
Έντονου βαθμού εμφάνιση:	Μεσαίου βαθμού εμφάνιση:	Ευαίσθητου βαθμού εμφάνιση:	Καθόλου εμφάνιση:
			Ebia F1
			Elpida F1
			Faidra F1
Σημείωση: Ο βαθμός εμφάνισης της παραμόρφωσης των καρπών προσδιορίστηκε οπτικά στα παραπάνω υβρίδια τομάτας.			

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με παραμόρφωση δεν εμφανίστηκε σε κανένα από τα παραπάνω υβρίδια τομάτας (δηλ. Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
Συμπεράσματα και Συζήτηση

6.1 Συμπεράσματα και συζήτηση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά

6.1.1 Συμπεράσματα και συζήτηση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου μέρους

6.1.1.1 Ύψος κύριου στελέχους

6.1.1.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεράνουμε ότι το ύψος του κύριου στελέχους επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σύγκριση με τον μάρτυρα). Συγκεκριμένα, το ύψος μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **πέρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι το ύψος κύριου στελέχους στα φυτά τομάτας μειώθηκε σημαντικά, μετά την έκθεση αυτών σε συνθήκες αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στο ύψος κύριου στελέχους, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Rastony F1, Pomodoro. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Ντόπια κόκκινη. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Lobello F1, Pakmor.

6.1.1.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) το ύψος του κύριου στελέχους επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, το ύψος μειώθηκε **ελάχιστα** όταν το φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του ύψους κύριου στελέχους όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στο ύψος κύριου στελέχους, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Ekstasis F1, Formula F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.

6.1.1.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) το ύψος του κύριου στελέχους επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το

μάρτυρα). Συγκεκριμένα, το ύψος μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του ύψους όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση του ύψους, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στο ύψος κύριου στελέχους, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.1.1.2 Διάμετρος κύριου στελέχους

6.1.1.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεράνουμε ότι η διάμετρος του κύριου στελέχους επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σύγκριση με τον μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η διάμετρος μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **πάρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι η διάμετρος κύριου στελέχους στα φυτά τομάτας μειώθηκε σημαντικά, μετά την έκθεση αυτών σε συνθήκες αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην διάμετρο κύριου στελέχους, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Rastony F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Pomodoro, Ντόπια κόκκινη. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Pakmor.

6.1.1.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) η διάμετρος του κύριου στελέχους επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η διάμετρος μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου κύριου στελέχους όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην διάμετρο κύριου στελέχους, είναι ο εξής:
 a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Ekstasis F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Formula F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.

6.1.1.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) η διάμετρος του κύριου στελέχους επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η διάμετρος μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην διάμετρο κύριου στελέχους, είναι ο εξής:
 a) Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ebia F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.1.1.3 Αριθμός φύλλων

6.1.1.3.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των φύλλων επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, ο αριθμός φύλλων μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **πέρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι ο αριθμός φύλλων στα φυτά τομάτας μειώθηκε σημαντικά, μετά την έκθεση αυτών σε συνθήκες αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στον αριθμό φύλλων, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Rastony F1, Pomodoro. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Ντόπια κόκκινη. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Pakmor.

6.1.1.3.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) ο αριθμός των φύλλων επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, ο αριθμός φύλλων μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση

των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού φύλλων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στον αριθμό φύλλων, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1, Formula F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.

6.1.1.3.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) ο αριθμός των φύλλων επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, ο αριθμός φύλλων μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού των φύλλων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού φύλλων, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στον αριθμό φύλλων, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.1.2 Συμπεράσματα και συζήτηση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά υπόγειου μέρους

6.1.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεράνουμε ότι η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος επηρεάστηκαν από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, οι παραπάνω παράμετροι μειώθηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **πάρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος στα φυτά τομάτας μειώθηκε σημαντικά, μετά την έκθεση αυτών σε συνθήκες αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Athina. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Pakmor, Pomodoro, Ντόπια κόκκινη. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Rastony F1.

6.1.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος επηρεάστηκαν από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, οι παραπάνω παράμετροι μειώθηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου λαιμού, και της διαμέτρου και μήκους ριζικού συστήματος όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1, Faidra F1, Formula F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Ekstasis F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.1.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) η διάμετρος λαιμού, και η διάμετρος και μήκος ριζικού συστήματος επηρεάστηκαν από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, οι παραπάνω παράμετροι μειώθηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου λαιμού, και της διαμέτρου και μήκους ριζικού συστήματος όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση του ύψους, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην διάμετρο λαιμού, και στην διάμετρο και μήκος ριζικού συστήματος, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.1.3 Συμπεράσματα και συζήτηση στα συμπτώματα αλατότητας και ανατομικά χαρακτηριστικά

6.1.3.1 Καρούλιασμα, χλώρωση, πάχυνση και νέκρωση φύλλων

6.1.3.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι το καρούλιασμα, η χλώρωση, η πάχυνση και η νέκρωση των φύλλων εμφανίστηκαν σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας ως επίδραση της αλατότητας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, τα παραπάνω συμπτώματα εμφανίστηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **πάρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεραίνουμε ότι τα παραπάνω συμπτώματα είχαν μια σημαντική εμφάνιση στα φυτά τομάτας, μετά την έκθεση αυτών σε συνθήκες αλατότητας.

6.1.3.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) το καρούλιασμα, η χλώρωση, η πάχυνση και η νέκρωση των φύλλων εμφανίστηκαν σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, τα παραπάνω συμπτώματα εμφανίστηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεραίνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

6.1.3.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) το καρούλιασμα, η χλώρωση, η πάχυνση και η νέκρωση των φύλλων εμφανίστηκαν σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, τα παραπάνω συμπτώματα εμφανίστηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεραίνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1)

βοηθάει αρκετά στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

6.1.3.2 Επίκτητες ρίζες και εναέριες ρίζες στελέχους (περιοχή λαιμού)

6.1.3.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίστηκαν σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας ως επίδραση της αλατότητας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίστηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **πάρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι τα οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες είχαν μια σημαντική εμφάνιση στα φυτά τομάτας, μετά την έκθεση αυτών σε συνθήκες αλατότητας.

6.1.3.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίστηκαν σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας ως επίδραση της αλατότητας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίστηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των επίκτητων και εναέριων ριζών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

6.1.3.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίστηκαν σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας ως επίδραση της αλατότητας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, οι επίκτητες ρίζες και οι εναέριες ρίζες εμφανίστηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να μειώσει την εμφάνιση των επίκτητων και εναέριων ριζών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, ότι στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1)

βοηθάει αρκετά στο να μειώσει την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

6.1.4 Ανακεφαλαίωση συμπερασμάτων στα μορφολογικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την ξένη και διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρεται ότι το ύψος του κύριου στελέχους και η ανάπτυξη των φύλλων είναι τα κυρία χαρακτηριστικά που επηρεάζονται περισσότερο στην καλλιέργεια της τομάτας, λόγω της υψηλής υπέρξεως του χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο εδαφικό διάλυμα. Όμως, η επίδραση της αλατότητας στο ριζικό σύστημα των φυτών τομάτας δεν έχει ακόμη ξεκαθαριστεί πλήρως (Γιαννόπουλος, 2010). Έτσι, όπως αναφέρει ο Βλάχου, 2011, στα φυτά τομάτας παρατηρήθηκε μια μείωση στο ρυθμό ανάπτυξης, της φυλλικής επιφάνειας ανά φύλλο και του αριθμού φύλλων ανά φυτό, καθώς και του νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών και των φύλλων, όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (βλ. Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στην αλατότητα. Υποκεφάλαιο 2.5: Η επίδραση αλατότητας στα φυτά).

Όπως φάνηκε από τα παραπάνω συμπεράσματα, η υψηλή συγκέντρωση NaCl επίδρασε αρνητικά στα μορφολογικά χαρακτηριστικά υπέργειου και υπόγειου μέρους (όπως ύψος και διάμετρος κύριου στελέχους, αριθμός φύλλων, καθώς και μήκος και διάμετρος του ριζικού συστήματος), που είχε ως αποτέλεσμα να μειώσει σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη των υβριδίων και ποικιλιών τομάτας.

Η θετική επίδραση διαφόρων σκευασμάτων, όπως του φυτικού εκχυλίσματος Milsana και του αμινοξέος L-Proline, σε υβρίδια τομάτας, που ταυτοχρόνως εκτέθηκαν στην υψηλή συγκέντρωση NaCl ήταν αρκετά σημαντική και είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή, σε αρκετά μεγάλο βαθμό, της μείωσης του ύψους και της διαμέτρου του κύριου στελέχους, καθώς και του αριθμού των φύλλων, σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες μέτριας ή υψηλής αλατότητας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, η ανάπτυξη των φυτών να μην επηρεάζεται σημαντικά (ή να επηρεάζεται ελάχιστα), όταν αυτά εκτεθούν σε συνθήκες αλατότητας. Επίσης, με την εφαρμογή των παραπάνω ουσιών σε φυτά τομάτας, είχε ως αποτέλεσμα να αποτρέψουν, σε σχετικά σημαντικό βαθμό την μείωση της διαμέτρου του λαιμού και της διαμέτρου και μήκους του ριζικού συστήματος, σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες μέτριας ή υψηλής αλατότητας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, το ριζικό σύστημα των φυτών να μην επηρεάζεται σημαντικά (ή να επηρεάζεται ελάχιστα), όταν αυτά εκτεθούν σε συνθήκες αλατότητας.

Τέλος, με την εφαρμογή των παραπάνω ουσιών, είχε ως αποτέλεσμα να αποτρέπουν σε αρκετά μεγάλο βαθμό τα συμπτώματα αλατότητας (όπως καρούλιασμα, χλώρωση, και νέκρωση φύλλων, καθώς και την δημιουργία επίκτητων ριζών και εναέριων ριζών στα στελέχη) και ανατομικά χαρακτηριστικά (όπως πάχυνση φύλλων) σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας, όταν αυτά εκτεθούν σε συνθήκες μέτριας ή υψηλής αλατότητας.

Οι παραπάνω ουσίες έδωσαν ισχυρά αποτελέσματα όταν εφαρμόστηκαν στις συγκεντρώσεις των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana), καθώς και στις συγκεντρώσεις των 1 mM και 5 mM L-Proline (δηλ. στις επεμβάσεις 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline και 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

6.2 Συμπεράσματα και συζήτηση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά

6.2.1 Συνολικός αριθμός και βάρος καρπών

6.2.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο συνολικός αριθμός και το βάρος καρπών επηρεάστηκαν από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, ο συνολικός αριθμός και το βάρος καρπών μειώθηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πάρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι ο συνολικός αριθμός και βάρος καρπών σε φυτά τομάτας μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στον αριθμό και βάρος καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Rastony F1, Pomodoro. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1, Lobello F1, Ντόπια κόκκινη. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Pakmor.

6.2.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) ο συνολικός αριθμός και το βάρος καρπών επηρεάστηκαν από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, συνολικός ο αριθμός και το βάρος καρπών μειώθηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού και βάρος καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στον αριθμό και βάρος καρπών, είναι ο εξής: Έντονου βαθμού επίδραση: Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Ekstasis F1, Formula F1.

6.2.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) ο συνολικός αριθμός και το βάρος καρπών επηρεάστηκαν από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, συνολικός ο αριθμός και το βάρος καρπών μειώθηκαν **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού και βάρους καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση του αριθμού και βάρους καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στον αριθμό και βάρους καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.2.2 Διάμετρος καρπών

6.2.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι η διάμετρος των καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η διάμετρος των καρπών μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **πάρα πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι η διάμετρος των καρπών σε φυτά τομάτας μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην διάμετρο καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Lobello F1, Pakmor. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Rastony F1, Athina, Pomodoro, Ντόπια κόκκινη. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Faidra F1.

6.2.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) η διάμετρος των καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η διάμετρος των καρπών μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου των καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια, βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην διάμετρο καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Formula F1. C) Μικρού βαθμού επίδραση: Ekstasis F1.

6.2.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) η διάμετρος των καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η διάμετρος των καρπών μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της διαμέτρου καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην διάμετρο καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Ebia F1.

6.2.3 Δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών

6.2.3.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών **αυξήθηκε** ελάχιστα όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώθηκε** με ραγδαίους ρυθμούς όταν εκτέθηκαν από την συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2) μέχρι και την συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι αυξάνεται η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών σε φυτά τομάτας, όταν αυτά εκτίθενται σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας και μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Pakmor, Ντόπια κόκκινη. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Rastony F1, Athina, Pomodoro. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Lobello F1.

6.2.3.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση

με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της δύναμης αποκοπής ποδίσκου καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Formula F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Ekstasis F1.

6.2.3.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών **αυξήθηκε** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώθηκε** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της δύναμης αποκοπής ποδίσκου, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της δύναμης αποκοπής καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην δύναμη αποκοπής ποδίσκου καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ebia F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.2.4 Υφή - Σκληρότητα καρπών

6.2.4.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι η υφή και σκληρότητα της σάρκας καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η υφή και σκληρότητα της σάρκας καρπών **αυξήθηκε** ελάχιστα όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώθηκε** με ραγδαίους ρυθμούς όταν εκτέθηκαν από την συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2) μέχρι και την συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι αυξάνεται η υφή σκληρότητα καρπών σε φυτά τομάτας, όταν αυτά εκτίθενται σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας και μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην υφή και σκληρότητα καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Lobello F1, Pakmor, Pomodoro. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Athina, Ντόπια κόκκινη. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Rastony F1.

6.2.4.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) η υφή και σκληρότητα της σάρκας καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η υφή και σκληρότητα της σάρκας καρπών μειώθηκε **ελάχιστα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **αρκετά** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της υφής και σκληρότητας καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην υφή και σκληρότητα καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Formula F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1.

6.2.4.2 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) η υφή και σκληρότητα της σάρκας καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η υφή και σκληρότητα της σάρκας καρπών **αυξήθηκε** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώθηκε** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της υφής και σκληρότητας καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της υφής και σκληρότητας καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην υφή και σκληρότητα καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Elpida F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Faidra F1.

6.2.5 Ολικά διαλυτά στερεά καρπών

6.2.5.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

➤ Συγκέντρωση σακχάρων καρπού (%):

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των σακχάρων σε καρπούς **αυξήθηκε** ραγδαία όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε συγκέντρωση 100 mM NaCl (NaCl 2) και **μειώθηκε** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι αυξάνεται η συγκέντρωση των σακχάρων στους καρπούς, όταν τα φυτά τομάτας εκτίθενται σε συνθήκες μέτριας αλατότητας και μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Pakmor, Pomodoro. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Lobello F1, Rastony F1, Athina. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Ντόπια κόκκινη.

➤ Συγκέντρωση αλάτων καρπού (%):

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Σε αντίθεση με τα σάκχαρα, η συγκέντρωση των αλάτων σε καρπούς **αυξήθηκε** ραγδαία και συνεχόμενα όταν τα φυτά εκτέθηκαν μέχρι και την συγκέντρωση 200 mM NaCl (NaCl 4).

Με το αποτέλεσμα αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αυξάνονται τα άλατα των καρπών όταν τα φυτά εκτίθενται σε συνθήκες μέτριας αλατότητας και πολύ περισσότερο όταν εκτίονται στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Faidra F1, Rastony F1, Athina, Pakmor. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Lobello F1, Pomodoro. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Ντόπια κόκκινη.

6.2.5.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

➤ Συγκέντρωση σακχάρων καρπού (%):

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των σακχάρων σε καρπούς **αυξήθηκε** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **μειώθηκε** ελάχιστα όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Ekstasis F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Formula F1.

➤ Συγκέντρωση αλάτων καρπού (%):

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη δεύτερη επέμβαση (NaCl + Milsana) η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των αλάτων σε καρπούς **αυξήθηκε** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM NaCl (NaCl 2) και **μειώθηκε** ελάχιστα όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 70 mM (NaCl 1).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων καρπών όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και Milsana στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Elpida F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Bobcat F1, Ekstasis F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Formula F1.

6.2.5.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

➤ Συγκέντρωση σακχάρων καρπού (%):

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των σακχάρων σε καρπούς αυξήθηκε **ελάχιστα** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την μείωση της συγκέντρωσης σακχάρων καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στις συγκεντρώσεις 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1),

καθώς 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την μείωση της συγκέντρωσης σακχάρων καρπών.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (σακχάρων %) καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Faidra F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Elpida F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Ebia F1.

➤ Συγκέντρωση αλάτων καρπού (%):

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της πρώτης επέμβασης (NaCl), και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, συμπεραίνουμε και ότι στη τρίτη επέμβαση (NaCl + L-Proline) η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών επηρεάστηκε από την αλατότητα σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας (σε σχέση με το μάρτυρα). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των αλάτων σε καρπούς αυξήθηκε **ελάχιστα** (σε σύγκριση με τον μάρτυρα) όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **πολύ** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων καρπών, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια στην συγκέντρωση 100 mM NaCl και 5 mM L-Proline (NaCl 2 + L-Pro 2) βοηθάει αρκετά στο να αποτρέψει την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων καρπών, ενώ στην συγκέντρωση 50 mM NaCl και 1 mM L-Proline (NaCl 1 + L-Pro 1) βοηθάει ελάχιστα.

Ο βαθμός επίδρασης του NaCl και L-Proline στην συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών (αλάτων %) καρπών, είναι ο εξής: a) Έντονου βαθμού επίδραση: Ebia F1. b) Μεσαίου βαθμού επίδραση: Faidra F1. c) Μικρού βαθμού επίδραση: Elpida F1.

6.2.6 Ελαττώματα – Φυσιολογικές ασθένειες καρπών

6.2.6.1 Ξηρή σήψη κορυφής καρπών (Blossom end rot)

6.2.6.1.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με Ξηρή σήψη της κορυφής εμφανίστηκε μόνο στις ποικιλίες Pakmor και Pomodoro (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1, Lobello F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina και Ντόπια κόκκινη). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής εμφανίστηκε πιο **έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 50 mM NaCl (NaCl 1), **μέτρια** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2), **ελάχιστα** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3), και **καθόλου** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM (NaCl 4).

Έτσι, συμπεραίνουμε ότι ο αριθμός των καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής σε φυτά τομάτας είναι μέτριος, όταν αυτά εκτίθενται σε συνθήκες μέτριας αλατότητας και μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

6.2.6.1.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με Ξηρή σήψη της κορυφής εμφανίστηκε μόνο στο υβρίδιο Bobcat F1 (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδια Ebia F1, Elpida F1, Ekstasis F1, Faidra F1 και Formula F1). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής εμφανίστηκε πιο **έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **λιγότερο** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να αποτρέψει μερικώς την εμφάνιση της Ξηρή σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας. Συγκεκριμένα, στα περισσότερα υβρίδια βοήθησε όταν εφαρμόστηκε στην συγκέντρωση των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana).

6.2.6.1.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με Ξηρή σήψη της κορυφής εμφανίστηκε μόνο στο υβρίδιο Ebia F1 (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδια Elpida F1 και Faidra F1). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με Ξηρή σήψη κορυφής εμφανίστηκε πιο **έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 50 mM NaCl (NaCl 1) και **λιγότερο** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας, βοήθησε στο να απότρεψε τελείως την εμφάνιση της Ξηρή σήψης κορυφής σε καρπούς τομάτας, όταν αυτά εκτέθηκαν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

6.2.6.2 Σκίσιμο καρπών (Cracking)

6.2.6.2.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με σκίσιμο εμφανίστηκε μόνο στα υβρίδια Bobcat F1 και Faidra F1, καθώς και στις ποικιλίες Pakmor και Pomodoro (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδια Lobello F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina και Ντόπια κόκκινη). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με σκίσιμο εμφανίστηκε **πιο έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **λιγότερο έντονα** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 100 mM NaCl (NaCl 2) και **μετρίως** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 200 mM NaCl (NaCl 4).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των καρπών με σκίσιμο σε φυτά τομάτας είναι μέτριος, όταν αυτά εκτίθενται σε συνθήκες μέτριας αλατότητας και μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες υψηλής αλατότητας.

6.2.6.2.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με σκίσιμο εμφανίστηκε μόνο στα υβρίδια Ekstasis F1, Ebia F1 και Elpida F1 (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδια Bobcat F1, Faidra F1 και Formula F1). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με σκίσιμο εμφανίστηκε **πιο έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 70 mM NaCl (NaCl 1) και **λιγότερο** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 140 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας απότρεψε μερικώς την εμφάνιση του σκισίματος σε καρπούς τομάτας.

6.2.6.2.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με σκίσιμο εμφανίστηκε μόνο στα υβρίδια Ebia F1 και Elpida F1 (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδιο Faidra F1). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με σκίσιμο εμφανίστηκε **πιο έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 100 mM NaCl (NaCl 2) και **λιγότερο** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1).

Επίσης, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το αμινοξύ L-Proline που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα και άρδευση σε φυτά τομάτας απότρεψε ελαφρώς την εμφάνιση του σκισίματος σε καρπούς τομάτας.

6.2.6.3 Παραμόρφωση καρπών (Catfacing)

6.2.6.3.1 Επέμβαση 1^η: NaCl

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με παραμόρφωση εμφανίστηκε μόνο στην ποικιλία Ντόπια κόκκινη (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδια Bobcat F1, Lobello F1, Faidra F1 και Rastony F1, και ποικιλίες Athina, Pakmor και Pomodoro). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με παραμόρφωση εμφανίστηκε **πιο έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 100 mM NaCl (NaCl 2) και **λιγότερο έντονα** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 150 mM NaCl (NaCl 3) και **μετρίως** όταν εκτέθηκαν στην συγκέντρωση των 50 mM NaCl (NaCl 1).

Έτσι, συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των καρπών με παραμόρφωση σε φυτά τομάτας είναι έντονος, όταν αυτά εκτίθενται σε συνθήκες μέτριας αλατότητας και μειώνεται σημαντικά, όταν αυτά εκτεθούν στις συνθήκες χαμηλής αλατότητας.

6.2.6.3.2 Επέμβαση 2^η: NaCl + Milsana

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με παραμόρφωση εμφανίστηκε μόνο στο υβρίδιο Elpida F1 (και δεν εμφανίστηκε καθόλου σε υβρίδια Bobcat F1, Ebia F1, Ekstasis, Faidra F1 και Formula F1). Συγκεκριμένα, ο αριθμός καρπών με παραμόρφωση εμφανίστηκε **έντονα** όταν τα φυτά εκτέθηκαν στην αλατότητα της τάξης των 70 mM NaCl (NaCl 1) και 140 mM NaCl (NaCl 2).

Επίσης, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το φυτικό εκχύλισμα Milsana που εφαρμόστηκε με διαφυλλικό ψέκασμα σε φυτά τομάτας απότρεψε μερικώς την εμφάνιση της παραμόρφωσης σε καρπούς τομάτας.

6.2.6.3.3 Επέμβαση 3^η: NaCl + L-Proline

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος, και όπως έγινε η αναφορά σε αυτά, φαίνεται ότι ο αριθμός των καρπών με παραμόρφωση δεν εμφανίστηκε σε κανένα από τα υβρίδια τομάτας (δηλ. Ebia F1, Elpida F1 και Faidra F1).

6.1.4 Ανακεφαλαίωση συμπερασμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την ξένη και διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρεται ότι η αλατότητα μπορεί να επίδραση στην παραγωγή τομάτας κυρίως με τρεις τρόπους, όπως με την μείωση του μεγέθους (ή/και του βάρους) των καρπών, του αριθμού των καρπών ανά φυτό, καθώς και ταυτόχρονα του μεγέθους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό (Γιαννόπουλος, 2010). Έτσι, σύμφωνα με τον Βλάχου, 2011, στα φυτά τομάτας παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση του βάρους των καρπών και του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (βλ. Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στην αλατότητα. Υποκεφάλαιο 2.5.1.3: Η επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή).

Όπως φάνηκε από τα παραπάνω συμπεράσματα, η υψηλή συγκέντρωση NaCl επίδρασε αρνητικά στην παραγωγικότητα των φυτών, μειώνοντας έτσι τον συνολικό αριθμό, το βάρος και την διάμετρο των καρπών, καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, μειώνοντας την δύναμη αποκοπής ποδίσκου, την υφή και σκληρότητα της σάρκας, καθώς μειώνοντας την συγκέντρωση των σακχάρων (%) και αυξάνοντας την συγκέντρωση των αλάτων (‰) σε καρπούς. Αντιθέτως αύξησε τον αριθμό των καρπών με την εμφάνιση διαφόρων φυσιολογικών ασθενειών, όπως π.χ. την Ξηρή σήψη κορυφής.

Η θετική επίδραση διαφόρων σκευασμάτων, όπως του φυτικού εκχυλίσματος Milsana και του αμινοξέος L-Proline, σε υβρίδια τομάτας, που ταυτοχρόνως εκτέθηκαν στην υψηλή συγκέντρωση NaCl ήταν αρκετά σημαντική και είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή, σε αρκετά μεγάλο βαθμό, της μείωσης του συνολικού αριθμού, του αντίστοιχου βάρους και της διαμέτρου των καρπών, σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες μέτριας ή υψηλής αλατότητας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, η παραγωγικότητα των φυτών να μην επηρεάζεται σημαντικά (ή να επηρεάζεται ελάχιστα), όταν αυτά εκτεθούν σε συνθήκες αλατότητας.

Επίσης, με την εφαρμογή των παραπάνω ουσιών σε φυτά τομάτας, είχε ως αποτέλεσμα την βελτίωση, σε αρκετά μεγάλο βαθμό, της δύναμης που χρειάζεται για την αποκοπή του ποδίσκου καρπών, της υφής και σκληρότητας της σάρκας, καθώς και τις συγκεντρώσεις των ολικών διαλυτών στερεών (δηλ. με την αύξηση της συγκέντρωσης των σακχάρων και την μείωση των αλάτων) σε καρπούς των όλων σχεδόν υβριδίων τομάτας, όταν αυτά εκτέθηκαν σε συνθήκες μέτριας ή υψηλής αλατότητας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών όχι μόνο δεν επηρεάζονται αρνητικά, αλλά υπάρχει και μια σημαντική βελτίωση αυτών, όταν τα φυτά εκτεθούν σε συνθήκες αλατότητας.

Τέλος, με την εφαρμογή των παραπάνω ουσιών, είχε ως αποτέλεσμα να αποτρέπουν σε αρκετά μεγάλο βαθμό την εμφάνιση των διάφορων ελαττωμάτων και φυσιολογικών ασθενειών σε

καρπούς (όπως την εμφάνιση της Ξηρής σήψης κορυφής, το σκίσιμο και η παραμόρφωση καρπών) σε όλα σχεδόν τα υβρίδια τομάτας, όταν αυτά εκτεθούν σε συνθήκες μέτριας ή υψηλής αλατότητας.

Οι παραπάνω ουσίες έδωσαν ισχυρά αποτελέσματα όταν εφαρμόστηκαν στις συγκεντρώσεις των 1,0 % και 2,0 % v/v Milsana (δηλ. στις επεμβάσεις 70 mM NaCl + 1,0 % v/v Milsana, 70 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana, 140 mM NaCl + 1,0 % v/v, Milsana, 140 mM NaCl + 2,0 % v/v Milsana), καθώς και στις συγκεντρώσεις των 1 mM και 5 mM L-Proline (δηλ. στις επεμβάσεις 50 mM NaCl + 1 mM L-Proline και 100 mM NaCl + 5 mM L-Proline).

Ευχαριστίες:

Η παρούσα εργασία δεν θα ήταν δυνατό να ολοκληρωθεί χωρίς τη βοήθεια πολλών ανθρώπων, τους οποίους θεωρώ ότι είμαι υπόχρεος να τους αναφέρω και τους οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ.

Πρώτα απ' όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Κωσταντίνο Πασχαλίδη, Υπεύθυνο της Ομάδας Βιολογίας Φυτών του Θεσμοθετημένου Εργαστηρίου Βιολογικών & Βιοτεχνολογικών Εφαρμογών, για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγηση και την επιστημονική βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια του πειράματος και τη συγγραφή της παρούσας μελέτης.

Επίσης, ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον Καθηγητή κ. Φίλιππο Βερβερίδη και την Καθηγήτρια κ. Ειρήνη Μαραγκάκη, Κοσμήτορα της Σχολής και Υπεύθυνο της Ομάδας Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας Φυτών και Επιστημονικό Εργαστηριακό Συνεργάτη, αντίστοιχα, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της μελέτης, προσφέροντας μου απλόχερα εργαστηριακούς χώρους και αναλυτικά όργανα για τους πειραματικούς σκοπούς.

Ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Δημήτριο Γκούμα και τον Καθηγητή κ. Μιχαήλ Παπαδημητρίου, Υπεύθυνο της Ομάδας Φυτοπροστασίας και Διευθυντή του Εργαστηρίου Παραγωγής Γεωργικών Προϊόντων & Πολλαπλασιαστικού Υλικού, αντίστοιχα, για την απλόχερη παροχή εργαστηριακών χώρων και οργάνων για διάφορες αναλύσεις που χρειάστηκε να γίνουν.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στο συνάδελφο μου Ιωάννη Λιάλιο για τη βοήθεια που μου προσέφερε, την παρουσία του πάντα κοντά μου στο θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας, καθώς και κατά τη λήψη των φωτογραφιών και τη μελέτη διαφόρων χαρακτηριστικών και αναλύσεων.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την ψυχολογική υποστήριξη και ανεκτικότητα που επέδειξαν κατά την διάρκεια της εργασίας αυτής.

Ηράκλειο, Δεκέμβριος 2017

Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφία:

- Βλάχου, Γ. (2011). *Επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της μπάμιας σε υδροπονική καλλιέργεια*. Μεταπτυχιακή Μελέτη. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας. (σσ. 20-32).
- Γιαννόπουλος, Ι.Χ. (2010). *Οι επιπτώσεις του NaCl του θρεπτικού διαλύματος, κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών, στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων*. Διπλωματική Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας. (σσ. 13-16, 20-27, 29-36).
- Γρινιεζάκη, Ε. (2013). *Βιολογική καλλιέργεια τομάτας υπό κάλυψη*. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. (σσ. 28, 31-33).
- Δέδε, Α.Α. (2015). *Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας. (σσ. 4-5, 6-11, 18-19, 24-27, 28-37).
- Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών. (2002). *ΓΕΩΡΓΙΑ – Κτηνοτροφία. Τεύχος 6*. (σσ. 13-16).
- Η τομάτα: Ένα φρούτο που κατέχει υψηλή θέση στην κατανάλωση λαχανικών. (2007). *ΓΕΩΡΓΙΑ – Κτηνοτροφία. Τεύχος 10*. (σσ. 10-12).
- Καραμπουρνιώτης, Γ.Α., Λιακόπουλος, Γ., Νικόπουλος, Δ. (2003). *Φυσιολογία καταπονήσεων των Φυτών*. έκδοση Α. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο. (σσ. 59-60, 63-67, 69-71, 161-162, 164).
- Καράταγλης, Σ.Σ. (1994). *Φυσιολογία Φυτών*. έκδοση Γ. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Art of Text. (σσ. 105-106, 128-131, 149, 153, 205-206, 208-212, 215-216).
- Κοντής, Μ.Χ. (2009). *Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας*. Μεταπτυχιακή Εργασία. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας. (σσ. 11, 12-17, 21-24, 25-30, 41,42).
- Λυδάκη, Μ. (2014). Η νέα βοτανική ονομασία της ντομάτας *Solanum lycopersicum* L. Η ιστορική ανασκόπηση της κοινής ονομασίας, των χρήσεων, και της βοτανικής ταξινόμησης του φυτού. *ΓΕΩΡΓΙΑ – Κτηνοτροφία. Τεύχος 8*. (σσ. 38-12).
- Μαλαθράκης, Ν., Γκούμας, Δ., Αυγελής, Α. (2007). *Ασθένειες της Τομάτας*. Ηράκλειο: Εκδόσεις ΤΥΡΟΚΡΕΤΑ, ΒΙ.ΠΕ. (σσ. 66-67, 72-75, 78, 81, 88).
- Ολυμπίου, Μ.Χ. (2001). *Η Τεχνική της Καλλιέργειας των Κηπευτικών στα Θερμοκήπια*. Αθήνα: Σταμούλη Α.Ε. (σσ. 39-44, 52-56, 68-69, 78-81, 120-142, 145-148, 151-154, 167-174).
- Σινάνης, Κ. (2009). *Διαχείριση Εδαφών*. Ηράκλειο: ΣΕΑΒ. (σσ. 99-101, 104,-107, 115-122).
- Σφακιωτάκης, Ε. (1995). *Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκυπευτικών Προϊόντων*. έκδοση Α. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τυρο Man. (σσ. 65-72, 91-93, 116).

- Τζάμος, Ε.Κ. (2007). *Φυτοπαθολογία*. έκδοση Β. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. (σσ. 345).
- Τσέκου, Ι.Β. (2000). *Βοτανική. Δομή, Λειτουργική Δράση και Βιολογία των Φυτών*. έκδοση Α. Αθήνα: Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. (σσ. 627-631).
- Bloodnick, Ed. (2017). *Role of Sodium and Chloride in Plant Culture*. Ανακτήθηκε 2017, από <http://www.pthorticulture.com/en/training-center/role-of-sodium-and-chloride-in-plant-culture/>
- Christoulaki, M.E. (2013). *Effect of Milsana Concentration in Metabolism of Solanum Lycopersicum Plants Under Salinity Stress*. Μεταπτυχιακή Μελέτη. Cranfield Health. (σσ. 11-13).
- Grant, A. (2017). *Bumpy Tomato Stems: Learn About White Growths On Tomato Plants* Ανακτήθηκε 2017, από <https://www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables/tomato/white-growths-on-tomato-plants.htm>
- Nakai, T. (1922). *Reynoutria sachalinensis*. Ανακτήθηκε 2017, από https://species.wikimedia.org/wiki/Reynoutria_sachalinensis
- Singh, M., Kumar, J., Singh, S., Singh, V.P. & Prasad, S.M. (2015). Roles of osmoprotectants in improving salinity and drought tolerance in plants: A review. *Rev Environ Sci Biotechnol*. pp. 3-4, 6, 8, 10-12. doi: 10.1007/s11157-015-9372-8
- Slama, I., Abdelly, C., Bouchereau, A., Flowers, T. & Savoure, A. (2015). Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress: A review. *Annals of Botany*. pp. 436-437. doi: 10.1093/aob/mcu239

Εικόνες:

- Parida, A., Veerabathini, S., Kumari, A. & Agarwal, P. (2016). Physiological, Anatomical and Metabolic Implications of Salt Tolerance in the Halophyte *Salvadora persica* under Hydroponic Culture Condition. *Frontiers in Plant Science*. pp. 13. doi: 10.3389/fpls.2016.00351

