



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Π.Μ.Σ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

« Επίπτωση της αλατότητας στην ποιότητα των καρπών της τομάτας είτε αυτόρριζης είτε εμβολιασμένης »



ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ Β. ΦΙΛΟΠΟΥΛΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΓΕΩΠΟΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΑΒΒΑΣ

ΑΘΗΝΑ ,2019

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Π.Μ.Σ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Επίπτωση της αλατότητας στην ποιότητα των καρπών της τομάτας είτε
αυτόρριζης είτε εμβολιασμένης.»**

**«Effect of salinity on the quality of tomato fruits, either vaccinated or self-
rooting.»**

Σταυρούλα Β. Φιλοπούλου

Τεχνολόγος Γεωπόνος

Επιβλέπων Επιστημονικός Υπεύθυνος : Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής Γ.Π.Α

Μέλη Συντονιστικής Επιτροπής :

Ι.Καραπάνος Επίκουρος Καθηγητής

Κ.Σαϊτάνης Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ,2019

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου και το φίλο μου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε θερμοκήπιο του εργαστηρίου λαχανοκομίας του Γ.Π.Α εγκαταστάθηκε μια πειραματική έρευνα για να μελετηθεί , σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας , η επίπτωση της αλατότητας στην ποιότητα και την μετασυλλεκτική συντήρηση των καρπών της τομάτας είτε εμβολιασμένης είτε αυτόρριζης. Η μελέτη αυτή έγινε με δύο επεμβάσεις , η μια (μάρτυρας) με θρεπτικό διάλυμα με τιμή EC 2,5 dS m⁻¹ και η άλλη (αλατούχα επέμβαση) με θρεπτικό διάλυμα όμοιο με του μάρτυρα στο οποίο προστέθηκε NaCl με συγκέντρωση που ανερχόταν σε 0,6 ή 5 mM.

Έγιναν μετρήσεις του αριθμού των καρπών, του βάρους των καρπών, του μέσου βάρους των καρπών, έγινε ποιοτικός διαχωρισμός στις κατηγορίες (class extra, class I, class II, non marketable).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του NaCl, προκάλεσε μείωση του αριθμού των καρπών καθώς και του βάρους των καρπών. Αυξήθηκε ο αριθμός των μη εμπορεύσιμων καρπών εξαιτίας αλλοιώσεων από τις επιπτώσεις της αλατότητας (π.χ σχίσιμο σάρκας). Ακόμα, η αυξημένη αλατότητα αύξησε τις τιμές των ολικών διαλυτών στερεών και της τιτλοδοτούμενης οξύτητας, βελτιώνοντας επομένως τα γευστικά χαρακτηριστικά των καρπών, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν (ποσοστό ξηρής ουσίας σάρκας, τιτλοδοτούμενη οξύτητα, ολικά διαλυτά στερεά). Αν και η αύξηση της αλατότητας οδηγεί σε μείωση της παραγωγής καρπών απ' την άλλη βελτιώνει ορισμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ποιότητας.

Τέλος, ο εμβολιασμός στις δύο ποικιλίες Belladona και Merilia στο υποκείμενο Armstrong δεν επέφερε σημαντικά αποτελέσματα για την αντοχή στην αυξημένη αλατότητα , δίνοντας υψηλότερες τιμές στον αριθμό των καρπών και στο βάρος των καρπών στις αυτόρριζες ποικιλίες τους.

Λέξεις κλειδιά : Τομάτα, υδροπονία ,αλατότητα, ποιοτικά χαρακτηριστικά

Επιστημονική κατεύθυνση : Κηπευτικές καλλιέργειες

EFFECT OF SALINITY ON THE QUALITY OF TOMATO FRUITS, EITHER VACCINATED OR SELF-ROOTING.

ABSTRACT

In a horticultural green house of the AUA an experimental research has been carried out to establish a study of tomato hydroculture and the repercussion of saline that will have in the quality, the conservation of the collected produce on vaccinated or self rooted tomatoes. This study was done with two interferences. The one (the witness) had the nutritional solution of EC 2,5 dS m⁻¹ and the other saline interference had the same (nutritional solution) as the witness and there was also added NaCl with the concentration of up to 0,6 or 5 mM.

Measurements were taken on the number of produce, the weight of each produce, the average weight of the total produce and there were quality separations per categories. (class extra, class I, class II, class non marketable).

The results showed that the increase concentration of NaCl, caused the decrease in the amount of produce , as well as the decrease of the weight in the produce. The amount of non merchantable produce was increased due to the deterioration from the repercussions of the saline solution (like tears in the flesh of tomatoes). The increase in saline (salt) amplifies the total rates of dissolved solvent in the solids and it also increased the tilting acidity improving accordingly the gustatory characteristics of the produce. (the percentage of drying flesh, tilting acidity, whole solubility in solids). Although the increase in saline leads to the depletion of produce production on the other hand it improves certain organic characteristical qualities.

In conclusion, vaccination in the two varieties of Belladona and Merilia were done on the Armstrong with out inducing positive results in better enduring

the increased saline and accordingly giving higher rates in the number of produce and their increase weight for the self rooted variety.

Key words: Tomato, hydroponic ,salinity, quality characteristics

Scientific direction :Horticulture cultivation

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Δημήτρη Σάββα για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο εργαστήριό του και να προσπαθήσω να φέρω σε πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο καθηγητή κ. Γιάννη Καραπάνο για την βοήθεια του στο πειραματικό μέρος καθώς και την μεταδιδακτορική ερευνήτρια του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών κα. Γεωργία Ντάτση για την βοήθεια της καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος. Αναμφίβολα πολλά ευχαριστώ αξίζουν στους συμφοιτητές μου που συνεργαστήκαμε μαζί σε όλη την πορεία του πειράματος καθώς και του υποψήφιου διδάκτορα Καραβίδα Ιωάννη για την βοήθεια του στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου που ήταν δίπλα μου σε όλη αυτή την προσπάθεια να με στηρίζουν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	σελ.4
Εισαγωγή	σελ.10
1 Εμβολιασμός	σελ.10
1.1 Ιστορική αναδρομή	σελ.10
1.2 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας	σελ.14
1.3 Πλεονεκτήματα εμβολιασμένης τομάτας	σελ.17
1.4 Λόγοι εφαρμογής εμβολιασμού	σελ.18
1.4.1 Πειραματικά αποτελέσματα	σελ.19
1.5 Μέθοδοι εμβολιασμού	σελ.22
1.5.1 Προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από την καλλιέργεια εμβολιασμένων σπορόφυτων τομάτας	σελ.23
1.6 Ποιότητα κηπευτικών	σελ.24
1.6.1 Προσδιορισμός έννοιας ποιότητας κηπευτικών	σελ.24
1.6.2 Οργανοληπτική αξία κηπευτικών	σελ.25
1.6.3 Εμπορική αξία κηπευτικών	σελ.28
1.6.4 Διατάξεις που αφορούν την ποιότητα	σελ.30
1.6.5 Μετασυλλεκτική αξία	σελ.33
1.6.6 Μεταβολές σε ποιοτικά χαρακτηριστικά	σελ.34
1.6.7 Τεχνολογίες και συνθήκες συντήρησης κηπευτικών	σελ.35
1.6.7.1 Ειδικές πληροφορίες συντήρησης για τη τομάτα	σελ.36
1.7 Φυσιολογικές ασθένειες ή ανωμαλίες της τομάτας	σελ.37
1.8 Αλατότητα	σελ.40
1.8.1 Επίδραση αλατότητας στην ανάπτυξη , παραγωγή και στην ποιότητα των Οπωροκηπευτικών	σελ.40

1.8.2	Χρήση χαμηλής ποιότητας νερού στη γεωργία	σελ.41
1.8.3	Προβλήματα αλατότητας στην καλλιέργεια φυτών	σελ.42
1.8.4	Επίδραση αλατότητας στην αύξηση και ανάπτυξη φυτών	σελ.43
1.8.5	Μηχανισμοί αντοχής/επίδρασης στην αλατότητα	σελ.44
1.8.6	Επίδραση αλατότητας στην αγωγιμότητα των στομάτων	σελ.43
1.8.7	Επίδραση αλατότητας στην φωτοσύνθεση και τη διαπνοή	σελ.46
1.8.8	Επίδραση αλατότητας στην μορφολογία και ανατομία των φύλλων	σελ.48
1.9	Επίδραση αλατότητας στα φυτά τομάτας	σελ.49
1.9.1	Επίδραση στη βλάστηση	σελ.50
1.9.2	Επίδραση στην ανάπτυξη της ρίζας	σελ.52
1.9.3	Επίδραση στην ανόργανη θρέψη	σελ.56
1.9.4	Επίδραση στην ανάπτυξη του βλαστού	σελ.58
1.9.5	Επίδραση στην παραγωγή	σελ.60
1.9.6	Επίδραση στην ποιότητα του καρπού	σελ.64
2	Η σημασία της αλατότητας ως αντικείμενο έρευνας	σελ.68
2.1	Σκοπός πτυχιακής διατριβής	σελ.70
3	Υλικά και μέθοδοι	σελ.71
4	Αποτελέσματα	σελ.94
5	Συμπεράσματα	σελ.107
6	Συζήτηση	σελ.110
7	Βιβλιογραφία	σελ.112

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ

Εμβολιασμός είναι η τεχνική εκείνη με την οποία τα βλαστικά μέρη δύο διαφορετικών φυτών του ίδιου ή διαφορετικού είδους έρχονται σε επαφή με τον αναγεννώμενό τους ιστό (κάμβιο), ενώνονται και στη συνέχεια αναπτύσσονται ως ένα φυτό (Janick, 1986).

1.2 Ιστορική αναδρομή

Τον εμβολιασμό τον συναντάμε στα οπωροφόρα δένδρα από την αρχαιότητα. Ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) και ο Θεόφραστος (371-287 π.Χ.) αναφέρουν στα κείμενά τους για τη γεωργία ότι οι Κινέζοι τον γνώριζαν από το 1560 π.Χ., ενώ εξοικειωμένοι με τον εμβολιασμό την εποχή εκείνη ήταν και οι Έλληνες. Στα ρωμαϊκά χρόνια τα οπωροφόρα εμβολιάζονταν σε εμπορική κλίμακα και ο απόστολος Παύλος στην επιστολή του προς τους Ρωμαίους αναφέρεται στον εμβολιασμό της ελιάς (Hartmann et. al., 2002).

Στις ασιατικές χώρες οι γεωργοί εμβολίαζαν τα λαχανικά για να αντιμετωπίσουν προβλήματα που οφείλονταν στην εντατική εκμετάλλευση του εδάφους. Οι Κινέζοι εμβολίαζαν τις κολοκυθιές σε κολοκυθιές για να παράγουν μεγάλες κολοκύθες από τον 5ο αιώνα (Anon 530-545) και οι Κορεάτες από το 17ο αιώνα, ακολουθώντας την παρακάτω μέθοδο. Έφερναν σε επαφή τους βλαστούς δύο γειτονικών σπορόφυτων, οι οποίοι ενώνονταν και άφηναν να αναπτυχθεί μόνο ένας βλαστός. Κατόπιν, ξανά εμβολίαζαν δύο εμβολιασμένα

σπορόφυτα, απομάκρυναν τον ένα βλαστό και έτσι δημιουργούνταν ένα εύρωστο σπορόφυτο με τέσσερις ρίζες. Σε κάθε φυτό άφηναν μόνο μία ή δύο κολοκύθες, οι οποίες γίνονταν πολύ μεγάλες και τις χρησιμοποιούσαν ως δοχεία για την αποθήκευση ρυζιού (Hong MS 1710).

Ο εμβολιασμός των λαχανικών μέχρι τον 12ο αιώνα δεν ήταν συνηθισμένη πρακτική στην Ασία. Το πρώτο λαχανικό που εμβολιάστηκε σε κολοκυθιά (*Cucurbita moschata* Duch.) δηλ. σε άλλο είδος, ήταν η καρπουζιά [*Citrulus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] στις αρχές του 1920 από Ιάπωνες γεωργούς, για να μειωθούν οι προσβολές από τις εδαφογενείς ασθένειες και να αυξηθεί η παραγωγή της (Ashita, 1930). Η τεχνική του εμβολιασμού της καρπουζιάς διαδόθηκε γρήγορα στους Ιάπωνες και λίγο αργότερα, προς τις αρχές της δεκαετίας του 1930, στους Κορεάτες. Στις αρχές της δεκαετίας του 1930 οι Ιάπωνες και οι Κορεάτες γεωργοί εμβολίαζαν τις καρπουζιές στη νεροκολοκυθιά (*Lagenaria siceraria*) σε εμπορική κλίμακα για να ξεπεράσουν τη μειωμένη παραγωγή τους λόγω των προσβολών τους από τις εδαφογενείς ασθένειες (Lee, 1994).

Οι πρώτοι εμβολιασμοί της αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.) έγιναν προς το τέλος της δεκαετίας του 1920, αλλά η εμπορική παραγωγή εμβολιασμένων σποροφύτων άρχισε στη δεκαετία του 1960. Η μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.) εμβολιάστηκε για πρώτη φορά στο στη δεκαετία του 1950 και η τομάτα (*Lycopersicon lycopersicum* Mill=*Solanum lycopersicum*) στη δεκαετία του 1960.

Οι παραγωγοί τη δεκαετία 1960-1970 εμβολίαζαν σε εμπορική κλίμακα τις μελιτζάνες, τις αγγουριές και τις τομάτες για να μειώσουν τις ζημιές στην παραγωγή από τις εδαφογενείς ασθένειες (βερτισίλλιο, φουζάριο, βακτήρια) και τους νηματώδεις και να δημιουργήσουν πιο εύρωστα και πιο παραγωγικά σπορόφυτα (Fuji & Itagi, 1962, Oda, 1995, 1999).

Οι Κορεάτες γεωργοί εμβολίαζαν τα λαχανικά τους σε μικρή κλίμακα από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Στην αρχή εμβολίαζαν τα σπορόφυτα μεγάλα, γι' αυτό και το ποσοστό της επιτυχίας ήταν μικρότερο από 50% και ένας εργάτης εμβολίαζε μόνο 150 σπορόφυτα την ημέρα (Ashita 1930, 1934). Αργότερα εμβολίαζαν τα σπορόφυτα μικρά και για να διατηρηθεί σταθερή η επαφή του υποκειμένου με το εμβόλιο στην επιθυμητή θέση χρησιμοποιούσαν υγρό ή ελαφρά υγρό άχυρο ή χαρτί. Αυτό αύξησε το μέσο αριθμό σπορόφυτων που εμβολίαζε ένας εργάτης από τα 800 στα 1200 σπορόφυτα. Σήμερα για τη συγκράτηση του υποκειμένου σε επαφή με το εμβόλιο χρησιμοποιούνται με ειδικά πλαστικά μανταλάκια εμβολιασμού και ένας εργάτης εμβολιάζει περισσότερα από 1500 σπορόφυτα, ενώ ένα ρομπότ περισσότερα από 10.000 σπορόφυτα την ημέρα.

Η εφεύρεση και η χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου στη γεωργία στην Κορέα και στην Ιαπωνία στις αρχές της δεκαετίας του 1960 διευκόλυνε τους γεωργούς να παράγουν σε μικρό χρονικό διάστημα μεγάλο αριθμό σπορόφυτων σε πλαστικά θερμοκήπια και αργότερα συνέβαλε στη δημιουργία εμπορικών επιχειρήσεων παραγωγής και διάθεσης εμβολιασμένων σπορόφυτων λαχανικών. Οι επιστημονικές έρευνες για την ανεύρεση και τη δημιουργία νέων υποκειμένων εντατικοποιήθηκαν στο τέλος της δεκαετίας του 1960 (Kim, 1984). Λόγω της συνεχιζόμενης καλλιέργειας με λαχανικά των ίδιων εδαφών, σε υψηλά σκέπαστρα και σε θερμοκήπια στα οποία δεν μπορούσαν να εφαρμόσουν αμειψισπορά στην Ιαπωνία, διαπιστώθηκε στη δεκαετία του 1970 μειωμένη παραγωγή. Από τις 881 επιχειρήσεις παραγωγής λαχανικών που εξετάστηκαν, το 68% απέδωσε τη μειωμένη παραγωγή τους στις ασθένειες του εδάφους και στους νηματώδεις. Το πρόβλημα αυτό στα καρποδοτικά λαχανικά αντιμετωπίστηκε με την καλλιέργεια εμβολιασμένων σπορόφυτων. Έτσι, σήμερα η καλλιεργούμενη έκταση με εμβολιασμένα σπορόφυτα ανέρχεται στο 93% για την καρπουζιά, στο 72% για την αγγουριά,

στο 30% για την πεπονιά, στο 32% για την τομάτα και στο 50% για τη μελιτζάνα. Κατά μέσο όρο το 59% της καλλιεργούμενης έκτασης με καρποδοτικά λαχανικά καλλιεργείται με εμβολιασμένα σπορόφυτα (Oda, 1995).

Σήμερα, όλα τα κολοκυνθοειδή στην Κορέα και στην Ιαπωνία που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια είναι εμβολιασμένα. Στις ευρωπαϊκές χώρες ο εμβολιασμός των λαχανικών άρχισε να εφαρμόζεται στις αρχές του 1990, ενώ στις Η.Π.Α. πρόσφατα από τους βιοκαλλιεργητές για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών και των νηματωδών. Αυτοί εμβολιάζουν κυρίως μόνοι τους τις τομάτας ή προμηθεύονται εμβολιασμένα σπορόφυτα από εμπορικές επιχειρήσεις τα οποία καλλιεργούν σε υδροπονικά συστήματα. Το ενδιαφέρον των γεωργών για εμβολιασμένα σπορόφυτα των άλλων λαχανοκομικών ειδών είναι ακόμα περιορισμένο. Χρόνο με το χρόνο όμως αυξάνεται η ζήτηση και επειδή οι εμπορικές επιχειρήσεις που υπάρχουν στις Η.Π.Α. δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τους τα εισάγουν από τον Καναδά και το βόρειο Μεξικό.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες της Αμερικής, Μεξικό, Γουατεμάλα κ.λπ. εκτελούνται μεγάλα προγράμματα χρηματοδοτούμενα από τον Ο.Η.Ε. για να ενημερωθούν οι γεωργοί για τα πλεονεκτήματα των εμβολιασμένων λαχανικών και να τα καλλιεργήσουν (Μπλέτσος, 2009).

Στην Ελλάδα, ο εμβολιασμός είναι πολύ διαδεδομένος ως τεχνική στις νότιες περιοχές και τα ποσοστά της καλλιεργούμενης έκτασης εμβολιασμένων λαχανοκομικών ειδών είναι 90-100% για πρώιμη καλλιέργεια καρπουζιού, 40-50% για καλλιέργεια πεπονιού σε χαμηλά σκέπαστρα, 5-10% για την καλλιέργεια αγγουριού και 2-3% για την καλλιέργεια μελιτζάνας και τομάτας. Αντίθετα στις βόρειες περιοχές της Ελλάδας ο εμβολιασμός είναι μια σπάνια εφαρμοζόμενη τεχνική (Traka-Mavrona et al., 2000).

Αρχικά, η καλλιέργεια εμβολιασμένων φυτών είχε σκοπό να περιοριστούν οι ζημιές από τα παθογόνα εδάφους, όπως η αδρομύκωση

(Scheffer, 1957; Lee, 1994; Estan et al., 2005). Όμως με τη διάδοση αυτής της τεχνικής ο εμβολιασμός εξυπηρετεί ένα ευρύ φάσμα σκοπών:

1. ενισχύει την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού
2. ελέγχει τον μαρασμό, που προκαλείται από τα παθογόνα
3. μειώνει μολύνσεις από μύκητες, βακτήρια και ιούς
4. ενισχύει την ανθεκτικότητα στις χαμηλές (Bulder et al., 1990) και στις υψηλές θερμοκρασίες (Rivero et al., 2003b)
5. ενισχύει την ανοχή στην καταπόνηση αλατότητας (Lazof et al., 1998)
6. αυξάνει την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων (Ruiz et al., 1997)
7. βελτιώνει τη χρήση του νερού (Cohen and Naor, 2002)
8. ενισχύει την αύξηση της παραγωγής, που μπορεί να φτάσει και το διπλάσιο μιας κανονικής παραγωγής (Kim et al., 1998; Asao et al., 1999)
9. αυξάνει τη σύνθεση των ενδογενών ορμονών (Proebsting et al., 1992), και
10. επιτρέπει μια γρηγορότερη ανάπτυξη γενετικής ανθεκτικότητας σε βελτιωτικά προγράμματα (Leonardi and Romano, 2004).

1.3 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας

Υποκείμενα

Οι πρώτοι εμβολιασμοί τομάτας έγιναν σε μελιτζάνα (Yamakawa,

1982), αλλά τα τελευταία χρόνια εμβολιάζονται σε υποκείμενα τομάτας, επειδή είναι ανθεκτικά ή ανεκτικά στις εδαφογενείς ασθένειες και στους νηματώδεις, ανεκτικά στις χαμηλές και στις υψηλές θερμοκρασίες του εδάφους, προσδίδουν ευρωστία στο εμβόλιο, αυξάνουν την παραγωγή του και δε μειώνουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Όταν όμως η τομάτα εμβολιάστηκε στο *Datura patula* έδωσε χαμηλή παραγωγή.

Η τομάτα στη συνέχεια εμβολιάστηκε σε είδη του γένους *Lycopersicon* (=Solanum). Τα τελευταία χρόνια δημιουργήθηκαν εμπορικά υποκείμενα μελιτζάνας κατάλληλα για εδάφη που νεροκρατούν, ανθεκτικά στα βακτήρια και σε άλλα παθογόνα του εδάφους (Black et al., 2000) και διειδικά υβρίδια μελιτζάνας με σολανώδη είδη (Mian et al., 1995).

Οι γεωργοί προτιμούσαν να καλλιεργούν εμβολιασμένες τομάτες κυρίως στα θερμοκήπια για τους εξής λόγους α) για να μειώσουν τις προσβολές από τα παθογόνα του εδάφους, οι οποίες πολλές φορές είναι έντονες, επειδή καλλιεργούνται στα ίδια θερμοκήπια για πολλά χρόνια και β) για να αυξήσουν την παραγωγή επειδή οι εμβολιασμένες τομάτες είναι εύρωστες και μπορούν να παρατείνουν την καλλιεργητική τους περίοδο. Ακόμα, σε υδροπονικά συστήματα προτιμούν τα εμβολιασμένα σπορόφυτα επειδή α) έχουν πλούσιο ριζικό σύστημα, β) είναι ανθεκτικά σε προσβολές από τα παθογόνα, καθώς χρησιμοποιούν το υλικό στήριξης για περισσότερα από ένα χρόνια και γ) δίνουν μεγαλύτερη παραγωγή. Ωστόσο, πριν μερικά χρόνια οι γεωργοί εμβολίαζαν οι ίδιοι τα σπορόφυτα και μάλιστα τα εμβολίαζαν μεγάλα για να φτάσουν γρήγορα στο στάδιο της μεταφύτευσης. Τα τελευταία όμως χρόνια προτιμούν να αγοράζουν εμβολιασμένα σπορόφυτα από εξειδικευμένες εμπορικές επιχειρήσεις. Οι σύγχρονες επιχειρήσεις εμβολιάζουν τα σπορόφυτα μικρά, με τις νέες μεθόδους και τεχνικές, τα κατάλληλα εργαλεία και υλικά και παράγουν εύρωστα και ομοιόμορφα σπορόφυτα, αφού τα εμβολιασμένα σπορόφυτα

αναπτύσσονται σε ελεγχόμενο περιβάλλον και ταχύτερα απ' ό τι θα τα εμβολίαζε ένας γεωργός μόνος του (Lee et al., 1999). Το έργο τους διευκολύνεται από τα κατάλληλα υποκείμενα που έχουν οι σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις λαχανικών, το εξειδικευμένο προσωπικό εμβολιαστών που διαθέτουν και τις αποτελεσματικές μηχανές εμβολιασμού και τα ρομπότ που προμηθεύονται από την αγορά (Μπλέτσος, 2009).

Τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας αυξήθηκαν στην Ισπανία από λιγότερο από ένα εκατομμύριο φυτά πριν από 4-5 χρόνια σε περίπου 45 εκατομμύρια φυτά κατά την περίοδο 2003-2004. Εμβολιασμένη τομάτα χρησιμοποιείται στη Γαλλία σε περίπου 2.800 εκτάρια, για την αποφυγή προβλημάτων, όπως η φελλώδης ρίζα που προκαλείται από το *Pyrenochaeta lycopersici*. Στην Ιταλία, περίπου 10-12 εκατομμύρια φυτών τομάτας εμβολιάζονται κάθε χρόνο. Στη Σαρδηνία, η παραγωγή εμβολιασμένων φυτών τομάτας αυξήθηκε από μηδέν σχεδόν το 1996 σε περίπου 1,7 εκατομμύρια το 2003. Η περιοχή παραγωγής τομάτας με βρωμιούχο μεθύλιο στη Σαρδηνία, έχει μειωθεί από 50% το 1992 σε περίπου 4% σήμερα, λόγω των αγρονομικών αλλαγών, οι οποίες περιλαμβάνουν την υιοθέτηση εμβολιασμένων φυτών και ανθεκτικών ποικιλιών. Στην Ιορδανία, ο εμβολιασμός της τομάτας εισήχθη από το «πρόγραμμα σταδιακής κατάργησης του βρωμιούχου μεθυλίου» το 2002. Σε εκείνο το έτος, 1 εκτάριο εμβολιασμένης τομάτας φυτεύτηκε. Στο Μαρόκο, τα 20 εκατομμύρια φυτά τομάτας εμβολιάζονται, το οποίο καλύπτει μια επιφάνεια 2000 εκταρίων που είναι ισοδύναμο με το 50% του συνόλου των φυτειών που προορίζονται για εξαγωγή. Εκτός από τον έλεγχο των εδαφογενών παθογόνων, ο εμβολιασμός δίνει μεγαλύτερη δύναμη στα φυτά που επιτρέπει την πυκνότητα φύτευσης να μειωθεί κατά το ήμισυ (10.000 φυτά αντί των 20.000 φυτών/εκτάριο). Αυτό σημαίνει ότι το κόστος των φυτών μειώνεται. Καλύτερη ανάπτυξη σε χαμηλές θερμοκρασίες και μεγαλύτερη διάρκεια του κύκλου παραγωγής επιτυγχάνεται επίσης με εμβολιασμό (Besri, 2002).

1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εμβολιασμένης τομάτας

Σύμφωνα με το Μπλέτσο (2009), οι εμβολιασμένες τομάτες:

α) Ανέχονται τις εδαφογενείς ασθένειες (βερτισιλλίωση, φουζαρίωση, φελλώδη σηψιρριζία κ.λπ.), τα τσιμπήματα των νηματωδών και δίνουν υψηλότερη παραγωγή από τις αυτόρριζες, όταν καλλιεργούνται σε εδάφη μολυσμένα με τα παραπάνω παθογόνα.

β) Προστατεύουν το περιβάλλον, επειδή καλλιεργούνται σε εδάφη που δεν απολυμαίνονται με χημικά μέσα και την υγεία των καταναλωτών, επειδή παράγουν προϊόντα χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Ο εμβολιασμός δε σχετίζεται με την εισροή αγροχημικών στις καλλιέργειες και θεωρείται, επομένως, ως ένας φιλικός προς το περιβάλλον χειρισμός στα ολοκληρωμένα και βιολογικά συστήματα διαχείρισης των καλλιεργειών (Rivard & Louws, 2008).

γ) Συνδυάζονται με τα προγράμματα της βιολογικής γεωργίας τα οποία έχουν σκοπό την παραγωγή προϊόντων απαλλαγμένων από υπολείμματα φυτοφαρμάκων, που είναι επικίνδυνα για την υγεία των καταναλωτών. δ) Αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, στις οποίες δεν μπορούν να αναπτυχθούν οι αυτόρριζες και δίνουν τη δυνατότητα στους γεωργούς να τις καλλιεργήσουν στα θερμοκήπια για πρώιμη ή όψιμη παραγωγή (εκτός εποχής) και να αυξήσουν το εισόδημά τους.

ε) Είναι πιο πρώιμες από τις αυτόρριζες και

στ) Είναι πιο παραγωγικές και η καλλιέργειά τους μπορεί να διατηρηθεί για μεγαλύτερη παραγωγική περίοδο. Για τους παραπάνω λόγους το υποκείμενο στο οποίο θα εμβολιασθούν οι τομάτες πρέπει να είναι εύρωστο, συμβατό με την ποικιλία ή το υβρίδιο της τομάτας και ανθεκτικό ή ανεκτικό στον

παράγοντα τον οποίο θέλουμε να αντιμετωπίσουμε.

Έχουν όμως και κάποια μειονεκτήματα, οι εμβολιασμένες τομάτες απαιτούν:

α) εξειδικευμένο προσωπικό για τον εμβολιασμό και την περιποίησή τους και β) σύγχρονες θερμοκηπιακές φυτωριακές εγκαταστάσεις.

1.5 Λόγοι εφαρμογής εμβολιασμού

1.5.1 Πειραματικά αποτελέσματα

Με βάση την παγκόσμια βιβλιογραφία τα πειραματικά αποτελέσματα που έχουν πραγματοποιηθεί όλα αυτά τα χρόνια δίνουν τις απαντήσεις για την επίδραση που έχει ο εμβολιασμός στη τομάτα και πιο συγκεκριμένα :

α) επίδραση στην ανθεκτικότητα σε ασθένειες

Στο παρελθόν, ο εμβολιασμός χρησιμοποιούνταν ευρέως με την τομάτα ώστε να περιοριστούν οι επιδράσεις της φουζαρίωσης (Scheffer, 1957, Lee, 1994). Στην περιοχή της Μεσογείου, ο εμβολιασμός είναι μία από τα πιο συχνές εναλλακτικές λύσεις για το βρωμιούχο μεθύλιο στην παραγωγή τομάτας. Ωστόσο, ο σκοπός του εμβολιασμού έχει επεκταθεί σε σημαντικό βαθμό από τη μείωση της μόλυνσης από παθογόνους οργανισμούς του εδάφους, όπως τα *Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici* , *Verticillium dahliae*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Meloidogyne spp.*, στην προώθηση της ανάπτυξης, την αύξηση της απόδοσης, την ανθεκτικότητα στη χαμηλή θερμοκρασία, την επέκταση της περιόδου ανάπτυξης, τη βελτίωση της ποιότητας καρπών (Besri, 2005). Εμβολιασμένες σε υποκείμενα μελιτζάνας τομάτες δεν προσβάλλονται από τα βακτήρια (*Ralstonia solanacearum*), αναπτύσσονται κανονικά σε εδάφη που

νεροκρατούν και δίνουν υψηλότερη παραγωγή από τις αυτόρριζες (Palada & Wu, 2007).

β) επίδραση σε αβιοτικές πιέσεις

Σήμερα, ο εμβολιασμός χρησιμοποιείται και για να ενισχύσει την ανθεκτικότητα έναντι αβιοτικών πιέσεων. Μεταξύ αυτών είναι τα αλατούχα εδάφη (Colla et al., 2010, AVRDC, 2000, Estan et al., 2005), το στρες του pH του εδάφους (αλκαλικότητα), η ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών και η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων (Savvas et al., 2010).

Ο εμβολιασμός χρησιμοποιήθηκε ακόμα για να επάγει ανθεκτικότητα στις χαμηλές (Bulder et al., 1990) και υψηλές (Rivero et al., 2003) θερμοκρασίες, εναντίον της χλώρωσης του σιδήρου σε ασβεστώδη εδάφη (Romera et al., 1991), για τη βελτίωση της απόδοσης όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε μολυσμένα εδάφη (Bersi, 2002, Kacjan-Marsic & Osvald, 2004), για την αύξηση της σύνθεσης ενδογενών ορμονών (Proebsting et al., 1992), για τη βελτίωση της χρήσης του νερού (Cohen & Naor, 2002), και για την αύξηση της παραγωγής ανθέων και σπόρων (Lardizabal & Thompson, 1990).

Επιπλέον, ο εμβολιασμός μπορεί να έχει ελαφρώς θετικές επιπτώσεις στη βλαστική αύξηση και ανάπτυξη της τομάτας σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (Abdelmageed et al., 2004). Σύμφωνα με άλλη έρευνα εμβολιασμένα και μη φυτά τομάτας καλλιεργήθηκαν για 30 ημέρες σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Ανεξάρτητα από το αν το φυτό ήταν εμβολιασμένο ή όχι, τα αποτελέσματα δείχνουν πως το θερμικό <stress> συνέβη κυρίως στους 35°C, με αρνητικές επιδράσεις για τα φυτά. Αυτές οι επιδράσεις φαίνεται να είναι ασθενέστερες στα εμβολιασμένα σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά, το οποίο αντανakλά άμεσα σε μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας (Rivero et al., 2003).

γ) επίδραση στην ευρωστία και την απόδοση

Οι τομάτες οι οποίες εμβολιάζονται σε υποκείμενα μελιτζάνας έχουν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και βιομάζα (ριζών και βλαστών) από τις αυτόρριζες (Tai et al., 2005) και δίνουν ικανοποιητική παραγωγή (Oda et al., 2000).

Οι Oda et al. (1996) καλλιέργησαν εμβολιασμένες τομάτες στο εμπορικό υποκείμενο τομάτας «Hawaii 7998» και στο υποκείμενο μελιτζάνας «*S. integrifolium*» και παρατήρησαν ότι η βλαστική αύξηση και η απόδοση μειώθηκαν με τον εμβολιασμό στο «*S. integrifolium*» σε σχέση με τον εμβολιασμό σε εμπορικά υποκείμενα τομάτας, εξαιτίας ασυμβατότητας και συνεπώς φτωχής σύνδεσης των αγγείων του εμβολίου και του υποκειμένου και του φτωχού ριζικού συστήματος, που προκάλεσαν συνθήκες έλλειψης νερού στα φυτά. Ενώ τα διαλυτά στερεά συστατικά, τα σάκχαρα και η σήψη της κορυφής αυξήθηκαν με τον εμβολιασμό στο «*S. integrifolium*» σε σχέση με τον εμβολιασμό σε υποκείμενο τομάτας.

Σύμφωνα με τους Lee και Oda (2003), εμβολιασμένες τομάτες της ποικιλίας «Seokwang» στο υποκείμενο «Kagemusha» έδωσαν 39,3% περισσότερους καρπούς, 54,4% υψηλότερη παραγωγή και ελαφρώς μεγαλύτερο μέσο βάρος καρπού (Chung ,1995). Εμβολιασμένες τομάτες στο εμπορικό υποκείμενο τομάτας «Maxifort» έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή σε βιολογική καλλιέργεια (Rivard, 2006) και εμβολιασμένες στα εμπορικά υποκείμενα τομάτας «He-man F1», «Primavera F1», «PG3 F1» και «Beaufort F1» μεγαλύτερη παραγωγή σε θερμοκηπιακή και σε υπαίθρια καλλιέργεια και καρπούς με τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά με εκείνες που έδωσαν τα αυτόρριζα σπορόφυτα (Marsic & Osvald, 2004, Khah et al., 2006).

Οι εμβολιασμένες σε εύρωστα υποκείμενα τομάτες, όταν καλλιεργούνται σε αμόλυντα από εδαφογενή παθογόνα εδάφη, δίνουν πολύ υψηλότερη

παραγωγή από τις αυτόρριζες (Matsuzoe et al., 1993a).

Η υψηλότερη παραγωγή που δίνουν οι εμβολιασμένες τομάτες εξαρτάται από το είδος του υποκειμένου στο οποίο εμβολιάζονται, από την ποικιλία που εμβολιάζεται, την καλλιεργητική περίοδο, το περιβάλλον, τις πρακτικές καλλιέργειας και τις συνθήκες του μικροκλίματος στο οποίο αναπτύσσονται (Lee & Oda, 2003).

Σύμφωνα με άλλη έρευνα , καλλιέργεια εμβολιασμένων σπορόφυτων τομάτας σε χωράφι, των οποίων ο εγκλιματισμός έγινε σε θερμοκρασίες ημέρας/νύχτας (20/20, 25/25, 30/30, και 30/15 οC) για 10 ημέρες έδειξε ότι: όταν ο εγκλιματισμός γίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (25/25 και 30/30 οC) δημιουργούνται περισσότερα σύνθετα φύλλα μέχρι την 1η ταξιανθία, λιγότερα άνθη και μειώνεται η εμπορεύσιμη παραγωγή των δύο πρώτων ταξιανθιών, ενώ όταν ο εγκλιματισμός γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (30/15 οC) δημιουργούνται λιγότερα σύνθετα φύλλα μέχρι την 1η ταξιανθία, περισσότερα άνθη και αυξάνεται η πρώιμη εμπορεύσιμη παραγωγή των δύο πρώτων ταξιανθιών. Δηλαδή, ο εγκλιματισμός εμβολιασμένων σπορόφυτων τομάτας σε χαμηλές νυκτερινές θερμοκρασίες 30/15 οC μειώνει τον αριθμό των φύλλων που σχηματίζονται μέχρι την 1η ταξιανθία και αυξάνει την πρώιμη παραγωγή (Oda et al., 2003). Ο εμβολιασμός σήμερα θεωρείται γρήγορο εναλλακτικό εργαλείο στη σχετικά αργή μεθοδολογία βελτίωσης που στοχεύει στην αύξηση της ανθεκτικότητας στα περιβαλλοντικά στρες των οπωροκηπευτικών (Flores et al., 2010).

δ) επίδραση στην ποιότητα των προϊόντων

Σύμφωνα έρευνα των Matsuzoe et al. (1996) αξιολογήθηκε η ποιότητα του καρπού της τομάτας «Monotaro» εμβολιασμένη σε τρία διαφορετικά υποκείμενα του είδους *Solanum*, το *Solanum sisymbriifolium*, το *Solanum*

tornum, και το *Solanum toxicarium*. Κατέληξαν ότι η ποιότητα των καρπών των φυτών τομάτας που εμβολιάστηκαν δεν ήταν διαφορετική από αυτή της τομάτας που δεν είχε εμβολιαστεί. Ακόμα, ενώ οι Di Gioia et al. (2010) και οι Khal et al, Khal et al, (2006) δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στα συνολικά διαλυτά στερεά μεταξύ εμβολιασμένης και μη τομάτας. Οι Oda et al. (1996) παρατήρησαν ότι τα διαλυτά στερεά συστατικά και τα σάκχαρα (oBrix) αυξήθηκαν με τον εμβολιασμό στο «*S. integrifolium*» σε σχέση με τον εμβολιασμό σε υποκείμενο τομάτας. Το περιεχόμενο των καρπών της τομάτας σε λυκοπένιο μειώνεται σημαντικά με τον εμβολιασμό. Η ποικιλία της τομάτας είναι ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες της περιεκτικότητας σε λυκοπένιο (Helyes et al., 2009).

Αντίθετα όμως με τις προηγούμενες μελέτες οι Rogonyi et al. (2005) ανέφεραν ότι οι ποιοτικές παράμετροι της τομάτας ποικιλίας «Lemance» (*S. lycopersicum* L.) ήταν χαμηλότερες σε φυτά εμβολιασμένα στο υποκείμενο «Beaufort» (*S. lycopersicum* L.×*S. habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner) από τις μη εμβολιασμένες τομάτες.

1.6 Μέθοδοι εμβολιασμού

Η τομάτα μέχρι πριν μερικά χρόνια εμβολιαζόταν στην επικοτύλη επειδή τα σπορόφυτά της δεν έχουν κοιλότητα στο κέντρο του βλαστού και η διάμετρος της υποκοτύλης είναι πολύ μικρότερη από τη διάμετρο της επικοτύλης. Παρατηρήθηκε όμως ότι όταν τα σπορόφυτα εμβολιάζονται στην επικοτύλη του υποκειμένου, από τις μασχάλες των κοτυληδόνων αναπτύσσονται δευτερογενείς βλαστοί, οι οποίοι στερούν θρεπτικά στοιχεία από το εμβόλιο, σκιάζουν τα σπορόφυτα και δημιουργούν ανομοιόμορφα σπορόφυτα. Οι βλαστοί αυτοί του υποκειμένου πρέπει να αφαιρεθούν προτού προωθηθούν τα σπορόφυτα στην αγορά. Οι εμπορικές επιχειρήσεις, για να μειώσουν τα εργατικά έξοδα από την

περιποίηση των σπορόφυτων, εμβολιάζουν τα σολανώδη στην υποκοτύλη με όλες τις μεθόδους.

Οι μέθοδοι εμβολιασμού είναι:

- Εμβολιασμός της προσέγγισης με γλωσσίδιο (Tongue approach grafting)
- Εμβολιασμός με σχισμή στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (Cleft grafting)
- Εμβολιασμός με κατακόρυφη ή πλάγια οπή στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (hole insertion grafting)
- Πλάγιος εμβολιασμός στην υποκοτύλη (Splice grafting)
- Οριζόντιος εμβολιασμός με βελόνα στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (Horizontal pin grafting)
- Εμβολιασμός με πλάγια σχισμή στην επικοτύλη ή στην υποκοτύλη (Splice grafting) (Μπλέτσος, 2009).

1.6.1 Προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από την καλλιέργεια εμβολιασμένων σπορόφυτων τομάτας

Για να μειώσουμε τις απώλειες της παραγωγής από τις εδαφογενείς ασθένειες στα σολανώδη φυτά , πρέπει να τα εμβολιάσουμε σε υποκείμενα ανθεκτικά στη φυλή του παθογόνου οργανισμού που προσβάλλει τα σπορόφυτα. Αυτόρριζα ευπαθή σπορόφυτα τομάτας ή τομάτες εμβολιασμένες σε ευπαθή υποκείμενα συνήθως επιτρέπουν πολύ γρήγορη διάδοση της ασθένειας στο στάδιο της ωρίμανσης των καρπών αργά την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι , αλλά συνήθως όχι κατά τη διάρκεια της πρώιμης παραγωγής. Κατάλληλα υποκείμενα για τον εμβολιασμό της τομάτας είναι τα ανθεκτικά στο βερτιτσίλιο

και στον ίο του μωσαϊκού του καπνού (TMV). Οι εμβολιασμένες τομάτες, επειδή είναι ακριβές (συνήθως η τιμή τους είναι τριπλάσια από τις αυτόρριζες της ίδιας ποικιλίας) , καλλιεργούνται στα θερμοκήπια και στα υδροπονικά συστήματα για να διατηρηθεί η καλλιέργεια για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και να αυξηθεί η παραγωγή. Οι σπόροι των υποκειμένων πρέπει να είναι απαλλαγμένοι από τους σπορομεταδιδόμενους ιούς, όπως είναι ο ιός του μωσαϊκού του καπνού , καθώς ο ιός μπορεί εύκολα και πολύ γρήγορα να μεταφερθεί στο εμβόλιο και σε άλλα γειτονικά φυτά και τελικά να καταστρέψει τα περισσότερα φυτά σε μικρό χρονικό διάστημα(Kim και Lee 2000). Η παρουσία ενός ιωμένου φυτού στο θερμοκήπιο μπορεί να καταστρέψει όλα τα υπόλοιπα υγιή φυτά από τις πρακτικές που εφαρμόζονται στην καλλιέργεια της τομάτας. Η αδρανοποίηση του ιού προκύπτει έπειτα από εμβάπτιση των σπόρων σε διάλυμα 10% Na_3PO_4 και μετά ξεπλένονται καλά με νερό ή με διάλυμα χλωρίνης. (Μπλέτσος ,2009)

1.7 Ποιότητα κηπευτικών

1.7.1 Προσδιορισμός της έννοιας ποιότητα κηπευτικών

Η ποιότητα των κηπευτικών είναι ένας γενικός και πολύπλοκος όρος, ο οποίος δεν προσδιορίζεται με τον ίδιο τρόπο από όλους όσοι εμπλέκονται στην παραγωγή, τη διάθεση και την κατανάλωση των κηπευτικών. Ένας γενικός

ορισμός της ποιότητας ο οποίος καλύπτει σχεδόν όλες τις προσεγγίσεις είναι αυτός που αναφέρει ο Rosenfeld(1999) : <Ποιότητα είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος που έχουν την ικανότητα να ικανοποιούν μία δεδομένη ανάγκη>. Ο βαθμός ικανοποίησης των αναγκών που καλύπτουν τα κηπευτικά για κάθε εμπλεκόμενο στη διαδικασία της παραγωγής , της μετασυλλεκτικής επεξεργασίας, της εμπορικής διάθεσης και της κατανάλωσης τους προσδιορίζει μια αντίστοιχη ποιοτική αξία.

Αν και ο παραπάνω ορισμός αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση της έννοιας ποιότητα , δεν ορίζει κάποια κλίμακα μέτρησης του βαθμού ικανοποίησης των αναγκών που καλύπτει η παραγωγή ή η διακίνηση ή η κατανάλωση ενός κηπευτικού. Η ποσοτικοποίηση όμως είναι η μεγαλύτερη δυσκολία σε κάθε προσπάθεια ορισμού της ποιότητας των κηπευτικών, γιατί τα χαρακτηριστικά που την καθορίζουν δεν είναι όλα μετρήσιμα, ενώ συχνά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Στην πραγματικότητα, η ποιότητα των κηπευτικών είναι η συνισταμένη πολλών επιμέρους ποιοτικών χαρακτηριστικών τα οποία ταξινομούνται σε πέντε κύριες ομάδες. Καθεμία απ' αυτές τις πέντε ομάδες ποιοτικών χαρακτηριστικών προσδίδει διαφορετική ποιοτική αξία στα κηπευτικά, σε αντιστοιχία με την οπτική γωνία από την οποία γίνεται η αξιολόγηση. Η ποιοτική αξία που προσδίδει στα κηπευτικά κάθε επιμέρους ομάδα ποιοτικών χαρακτηριστικών παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω. (Σάββας,2016)

1.7.2 Οργανοληπτική αξία κηπευτικών

Η οργανοληπτική αξία των κηπευτικών καθορίζεται από τη γεύση τους, την ύφη τους και το άρωμα τους. Η γεύση και το άρωμα ενός κηπευτικού δεν μπορούν να μετρηθούν σε μια αντικειμενική κλίμακα , γιατί σε μεγάλο βαθμό είναι υποκειμενικά χαρακτηριστικά (δηλαδή δεν τα αξιολογούν όλοι οι καταναλωτές με τον ίδιο τρόπο). Επιπλέον, η γεύση και το άρωμα εξαρτώνται από πολλές διαφορετικές ουσίες που περιέχονται στα κηπευτικά . Τέλος, η κάθε

ουσία δεν ασκεί ανεξάρτητη επίδραση στη γεύση ή στο άρωμα , αλλά συνήθως αλληλεπιδρά με άλλες ουσίες. Κατά συνέπεια, το τελικό γευστικό αποτέλεσμα είναι η συνισταμένη της περιεκτικότητας όλων των επιμέρους ουσιών που περιέχει ένα λαχανικό. Αυτό σημαίνει ότι η γεύση δεν κινείται πάνω σε μια ποσοτική κλίμακα, αλλά αντιστοιχεί σε άπειρα σημεία ενός πολυδιάστατου χώρου, όπου κάθε σημείο είναι ένας διαφορετικός συνδυασμός περιεκτικότητων πολλών επιμέρους συστατικών του κηπευτικού. Το ίδιο ισχύει για το άρωμα, το οποίο εξαρτάται από την περιεκτικότητα του λαχανικού σε διάφορες πτητικές ουσίες. Για παράδειγμα, στην τομάτα έχουν ανιχνευθεί πάνω από 400 πτητικές ουσίες, από τις οποίες όμως μόνο εννέα παίζουν κάποιο σημαντικό ρόλο στο άρωμα της (διάφορες μορφές εξανάλης και εξανόλης , 2-ισοβουτυλοθειαζόνη κ.λπ.)(Buttery et al, 1987,1988). Γι' αυτό στην πράξη, όταν είναι αναγκαίο να <μετρηθούν> η γευστικότητα και το άρωμα ενός κηπευτικού συγκριτικά με άλλα ομοειδή (π.χ. διαφορετικές ποικιλίες του ίδιου είδους ή κηπευτικά του ίδιου είδους που έχουν παραχθεί με διαφορετικές τεχνικές), καταρτίζεται μια ποσοτική κλίμακα βαθμονόμησης (π.χ ένας αδιάστατος δείκτης από 1 μέχρι 10).

Στη κλίμακα αυτή βαθμονομείται η γευστικότητα των κηπευτικών, αξιολογώντας τη γεύση και το άρωμα είτε μαζί είτε ξεχωριστά. Στη συνέχεια καλείται μια εκπαιδευόμενη ομάδα καταναλωτών να δοκιμάσει και να βαθμολογήσει όλα τα δείγματα κηπευτικών που είναι υπό αξιολόγηση, ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, με βάση αυτή την κλίμακα. Για κάθε ποικιλία ή καλλιεργητική μεταχείριση λαχανικού είναι χρήσιμο να υπάρχουν 4-5 επαναλήψεις, για να μπορεί να αξιολογηθεί στατιστικά η σημαντικότητα των διαφορών στη γευστικότητα και/ή το άρωμα. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι μέσοι όροι των βαθμολογιών που έλαβε το κάθε λαχανικό και συγκρίνονται μεταξύ τους. Ο παραπάνω τρόπος αξιολόγησης της γεύσης είναι καθαρά εμπειρικός και τα αποτελέσματα του είναι πολύ υποκειμενικά.

Η γεύση των κηπευτικών προκύπτει ως συνισταμένη των επιμέρους αισθήσεων που προκαλούν οι γλυκές ουσίες (σάκχαρα), οι όξινες ουσίες (οργανικά οξέα), οι αλμυρές ουσίες, οι πικρές και στυπτικές ουσίες, καθώς και καυστικές και πικάντικες ουσίες (Brug et al 2008, Beauchamp & Mennella ,2009) . Τα σημαντικότερα σάκχαρα που δίνουν γλυκιά γεύση στα κηπευτικά είναι κατά σειρά γλυκύτητας η φρουκτόζη, η σακχαρόζη και η γλυκόζη (Kader 2008). Από τα οργανικά οξέα που δίνουν όξινη γεύση στα κηπευτικά , τα σημαντικότερα κατά φθίνουσα σειρά έντασης της οξύτητας είναι το κιτρικό οξύ, το μηλικό οξύ και το τρυγικό οξύ, ενώ συμβολή στην όξινη γεύση έχουν και ορισμένα αμινοξέα, όπως το ασπαρτικό και το γλουταμινικό οξύ (Kader ,2008). Τα οργανικά οξέα και η αναλογία οξέων προς σάκχαρα καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την αίσθηση της γλυκύτητας στα κηπευτικά (Fisher & Scott, 1997). Στη τομάτα για παράδειγμα, η αναλογία οξέων προς σάκχαρα, η οποία κατά καιρούς έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται από 3,3 μέχρι 21,7, θεωρείται ιδανική όταν η τιμή της είναι κοντά στο 7,5 (Hounsome et al.,2008) .

Η αίσθηση της αλμυρότητας στα κηπευτικά επηρεάζεται από την συγκέντρωση ανόργανων αλάτων και ιδιαίτερα NaCl στο κυτταρικό χυμό τους όσον αφορά τις ουσίες που δημιουργούν πικρή και στυπτική(στυφή) γεύση , αυτές είναι πολλές και με ποικίλη χημική σύνθεση. Ενδεικτικά αναφέρονται οι προανθοκυανίνες , οι φαινόλες , τα φλαβονοειδή, ισοφλαβόνες , τα τερπένια, η γλυκοσινολικές ενώσεις , οι τανίνες και διάφορα αλκαλοειδή (Dinehart et al., 2006 , Hounsome et al., 2006). Πολλά φλαβονοειδή, όπως οι ανθοκυανιδίνες, οι χαλκόνες και φλαβόνες, είναι χρωστικές ουσίες που δίνουν ποικίλα χρώματα στα βρώσιμα τμήματα των κηπευτικών (Hou et al., 2004).

Τέλος, οι καυστικές και πικάντικες ουσίες που μπορεί να περιέχονται σε κάποια κηπευτικά είναι ποικίλης σύστασης . Ενδεικτικά αναφέρονται η καψαϊκίνη στην πιπεριά (Diaz et al., 2004) και η αλυσίνη στο σκόρδο (Block

,1985). Εκτός όμως απ' την περιεκτικότητα στις παραπάνω ουσίες η γεύση των κηπευτικών επηρεάζεται επίσης απ' την περιεκτικότητα τους σε νερό. Όσον αφορά το άρωμα των κηπευτικών , αυτό είναι αποτέλεσμα της έκλυσης διάφορων πτητικών οργανικών ουσιών, οι οποίες χημικά ανήκουν κυρίως στους εστέρες, τις αλκοόλες , τις αλδεΐδες και τις κετόνες (Kader ,2008).

Η οργανοληπτική αξία των κηπευτικών και κυρίως των καρπών (π,χ τομάτα) επηρεάζεται ακόμη από τη συνεκτικότητα της σάρκας τους (Shewfelt , 1999). Η συνεκτικότητα μπορεί να μετρηθεί είτε στην εξωτερική επιφάνεια οπότε επηρεάζεται και από τον φλοιό, είτε στην εσωτερική σάρκα. Η συνεκτικότητα συνήθως μετριέται ως δύναμη (Newton) που απαιτείται για να εισχωρήσει ένα δυναμόμετρο μέσα στη σάρκα (Σάββας, 2016).

1.7.3 Εμπορική αξία κηπευτικών

Αν και η γεύση είναι πολύ σημαντική για τον καταναλωτή, στην πραγματικότητα οι αποφάσεις για την αγορά ενός κηπευτικού αλλά και για την τιμή αγοράς του καθορίζονται κυρίως απ' την εξωτερική εμφάνιση του προϊόντος. Μόνο στην περίπτωση επώνυμων κηπευτικών προϊόντων έχει ο καταναλωτής εκ των προτέρων μια άποψη για την γεύση τους , την οποία λαμβάνει υπόψιν του για να αποφασίσει αν και σε ποία τιμή θα το αγοράσει. Συνεπώς, αφού ο καταναλωτής αξιολογεί τα κηπευτικά κυρίως με βάση την εμφάνιση τους, η αγορά προσανατολίζεται κατά προτεραιότητα στην ποσοτική αξιολόγηση της ποιότητας των κηπευτικών με βάση μετρήσιμα εξωτερικά χαρακτηριστικά, όπως το βάρος τους η διάμετρός τους ή το μήκος τους, το σχήμα τους , το χρώμα τους και το ποσοστό της εξωτερικής επιφάνειας τους που φέρει ελαττώματα όπως σχισμές ή κηλίδες. Εκτός από τα παραπάνω εξωτερικά χαρακτηριστικά, για τον καθορισμό της εξωτερικής ποιότητας των κηπευτικών και για την κατάταξη τους σε ποιοτικές κατηγορίες λαμβάνονται

ακόμη υπόψη η εξωτερική νωπότητα , η ύπαρξη σήψεων ή παραμορφώσεων, καθώς και οι αποκλίσεις στο σχήμα από το μέσο σχήμα του είδους και της συγκεκριμένης ποικιλίας (Rouphael et al., 2010). Προφανώς ο βαθμός παραμόρφωσης ή απόκλισης του σχήματος ενός κηπευτικού από το μέσο όρο της ποικιλίας δύσκολα αποτιμάται αντικειμενικά πάνω σε μια ποσοτική κλίμακα , γιατί υπάρχουν πολλοί τύποι παραμόρφωσης και σχηματικής απόκλισης. Είναι δυνατόν όμως σε μια ποσότητα κηπευτικών να προσδιοριστεί το ποσοστό αυτών που παρουσιάζουν παραμορφώσεις και αποκλίσεις στο σχήμα και να διαχωριστούν από αυτά που δεν παρουσιάζουν ή παρουσιάζουν ελάχιστη απόκλιση.

Τα μετρήσιμα εξωτερικά χαρακτηριστικά ποιότητας των κηπευτικών, λόγω της σημασίας που έχουν για την προτίμηση τους από τον καταναλωτή και για την τιμή διάθεσης τους, χρησιμοποιούνται στην αγορά ως ποσοτικά κριτήρια ποιοτικής αξιολόγησης. Με βάση αυτά τα κριτήρια τα κηπευτικά κατατάσσονται σε ποιοτικές κατηγορίες (Extra, Class I, Class II, μη εμπορεύσιμο προϊόν). Η κατάταξη των κηπευτικών σε ποιοτικές κατηγορίες λαμβάνει χώρα αμέσως μετά την συγκομιδή τους και συγκεκριμένα στο στάδιο της τυποποίησης και συσκευασίας τους. Στην Ευρώπη τα κριτήρια της ποιοτικής κατάταξης είναι καθορισμένο σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) και ισχύουν σε όλα τα κράτη μέλη, ενώ χρησιμοποιούνται και από κράτη που δεν είναι μέλη της Ε.Ε , με στόχο την διευκόλυνση των εισαγωγών και εξαγωγών και γενικότερα της διακίνησης των κηπευτικών στην αγορά. Τα κριτήρια αυτά βασίζονται στον Codex Alimentarius του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) (Kader, 2001 , Huyskens-Keil & Schreiner , 2003 , Grouda, 2005). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η ποιοτική κατάταξη και οι έλεγχοι ποιότητας των κηπευτικών βασίζονται στον γενικό Κανονισμό 1234/2007, καθώς και σε ειδικούς κανονισμούς για ορισμένα μεγάλης οικονομικής

σημασίας είδη. Ο γενικός Κανονισμός 1234/2007 καλύπτει όλα τα άλλα είδη κηπευτικών εκτός από την τομάτα , την πιπεριά, το μαρούλι και το αντίδι. Για την εμπορία της τομάτας , της πιπεριάς , του μαρουλιού και του αντιδιού ισχύει ο εκτελεστικός Κανονισμός 543/2011 της 7^{ης} Ιουνίου 2011.

1.7.4 Διατάξεις που αφορούν την ποιότητα

Σύμφωνα με «ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 543/2011 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 7ης Ιουνίου 2011 για τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1234/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους τομείς των οπωροκηπευτικών και των μεταποιημένων οπωροκηπευτικών»

Ελάχιστες απαιτήσεις : Σε όλες τις κατηγορίες, λαμβανομένων υπόψη των ειδικών διατάξεων που προβλέπονται για κάθε κατηγορία και των αποδεκτών ορίων ανοχής, οι ντομάτες πρέπει να είναι:

- ακέραιες,
- υγιείς· αποκλείονται τα προϊόντα που παρουσιάζουν σήψη ή αλλοιώσεις που τα καθιστούν ακατάλληλα για κατανάλωση,
- καθαρές, ουσιαστικά απαλλαγμένες από κάθε ορατή ξένη ύλη,
- φρέσκες,
- ουσιαστικά απαλλαγμένες από επιβλαβείς οργανισμούς,
- απαλλαγμένες από φθορές οι οποίες προκαλούνται από επιβλαβείς οργανισμούς που προσβάλλουν τη σάρκα,
- απαλλαγμένες από μη φυσιολογική εξωτερική υγρασία,
- απαλλαγμένες από ξένη οσμή και/ή ξένη γεύση.

Όσον αφορά τις ντομάτες που προσφέρονται σε στέλεχος

(«ντομάτες σε βότρους»), τα στελέχη πρέπει να είναι φρέσκα, υγιή, καθαρά και απαλλαγμένα από φύλλα και από κάθε ορατή ξένη ύλη.

Οι ντομάτες πρέπει να εμφανίζουν τέτοια ανάπτυξη και να βρίσκονται σε τέτοια κατάσταση ώστε:

- να αντέχουν τη μεταφορά και τον εν γένει χειρισμό, και
- να φθάνουν σε ικανοποιητική κατάσταση στον τόπο προορισμού.

Ταξινόμηση: Οι ειδικές προδιαγραφές εμπορίας που προβλέπονται στο άρθρο 113 παράγραφος 1 στοιχείο β) του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1234/2007 περιλαμβάνονται στο παράρτημα Ι μέρος Β του παρόντος κανονισμού

Οι ντομάτες ταξινομούνται στις κατωτέρω τρεις κατηγορίες:

i) Κατηγορία «Έξτρα»

Οι ντομάτες που ταξινομούνται στην κατηγορία αυτή πρέπει να είναι ανώτερης ποιότητας. Πρέπει να είναι συνεκτικές και να παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στην ποικιλία τους και/ή στον εμπορικό τους τύπο.

Ο χρωματισμός τους, σε σχέση με την κατάσταση ωρίμασης, πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του τρίτου εδαφίου του ανωτέρω σημείου Α.

Οι ντομάτες πρέπει να είναι απαλλαγμένες από πράσινο χρωματισμό στη ζώνη που βρίσκεται στη βάση του ποδίσκου και από άλλα ελαττώματα, εκτός από πολύ ελαφρές αλλοιώσεις στην επιφάνεια του φλοιού, υπό τον όρο ότι αυτές δεν επηρεάζουν ούτε την ποιότητα και τη γενική εμφάνιση του προϊόντος ούτε τη διατηρησιμότητα και την παρουσίαση στη συσκευασία.

ii) Κατηγορία I

Οι ντομάτες που ταξινομούνται στην κατηγορία αυτή πρέπει να είναι καλής ποιότητας. Πρέπει να είναι επαρκώς συνεκτικές και να παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στην ποικιλία τους και/ή στον εμπορικό τους τύπο.

Πρέπει να είναι απαλλαγμένες από σκασίματα και από εμφανή πράσινο χρωματισμό στη ζώνη που βρίσκεται στη βάση του ποδίσκου. Οι καρποί

μπορούν, ωστόσο, να παρουσιάζουν τα ακόλουθα ελαφρά ελαττώματα, με την προϋπόθεση ότι δεν βλάπτουν τη γενική εμφάνιση, την ποιότητα, τη διατηρησιμότητα και την παρουσίαση στη συσκευασία:

- ελαφρό ελάττωμα σχήματος και ανάπτυξης,
- ελαφρά ελαττώματα χρωματισμού,
- ελαφρά ελαττώματα του φλοιού,
- πολύ ελαφρούς μώλωπες.

Εξάλλου οι ντομάτες «με ραβδώσεις» μπορούν να παρουσιάζουν:

- επουλωμένα σκασίματα μεγίστου μήκους 1 cm,
- μη υπερβολικά εξογκώματα,
- μικρό μη φελλώδη ομφαλό,
- φελλώδεις ουλές ομφαλοειδούς σχήματος στο σημείο της θυλακίδος, η συνολική επιφάνεια των οποίων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 cm²,
- λεπτή θυλακιδική ουλή επιμήκη (ομοιάζουσα με ραφή), της οποίας το μήκος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα δύο τρίτα της μέγιστης διαμέτρου του καρπού.

iii) Κατηγορία II

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις ντομάτες που δεν μπορούν να ταξινομηθούν στις ανώτερες κατηγορίες, αλλά ανταποκρίνονται στις ελάχιστες απαιτήσεις που ορίζονται παραπάνω.

Πρέπει να είναι αρκετά συνεκτικές (αλλά ελαφρώς λιγότερο από εκείνες που ταξινομούνται στην κατηγορία I) και δεν πρέπει να παρουσιάζουν μη επουλωμένα σκασίματα.

Οι ντομάτες αυτές μπορούν να έχουν τα εξής ελαττώματα, υπό τον όρο ότι διατηρούν τα ουσιώδη χαρακτηριστικά ποιότητας, διατηρησιμότητας και παρουσίασης:

- ελαττώματα σχήματος και ανάπτυξης,
- ελαττώματα χρωματισμού,
- ελαττώματα του φλοιού ή μώλωπες, υπό τον όρο ότι δεν βλάπτουν σοβαρά τον καρπό,
- επουλωμένα σκασίματα μεγίστου μήκους 3 cm για τις στρογγυλές, με

ραβδώσεις ή επιμήκεις ντομάτες.

Εξάλλου οι ντομάτες «με ραβδώσεις» μπορούν να παρουσιάζουν:

- πιο έντονα εξογκώματα από τα επιτρεπόμενα στην κατηγορία I, χωρίς να υπάρχει δυσμορφία,
- ομφαλό,
- φελλώδεις ουλές ομφαλοειδούς σχήματος στο σημείο της θυλακίδος, η συνολική επιφάνεια των οποίων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2 cm²,
- λεπτή θυλακιδική ουλή επιμήκη (ομοιάζουσα με ραφή).

1.7.5 Μετασυλλεκτική αξία

Άλλα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση της ποιότητας των κηπευτικών είναι η αντοχή στην μεταφορά , η αυξημένη μετασυλλεκτική διάρκεια ζωής σε συνδυασμό με την διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους, καθώς και η ευκολία στο καθάρισμα όταν καταναλώνονται. Τα νωπά λαχανικά είναι από τα πλέον ευπαθή προϊόντα και η ποιότητα τους υποβαθμίζεται ταχύτατα μετά την συγκομιδή. Συνεπώς , τα κηπευτικά των οποίων μειώνεται με πιο αργούς ρυθμούς μετά την συγκομιδή διαθέτουν αυξημένη μετασυλλεκτική αξία και θεωρούνται υψηλότερης ποιότητας. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την μετασυλλεκτική συμπεριφορά των κηπευτικών είναι πολύ σημαντικά για την αλυσίδα της διακίνησης τους στην αγορά. Γι' αυτό τα χαρακτηριστικά αυτά λαμβάνονται υπόψη στα προγράμματα γενετικής βελτίωσης , τα οποία αποσκοπούν στην δημιουργία νέων ποικιλιών και υβριδίων . (Σάββας ,2016)

1.7.6 Μεταβολές σε ποιοτικά χαρακτηριστικά

Η μετασυλλεκτική ζωή των κηπευτικών επηρεάζεται από τις μετασυλλεκτικές αλλαγές στον μεταβολισμό των κυττάρων. Πρόκειται για αλλαγές στον μεταβολισμό με επίδραση σε ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία

καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής των κηπευτικών. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το χρώμα των κηπευτικών. Το χρώμα είναι βασικής σημασίας κριτήριο για την αξιολόγηση της ποιότητας τόσο των έγχρωμων καρπών και των υπόγειων οργάνων, όσο και των πράσινων φυλλωδών λαχανικών. Συνεπώς, η μεταβολή του χρώματος στη διάρκεια της αποθήκευσης θεωρείται δείγμα ποιοτικής υποβάθμισης και μειώνει ή ακόμα και εκμηδενίζει την ποιοτική αξία των κηπευτικών. Αυτό βέβαια δεν ισχύει για του κλιμακηρικούς καρπούς όταν συγκομίζονται ανώριμοι, δεδομένου ότι σε αυτούς η αλλαγή χρώματος είναι απλώς το φυσιολογικό αποτέλεσμα της ωρίμανσης. Εκτός από τους κρουοτραυματισμούς και τις μολύνσεις από παθογόνα , διάφορες καταβολικές διεργασίες που οδηγούν σε μερική αποδόμηση της χλωροφύλλης ή άλλων χρωστικών λόγω γήρανσης είναι υπεύθυνες για την απώλεια χρώματος και την εμφάνιση μεταχρωματισμών (Shewfelt, 2003).

Άλλο ποιοτικό χαρακτηριστικό που επηρεάζεται κατά τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής συντήρησης είναι η γεύση. Η γεύση των κηπευτικών μπορεί να αλλοιωθεί από τραυματισμούς ή μη ευνοϊκές συνθήκες αποθήκευσης , όπως κρουοτραυματισμοί ή ανεπαρκής συγκέντρωση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα αποθήκευσης (Sims & Golaszewski, 2003).

Το άρωμα των κηπευτικών μπορεί επίσης να επηρεαστεί κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των κηπευτικών. Τα λαχανικά συνήθως έχουν μια τυπική οσμή, χαρακτηριστική του είδους ή της βοτανικής οικογένειας, η ένταση της οποίας αποτελεί ένδειξη για τη φρεσκάδα και την ποιότητα του προϊόντος. Μείωση της έντασης ή απώλεια αυτής της οσμής υποδηλώνει μειωμένη φρεσκάδα και ποιοτική υποβάθμιση. Σε ορισμένες περιπτώσεις , οι συνθήκες αποθήκευσης μπορεί να προκαλέσουν την ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών στα κηπευτικά. Για παράδειγμα, τα υπόγεια βλαστικά όργανα (π.χ πατάτα, καρότο,

παντζάρι) τείνουν να αναπτύσσουν χαρακτηριστικά δυσάρεστες οσμές, όταν οι συνθήκες αποθήκευσης δεν είναι κατάλληλες ή όταν σαπίζουν λόγω εκτεταμένης προσβολής από παθογόνα.

Η αποθήκευση μπορεί επίσης να έχει σημαντικές επιδράσεις στη θρεπτική αξία των κηπευτικών, όπως αλλαγές στη συγκέντρωση διαφόρων σακχάρων, βιταμίνης C, νιτρωδών κ.λπ. Ορισμένες από αυτές τις αλλαγές συνδέονται με τη διαδικασία ωρίμανσης και είναι αναμενόμενες και φυσιολογικές, ενώ άλλες οφείλονται σε ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης. Όταν οι αλλαγές αυτές δεν επηρεάζουν τη γεύση, δεν γίνονται αντιληπτές από τον καταναλωτή και δεν επηρεάζουν την εμπορική αξία του προϊόντος. (Σάββας,2016)

1.7.7 Τεχνολογίες και συνθήκες συντήρησης κηπευτικών

Με τον όρο <συντήρηση κηπευτικών> αντιλαμβανόμαστε όλες τις πρακτικές και τεχνολογικές παρεμβάσεις που γίνονται μετά τη συγκομιδή τους με στόχο την επιμήκυνση της μετασυλλεκτικής ζωής τους όσο το δυνατόν περισσότερο. Η μετασυλλεκτική ζωή ενός κηπευτικού εκτείνεται από τη συγκομιδή μέχρι το απώτατο χρονικό σημείο κατά το οποίο όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του συνεχίζουν να διατηρούνται σε τέτοιο επίπεδο, ώστε του επιτρέπουν να καταναλωθεί ως τροφή από τον άνθρωπο. Τα κηπευτικά μπορούν να συντηρηθούν είτε νωπά, είτε κατεψυγμένα, είτε κονσερβοποιημένα. Οι τεχνικές συντήρησης σε νωπή κατάσταση πρέπει να αποσκοπούν σε : α) επιβράδυνση του ρυθμού αναπνοής, β) επιβράδυνση του ρυθμού ωρίμανσης και γήρανσης , γ) μείωση της απώλειας βάρους και δ) αποφυγή φυτοπαθολογικών προσβολών. Για ορισμένα κηπευτικά, οι τεχνικές συντήρησης τους πρέπει να αποσκοπούν επιπλέον στην παρεμπόδιση κάποιων ανεπιθύμητων διεργασιών ανάπτυξης, όπως το φύτρωμα οφθαλμών σε υπόγεια όργανα (π.χ καρότο,

πατάτα, γλυκοπατάτα κ.ά.), η εμφάνιση ανεπιθύμητων χρωστικών στο σπαράγγι, καθώς και σολανίνης στην πατάτα (Σφακιωτάκης,2004). Άλλες τεχνικές συντήρησης των κηπευτικών είναι η διατήρηση κατάλληλα υψηλών επιπέδων σχετικής υγρασίας (Σ.Υ.), καθώς και ο έλεγχος της σύστασης της ατμόσφαιρας στο περιβάλλον αποθήκευσης (περιεκτικότητα σε O₂ , CO₂ και αιθυλένιο) . Τα επίπεδα θερμοκρασίας και Σ.Υ. που διατηρούνται στο περιβάλλον αποθήκευσης διαφέρουν για κάθε κηπευτικό, καθώς πρέπει να ληφθούν υπόψη η σχετική ευαισθησία κάθε είδους στον κρυοτραυματισμό, στην απώλεια βάρους και τις προσβολές από παθογόνα, καθώς και το σημείο πήξης του κυτταρικού του χυμού. Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη η ευαισθησία κάθε είδους κηπευτικού στο αιθυλένιο. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω καθώς και την εμπειρία από τις εφαρμογές στην πράξη, τα κηπευτικά μπορούν να ταξινομηθούν σε ομάδες με βάση τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία και Σ.Υ. κατά την ευαισθησία τους στο αιθυλένιο κατά τη μετασυλλεκτική τους συντήρηση.

Ορισμένα κηπευτικά τα οποία συνιστούν υπόγεια όργανα (π.χ καρότο, παντζάρι, πατάτα) μπορούν να συντηρηθούν στον αγρό για κάποιο χρονικό διάστημα. Τα κηπευτικά αυτά ανήκουν στα μη ευπαθή είδη, τα οποία μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα μετά τη συγκομιδή τους. Στο χωράφι συνήθως διατηρούνται θαμμένα στο έδαφος , οπότε δεν χάνουν υγρασία. (Σάββας ,2016)

1.7.7.1 Ειδικές πληροφορίες συντήρησης για τη τομάτα

Η τομάτα παγώνει σε θερμοκρασία $\leq -1^{\circ}$ C. Οι άριστες συνθήκες αποθήκευσης της τομάτας εξαρτώνται από το στάδιο ωρίμανσης. Η τομάτα στο στάδιο πράσινη-ώριμη όταν αποθηκεύεται σε θερμοκρασία $<10^{\circ}$ C υφίσταται ζημιά από χαμηλές θερμοκρασίες (κρυοτραυματισμός) και τα συμπτώματα είναι αδυναμία ωρίμανσης , ανομοιομορφία στην ωρίμανση, πρόωρο μαλάκωμα,

νεκρωτικές κηλίδες, καφέτιασμα σπερμάτων. Αύξηση μικροβιακών προσβολών στους νεκρούς ιστούς (π.χ από *Alternaria*).

Οι ώριμες τομάτες είναι λιγότερο ευαίσθητες από ότι οι πράσινες τομάτες στον κρυοτραυματισμό (συνιστώμενη θερμοκρασία συντήρησης $>8^{\circ}\text{C}$. Εάν αποθηκευτούν σε θερμοκρασία χαμηλότερη των 8°C τότε υφίστανται ζημιά από το ψύχος και τα συμπτώματα είναι υπερβολικό μαλάκωμα, αλλοίωση της γεύσης, απώλεια αρώματος και σημαντικά μειωμένη ζωή στο ράφι.

Οι πλήρως ώριμοι καρποί μπορεί να αποθηκευτούν ακόμη και στους $0-1,5^{\circ}\text{C}$ μέχρι και 3 εβδομάδες, εφόσον όμως καταναλωθούν το πολύ σε 1-2 ημέρες μετά την εξαγωγή τους από το ψυγείο (καταρρέουν γρήγορα). Από πειράματα η αποθήκευση ώριμων καρπών τομάτας σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (97% άζωτο και 3% O_2) και θερμοκρασία 13°C επί 6 εβδομάδες έδωσε καλά αποτελέσματα. Ο καλός αερισμός έχει μεγάλη σημασία κατά την αποθήκευση της τομάτας, ακόμα και σε κοινές αποθήκες, διότι δεν επιτρέπει την συσσώρευση του αιθυλενίου. (Βασιλακάκης, 2006)

1.7.7.2 Φυσιολογικές ασθένειες ή ανωμαλίες τομάτας

Ηλιόκαυμα (*Solar yellowing*)

Συμπτώματα : Εμφάνιση λευκού ιστού και βαθύλωμα, το χρώμα του καρπού γίνεται κίτρινο-πορτοκαλί . Οι καρποί είναι ακατάλληλοι για εμπορία.

Το ηλιόκαυμα συνήθως παρατηρείται όταν οι καρποί ωριμάζουν τέλος Μαΐου -αρχές Ιουνίου , περίοδος κατά την οποία οι ημέρες είναι μακρές, η ηλιακή ένταση υψηλή και η θερμοκρασία ξεπερνάει τους 30°C . Γίνεται δε ιδιαίτερα επικίνδυνο όταν το φυτό χάσει το φύλλωμα του εξαιτίας ασθένειας ή άλλης αιτίας και οι καρποί έρθουν σε άμεση έκθεση στον ήλιο. Καρποί στο στάδιο πράσινο-ώριμο και αυτοί που μόλις αρχίζουν να αποκτούν κόκκινο χρώμα είναι οι περισσότερο ευαίσθητοι καρποί. Υπ' αυτές τις συνθήκες η

λυκοπίνη αποτυγχάνει να σχηματιστεί κανονικά σε μερικές ποικιλίες αφήνοντας την καροτίνη, την κίτρινη χρωστική να εμφανιστεί στον <ώμο> του καρπού. Ακόμη και με θερμοκρασίες χαμηλότερες των 30° C , η θερμοκρασία της επιφάνειας των καρπών με σκούρο πράσινο χρώμα μπορεί να αυξηθεί περισσότερο, ιδιαίτερα ορισμένες ώρες της ημέρας, και να παρεμποδίσει τον σχηματισμό λυκοπίνης.

Ξήρανση κορυφής ή τάπα

Συμπτώματα : η κορυφή του καρπού δεν αναπτύσσεται και στη συνέχεια σαπίζει. Ο καρπός παίρνει πλακέ σχήμα εξού και η ονομασία. Οι καρποί είναι ακατάλληλοι για εμπορία.

Αίτια : έλλειψη ασβεστίου στον καρπό εξαιτίας,

1) ανεπάρκειας ασβεστίου στο έδαφος,

2) περίσσειας N, Mg, K ή Na

3) πολύ υγρού ή ξηρού εδάφους εξαιτίας ακανόνιστης άρδευσης, που επηρεάζει την απορρόφηση του ασβεστίου.

4) συνδυασμός των παραγόντων 1-3

5) υπερβολικής σχετικής υγρασίας στο περιβάλλον και ως εκ τούτου την μειωμένη διαπνοή και μειωμένη απορρόφηση ασβεστίου από το έδαφος.

<Γκρίζος φλοιός> ή <κηλιδωτή ωρίμανση>

Τα συμπτώματα αυτής της φυσιολογικής ασθένειας είναι γκρίζες ή καφετιές περιοχές στο εσωτερικό των φρούτων, που αρχίζουν να εμφανίζονται όταν οι καρποί είναι ακόμη πράσινοι. Τομές καρπών δείχνουν μαυρισμένο ιστό. Το χρώμα των καρπών εξωτερικά είναι κάπως γκρίζο.

Όταν οι καρποί ωριμάζουν, η προσβληθείσα περιοχή παραμένει σκληρή και το χρώμα της μετατρέπεται από πράσινο σε κίτρινο, παρά σε κόκκινο. Έτσι οι καρποί ωριμάζουν ανομοιόμορφα, η δε προσβληθείσα περιοχή όταν κόβεται

εμφανίζεται ξύλινη.

Ο <λευκός ιστός> μια άλλη φυσιολογική ασθένεια , έχει θεωρηθεί ένα αρχικό στάδιο του <γκρίζου τοίχου>, αλλά μπορεί να έχει σχέση και με άλλες ανωμαλίες. Η ασθένεια μπορεί να προσβάλλει περισσότερους από τους μισούς καρπούς ενός αγρού. Τα ακριβή αίτια που προκαλούν την ανωμαλία αυτή δεν είναι γνωστά, αλλά διάφοροι παράγοντες που διαδραματίζουν κάποιο ρόλο στην προδιάθεση των καρπών στην ανωμαλία αυτή φαίνονται με σειρά σπουδαιότητας :

- 1)χαμηλή ένταση φωτός ή παρατεταμένη νέφωση,
- 2)υπερβολική αζωτούχος λίπανση που προκαλεί υπερβολική βλάστηση,
- 3)υψηλή εδαφική υγρασία,
- 4)έλλειψη καλίου (K),
- 5)πιεσμένο έδαφος,
- 6)εναλλαγή θερμοκρασιών, ιδιαίτερα κρύες νύχτες και θερμές ημέρες.

Η ίωση <Μωσαϊκό του καπνού> έχει αναφερθεί ότι εμπλέκεται στον <γκρίζο τοίχο> , σ 'αυτές τις περιπτώσεις η ασθένεια ονομάζεται εσωτερικό καφέτιασμα.

Εσωτερική λεύκανση (Internal white tissue)

Επηρεάζεται από την ποικιλία και το περιβάλλον. Μερικές φορές αποδίδεται στην ασθένεια <κηλιδωτή ωρίμανση>. Έλλειψη καλίου και υψηλή θερμοκρασία πιστεύεται ότι επιδεινώνουν το πρόβλημα. (Βασιλακάκης, 2006)

1.8 Αλατότητα

1.8.1 Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη , παραγωγή και την ποιότητα των οπωροκηπευτικών

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί αρκετά πειράματα σχετικά με την επίδραση της αλατότητας σε παραμέτρους ανάπτυξης οπωροκηπευτικών καλλιεργειών καθώς και στην παραγωγή τους. Όσον αφορά τις παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών ,η μείωση στο ύψος των φυτών τομάτας με την αύξηση του επιπέδου της ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρατηρήθηκε από τους Olympio et al. (2003). Οι Chartzoulakis (1991), οι Chartzoulakis&Loupassaki (1997) και Chartzoulakis & Klapaki (2000) παρατήρησαν επίσης ότι η αύξηση της αλατότητας πέραν κάποιου ορισμένου ορίου επηρέασε αρνητικά την απόδοση των καρπών, τον αριθμό και το μέγεθος τους. Η μείωση του μέσου βάρους ανά καρπό καθώς και της συνολικής παραγωγής παρατηρήθηκε επίσης σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας από τους Al-Harbi et al. (2006) & Elia et al. (1999).

Οι Elia et al. (1999) απέδειξαν επίσης ότι η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας επέφερε μια γραμμική μείωση του χλωρού βάρους των φύλλων, του στελέχους και των καρπών σε καλλιέργεια τομάτας, ενώ δεν παρατήρησαν επίδραση της αλατότητας στο ξηρό βάρος του στελέχους. Ακόμα παρατηρήθηκε από τους Ling et al. (2001), μείωση στην εμπορεύσιμη χλωρή απόδοση (fresh-yield production) κατά 5.1% για κάθε αύξηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας κατά ένα dS m⁻¹, σε καλλιέργεια τομάτας.

1.8.2 Χρήση χαμηλής ποιότητας νερού στην γεωργία

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η χώρα μας, σε ολοένα αυξανόμενη έκταση είναι η δευτερογενής αλάτωση και αλκαλίωση των εδαφών, λόγω της κακής αποστράγγισης και της κακής έως μέτριας ποιότητας του νερού (υποβαθμισμένο νερό) άρδευσης (Θεριός, 2005).

Η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου πολλών περιοχών της χώρας μας εξαρτάται σε μεγάλη κλίμακα από τη γεωργία, που κατά κύριο αξιόλογο ποσοστό είναι αρδευόμενη, ενώ όσο αφορά τις λαχανοκομικές καλλιέργειες, είναι κυρίως αρδευόμενες. Επομένως η άρδευση καλλιεργειών με υποβαθμισμένης ποιότητας νερό μερικές φορές δημιουργεί προβλήματα αλατότητας. Στη χώρα μας η οικονομική σημασία και τα προβλήματα από τη συσσώρευση αλάτων στα αρδευόμενα εδάφη δεν έτυχαν της δέουσας προσοχής. Απώλειες, όπως ποιοτική και ποσοτική μείωση της παραγωγής, μπορούν να παρουσιαστούν ακόμη και σε εδάφη με συγκέντρωση αλάτων μικρότερη από την κρίσιμη για μια καλλιέργεια. Αναμένεται ότι ο κίνδυνος από τα άλατα θα αυξηθεί, γι' αυτό η τάση της σύγχρονης Γεωργίας είναι η χρησιμοποίηση όλου του διαθέσιμου νερού και η άρδευση όσο το δυνατό μεγαλύτερης έκτασης. Πολλές φορές οι παραγωγοί χρησιμοποιούν νερό αποστράγγισης στις χαμηλότερες και πλησιέστερες προς τη θάλασσα περιοχές, με αποτέλεσμα τη συγκέντρωση σ' αυτές περισσότερων αλάτων.

Προβλήματα προκύπτουν και από την ποικιλομορφία των αλατούχων εδαφών και τις καλλιεργητικές μεθόδους, που συντέλεσαν σε αύξηση της αλατότητας στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές. Τα προβλήματα όμως της δευτερογενούς αλατότητας είναι πιο σοβαρά, γιατί αντιπροσωπεύουν απώλειες εδάφους, που ήταν προηγούμενα παραγωγικά. Τέτοιες απώλειες οφείλονται πρωταρχικά στην άρδευση. Το νερό άρδευσης πολλές φορές είναι κακής ποιότητας. Έτσι η εξατμισιοδιαπνοή οδηγεί στη συγκέντρωση αλάτων στο

έδαφος. Επειδή μια τεχνολογική βελτίωση του προβλήματος είναι δύσκολη, εντονότερη ερευνητική προσπάθεια στο μέλλον, πρέπει να κατευθυνθεί κυρίως στη δημιουργία ανθεκτικών στα άλατα γενοτύπων (Θεριός, 2005).

1.8.3 Προβλήματα αλατότητας στην καλλιέργεια φυτών

Όταν το νερό άρδευσης περιέχει μέτριες ποσότητες αλάτων, τότε πρέπει να δοθεί σε επαρκή ποσότητα, ώστε να εμποδίσει τη συγκέντρωση τους στο έδαφος και να τα εκπλύνει, σε περιοχές όπου ήδη έχουν συγκεντρωθεί. Η κίνηση των αλάτων στο έδαφος σχετίζεται με την κίνηση του νερού.

Στα αλατούχα εδάφη η ύπαρξη σημαντικών ποσοτήτων διαλυτών αλάτων καθιστά πολύ δύσκολο στα φυτά να προσλάβουν νερό λόγω της αυξημένης ωσμωτικής πίεσης (OP) του εδαφικού διαλύματος και της μειωμένης διαπερατότητας των ριζών στο νερό. Κανονικά εδάφη έχουν χαμηλή OP του εδαφικού διαλύματος, ενώ πολύ αλατούχα έχουν OP περίπου - 40atm. Η συγκέντρωση αλάτων σ' αυτή την τιμή OP είναι 0,2-7%, 2000-70.000 mg/l. Η υψηλή OP μειώνει την ικανότητα του φυτού να απορροφά νερό και το φυτό υποφέρει από έλλειψη νερού, με συχνά την εμφάνιση συμπτωμάτων μαρασμού. Συμβαίνει δηλαδή κάτι παρόμοιο με ένα ναυαγό που βρίσκεται στον ωκεανό και πεθαίνει από την δίψα. Οι ζημιές από τα άλατα επιτείνονται στα θερμά κλίματα, απ' ότι στα ψυχρά. Αυτό όμως δεν μπορεί να γενικευτεί, γιατί όλα τα φυτά δε συμπεριφέρονται κατά τον ίδιο τρόπο, σε ίδιες κλιματικές συνθήκες.

Επίσης από τα διάφορα άλατα, αυτά που περιέχουν νάτριο (Na) είναι και τα πιο επιβλαβή. Το Na δρα δυσμενώς στη δομή του εδάφους, με αποτέλεσμα ο αερισμός του εδάφους αλλά και η αύξηση των φυτών να μειώνονται. Λιπάσματα που περιέχουν νάτριο όπως το NaN_3 , μειώνουν κατά 41-86% τη διαπερατότητα του εδάφους, σε σχέση με λιπάσματα που δεν περιέχουν νάτριο, όταν χορηγηθούν επί σειρά ετών και σε ικανές ποσότητες καθώς και όταν το

έδαφος δε περιέχει CaCO_3 CaSO_4 (Θεριός, 2005).

1.8.4 Επίδραση αλατότητας στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών

Η αλατότητα επηρεάζει την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών, πειράματα δείχνουν τα βλαβερά αποτελέσματα της αλατότητας στο φύτευμα σπόρων (πιπεριά, τομάτα κ.ά.) (Miyamoto et al., 2004). Κάτω από συνθήκες αλατότητας το φύτευμα επιβραδύνεται, η αύξηση μειώνεται και δημιουργούνται νάνα φυτά (π.χ. φακή από τους Sidari et al., 2007). Τα φυτά είναι περισσότερο ευαίσθητα στην αλατότητα του εδάφους κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων αύξησης, απ' ότι αργότερα, επειδή δε γίνεται ωσμωτική εξισορρόπηση.

Κάτω από συνθήκες αλατότητας η ταχύτητα κινητοποίησης των αποθησαυριστικών ουσιών μειώνεται σημαντικά. Έτσι, όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα είναι χαμηλή, τότε επιταχύνεται η αύξηση των φυτών σε ύψος, η επιμήκυνση των ριζών και η δημιουργία πλάγιων ριζών. Όταν το περιεχόμενο του εδάφους σε άλατα φθάσει το 0,8% τότε η αύξηση και ανάπτυξη των φυτών επιβραδύνεται.

Στα αλατούχα εδάφη η αύξηση σταματά στο χρονικό διάστημα μεταξύ δύο αρδεύσεων και ξαναρχίζει αμέσως μετά από άρδευση (λόγω καλύτερης εξισορρόπησης της ωσμωτικής πίεσης). Φαίνεται ότι κάτω από συνθήκες αλατότητας το φυτό εισέρχεται σε κατάσταση αδράνειας, που εκφράζεται με ελάττωση της ταχύτητας αύξησης. Η είσοδος των φυτών σε κατάσταση αδράνειας χαρακτηρίζεται από αλλαγή των ιδιοτήτων του πρωτοπλάσματος.

Αποτέλεσμα αυτών των μεταβολών είναι ο διαχωρισμός του πρωτοπλάσματος από τα κυτταρικά τοιχώματα (πλασμόλυση). Πολλές φορές ο διαχωρισμός αυτός είναι μη αντιστρεπτός. Τα φυτά που καλλιεργούνται κάτω από αλατότητα ιόντων χλωρίου εισέρχονται σε βαθύτερη κατάσταση αδράνειας,

σε σχέση με αυτά που καλλιεργούνται κάτω από αλατότητα θετικών ιόντων. Έτσι ο ρυθμός αύξησης και χρησιμοποίησης των θρεπτικών στοιχείων επιβραδύνεται περισσότερο σε φυτά που υφίστανται την επίδραση χλωριούχων ιόντων. Με την αποκατάσταση κανονικών συνθηκών τα φυτά αξιοποιούν πιο γρήγορα τα θρεπτικά στοιχεία που δεν χρησιμοποιήθηκαν προηγουμένως και αυξάνονται ταχύτερα.

Το ενδιαφέρον για την αντοχή στα άλατα των φυτών οικονομικής σημασίας αυξάνεται, όσο περισσότερα αλατούχα εδάφη φέρονται στην καλλιέργεια και όσο τα νερά που χρησιμοποιούνται για άρδευση προσθέτουν αθροιστικά στην αλατότητα των καλλιεργούμενων εδαφών. Η έρευνα που σχετίζεται με την επιβίωση και αύξηση των φυτών που καλλιεργούνται σε εδάφη με πολλά υδατοδιαλυτά άλατα, έχει πολλά άλυτα προβλήματα (Θεριός, 2005).

1.8.5 Μηχανισμοί αντοχής/επίδρασης στην αλατότητα

Η ρύθμιση του προγράμματος άρδευσης βοηθά, χωρίς όμως να εκμηδενίζει το πρόβλημα της αλατότητας. Συνεπώς, χρειάζεται η ανεύρεση και αξιολόγηση ανθεκτικών φυτών στα άλατα. Τα μακροσκοπικά συμπτώματα, καθώς και η περιεκτικότητα των φύλλων σε άλατα δεν είναι αξιόπιστος οδηγός της αντοχής στα άλατα. Γενικά είναι δύσκολο να επινοηθούν μηχανισμοί αντοχής με βάση βιοχημικές και φυσιολογικές μετρήσεις, γιατί καμία φυσιολογική παράμετρος μόνη της δεν συσχετίζεται άμεσα με την αντοχή στα άλατα. Παρά το γεγονός αυτό έγινε κάποια πρόοδος σε μερικά είδη. Τέτοια κριτήρια είναι καταστροφή της χλωροφύλλης και συγκέντρωση Cl σε φύλλα εσπεριδοειδών. Ο βαθμός ζημιάς στα φύλλα ροδακινιάς συσχετίζεται με τη συγκέντρωση σ' αυτά του χλωρίου. Επίσης ορισμένοι ερευνητές βρήκαν καλή συσχέτιση μεταξύ της αλατότητας και της συγκέντρωσης στα φύλλα των

αμινοξέων προλίνης και γλυκίνης, που πιθανώς βοηθούν στην διατήρηση της ωσμωτικής ισορροπίας των κυττάρων. Τα ίδια αμινοξέα μπορεί να είναι αποθησαυριστικές ουσίες, για παροχή αναχθέντος άνθρακα και αζώτου (Θερίος, 2005).

Ένας από τους περισσότερο γνωστούς μηχανισμούς αντοχής των φυτών στην ξηρασία και άλλες ακραίες συνθήκες είναι η συγκέντρωση μικρού μοριακού βάρους οργανικών ενώσεων ευδιάλυτων, όπως προλίνη, η βεταΐνη, η σακχαρόζη, και η σορβιτόλη. Ο ρόλος αυτών των ενώσεων είναι πολύ ενδιαφέρον, γιατί οι συγκεντρώσεις αυτών ανέρχονται σε 0,1-0,3 M ή περισσότερο.

Άλλα φυσιολογικά χαρακτηριστικά που επηρεάζονται με την αλατότητα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μηχανισμοί αντοχής για την αξιολόγηση των φυτών στα άλατα είναι:

Μηχανισμοί βραδείας

1. Αύξηση της αντίστασης των στομάτων στη μεταφορά του CO₂
2. Μείωση της διαπνοής
3. Μείωση της σύνθεσης κυτοκινινών, που σχετίζονται άμεσα με την σύνθεση πρωτεΐνης
4. Μείωση της δράσης των ενζύμων του μεταβολισμού του αζώτου
5. Αύξηση της δράσης του ενζύμου ATPάση

Ταχύτεροι μέθοδοι είναι οι εξής:

1. Πλασμολυτική μέθοδος
2. Χρώση ιστών με χλωριούχο τετραζόλιο (2,3,5 tripheny-tetrazolium Chloride ή TTC).

3. Μέτρηση της ταχύτητας φύτρωσης σπερμάτων

1.8.6 Επίδραση αλατότητας στην αγωγιμότητα των στομάτων

Η μείωση της στοματικής αγωγιμότητας των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας οφείλεται τόσο στην ωσμωτική επίδραση όσο και στην τοξική επίδραση του Na⁺, όπως φαίνεται και από τη γραμμική συσχέτιση μεταξύ περιεκτικότητας Na⁺ και αφομοίωσης CO₂, που αποδεικνύει την επίδραση του ιόντος στην μείωση της στοματικής αγωγιμότητας (Plaut, 1995).

Τα στόματα είναι ευαίσθητα στην υδατική κατάσταση του φύλλου, με τάση να κλείνουν με μείωση του υδατικού δυναμικού των φύλλων (Jarvis 1980; Ludlow 1980). Η αντίσταση τους εξαρτάται από τον αριθμό των στομάτων ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας και από τη μορφολογία του στοματικού πόρου. Η μεταβολή στοματικού ανοίγματος που επιτυγχάνεται από τη μεταβολή της σπαργής των καταφρακτικών κυττάρων, προκαλεί το κλείσιμο των στομάτων, που είναι η βασική αντίδραση του φυτού στο υδατικό έλλειμμα (Βενέτη, 2005).

Γενικά είναι παραδεκτό ότι στα περισσότερα φυτά η αγωγιμότητα των στομάτων δεν επηρεάζεται από τη μείωση του υδατικού δυναμικού των φύλλων μέχρι μίας οριακής τιμής, πέρα της οποίας η αγωγιμότητα των στομάτων μειώνεται γρήγορα (Turner, 1974). Η τιμή αυτή είναι χαμηλότερη όταν τα φυτά έχουν υποβληθεί σε υδατική καταπόνηση (Jones and Rawson, 1979).

1.8.7 Επίδραση αλατότητας στην φωτοσύνθεση και διαπνοή

Η μείωση της φωτοσύνθεσης αποδίδεται στην επίδραση της αλατότητας σε παράγοντες που έχουν σχέση με την συμπεριφορά των στομάτων ή και σε άλλους παράγοντες (Walker et al., 1981, 1982).

Ο έλεγχος της φωτοσύνθεσης δια μέσου των στομάτων κυριαρχεί, όταν το φυτό δεν μπορεί να ρυθμίσει τις υδατικές του σχέσεις μέσω της ωσμωρύθμισης. Αλλά, ακόμα και όταν ευαίσθητα στα άλατα φυτά έχουν μηχανισμό οσμωρύθμισης, τα απορροφούμενα άλατα παρεμβαίνουν στις βιοχημικές διεργασίες (Flowers et al., 1977). Έτσι, η μείωση της φωτοσύνθεσης αποδίδεται σε παράγοντες μη-σχετικούς με τα στόματα (non stomatal factors).

Φαίνεται ότι η επίδραση της αλατότητας στη φωτοσύνθεση οφείλεται στην τοξικότητα ιόντων και όχι στην έλλειψη νερού, αφού μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης $C02$ στους μεσοκυττάριους χώρους παρατηρήθηκε με συνθήκες αλατότητας από ότι με υδατική καταπόνηση, παρόλο που το υδατικό δυναμικό των φύλλων ήταν ακριβώς το ίδιο (Plaut, 1995).

Η φωτοσύνθεση και η διαπνοή έχουν διαφορετική εξάρτηση από τη στοματική αγωγιμότητα. Κάτω από σταθερή διαφορά δυναμικού μεταξύ φύλλου-ατμόσφαιρας, η διαπνοή παρουσιάζει γραμμική μεταβολή με τη στοματική αγωγιμότητα, ενώ η φωτοσύνθεση παρουσιάζει σχέση υπερβολής (Βενέτη, 2005).

Υπό ευνοϊκές συνθήκες φωτισμού, υγρασίας και ήπιας υδατικής καταπόνησης, η στοματική αγωγιμότητα μπορεί να είναι πολύ μεγάλη και μερικό κλείσιμο των στομάτων θα μειώσει αρχικά τη διαπνοή, με μικρή επίδραση στη φωτοσύνθεση. Σε συνθήκες χαμηλότερης υγρασίας και αυξημένης έλλειψης νερού, η στοματική αγωγιμότητα θα είναι μικρότερη, και το κλείσιμο των στομάτων από αυτό το σημείο και μετά θα μειώσει το ίδιο τη διαπνοή και τη φωτοσύνθεση.

Το κλείσιμο των στομάτων, χωρίς κάποια αλλαγή στην αντίσταση του μεσόφυλλου, θα πρέπει να μειώσει τη συγκέντρωση του $C02$ στους μεσοκυττάριους χώρους (C_i), μέχρι να επιτευχθεί μία νέα κατάσταση ισορροπίας μεταξύ ροής και δέσμευσης του $C02$. Ωστόσο, σε συνθήκες

έλλειψης νερού, η συγκέντρωση του CO₂ στους μεσοκυττάρους χώρους συνήθως παραμένει υψηλή, ή τουλάχιστον υψηλότερη από αυτή που αναμένεται από τη μείωση της φωτοσύνθεσης και της στοματικής αγωγιμότητας (Bradford and Hsiao, 1982 , Schulze, 1986).

Αυτό σημαίνει ότι η αγωγιμότητα του μεσόφυλλου μειώνεται παράλληλα με τη στοματική αγωγιμότητα, όταν μειώνεται η φωτοσύνθεση και συνήθως μεταφράζεται σαν άμεση παρεμπόδιση της φωτοσυνθετικής μηχανής στο επίπεδο των χλωροπλαστών (Βενέτη, 2005).

1.8.8 Επίδραση αλατότητας στην μορφολογία και ανατομία των φύλλων

Τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι συνήθως παχύτερα, με μεγαλύτερο περιεχόμενο νερού (υδαρή) (Waisel, 1991; Shannon et al., 1994). Αυτή η υδαρότητα αποδίδεται στην ωσμωρύθμιση των φυτών, καθώς αυξάνει την εσωτερική επιφάνεια στην οποία γίνεται διάχυση του CO₂ σε σχέση με την επιφάνεια του φύλλου, και μειώνει την εσωτερική αντίσταση του φύλλου στην απορρόφηση του CO₂.

Επίσης η αλατότητα αυξάνει τον αριθμό τριχών, μειώνοντας έτσι την απώλεια νερού μέσω διαπνοής. Η αλατότητα καταστρέφει τις μεμβράνες των κυττάρων και προκαλεί απέκκριση ενώσεων (Hautala et al., 1992). Το Ca²⁺ εξουδετερώνει την επίδραση του NaCl, όσο αφορά την εκροή ιόντων (Cramer et al., 1985). Το NaCl προκαλεί κατάρρευση των κυττάρων του μεσόφυλλου, διάσπαση της εφυμενίδας και των στομάτων, κατάρρευση των κυτταρικών τοιχωμάτων, καταστροφή των χλωροπλαστών (Kozlowski, 1997)

1.9 Επιδράσεις της αλατότητας στα φυτά τομάτας

Η αλατότητα επηρεάζει πολλές πτυχές του φυτικού μεταβολισμού με αποτέλεσμα τη μείωση της ανάπτυξης και των αποδόσεων. Η υπερβολική παρουσία αλάτων στο έδαφος ενδέχεται να επηρεάσει δυσμενώς την ανάπτυξη του φυτού είτε μέσω ωσμωτικής αναστολής της απορρόφησης του νερού από τις ρίζες ή από επιδράσεις ειδικών ιόντων. Η αλατότητα επηρεάζει τα φυτά με δύο τρόπους: με ωσμωτικό στρες και με τοξικότητα των ιόντων (Munns, 2005).

Το ωσμωτικό στρες προκαλείται από ιόντα (κυρίως νατρίου και χλωρίου) στο έδαφος που μειώνουν τη διαθεσιμότητα του νερού στις ρίζες. Η τοξικότητα ιόντων συμβαίνει όταν οι ρίζες των φυτών απορροφούν ιόντα νατρίου και/ή χλωρίου και αυτά τα ιόντα συσσωρεύονται σε επιβλαβή επίπεδα στα φύλλα. Μπορούν επίσης να συμβούν ανισορροπίες ιόντων και ανεπάρκεια θρεπτικών στοιχείων, ειδικά για ιόντα καλίου (Tejera et al., 2006).

Η τομάτα έχει σχετικά υψηλό ποσοστό αντοχής ολικών αλάτων στο έδαφος και στο νερό άρδευσης. Είναι το πιο ανθεκτικό οπωροκηπευτικό από όλα όσα καλλιεργούνται στην Ελλάδα στο θερμοκήπιο. Σε συγκεντρώσεις αλάτων $EC_e=4$ mmhos/cm οι αποδόσεις της μειώνονται μόνο 10% ενώ σε $EC=6$ και 8 mmhos/cm οι αποδόσεις μειώνονται κατά 25% και 50% αντίστοιχα (Bernstein, 1964). Όταν η αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος και του νερού φτάσει τα 13 dS/m και 8 dS/m (1 dS/m=140 mmhos/cm) αντίστοιχα, τότε η παραγωγή μηδενίζεται (Maas, 1984). Ενώ για μέγιστες αποδόσεις η αλατότητα στην περιοχή του ριζοστρώματος δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 3 mmhos/cm. (Ολύμπιος, 2001).

Υπάρχουν γενοτυπικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών της τομάτας όσο αφορά στην αντοχή στην αλατότητα (Allan et al., 2000, Turhan et al., 2009). Ένα άλλο επίσης σημαντικό σημείο είναι η συμπεριφορά των φυτών της

τομάτας διαφορετικής ηλικίας (φάσης ανάπτυξης του φυτού) σε σχέση με το επίπεδο της αλατότητας.

Πειράματα έδειξαν ότι πότισμα με νερό καλής ποιότητας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών τομάτας περιορίζει τις δυσμενείς επιδράσεις της εφαρμοζόμενης αλατότητας στα τελευταία στάδια ανάπτυξης. Ενώ αντίθετα η άρδευση με καλής ποιότητας νερού στα τελευταία στάδια ανάπτυξης του φυτού δε φάνηκε να μειώνει τις δυσμενείς επιδράσεις της εφαρμοζόμενης αλατότητας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το φυτό της τομάτας είναι πιο ευαίσθητο στην αλατότητα σε νεαρή ηλικία και πιο ανθεκτικό αργότερα στην πλήρη ανάπτυξή του (Olympios et al., 2003).

1.9.1 Επίδραση στη βλάστηση

Η τεχνική της μεταφύτευσης προσφέρει μία σειρά από πλεονεκτήματα σε σχέση με την απευθείας σπορά γι' αυτό το λόγο η τομάτα έχει καθιερωθεί να καλλιεργείται ως μεταφυτευόμενο λαχανικό. Τα υποστρώματα και το νερό που χρησιμοποιούνται κατά την προετοιμασία των σποροφύτων πριν τη μεταφύτευση συνήθως δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα αλατότητας, συνεπώς η μελέτη των επιπτώσεων που έχει η αλατότητα στη βλάστηση σχετίζεται μόνο με την περίπτωση της απευθείας σποράς, όπου η φτωχή βλάστηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας θα διακινδύνευαν την οικονομική της βιωσιμότητα.

Η βλάστηση της τομάτας αποτελείται από τρία στάδια: Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την απορρόφηση, η οποία χρειάζεται 12 ώρες, συμπεριλαμβανομένης της γρήγορης πρόσληψης νερού, και δεν εξαρτάται από τη βιωσιμότητα του σπόρου. Στο δεύτερο στάδιο, η περιεκτικότητα σε υγρασία, ο ρυθμός αναπνοής και η μορφολογία του σπόρου παραμένουν φαινομενικά σε σταθερά επίπεδα, αν και μπορεί να πραγματοποιηθεί ενυδάτωση των κοτυληδόνων και δραστηριοποίηση των υπαρχόντων ενζύμων (Bewley and

Black, 1982).

Μια δεύτερη αύξηση στην πρόσληψη νερού σηματοδοτεί την εκκίνηση του σταδίου της ανάπτυξης (τρίτο στάδιο). Έτσι, 56 ώρες μετά από την απορρόφηση νερού πραγματοποιείται διαίρεση των κυττάρων και 72 ώρες μετά μεριστωματική δραστηριότητα (Beme and Drennan, 1971). Η βλάστηση του σπόρου της τομάτας μειώνεται ακόμη και από σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις NaCl.

Οι Cuartera and Fernandez-Munoz (1999), σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε οκτώ γονότυπους τομάτας, παρατήρησαν μείωση του ποσοστού βλάστησης των σπόρων στα 80 mM NaCl στις έξι από αυτούς. Στα 190 mM NaCl, το ποσοστό βλάστησης μειώθηκε σημαντικά, ενώ σε υψηλότερες συγκεντρώσεις NaCl μπόρεσαν να βλαστήσουν μόνο λίγοι γονότυποι και μάλιστα σε μικρό ποσοστό. Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, για τα δύο άγρια είδη τομάτας (*L. peruvianum* και *L. pennellii*) που μελετήθηκαν, προέκυψε ότι ήταν τόσο ευπαθή στην αλατότητα, όσο και τα είδη *L. Esculentum*.

Ο Jones (1986), κατέγραψε διάφορα ποσοστά βλάστησης της τομάτας στα 100 mM NaCl παρόμοια με τα αποτελέσματα των Cuartera and Fernandez-Munoz (1999). Πιο συγκεκριμένα, παρατήρησε ότι η ανθεκτικότητα των άγριων ειδών δεν ήταν μεγαλύτερη από αυτή του *L. esculentum* (εκτός από του *L. peruvianum* . P1126435).

Ωστόσο, οι Foolad και Lin (1997) ανέφεραν ότι η ανθεκτικότητα στην αλατότητα, όσον αφορά τη βλάστηση του *L. pimpinellifolium* «LA-1578» «LA-1596» και «LA-2655», ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του *L. esculentum*. Το είδος *L. Pimpinellifolium* μοιάζει αρκετά με το *L. esculentum* και είναι πιο εύκολη η τροποποίηση του *L. Pimpinellifolium* παίρνοντας τα χαρακτηριστικά *L. esculentum*, παρά του *L. peruvianum*.

Η εκτίμηση της δυνατότητας ενός συγκεκριμένου γονότυπου να βλαστήσει υπό διάφορες συγκεντρώσεις αλάτων μπορεί να αμφισβητηθεί, καθώς στα περισσότερα αλατούχα εδάφη, οι συγκεντρώσεις των αλάτων διαφέρουν ουσιαστικά από βάθος σε βάθος και από εποχή σε εποχή .

Η επίδραση της αλατότητας στους σπόρους διάφορων ειδών δεν αφορά μόνο τη μείωση του ποσοστού βλάστησης, αλλά και την αύξηση του απαραίτητου χρόνου για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της βλάστησης . Ειδικότερα, στα 80 mM NaCl, οι καρποί της τομάτας χρειάζονται 50% επιπλέον μέρες για να βλαστήσουν συγκριτικά με ένα μη αλατούχο έδαφος και στα 190 mM σχεδόν 100% περισσότερες μέρες (Cuartero and Fernandez-Munoz, 1999).

Η παράταση της βλαστικής περιόδου μπορεί να είναι επικίνδυνη κατά την απευθείας σπορά, επειδή αυξάνεται με το χρόνο η πιθανότητα να δημιουργηθεί κρούστα στην επιφάνεια του εδάφους, η οποία θα δυσχεραίνει ή ακόμα και θα αποτρέψει την εμφάνιση του σποροφύτου στην επιφάνεια του εδάφους. Παρόλα αυτά, δε χάνουν τη βιωσιμότητά τους όλοι οι σπόροι που δεν μπορούν να βλαστήσουν σε υψηλά αλατούχα περιβάλλοντα.

Εάν η συγκέντρωση των αλάτων μειωθεί, λόγω των βροχοπτώσεων ή της άρδευσης με μη αλατούχο νερό, πάνω από το 50% αυτών των σπόρων θα είναι ακόμα ικανοί να βλαστήσουν (Allagui et al., 1987). Η κύρια επίδραση της αλατότητας στη βλάστηση φαίνεται ότι είναι το γεγονός ότι αποτρέπει το σπόρο να απορροφήσει νερό από το έδαφος στο πρώτο στάδιο της βλάστησης, καθώς μόνο οι σπόροι που δεν έχουν μπει στη φάση της κυτταρικής διαίρεσης διατηρούν την ικανότητά τους να βλαστήσουν.

1.9.2 Επίδραση στην ανάπτυξη της ρίζας

Η επίδραση των φυτών σε υψηλή συγκέντρωση αλάτων συνήθως ξεκινά από την έκθεση των ριζών σε αυτή. Η καταπόνηση από τα άλατα οδηγεί

σε αλλαγές του μεγέθους, της μορφολογίας και της φυσιολογίας των ριζών, που με τη σειρά τους θα προκαλέσουν αλλαγές στη διαδικασία πρόσληψης νερού και ιόντων, καθώς και στη παραγωγή ορμονών που μπορούν να μεταφέρουν πληροφορίες στο βλαστό. Συνεπώς επηρεάζεται όλο το φυτό όταν οι ρίζες μεγαλώνουν σε αλατούχο έδαφος.

Η βιομάζα της ρίζας της τομάτας αποτελείται από την κύρια ρίζα, τις βασικές ρίζες που προέρχονται από τη μεταβατική περιοχή της ρίζας προς το βλαστό (βασικό μέρος του υποκοτυλίου), δευτερεύουσες ρίζες από το περικύκλιο των ριζών που προϋπήρχαν και πλάγιες ρίζες που δημιουργούνται από ιστούς που δεν ανήκουν στις ρίζες (Zobel, 1986). Η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά τη βιομάζα των ριζών. Το ανώτερο όριο ανθεκτικότητας πάνω από το οποίο το βάρος της ρίζας της τομάτας μειώνεται καθώς αυξάνεται η αλατότητα εκτιμήθηκε να κυμαίνεται μεταξύ των 4 dS¹ m (Papadopoulos and Rendig, 1983a) και 6 dS¹ (Nanawati and Maliwal, 1974).

Οι Abrisqueta et al. (1991) υπολόγισαν τη βιομάζα των ριζών στα φυτά της τομάτας που μεγάλωναν με ή χωρίς 135 mM NaCl (περίπου 13 dS nrf1). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος τους, η έκθεση στα 135 mM NaCl οδήγησε στην εμφάνιση των ριζών μια βδομάδα αργότερα. Ειδικότερα, σημείωσαν μια καθυστέρηση 20 ημερών μέχρι οι ρίζες να φτάσουν το βάθος των 80 cm, ενώ η πυκνότητα του μήκους της ρίζας (cm της ρίζας = cm⁻³ του εδάφους) στο τέλος της ζωής του φυτού ήταν ένα τέταρτο μικρότερη απ' ότι στα φυτά που δεν είχαν εκτεθεί στο NaCl. Διάφοροι λόγοι είναι πιθανοί για τη μειωμένη ανάπτυξη της ρίζας υπό συνθήκες αλατότητας, όπως ο περιορισμός της ανάπτυξης των κυττάρων λόγω του χαμηλού υδατικού δυναμικού από το εξωτερικό περιβάλλον του φυτού, η ανάμειξη των αλάτων στη διατροφή του φυτού ή η τοξικότητα των συσσωρευμένων ιόντων που οδηγεί στην καταστροφή των κυττάρων (Cuartera and FernandezMunoz, 1999).

Η αλατότητα μπορεί να προκαλέσει έλλειψη νερού στην περιοχή της ρίζας όμοια με αυτή που δημιουργείται από την ξηρασία. Έχει σημειωθεί ότι η ανάπτυξη της ρίζας της τομάτας μπορεί να συνεχιστεί σε περιόδους που χαρακτηρίζονται από υδατική καταπόνηση, επειδή οι επιδράσεις της εξισορροπούνται ωσμωτικά με μη τοξικές, οργανικές διαλυτές ουσίες, όπως η προλίνη (Taylor et al, 1982). Η αλατότητα δεν επιβραδύνει μόνο την ανάπτυξη των ριζών της τομάτας, αλλά αυξάνει επίσης το μήκος των νεκρών ριζών στους πολύ ευαίσθητους στην αλατότητα γονότυπους (Snapp and Shennan, 1992).

Διάφοροι ερευνητές, παρατήρησαν γενετική μεταβλητότητα στη μείωση της βιομάζας της ρίζας στην τομάτα υπό συνθήκες καταπόνησης από αλατότητα. Έτσι, διάφοροι τύποι των *L. peruvianum* και *L. pennellii* μείωσαν τη βιομάζα της ρίζας λιγότερο απ' ό,τι το *L. esculentum* υπό αλατούχες συνθήκες (Tal, 1971, Abrisqueta et al., 1991). Όσον αφορά το *L. esculentum*, έχουν επίσης παρατηρηθεί διαφορές ανάμεσα στις διάφορες ποικιλίες σε μέτρια επίπεδα αλατότητας 5-7 dS m⁻¹ (Cruz, 1990 - Snapp and Shennan, 1994), αν και αυτές οι διαφορές δεν ήταν εμφανείς σε αλατότητα ίση με ή πάνω από 13 dS m⁻¹ (Cruz, 1990).

Η καταπόνηση από αλατότητα και άλλες αβιοτικές καταπονήσεις μπορεί να επηρεάσουν τα διάφορα είδη των ριζών με διαφορετικούς τρόπους. Υπό συνθήκες καταπόνησης, η τομάτα αναπτύσσει πολυάριθμες μικρές δευτερεύουσες τροφοδοτικές ρίζες (που αποτελούν ένα μικρό ποσοστό της βιομάζας της ρίζας), κάτι που δε συμβαίνει στις τομάτες που αναπτύσσονται χωρίς καταπόνηση.

Παρά την αρνητική επίδραση που έχει η υψηλή αλατότητα στις ρίζες, η ανάπτυξη της ρίζας της τομάτας φαίνεται να επηρεάζεται λιγότερο από την ανάπτυξη των βλαστών και γι' αυτό ο λόγος του ξηρού βάρους της ρίζας προς το ξηρό βάρος του βλαστού είναι μεγαλύτερος στα φυτά που αναπτύσσονται

υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας, απ' ότι στα φυτά που αναπτύσσονται σε ελεγχόμενο περιβάλλον, σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης (Cruz and Cuartero, 1990). Η αύξηση του λόγου του ξηρού βάρους της ρίζας προς το ξηρό βάρος του βλαστού στα φυτά της τομάτας υπό συνθήκες καταπόνησης από αλατότητα πρέπει να συνοδεύεται από αλλαγές στην κατανομή των αφομοιώσεων μεταξύ της ρίζας και του βλαστού.

Οι Pérez Alfocea et al., (1996) απέδειξαν ότι στα φυτά που εκτέθηκαν σε υψηλή συγκέντρωση αλάτων υπήρχε μεγαλύτερο ποσοστό αφομοιώσεων από την ρίζα συγκριτικά με τις αφομοιώσεις από το βλαστό, απ' ότι στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Τα φυτά της ντομάτας των οποίων το σύστημα των ριζών βρίσκεται σε ένα έδαφος με ετερογενή συγκέντρωση άλατος, όπως συμβαίνει στο χώμα, αναπτύσσουν περισσότερες ρίζες και απορροφούν περισσότερο νερό στο λιγότερο αλατούχο μέρος του εδάφους (Papadopoulos and Rendig, 1983a).

Οι Frota και Tucker (1978), κάνοντας πειράματα σε κόκκινα φασόλια και οι Pessarakli και Tucker (1985) στο βαμβάκι, εισηγήθηκαν ότι η διαπερατότητα της ρίζας (εκφρασμένη ως υδραυλική αγωγιμότητα του συστήματος των ριζών) μειώθηκε σημαντικά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, γεγονός που μπορεί να αποτελεί μια εξήγηση για τη μείωση του βαθμού πρόσληψης νερού σε συνθήκες αλατότητας. Αν και η διαπερατότητα των ριζών της τομάτας φαίνεται να είναι σταθερή σε μικρές περιόδους αλάτωσης (Shalhevet et al., 1976, Rodríguez et al., 1997), έχει αποδειχθεί μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της υδραυλικής αγωγιμότητας της ρίζας και της συγκέντρωσης NaCl στο υπόστρωμα (από 0 έως 200 mM).

Είναι δύσκολο να γνωρίζει κανείς αν η μείωση της ροής του νερού μέσω του συστήματος των ριζών προκαλείται από τις αλλαγές μιας ενδεχόμενης κλίσης της επιφάνειας κατά μήκος του συστήματος των ριζών, από τις αλλαγές

στην υδραυλική αγωγιμότητα λόγω τροποποιήσεων στη δομή της ρίζας, ή και από τα δύο.

1.9.3 Επίδραση στην ανόργανη θρέψη

Οι θρεπτικές ανισορροπίες στα καταπονημένα από αλατότητα φυτά, μπορούν να προκύψουν από την επίδρασή της στη διαθεσιμότητα, στην ανταγωνιστική απορρόφηση, στη μεταφορά ή κατανομή των θρεπτικών στοιχείων μέσα στο φυτό ή μπορούν να προκληθούν από τη φυσιολογική αδρανοποίηση ενός στοιχείου, προκαλώντας τη ζήτησή του από το φυτό (Grattan and Grieve, 1992).

Όπως αποδεικνύεται από πολλές μελέτες, η αύξηση της συσσώρευσης του NaCl στο περιβάλλον των ριζών οδηγεί σε αύξηση των συγκεντρώσεων των ιόντων Na⁺ και Cl⁻ στους φυτικούς ιστούς διαφόρων φυτών (Savvas and Lenz, 1996, Sonneveld and Van Der Burg, 1991, Gunes et al., 1996). Η συγκέντρωση Na⁺ στη ρίζα εξαρτάται από το γονότυπο και φαίνεται ότι το είδος *L. esculentum*, το οποίο θεωρείται ευαίσθητο στην αλατότητα, συσσωρεύει είτε παρόμοιες ποσότητες Na⁺ με το *L. pennellii* (Bolarin et al., 1995) ή λιγότερο Na⁺ από το *L. cheesmanii* (Rush and Epstein, 1981). Πολλές έρευνες πάνω στους άγριους τύπους τομάτας [*L. peruvianum* (Tal, 1971), *L. cheesmanii* (Rush and Epstein, 1981), *L. pimpinellifolium*, *L. hirsutum* και *L. pennellii* (Bolarin et al., 1991)] συνδέουν την μεγάλη ανθεκτικότητα στην αλατότητα με μια υψηλή συγκέντρωση Na⁺ στα φύλλα σε σύγκριση με το *L. esculentum*.

Ωστόσο, άλλοι μελετητές υποστηρίζουν ότι η ικανότητα να ρυθμίζουν την συγκέντρωση Na⁺ είναι πιο στενά συνδεδεμένη με την ανθεκτικότητα παρά με την συγκέντρωση Na⁺ καθαυτή (Sacher et al., 1982) και ότι η κατανομή του Na⁺ σε νέα και ώριμα φύλλα θα μπορούσε να αποτελεί σημαντική διαδικασία μιας τέτοιας ρύθμισης (Shannon et al., 1987).

Σύμφωνα με τους Cuartero et al. (1992), σε φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν σε διάλυμα με συγκέντρωση 183 mM Na⁺, προκλήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του Na⁺ στα φύλλα τους μέχρι τα 80-150 mM τις πρώτες 6 μέρες από την έναρξη της αλάτωσης. Η συγκέντρωση του Na⁺ σταθεροποιήθηκε ανάμεσα στην 6η και 12η μέρα και άρχισε πάλι να αυξάνεται από την 12η μέρα και έπειτα. Επίσης, η συγκέντρωση Na⁺ δεν ήταν ομοιόμορφη στα διάφορα φύλλα. Στα νεότερα φύλλα των 3-4 ημερών παρατηρήθηκε μέτρια συγκέντρωση Na⁺ κάτω των 100 mM (μη τοξική συγκέντρωση) και στα νεότερα φύλλα των 4-6 ημερών συγκέντρωση κάτω των 200 mM (González-Fernandez, 1996) το οποίο είναι ενδεχομένως το τοξικό όριο για πολλά ένζυμα (Munns et al., 1983).

Η αυξημένη απορρόφηση αλάτων (NaCl) από τα φυτά ανταγωνίζεται την απορρόφηση άλλων ιόντων, όπως K⁺, Ca²⁺, NO₃⁻, P, με αποτέλεσμα την δημιουργία θρεπτικών ανισορροπιών. Η πρόσληψη αζώτου από τα φυτά της τομάτας δεν επηρεάστηκε από σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις NaCl (70 mM), αλλά στα 140 και 200 mM NaCl μειώθηκε στο ένα τρίτο συγκριτικά με αυτό που παρατηρήθηκε σε μη αλατούχες συνθήκες (Pessarakli and Tucker, 1988). Η συγκέντρωση NO₃⁻ στη ρίζα εξαρτάται σημαντικά από τη διάρκεια της έκθεσης στην αλατότητα και από το γονότυπο. Σε σύγκριση με την συγκέντρωση NO₃⁻ σε μη αλατούχες συνθήκες, η συγκέντρωση NO₃⁻ στις ρίζες των ευαίσθητων στην αλατότητα γονότυπων τομάτας διατηρήθηκε όταν εκτέθηκαν σε αυτό για μικρό σχετικά διάστημα (3 εβδομάδες) και μειώθηκε όταν το διάστημα ήταν μεγάλο (10 εβδομάδες), ενώ στους ανθεκτικούς γονότυπους αυξήθηκε στην πρώτη περίπτωση και διατηρήθηκε στη δεύτερη (Perez-Alfocea et al., 1993). Η συγκέντρωση NO₃⁻ στα φύλλα και τους μίσχους της τομάτας μειώθηκε δραματικά εξαιτίας της αλατότητας (Cramer et al., 1995) και μόνο οι πιο ανθεκτικοί γονότυποι μπόρεσαν να διατηρήσουν τη συγκέντρωση νιτρικού άλατος στα φύλλα τους έως τρεις εβδομάδες μετά από την αρχή της έκθεσής

τους στην αλατότητα.

Επίσης, χαμηλές συγκεντρώσεις K^+ στο μίσχο και μηλικού οξέος παρατηρήθηκαν στα φύλλα φυτών τομάτας που αναπτύχθηκαν σε αλατούχες συνθήκες, αντίθετα από τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε μη αλατούχες συνθήκες (Cramer et al., 1995). Οι συγκεντρώσεις Ca^{2+} και K^+ στις ρίζες φυτών τομάτας που αναπτύσσονται σε αλατούχες συνθήκες τροποποιούνται σε σύγκριση με τη συγκέντρωση σε φυτά που καλλιεργούνται σε μη αλατούχες συνθήκες.

Γενικά, οι συγκεντρώσεις Ca^{2+} και K^+ μειώνονται με την αλατότητα αλλά όχι σε όλους τους γονότυπους. Αύξηση της συγκέντρωσης $NaCl$ οδήγησε σε αυξημένα επίπεδα Na^+ και Cl^- και μειωμένες συγκεντρώσεις Ca^+ , K^+ και Mg^{2+} στην τομάτα (Perez-Afocea et al., 1996). Αντίθετα, οι Carvajal et al. (1999) ανέφεραν ότι η υψηλή αλατότητα δεν επηρέασε την περιεκτικότητα του Mg^{2+} στα φύλλα της πιπεριάς. Η αλατότητα μειώνει τις συγκεντρώσεις K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} και NO_3^- στα φύλλα. Εκείνα τα φυτά τα οποία απορροφούν περισσότερο K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} και NO_3^- από το υπόστρωμα θα έχουν μικρότερες αναλογίες Na^+ / K^+ , Na^+ / Ca^{2+} και Na^+ / Mg^{2+} και μια θρεπτική ισορροπία μοιάζοντας περισσότερο στα φυτά που αναπτύσσονται σε μη αλατούχες συνθήκες (Cuartera et al., 1992, PérezAlfocea et al., 1996).

1.9.4 Επίδραση στην ανάπτυξη του βλαστού

Η πρώτη αντίδραση των γλυκοφύτων στην αλατότητα είναι η μείωση του ρυθμού αύξησής τους (Flowers, 1999), η οποία οφείλεται αρχικά στην μείωση του υδατικού δυναμικού και αργότερα στη συσσώρευση τοξικών ιόντων. Η αλατότητα επιβραδύνει την ανάπτυξη του βλαστού της τομάτας. Στα στάδια της άνθισης και της καρποφορίας, τα φυτά της ντομάτας μπορούν να αντισταθούν στις συγκεντρώσεις $NaCl$ (El-Shourbagy and Ahmed, 1975).

Παρομοίως, η ικανότητα να προσαρμοστούν στην αλατότητα

παρουσιάζεται πιο έντονη στα γηραιότερα απ' ό τι στα νεότερα φυτά τομάτας, καθώς φυτά που αναπτύσσονται σε αλατούχο περιβάλλον παρουσιάζουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους μικρότερη μείωση του ξηρού βάρους του βλαστού στο τέλος παρά στην αρχή της συγκομιδής, και μικρότερη στη συγκομιδή παρά στην αρχή της άνθισης (Cruz and Cuartera, 1990). Το ξηρό βάρος του μίσχου και των φύλλων μειώθηκε σε αλατούχες συνθήκες και αν και στο είδος *L. esculentum* το ξηρό βάρος του μίσχου ελαττώθηκε πολύ λιγότερο απ' ό τι το ξηρό βάρος των φύλλων (Cruz and Cuartera, 1990), σε μερικούς από τους άγριους τύπους (*L. Pimpinellifolium*, *L. peruvianum*, *L. Hirsutum*, *L. pennellii*), οι επιδράσεις στην ανάπτυξη του μίσχου και των φύλλων είναι παρόμοιες, καθώς παρουσιάζεται μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κάτω των 6 dS m⁻¹ και στα δύο μέρη του φυτού (Bolarin et al., 1991).

Σύμφωνα με τους Cruz and Cuartera (1990), η μείωση του ξηρού βάρους των φύλλων δεν φαίνεται να προκλήθηκε από τη μείωση του αριθμού των φύλλων, αλλά από τη μείωση της φυλλικής επιφάνειας, η οποία μπορεί να παρουσιάσει μεγαλύτερη μείωση αναλογικά με το ξηρό βάρος του βλαστού (van Ieperen, 1996). Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας φαίνεται να σχετίζεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του υποστρώματος μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθώς η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του υποστρώματος κατά τη διάρκεια της νύχτας δεν έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της φυλλικής περιοχής.

Η μείωση της ανάπτυξης των φύλλων έχει συσχετισθεί με την μείωση της σπαργής των κυττάρων και τη μείωση του βαθμού φωτοσύνθεσης. Η αλατότητα προκαλεί μια ξαφνική πτώση του υδατικού δυναμικού των φύλλων, το οποίο δεν εξισορροπείται άμεσα από την πιο αργή μείωση του οσμωτικού δυναμικού των φύλλων. Σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απότομη μείωση (ίσως μόνο για λίγα λεπτά) του βαθμού

ανάπτυξης των φύλλων (Sacher and Staples, 1985). Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης μειώνεται υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας, αλλά μπορεί να μην είναι αυτή η αιτία της μείωσης του ρυθμού της διαστολής των κυττάρων.

Ειδικότερα, η ανάπτυξη μπορεί να μειωθεί με ταχύτερους ρυθμούς και σε μικρότερες συγκεντρώσεις νατρίου στα φύλλα απ' ό τι η φωτοσύνθεση (Yeo et al., 1991, Alarcon et al., 1994). Επίσης, η ανάπτυξη μπορεί να μειωθεί περισσότερο απ' ό τι η φωτοσύνθεση σύμφωνα με μακροχρόνιες μελέτες (Seemann and Critchley, 1985). Η τομάτα μπορεί να αντέξει ως ένα βαθμό τη μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης χωρίς να υπάρχουν επιδράσεις στην ανάπτυξη και την καρποφορία. Αν η μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης προκαλείται από την αλατότητα, η οποία αποτελεί περιοριστικό παράγοντα της ανάπτυξης, μπορεί να αντιμετωπιστεί περιορίζοντας την αφαίρεση των φύλλων και των πλευρικών βλαστών που συνηθίζεται στην καλλιέργεια.

1.9.5 Επίδραση στην παραγωγή

Η τομάτα *L. esculentum* έχει χαρακτηριστεί ως «μέτριας ευαισθησίας» στην αλατότητα από τον (Maas, 1986) που σημαίνει ότι αντέχει σε ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους έως 2,5 dS m⁻¹ χωρίς καθόλου μείωση της παραγωγής. Όταν ποτίζουμε με φρέσκο νερό και λιπαίνουμε σε φυσιολογικά επίπεδα (170-350 kg N ha⁻¹, 180 kg P ha⁻¹, 250 kg K ha⁻¹), η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους κυμαίνεται μεταξύ 1,6 και 3.1 dS m⁻¹ (Mitchell et al., 1991, Saranga et al., 1991). Όταν οι τομάτες αναπτύσσονται υδροπονικά, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος που συχνά υπάρχει (7,0 mM K⁺, 4,0 mM Ca²⁺, 2,5 mM Mg²⁺, 1,5 mM N H /, 12,0 mM NO⁻³, 1,5 mM PO⁻³, 4,0 mM SO⁴²⁻ και ιχνοστοιχεία) κυμαίνεται μεταξύ 2,0 και 2,5 dS m⁻¹ (van Ieperen, 1996, Cuartera and Soria, 1997). Συνεπώς, ακόμα και σε φυσιολογικές συνθήκες

ανάπτυξης, το διάλυμα της ρίζας έχει τέτοια ηλεκτρική αγωγιμότητα που η παραγωγή μπορεί να αρχίσει να μειώνεται.

Γι' αυτό το λόγο, οποιαδήποτε αύξηση της αλατότητας στο θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται κατά την άρδευση, έστω και μικρή, αναμένεται να προκαλέσει τη μείωση της παραγωγής (Pasternak et al., 1979, Cuartera and Soria, 1997). Οι Ehret και Ho (1986) και Adams (1986) σε πειράματα που πραγματοποίησαν στην τομάτα, δεν κατέγραψαν καμία σημαντική μείωση της παραγωγής σε συγκέντρωση αλάτων άνω των 7 dS m⁻¹ εξαιτίας ίσως της χαμηλής έντασης του φωτός και της σχετικά υψηλής υγρασίας στα πειράματα τους.

Η αλατότητα που εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της μέρας ή στις ανοιξιάτικες και καλοκαιρινές καλλιέργειες προκαλεί μεγαλύτερη μείωση της παραγωγής απ' ό τι κατά τη διάρκεια της νύχτας ή σε φθινοπωρινές καλλιέργειες (van Ieperen, 1996) επειδή οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες, η μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία και τα σχετικά χαμηλά ποσοστά υγρασίας μειώνουν το υδατικό δυναμικό την περίοδο του καλοκαιριού στο φυτό προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο ταχύτερη διαπνοή. Παράλληλα με την γρήγορη διαπνοή, η υψηλή αλατότητα επίσης μειώνει το υδατικό δυναμικό του φυτού, το οποίο θα μειώσει τη ροή του νερού στον καρπό και συνεπώς το ρυθμό διαστολής του καρπού (Johnson et al., 1992).

Μέχρι σήμερα, έχουν γίνει προσπάθειες διερεύνησης της επίδρασης της αλατότητας στην παραγωγή των φυτών της τομάτας με σκοπό:

1. να προβλεφθεί η παραγωγή σε διαφορετικές συνθήκες αλατότητας και
2. να συγκριθεί η ανθεκτικότητα των διαφορετικών ποικιλιών στην αλατότητα.

Η επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή μπορεί να περιγράψει από το

μοντέλο των Maas and Hoffman (1977) το οποίο εισάγει δύο παραμέτρους: α) την οριακή τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας t για άριστη παραγωγή (salinity threshold value) και β) το ρυθμό s με τον οποίο μειώνεται η παραγωγή για τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεγαλύτερες από t (salinity yield decrease).

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, αποδεικνύεται ότι η παραγωγή μειώνεται γραμμικά όταν η αγωγιμότητα στην περιοχή της ρίζας αυξάνεται πάνω από το όριο t . Υπάρχει δηλαδή ένα λεπτό όριο μεταξύ των 2,0 και 2,5 dS m⁻¹ και μια μείωση της παραγωγής της τομάτας από 9% έως 10%, με αύξηση 1 dS m⁻¹ πάνω από το όριο. Σε υπαίθριες καλλιέργειες τομάτας, η μείωση της παραγωγής για μια δεδομένη EC του νερού που χρησιμοποιείται κατά την άρδευση είναι μικρότερη απ' ό,τι σε υδροπονικές καλλιέργειες, καθώς η αλατότητα αργεί να απορροφηθεί από το έδαφος.

Επιπροσθέτως, οι Papadopoulos και Rendig (1983a) απέδειξαν ότι όταν υπάρχει ετερογενής αλατότητα στο έδαφος, οι ρίζες πολλαπλασιάζονται με ταχύτατους ρυθμούς στις λιγότερο αλατούχες περιοχές του εδάφους. Οι Ehret and Ho (1986) σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας (NFT System), παρατήρησαν ότι η αλατότητα δεν επηρέασε τη φυσιολογική κατανομή της ξηράς ουσίας ανάμεσα στους καρπούς, τους βλαστούς και τις ρίζες (περίπου 52%, 44% και 4%, αντίστοιχα), ακόμα και όταν παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής που πλησίασε το 25% συγκριτικά με το μάρτυρα.

Ειδικότερα, με μεγαλύτερη μείωση της παραγωγής, η αναλογία της ξηράς ουσίας του καρπού μειώθηκε και η ξηρή ουσία του βλαστού και της ρίζας αυξήθηκε. Η παραγωγή μπορεί να παρουσιάσει μείωση εξαιτίας του μειωμένου μέσου βάρους του καρπού ή/ και εξαιτίας της μείωσης της ποσότητας των καρπών που παράγονται από το φυτό.

Συγκεκριμένα, όταν υπάρχει σχετικά χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, η

μείωση της παραγωγής που παρατηρείται οφείλεται κυρίως στην μείωση του μέσου βάρους του καρπού, ενώ η ποσότητα των καρπών παραμένει η ίδια. Αντίθετα, όταν υπάρχει υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, το μεγαλύτερο μέρος της μείωσης της παραγωγής εξηγείται από τη μείωση που παρατηρείται στην ποσότητα των καρπών (van Ieperm, 1996, Cuartero and Soria, 1997). Οι διαφορές στην παραγωγή μεταξύ φυτών που αναπτύσσονται σε αλατούχες και μη αλατούχες συνθήκες είναι πιο έντονη, καθώς η περίοδος της συγκομιδής προχωρά. Αυτό συμβαίνει κυρίως εξαιτίας της μείωσης του μεγέθους των καρπών τις 4 πρώτες εβδομάδες της συγκομιδής, στη συνέχεια όμως, μειώνεται και η ποσότητα των καρπών.

Σύμφωνα με τους González-Fernando and Cuartera (1993) στην τομάτα, η άρδευση με νερό ηλεκτρικής αγωγιμότητας 5-6 dSm¹ προκάλεσε 10 % μείωση του βάρους του καρπού, ενώ όταν χρησιμοποιήθηκε νερό αγωγιμότητας 8 dS m¹ προκλήθηκε μια μείωση 30% και περίπου 40% σε μεγαλύτερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Επειδή οι παραγωγοί επιλέγουν τις ποικιλίες της τομάτας ανάλογα με το μέγεθος του καρπού που απαιτούν οι καταναλωτές, οι ποικιλίες που προορίζονται να αναπτυχθούν υπό αλατούχες συνθήκες πρέπει να δίνουν σημαντικά μεγαλύτερους καρπούς για να αντισταθμίσουν την απώλεια βάρους που θα προκαλέσει η αλατότητα.

Παρ' όλα αυτά, η στρατηγική αυτή είναι ανώφελη όταν χρησιμοποιείται αρδευτικό νερό με αγωγιμότητα ίση ή άνω των 8 dS m¹, αφού η μείωση της παραγωγής θα καταστήσει τη καλλιέργεια μη επικερδή. Δεν μειώνεται όμως σε όλες τις ποικιλίες τομάτας το μέγεθος του καρπού στον ίδιο βαθμό. Γενικά, όσο πιο μικρό είναι το μέγεθος του καρπού, τόσο πιο ασήμαντη μείωση προκαλεί η αλατότητα στο μέγεθος του (Cruz, 1990) και επίσης, τόσο πιο μικρή μείωση προκαλείται στην παραγωγή (Caro et al., 1991).

Τέλος, η παραγωγή των ανθέων σε φυτά τομάτας που αναπτύσσονται σε

συνθήκες αλατότητας, θα αντιμετώπιζε δυσκολίες. Η μείωση της άνθησης υπό αλατούχες συνθήκες μπορεί να οφείλεται στο περιορισμένο, απόθεμα νερού πριν και κατά τη διάρκεια της έναρξης της ανθοφορίας (Saito and Ito, 1974), καθώς επίσης και στην περιορισμένη ποσότητα καλίου (Besford and Maw, 1975) και φωσφόρου (Menary and van Stalen, 1976).

1.9.6 Επίδραση στην ποιότητα του καρπού

Τα τελευταία χρόνια παρατηρούμε ότι οι καρποί των φυτών τομάτας που αναπτύσσονται υπό αλατούχες συνθήκες έχουν καλύτερη «ποιότητα». Ο όρος «ποιότητα» είναι μάλλον αόριστος, αλλά μπορεί να οριστεί συγκεκριμένα ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται ο καρπός και ανάλογα τον καταναλωτή. Διάφορα χαρακτηριστικά, όπως είναι τα ολικά διαλυτά στερεά, τα σάκχαρα, η οξύτητα και το pH αποτελούν σημαντικές ποιοτικές παραμέτρους, τόσο για τη αγορά φρέσκων λαχανικών, όσο και για την μεταποίησή τους. Άλλα χαρακτηριστικά, όπως η γεύση και η διάρκεια αποθήκευσης είναι περισσότερο σημαντικά μόνο για την αγορά φρέσκων προϊόντων.

Η αλατότητα προκαλεί ξηρή σήψη της κορυφής των καρπών τομάτας, καθιστώντας τους ακατάλληλους για την αγορά φρέσκων προϊόντων, αλλά και για τη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων. Η περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε ολικά διαλυτά στερεά είναι ίσως το πιο σημαντικό κριτήριο όσον αφορά την ποιότητα κατά την επεξεργασία του τοματοπολτού και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό της τιμής με την οποία θα πληρωθεί ο παραγωγός. Τα ολικά διαλυτά στερεά, τα οποία υπολογίζονται σύμφωνα με το δείκτη διάθλασης ($^{\circ}\text{Brix}$), αυξάνονται στους άγουρους καρπούς με την αλατότητα και γι' αυτό το λόγο προτείνεται η άρδευση με νερό μέτριας αλατότητας (3-6 dS m⁻¹), ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα του καρπού (Mizrahi et al., 1988). Ωστόσο, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί όταν χρησιμοποιείται αλατούχο νερό, καθώς

όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι ίση ή μεγαλύτερη των 2,0-2,5 dS m⁻¹ αναμένεται μείωση της παραγωγής κατά 10% ανά επιπρόσθετη μονάδα dS m⁻¹ (Saranga et al., 1991).

Σύμφωνα με τους Cuartero and Fernandez-Munoz (1999), στα υβρίδια «Daniela» και «Rambo», η αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών σε ποσοστό 10,5% ανά επιπρόσθετη μονάδα dS m⁻¹ και συνεπώς η παραγωγικότητα σε όρους ποιότητας και ποσότητας (σε ολικά διαλυτά στερεά και σε τόνους) παρέμειναν σχεδόν αναλλοίωτες μεταξύ 2,5 και 8-9 dS m⁻¹, αλλά δημιουργήθηκε συσσώρευση αλάτων στο έδαφος που θα επηρεάσει τις επόμενες σοδειές.

Ακόμα σύμφωνα με τους Mizrahi et al. (1988) δεν εντοπίστηκε κάποια σχέση μεταξύ της γεύσης και των ολικών διαλυτών στερεών ή σακχάρων, όμως οι καρποί τομάτας που αναπτύχθηκαν υπό αλατούχες συνθήκες είχαν καλύτερη γεύση από τους καρπούς που αναπτύχθηκαν με φρέσκο νερό και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι: «η γεύση δεν είναι πάντα αποτέλεσμα εξ' ολοκλήρου της λειτουργίας των σακχάρων, αλλά μπορεί να οφείλεται επίσης και στα συστατικά των καρπών που αναπτύχθηκαν υπό την επίδραση των αλάτων».

Η γεύση των καρπών της τομάτας συμπεριλαμβάνει και την αντίληψη εκείνη της γεύσης που αφορά στην επιρροή της από αρώματα διάφορων χημικών συστατικών. Τα σάκχαρα και τα αμινοξέα των καρπών είναι σημαντικοί παράγοντες για τη γλυκύτητα, την οξύτητα και τη γεύση (Stevens et al., 1977).

Σύμφωνα με τους Davies and Hobson (1981), περίπου το 50% της ξηράς ουσίας του καρπού της τομάτας αποτελείται από σάκχαρα (γλυκόζη 22%, φρουκτόζη 25% και σακχαρόζη 1%) και το 13% από οργανικά αμινοξέα (κιτρικό οξύ 9% και μηλικό 4%). Πιο σημαντικοί παράγοντες για τη γλυκύτητα και την οξύτητα είναι η φρουκτόζη και το κιτρικό οξύ, παρά η γλυκόζη και το

μηλικό οξύ, αντίστοιχα. Οι υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων σε συνδυασμό με τη σχετικά υψηλή ποσότητα αμινοξέων έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη γεύση. Ενώ αντίθετα, η μικρή ποσότητα σακχάρων και η υψηλή ποσότητα αμινοξέων στις τομάτες δημιουργούν μια όξινη γεύση, η υψηλή ποσότητα σακχάρων και η μικρή ποσότητα αμινοξέων δημιουργούν μια ήπια γεύση, ενώ η μικρή ποσότητα και των δύο έχει ως αποτέλεσμα έναν άγευστο καρπό (Grierson and Kader, 1986).

Οι Mitchell et all (1991), παρατήρησαν ότι κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής ανάπτυξης των καρπών της τομάτας υπήρχε μια συνεχής αύξηση της συγκέντρωσης φρουκτόζης και γλυκόζης. Η συγκέντρωση της σακχαρόζης παραμένει χαμηλή και ομαλή. Παρατήρησαν επίσης μια συγκέντρωση αμύλου που φτάνει στο ανώτατο όριο 30-40 μέρες μετά από την άνθηση και έπειτα παρουσιάζει μια δραματική μείωση που φτάνει στον άγουρο καρπό σχεδόν στο 0 (50-60 μέρες μετά την άνθηση).

Οι καρποί της τομάτας που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας παρουσιάζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε οργανικά αμινοξέα και υψηλότερη ολική οξύτητα απ' ό,τι οι καρποί που αναπτύσσονται με φρέσκο νερό. Η συσσώρευση αμινοξέων στον καρπό της τομάτας φαίνεται να αντισταθμίζει την υπερβολική ποσότητα κατιόντων (K^+ και Na^+) σε σχέση με τα ανιόντα (Cl^- και SO_4^{2-}) διατηρώντας έτσι το pH (πραγματική οξύτητα) του καρπού (η διαφορά μεταξύ των κατιόντων και των ανιόντων είναι μεγαλύτερη στους καρπούς που έχουν εκτεθεί στην αλατότητα και γι' αυτό το λόγο παρουσιάζεται μεγαλύτερη συγκέντρωση οργανικών αμινοξέων στους καρπούς των φυτών που έχουν αναπτυχθεί υπό αλατούχες συνθήκες) (Davies, 1964).

Αν και είναι γενικά αποδεκτό ότι η γεύση της τομάτας καθορίζεται από το λόγο σακχάρων / αμινοξέων, αυτό το γεγονός δεν έχει ακόμα πιστοποιηθεί. Τα σάκχαρα και τα οργανικά αμινοξέα προβλέπονται με ακρίβεια από το δείκτη

διάθλασης (°Brix) και την ολική οξύτητα, αντιστοίχως. Τα οργανικά αμινοξέα και σε μικρότερο βαθμό, τα σάκχαρα αυξάνονται με την αύξηση της αλατότητας από 2 έως 9 dS m⁻¹.

Σύμφωνα με τους Mizhari (1982) και Sharaf and Hobson (1986) η διάρκεια ζωής και η συνεκτικότητα του καρπού τομάτας μειώνονται σε συγκεντρώσεις άνω των 100 mM NaCl, ενώ σε μικρότερες συγκεντρώσεις (50 mM NaCl), η διάρκεια ζωής του καρπού και η συνεκτικότητά του παραμένουν αναλλοίωτες. Οι καρποί των φυτών που έχουν αναπτυχθεί σε αλατούχες συνθήκες απαιτούν ιδιαίτερη φροντίδα κατά τη συλλογή, συσκευασία και μεταφορά, καθώς μπορούν να προκληθούν φθορές οι οποίες θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη παραγωγή CO₂ και αιθυλενίου, απ' ό τι στους καρπούς που έχουν αναπτυχθεί σε μη αλατούχες συνθήκες (Hobson, 1988).

Η ποιότητα των καρπών τομάτας που αναπτύσσονται σε αλατούχες συνθήκες επηρεάζεται αντίστροφα από την εμφάνιση της ξηρής σήψης της κορυφής, του καρπού (Blossom-end rot, BER). Η σήψη της κορυφής (Blossom-end rot, BER) είναι μία φυσιολογική ανωμαλία που εμφανίζεται στους καρπούς της τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), της πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.), της μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.) και του καρπουζιού [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun & Nakai] (Taylor and Locascio, 2004). Ιδιαίτερα συνηθισμένη όμως είναι κυρίως στην τομάτα και την πιπεριά. Τα πρώτα συμπτώματα της ξηρής σήψης της κορυφής (BER) στους καρπούς της πιπεριάς είναι η εμφάνιση μικρών καστανών νεκρωτικών περιοχών (στεγνή ξήρανση) στους ιστούς του περικάρπιου, στο αντίθετο του ποδίσκου άκρο (Marcellis and Ho, 1999) ή στα πλάγια.

Σύμφωνα με τον Adams (2002) η ξηρή σήψη της κορυφής προκαλείται από τους παράγοντες εκείνους οι οποίοι εμποδίζουν την απορρόφηση του Ca ή την κατανομή του στους καρπούς. Αναφέρεται ότι η συμπεριφορά του Ca

μεταβάλλεται από διάφορα αίτια όπως: υψηλή αλατότητα (Taylor and Locascio, 2004), υψηλή συγκέντρωση Mg, NH₄ και /ή K στο περιβάλλον της ρίζας (Adams, 2002), υψηλή θερμοκρασία αέρα, υψηλή ακτινοβολία, χαμηλή θερμοκρασία εδάφους και ατμοσφαιρική υγρασία και χαμηλή συγκέντρωση Ca στο περιβάλλον των ριζών (Taylor and Locascio, 2004).

Πειράματα των Mizrahi and Pasternak (1985) έδειξαν για την τομάτα ότι, ενώ η επίδραση της αλατότητας μειώνει την απόδοση και το μέγεθος των καρπών, βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Η έρευνα αυτή έδειξε, ότι φυτά στα οποία εφαρμόστηκε άρδευση με νερό υψηλής αλατότητας, παρήγαγαν καρπούς με αυξημένα ολικά διαλυτά στερεά, αυξημένη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, υψηλότερη οξύτητα (% κιτρικό οξύ) και υψηλότερο pH. Επιπλέον, οι Mitchell et al. (1991) παρατήρησαν αύξηση και στα σάκχαρα και τα οργανικά οξέα, συνεπώς η αλατότητα συντελεί στην καλύτερη γεύση των καρπών. Η διάρκεια ζωής (shelf-life) και η συμπαγεια (firmness) των καρπών μειώνονται με την αύξηση της αλατότητας πάνω από τα 50 mM NaCl (Mizrahi, 1982). Επιπλέον, προκαλεί αύξηση του ποσοστού καρπών με ξηρή κορυφή (Cuartero & Fernandez-Munoz, 1999).

1.9.7 Η σημασία της αλατότητας ως αντικείμενο έρευνας

Στη σύγχρονη Γεωργία ολοένα και περισσότερο προκύπτουν νέα προβλήματα που σχετίζονται με την αλατότητα , το ενδιαφέρον για την αντοχή στα άλατα των φυτών με μεγάλη οικονομική σημασία συνεχώς αυξάνεται. Το πρόβλημα αυτό της αλατότητας στην Ελλάδα αναμένεται να γίνει σοβαρότερο στο μέλλον λόγω της μειωμένης ανανέωσης του υπόγειου νερού ,των μειωμένων βροχοπτώσεων και της διείσδυσης υφάλμυρου νερού στους υδροφορείς, τα οποία οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας του νερού άρδευσης.

Ακόμα σημαντική ευθύνη αυτής της κατάστασης φαίνεται να είναι η τάση του κλίματος για θερμότερο και ξηρότερο κλίμα τις τελευταίες δεκαετίες. Προβλήματα που οφείλουν να λυθούν, είτε με νέες ποικιλίες φυτών που να μην είναι τόσο απαιτητικές σε νερό είτε με επέκταση των αρδευόμενων εκτάσεων. Επομένως η έρευνα στο αντικείμενο της αλατότητας αναμένεται να ενταθεί στο μέλλον ακόμα περισσότερο καθώς και η έρευνα για βελτίωση του προβλήματος μέχρι τη λύση του.

2 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.1 Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής

Ο σκοπός της πτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη των επιπτώσεων της αλατότητας στην ποιότητα των καρπών τομάτας, είτε αυτόρριζης είτε εμβολιασμένης . Κατά πόσο δηλαδή επηρεάζει η αλατότητα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά , την παραγωγή , τις ποιοτικές κατηγορίες και αν με τη χρήση εμβολιασμένων ποικιλιών οι επιπτώσεις αυτές φέρνουν διαφορετικά αποτελέσματα απ' ότι δίνουν οι αυτόρριζες ποικιλίες.

Αναλυτικότερα στην παρούσα διατριβή μελετώνται οι επιπτώσεις της αλατότητας στα εξής :

- 1)Αριθμός καρπών ανά φυτό
- 2)Συνολικό βάρος καρπών ανά φυτό
- 3)Μέσο βάρος καρπών ανά φυτό
- 4)Ποιοτικές κατηγορίες (Extra, Class I, Class II, non-Marketable)
- 2)Ολικά διαλυτά στερεά
- 3)Τιτλοδοτούμενη οξύτητα
- 5)Ξηρή ουσία

3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Γενετικό υλικό

Για το πείραμα μας αγοράσθηκαν φυτάρια τομάτας 4 ποικιλιών Merilia, Belandona, Lobello, Formula καθώς και 2 εμβολιασμένες Merilia X Armstrong και Belandona X Armstrong. Στο συγκεκριμένο πείραμα για να είναι ακριβής οι μετρήσεις που θα πάρουμε και τα αποτελέσματα να είναι πραγματικά χρησιμοποιήσαμε μόνο τις ποικιλίες Merilia, Belladonna, Merilia X Armstrong , Belladonna X Armstrong. Αυτό έγινε διότι το η Formula είναι σχετικά μικρόκαρπη ποικιλία και η Lobello είναι κερασόμορφη ποικιλία επομένως δίνει περισσότερους καρπούς ανά φυτό και έτσι τα αποτελέσματα μας δεν θα ήταν συγκρίσιμα.



Εικόνα : Εμβολιασμένα φυτάρια τομάτας από το φυτώριο Plantas.

Θερμοκήπιο

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δύο θαλάμους στο θερμοκήπιο που ανήκει στο εργαστήριο Λαχανοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και η αρχική εγκατάσταση των φυτών στο θερμοκήπιο ξεκίνησε στις 20/1/2017. Ο κάθε θάλαμος έχει εμβαδόν περίπου 80τ.μ. Το πείραμα ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο που αφαιρέθηκαν τα φυτά από τους θαλάμους.

Σύστημα Καλλιέργειας

Στο πείραμα εφαρμόσαμε καλλιέργεια σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (N.F.T) , με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος (κλειστό υδροπονικό σύστημα).



Εικόνα : Ειδικά κανάλια P.V.C για καλλιέργεια N.F.T

Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

Παρακάτω παρατίθενται τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που χρειάζεται το θρεπτικό διάλυμα (μακροστοιχεία, ιχνοστοιχεία, οξέα) σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης του φυτού της τομάτας.

Επιθυμητά χαρακτηριστικά θρεπτικού διαλύματος	Διαβροχή υποστρώματος	Βλαστικό στάδιο (μέχρι άνθηση 1 ^{ου} άνθους 3 ^{ης} ταξιανθίας)	Άνθηση 1 ^{ου} άνθους 3 ^{ης} μέχρι άνθηση 1 ^{ου} άνθους 5 ^{ης} ταξιανθίας	Άνθηση 1 ^{ου} άνθους 5 ^{ης} μέχρι άνθηση 1 ^{ου} άνθους 10 ^{ης} ταξιανθίας	Μετά την άνθηση του 1 ^{ου} άνθους της 10 ^{ης} ταξιανθίας
EC	2,80	2,50	2,40	2,40	2,30
pH	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60
[K ⁺]	6,80	7,00	7,50	8,00	7,50
[Ca ²⁺]	6,40	5,10	4,70	4,50	4,40
[Mg ²⁺]	3,00	2,40	2,20	2,10	2,00
[NH ₄ ⁺]	0,80	1,50	1,20	1,20	1,20
[SO ₄ ²⁻]	4,50	3,60	4,10	4,00	3,60
[NO ₃ ⁻]	15,50	14,30	12,30	12,40	12,30
[H ₂ PO ₄ ⁻]	1,40	1,50	1,50	1,50	1,50
[Fe]	20,0	15,00	15,00	15,00	15,00
[Mn]	12,00	10,00	10,00	10,00	10,00
[Zn]	6,00	5,00	5,00	5,00	4,00
[Cu]	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70
[B]	40,00	35,00	30,00	30,00	25,00
[Mo]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
[K] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,42	0,48	0,52	0,55	0,54
[Ca] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,40	0,35	0,33	0,31	0,32
[Mg] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,20	0,17	0,15	0,14	0,14
([NH ₄]+[NO ₃]) : [K]	2,40	2,25	1,80	1,70	1,80
[NH ₄] : ([NH ₄]+[NO ₃])	0,05	0,09	0,09	0,09	0,09

Εικόνα: Πίνακας με τις συνθέσεις θρεπτικών διαλυμάτων τροφοδοσίας ανά βλαστικό στάδιο για καλλιέργειες τομάτας σε ανοιχτά και κλειστά υδροπονικά συστήματα (Σάββας,2012).

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι στο ξεκίνημα του πειράματος όλα τα κανάλια τροφοδοσίας είχαν το ίδιο διάλυμα και έπειτα από μερικές μέρες έγινε ο διαχωρισμός και προστέθηκε χλωριούχο νάτριο σε αυτά που θέλαμε να δούμε την υδατική καταπόνηση. Πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια του πειράματος έγινε εφαρμογή θρεπτικού διαλύματος με 6 διαφορετικές συστάσεις, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, εκ των οποίων η 1^η αφορούσε το αρχικό γέμισμα των δεξαμενών ανακύκλωσης (starter solution), ενώ οι υπόλοιπες το

γέμισμα των δεξαμενών συμπλήρωσης (replenishment solution).

Εφαρμόστηκαν δύο συγκεντρώσεις (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα, μία χαμηλή η οποία αντιστοιχούσε στη φυσική συγκέντρωση NaCl στο αρδευτικό νερό (0,6 mM) και μία υψηλή (5,00 mM) η οποία επιτεύχθηκε με προσθήκη κατάλληλης ποσότητας χλωριούχου νατρίου στο νερό άρδευσης.

Εξοπλισμός και επιστημονικά όργανα

Στο θερμοκήπιο χρησιμοποιήθηκαν γκρί πλαστικά κανάλια με οπές που τοποθετήθηκαν πάνω σε σιδερένιο σκελετό. Τα κανάλια αυτά είναι συνδεδεμένα στην μια τους πλευρά με δύο δεξαμενές η μία πάνω στην άλλη που περιείχαν διακόπτη φλοτέρ ,που καθόριζε την πλήρωση της δεξαμενής που βρισκόταν κάτω σε επιθυμητά επίπεδα στάθμης. Το ύψος της στάθμης ήταν συγκεκριμένο για να γίνεται ακριβή ογκομέτρηση του διαλύματος συμπλήρωσης. Η δεξαμενή που βρισκόταν κάτω είχε ειδική ηλεκτρική αντλία όπου παραλάμβανε το θρεπτικό διάλυμα με την βοήθεια ενός πλαστικού σωλήνα και παρείχε επαρκή ποσότητα θρεπτικού διαλύματος στην αρχή κάθε καναλιού . Με την κλίση ύψους 1-2 εκ. το θρεπτικό διάλυμα που δεν διοχετεύθηκε στο κανάλι επέστρεφε στην δεξαμενή όπου επαναχρησιμοποιείται.

Το θερμοκήπιο περιλαμβάνει αυτοματοποιημένο σύστημα θέρμανσης το οποίο σε όλη τη διάρκεια του πειράματος και όταν αυτό ήταν απαραίτητο , ρυθμιζόταν από τον θερμοστάτη χώρου και έμπαινε σε λειτουργία καθώς η τομάτα είναι λαχανικό με απαιτήσεις σε θερμό κλίμα και το πείραμα μας ξεκίνησε κατά τους χειμερινούς μήνες.

Οι ζυγίσεις των δειγμάτων προς χημική ανάλυση και των ιχνοστοιχείων για την παρασκευή πυκνών διαλυμάτων έγιναν με ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ενώ για την ζύγιση των μακροστοιχείων χρησιμοποιήθηκε ζυγός

ακριβείας ενός δεκαδικού. Για τις αναλύσεις καθώς και τις ζυγίσεις χρησιμοποιήθηκαν τα Εργαστήρια Κηπευτικών Καλλιεργειών.

Ο πειραματικός σχεδιασμός – Στατιστική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο τύπου εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο καθώς οι πειραματικές μονάδες χαρακτηρίζονται από ομοιογένεια (ομοιόμορφες συνθήκες φωτισμού, υγρασίας, θερμοκρασίας και όλα τα αρχικά φυτά είχαν το ίδιο βάρος) που ανταποκρίνεται στις προϋποθέσεις του σχεδίου.

Η τυχαιοποίηση έγινε με τη χρήση πινάκων τυχαίων αριθμών και έτσι βγήκε το σχέδιο ένταξης των ποικιλιών στα κανάλια.

Για λόγους ομοιόμορφων συνθηκών , οι δυο γραμμές των φυτών (border) στα άκρα αριστερά του αριστερού θαλάμου και οι δυο γραμμές φυτών (border) στα άκρα δεξιά του δεξιού θαλάμου αποκλείστηκαν από τις μετρήσεις.

Στο σύνολο των μετρήσεων του πειράματος έγινε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με ανάλυση διακύμανσης (Ανοva) , χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα (Statistica 12) με δύο παράγοντες α) την υδατική καταπόνηση και β) τον εμβολιασμό.

EXPERIMENT 2017									
ROOM 1			ROOM 2				EXTRA PLANTS		
EXTRA PLANTS	TEAM I		TEAM II		TEAM III				
3NaCl	1C	2C	2NaCl	3C	2C	6NaCl	5C		
	3C		5C	1NaCl	6C	5NaCl	1NaCl	3NaCl	6C
ROOM 1			ROOM 2				EXTRA PLANTS		
EXTRA PLANTS	TEAM I		TEAM II		TEAM III				
4NaCl	2NaCl	6C	2C	5C	1C	4NaCl	5NaCl	1C	6NaCl
3NaCl	1NaCl	5NaCl	6NaCl	3C	4C	2NaCl	6NaCl	3NaCl	5NaCl
SPLIT PLOT DESIGN									
			C (plants)	NaCl (plants)	TOTAL				
5 - grafted A	Merilia X Armstrong		27	27	54				
3 - non grafted A	Merilia		27	27	54				
2 - grafted B	Belandona X Armstrong		27	27	54				
6 - non grafted B	Belandona		27	27	54				
4 - non grafted C	Labello		27	27	54				
1 - non grafted D	Formula		27	27	54				
			162	162	324				

Εικόνα : Split Plot Design , τυχαιοποίημενο σχέδιο.

Μέθοδος Καλλιέργειας

Εγκατάσταση και περιγραφή της μεθόδου καλλιέργειας

Ο όρος υδροπονική καλλιέργεια περιλαμβάνει όλες τις μεθόδους καλλιέργειας φυτών που έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την ανάπτυξη των ριζών εκτός του φυσικού εδάφους (Σάββας , 2012). Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο N.F.T. Η χρήση του N.F.T(nutrient film technique) παρουσιάζει ομοιομορφία στα χαρακτηριστικά του θρεπτικού διαλύματος . Παρέχει ακριβέστερα αποτελέσματα στη λήψη μετρήσεων για την απορρόφηση του νερού καθώς επίσης διευκολύνει το έργο της διόρθωσης του θρεπτικού διαλύματος σε περίπτωση που αυτό γίνει αναγκαίο.

Η τροφοδότηση των φυτών γίνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και

βασίζεται στη χορήγηση ενός τεχνητά παρασκευασμένου θρεπτικού διαλύματος. Οι ρίζες του φυτού αναπτύσσονται απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα και δημιουργούν ένα παχύ πλέγμα ριζών. Η λεπτή στοιβάδα του θρεπτικού διαλύματος περνά κάτω από το ριζικό πλέγμα ενώ το επάνω μέρος του ριζικού πλέγματος αν και μένει υγρό, παίρνει αρκετά καλό αερισμό που του επιτρέπει την καλή οξυγόνωση.

Το θρεπτικό διάλυμα είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά. Το θρεπτικό διάλυμα είναι γνωστό ως διάλυμα απορροής και επειδή συλλέγεται και ξαναχρησιμοποιείται καλείται ως κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Τα κανάλια που βρίσκονται οι ρίζες των φυτών είναι από πλαστικό PVC και είναι στερεωμένα επάνω σε σιδερένιο σκελετό. Τα κανάλια αδιαβροχοποιούνται με πλαστικό φύλλο διπλής όψης. Με σκοπό το μαύρο μέρος του φύλλου διπλής όψης να κρατάει σκοτεινό το περιβάλλον στη ρίζα για την αποφυγή της δημιουργίας άλγεων.



Εικόνα : Κανάλια PVC στηριγμένα σε σιδερένιο σκελετό.

Στάδιο μεταφύτευσης

Από κιβώτιο σποράς κατασκευασμένο από φελιζόλ προήλθαν τα φυτάρια που αγοράσαμε και χρησιμοποιήσαμε στην καλλιέργεια μας. Το κάθε φυτάριο βρισκόταν σε ένα μίγμα χώματος . Η εξαγωγή των φυταρίων από το φελιζόλ έγινε με ιδιαίτερη προσοχή για να μην σπάσει το ριζικό σύστημα. Όταν τα φυτά

είχαν αναπτύξει πλήρως 5-6 πραγματικά φύλλα μεταφέρθηκαν στα κανάλια N.F.T (αφού τα είχαμε απολυμάνει με νερό και χλωρίνη). Τα φυτά τοποθετήθηκαν στα κανάλια αφού πρώτα είχαμε αφαιρέσει το μεγαλύτερο μέρος της μπάλας χώματος με προσοχή ώστε τα φυτά να είναι γυμνόριζα κατά την τοποθέτησή τους. Σε κάθε κανάλι τοποθετήσαμε 9 φυτά.



Εικόνα: Μεταφύτευση στις τελικές θέσεις επάνω στα κανάλια.

Οι επεμβάσεις του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε 2 θαλάμους στο θερμοκήπιο. Κάθε δωμάτιο είχε είκοσι (14) κανάλια από τα οποία δύο (2) σε κάθε δωμάτιο δεν θα χρησιμοποιούνταν στη λήψη αποτελεσμάτων για λόγους ομοιομορφίας όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω.

- Επέμβαση 1 : Μάρτυρας (control) αποτελείται από 12 κανάλια κάθε ένα από τα οποία έχουν 9 φυτά
- Επέμβαση 2 : NaCl αποτελείται από 12 κανάλια κάθε ένα από τα οποία έχουν 9 φυτά.

Με την τοποθέτηση των φυτών όλα τα φυτά αναπτύχθηκαν με κανονικά θρεπτικό διάλυμα και στη συνέχεια προσθέσαμε το άλας NaCl . Σκοπός της επέμβασης του NaCl είναι η δημιουργία συνθηκών υψηλής συγκέντρωσης (συνεπώς υψηλής αλατότητας) στο περιβάλλον της ρίζας ώστε να μελετηθούν οι επιπτώσεις στην παραγωγή , στις ποιοτικές κατηγορίες και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Υπολογισμός της σύνθεσης θρεπτικών στοιχείων

Ο υπολογισμός της σύνθεσης των θρεπτικών διαλυμάτων στην υδροπονική μας καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στο σύγγραμμα <Καλλιέργειες Εκτός Εδάφους > του καθηγητή Δ. Σάββα. Πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των μακροστοιχείων και των ιχνοστοιχείων με βάση το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και συγκεκριμένα για τη τομάτα.

Υπολογισμός των απαιτούμενων λιπασμάτων

Για την παρασκευή πυκνών διαλυμάτων για την λίπανση των φυτών χρειαστήκαμε τρία δοχεία . Το δοχείο (Α) που περιέχει το νιτρικό ασβέστιο και μια ποσότητα νιτρικό κάλιο και τον χηλικό σίδηρο. Το δοχείο (Β) που περιέχει όλα τα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία και μακροστοιχεία, και το δοχείο (Γ) που περιέχει τα οξέα και το νιτρικό οξύ.

Ένα σημαντικό στοιχείο είναι ότι το νιτρικό ασβέστιο δεν πρέπει να τοποθετείται μαζί με τα θειικά και φωσφορικά λιπάσματα γιατί το θειικό ασβέστιο και το φωσφορικό ασβέστιο σχηματίζουν αδιάλυτα άλατα που απομακρύνονται από το διάλυμα καθώς καταβυθίζονται στον πυθμένα του δοχείου. Η χωρητικότητα των δοχείων με τα αραιά διαλύματα ήταν περίπου 200 λίτρα.

Τα πυκνά διαλύματα παρασκευάζονται και αποθηκεύονται σε δοχεία από τα οποία λαμβάνονται μικρές ποσότητες οι οποίες στη συνέχεια αραιώνονται κατάλληλα με το νερό της άρδευσης για να δημιουργήσουν τα θρεπτικά διαλύματα τροφοδοσίας των φυτών. Κάθε δυο ημέρες γεμίζαμε τις δεξαμενές με σκοπό να διατηρούμε σταθερή τη στάθμη με τη χρήση διακόπτη στάθμης (φλοτέρ) αφού πρώτα είχαμε πραγματοποιήσει τις μετρήσεις του pH και της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) του θρεπτικού διαλύματος. Σε περίπτωση που οι τιμές που λαμβάναμε ήταν εκτός των επιθυμητών τιμών τότε προσθέταμε μια ποσότητα οξέος προκειμένου να γίνει διόρθωση των τιμών.

Καλλιεργητικές φροντίδες

Οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι εργασίες που απαιτούν να εφαρμόζονται καθημερινά με σκοπό την πραγματοποίηση του πειράματος.

Γίνονται με σκοπό την εξασφάλιση ομοιογένειας, εξισορρόπησης του φυτού, τον καλύτερο φωτισμό και αερισμό, την διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών καθώς και την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Οι πιο βασικές καλλιεργητικές φροντίδες που πραγματοποιήσαμε στο πείραμα μας ήταν η υποστύλωση, το κλάδεμα, η αποφύλλωση, η καρπόδεση, η συγκομιδή και ο ψεκασμός για ασθένειες ή έντομα.

Υποστύλωση

Πιο αναλυτικά αφού τοποθετήσαμε τα φυτά πάνω στα κανάλια, τοποθετήσαμε σπάγκους στα οριζόντια σύρματα, που υπήρχαν στο σκελετό του θερμοκηπίου πάνω από κάθε κανάλι. Το ένα άκρο του σπάγκου το είχαμε δέσει στη βάση του φυτού και το άλλο σε ειδικό μεταλλικό κλιπ που στηριζόταν πάνω στα οριζόντια σύρματα. Το δέσιμο ήταν σταθερό αλλά προσωρινό με σκοπό να μπορεί να κρατάει σταθερό το φυτό αλλά και να μπορούμε να επέμβουμε καθώς το φυτό θα αναπτύσσεται.

Κάθε μεταλλικό κλιπ είχε αρκετό μήκος σπάγκου με σκοπό να χρησιμοποιηθεί μέχρι το τέλος της συγκομιδής. Κάθε εβδομάδα ελέγχεται το ύψος του φυτού και ανάλογα περιελίσσεται το φυτό γύρω από το σπάγκο με τη χρήση πλαστικού κλιπ το οποίο κρατάει σταθερό το φυτό. Όταν πια το φυτό κόντευε να φτάσει το οριζόντιο σύρμα, τότε ξετυλίγεται μέρος του σπάγκου από το κλιπ με αποτέλεσμα να χαμηλώσει το φυτό και να πάρει μια κλίση για να μπορεί να δεχτεί και τις κατάλληλες περιποιήσεις.

Όταν φτάσει η κορυφή του φυτού στο οριζόντιο σύρμα, οι καρποί των κατώτερων ταξιανθιών έχουν συγκομιστεί καθώς και όλα τα κατώτερα φύλλα έχουν αφαιρεθεί οπότε δεν μας ενοχλεί να ακουμπάει ο γυμνός βλαστός το δάπεδο. Σκοπός της υποστύλωσης ήταν η ευκολία στις καλλιεργητικές φροντίδες και η σωστή αξιοποίηση του χώρου καθώς τα φυτά θα

αναπτυσσόντουσαν.

Κλάδεμα

Στο πείραμα επιλέχτηκε το μονοστέλεχο σύστημα καθώς είναι και το πιο δημοφιλές στα θερμοκήπια της χώρας μας. Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Οι πλευρικοί βλαστοί είναι πολύ ζωνηροί κυρίως κοντά στην κορυφή του φυτού. Όταν οι βλαστοί αυτοί φτάσουν περίπου τα 5-10cm αφαιρούνται αυτό καλείται βλαστολόγημα.

Η αφαίρεση των νεαρών πλάγιων βλαστών μπορεί να γίνει εύκολα αλλά προσεκτικά με το χέρι. Όταν ο βλαστός έχει μεγαλώσει περισσότερο από το προβλεπόμενο τότε χρειάζεται η χρήση ειδικού κλαδευτηριού.

Είναι μια καλλιεργητική φροντίδα που απαιτείται να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα μέσα στην εβδομάδα διότι με την αφαίρεση των νέων βλαστών γίνεται καλύτερη χορήγηση απαραίτητων στοιχείων για την ανάπτυξη του φυτού.

Αποφύλλωση

Άλλη μια καλλιεργητική φροντίδα εξίσου σημαντική είναι η αποφύλλωση, δηλαδή η αφαίρεση των φύλλων που βρίσκονται κάτω από την πρώτη ταξικαρπία. Η αποφύλλωση γίνεται ουσιαστικά με στόχο τον καλύτερο φωτισμό των καρπών που βρίσκονται σε στάδιο ωρίμανσης καθώς και για καλύτερο αερισμό του φυτού.

Η αποφύλλωση συνεχίζεται μετά τη συγκομιδή των καρπών της κατώτερης ταξικαρπίας και αρχίζει πάλι όταν αρχίσει να ωριμάζει η αμέσως επόμενη. Επειδή και σε αυτή την φροντίδα γίνεται χρήση κλαδευτηριού είναι σημαντικό μετά από κάθε χρήση του να απολυμαίνετε για αποφυγή διάδοσης

ασθενειών και ιώσεων.



Εικόνα : Αποφύλλωση ταξικαρπιών

Καρπόδεση-Επικονίαση-Γονιμοποίηση

Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες. Ο μέσος αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που εξελίσσονται σε καρπούς είναι 6-8 άνθη. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται πάνω στους βλαστούς του φυτού και διακλαδίζονται.

Τα άνθη της τομάτας αυτογονιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό. Για να γίνει αυτό πρέπει να μεταφερθεί η γύρη από τους ανθήρες στο στίγμα, αυτό γίνεται εύκολα όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι ευνοϊκές και υπάρχει

κάποια κίνηση του αέρα. Στο θερμοκήπιο όμως επικρατεί άπνοια κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Για να υπάρξει παραγωγή καρπών θα πρέπει να έχουν σχηματιστεί άνθη και τα άνθη που σχηματίστηκαν να έχουν επιτυχία καρπόδεσης.

Για το λόγο αυτό ανά τακτά χρονικά διαστήματα προκαλούσαμε μια μικρή ταλάντωση στα οριζόντια σύρματα που ήταν στηριγμένα τα φυτά για να γίνει μια τεχνητή δόνηση στα φυτά και να μεταφερθεί πιο εύκολα η γύρη στο στίγμα. Άλλοι μέθοδοι είναι οι καρποδοτικές ορμόνες ή η χρήση εντόμων βομβύνων (*Bombus terrestris*).

Συγκομιδή

Η συγκομιδή ξεκίνησε στις 31/3/2017 και ολοκληρώθηκε στις 22/06/2017. Η συχνότητα της συγκομιδής γινόταν περίπου κάθε δυο με τρεις μέρες ανάλογα με την ποσότητα των καρπών που υπήρχαν στην καλλιέργεια.

Στη συγκομιδή των καρπών αυτό που παρατηρείται είναι τόσο το ύψος της παραγωγής δηλαδή ο αριθμός και το βάρος των καρπών όσο και η ποιότητα του καρπού δηλαδή να έχει μια υγιή εμφάνιση απαλλαγμένη από ασθένειες και έντομα.

Η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιείται με τη χρήση ενός μικρού κλαδευτηριού για να αποφευχθεί κάποιος τραυματισμός στο βλαστό από πιθανό τράβηγμα με το χέρι.

Ακόμα, συγκομίζαμε τους καρπούς στο στάδιο του σπασίματος του χρώματος μόλις δηλαδή άρχιζε να μετατρέπεται από ροζ σε κοκκινωπό.

Ασθένειες και εχθροί – Ψεκασμοί- Μη παρασιτικές ασθένειες

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο εμφανίστηκαν κάποιες ασθένειες και εχθροί όπου αναφέρονται και περιγράφονται συνοπτικά μαζί με

την αντιμετώπιση που ακολούθησε στην συνέχεια.

1. Στις 22/2/2017 εντοπίστηκε ωίδιο , η ασθένεια αυτή οφείλεται στα είδη *Leveillula Taurica* και *Oidiopsis Taurica*. Την ασθένεια την εντοπίσαμε πάνω στα φύλλα σχηματίζοντας κιτρινοπράσινες ακανόνιστες κηλίδες. Για την αντιμετώπιση του ωιδίου χρησιμοποιήσαμε θειάφι που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθώς και χημικά σκευάσματα με προστατευτική αλλά και θεραπευτική δράση. Αυτά τα σκευάσματα είναι τα : α) Ortiva 25 SC , β) Segethion 80 WG , γ) Topas 100 EC, δ) βιοδιεγέρτης Biorend (χιτοζάνης). Ο συνδυασμός των παραπάνω σκευασμάτων και η χορήγηση τους την κατάλληλη στιγμή οδήγησε σε γρήγορη αντιμετώπιση της εξάπλωσης του ωιδίου στο θερμοκήπιο.

2. Στις 22/3/2017 εμφανίστηκε αλευρώδης, τα είδη που προσβάλλει την τομάτα είναι το *Trialeurodes Vaporariorum* και το *Bemisia Tabaci* . Ο αλευρώδης απομυζεί τους χυμούς του φυτού και το αποδυναμώνει ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί ένα κολλώδες έκκριμα στα φύλλα. Για την αντιμετώπιση του εφαρμόστηκε χημική καταπολέμηση με πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο επαφής και στομάχου Desis 2,5 EC

3. Στις 22/3/2017 εμφανίστηκε επίσης πληθυσμός κόκκινου τετράνυχου , το είδος που προσβάλλει την τομάτα είναι το *Tetranychus urticae*. Η προσβολή του ήταν πολύ περιορισμένη γι' αυτό και αντιμετωπίστηκε άμεσα. Η αντιμετώπιση του έγινε με το ίδιο σκεύασμα που έγινε και για τον αλευρώδη , Desis 2,5 EC.

4. Στα τέλη του πειράματος παρατηρήθηκε εμφάνιση τούτας , το

έντομο *Tuta Absoluta* είναι ο πιο σημαντικός εχθρός της τομάτας και προσβάλλει κυρίως τα φύλλα και τους καρπούς του φυτού. Για την αντιμετώπιση του χρησιμοποιήθηκε βιολογική μέθοδος με τη χρήση παγίδων νερού.

5. Σχίσσιμο των καρπών είναι μια μη παρασιτική ασθένεια , οφείλεται κυρίως σε απότομες διακυμάνσεις θερμοκρασίας και υγρασίας. Για τον λόγο αυτό η συγκομιδή κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες πρέπει να γίνεται σε αρχικό στάδιο και να εφαρμόζεται σκίαση στο θερμοκήπιο. Στο πείραμα επειδή εμφανίστηκε κατά τις τελευταίες μέρες του πειράματος δεν προβήκαμε σε σκίαση του θερμοκηπίου .

Πρακτικά προβλήματα στη διεξαγωγή του πειράματος

Το μεγαλύτερο πρόβλημα κατά τη διάρκεια του πειράματος ήταν η διατήρηση των συνθηκών της πειραματικής καλλιέργειας στο επιθυμητό επίπεδο λειτουργίας. Καθημερινά γινόταν έλεγχος για διαρροές στα κανάλια είτε επειδή κάποια ρίζα είχε αναπτυχθεί τόσο που βούλωνε το χωνί με αποτέλεσμα την υπερχειλίση του θρεπτικού διαλύματος είτε γιατί κάποιο κανάλι μπορεί να έσταζε . Απ' τις 26/1/2017 μέχρι και τις 7/6/2017 παρουσιαζόντουσαν καθημερινά διαρροές και προβλήματα στα μοτέρ. Παρ' όλα αυτά η ρύθμιση της παροχής θρεπτικού διαλύματος ήταν καθημερινή ώστε να ακολουθείτε το πρόγραμμα στις απαιτήσεις των φυτών.

Τεχνικές και όργανα μετρήσεων και προσδιορισμών

Στο πείραμα θέλουμε να δούμε την επίδραση των γονοτύπων του εμβολίου και του υποκειμένου στην παραγωγή. Πρακτικά θέλουμε να δούμε την ανθεκτικότητα τους στην αλατότητα. Οι μετρήσεις αυτές αποτελούν τον βασικότερο παράγοντα σύγκρισης των φυτών αφού τα φυτά διαφέρουν ως προς τον εμβολιασμό και το επίπεδο αλατότητας του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας. Οπότε το σημαντικότερο στάδιο είναι αυτό της συγκομιδής της παραγωγής για να μελετήσουμε το συνολικό αριθμό καρπών ανά μεταχείριση και το συνολικό βάρος καρπών ανά μεταχείριση και για να μπορέσουμε να τους κατηγοριοποιήσουμε σε (extra, class I, class II, non marketable)

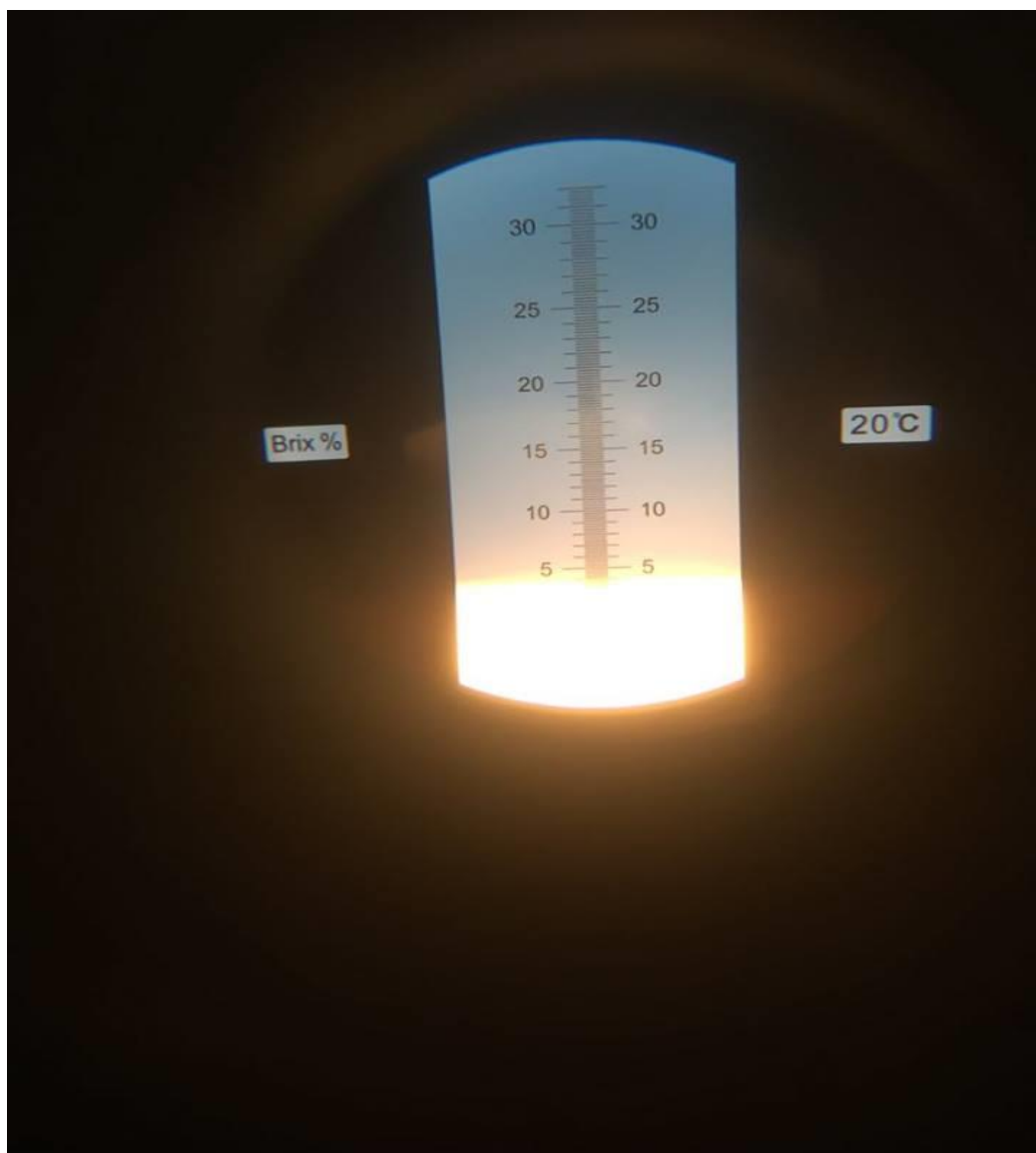
Διαλογή των επιθυμητών καρπών και ζύγισμα

Πραγματοποιήθηκε διαλογή των κατάλληλων καρπών που θα χρησιμοποιούσαμε αργότερα για τις υπόλοιπες τεχνικές. Για να υπάρχει ομοιομορφία στα αποτελέσματα που θα πάρουμε. Κάθε ποικιλία έχει άλλο μέγεθος και άλλο χρώμα σε κάθε στάδιο, επομένως η επιλογή των καρπών έπρεπε να γίνει με προσοχή για να είναι αντιπροσωπευτικά τα δείγματα από κάθε μεταχείριση. Μετά από κάθε διαλογή γινόταν το ζύγισμα σε κάθε μεταχείριση χωριστά, με ηλεκτρονική ζυγαριά.

Ολικά διαλυτά στερεά

Ο προσδιορισμός των διαλυτών στερεών έγινε με διαθλασίμετρο χειρός. Οι 4 καρποί κάθε επανάληψης τεμαχίστηκαν στη μέση με ανοξείδωτο μαχαίρι και ακολούθως τα τεμάχια που προέκυψαν πολτοποιήθηκαν μαζί με το φλοιό τους και τους σπόρους, με οικιακό blender και με μεταλλική καθαρή σπάτουλα μεταφέραμε μια σταγόνα χυμού στην ειδική υποδοχή του οργάνου και ακολούθησε η ανάγνωση των οργάνων με ακρίβεια 0,2 Brix. Για κάθε δείγμα η

διαδικασία αυτή έγινε δύο φορές και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των δυο αυτών μετρήσεων. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στις μετρήσεις των ολικών διαλυτών στερεών με το διαθλασίμετρο, οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε συγκεκριμένη θερμοκρασία δωματίου 20 °C.

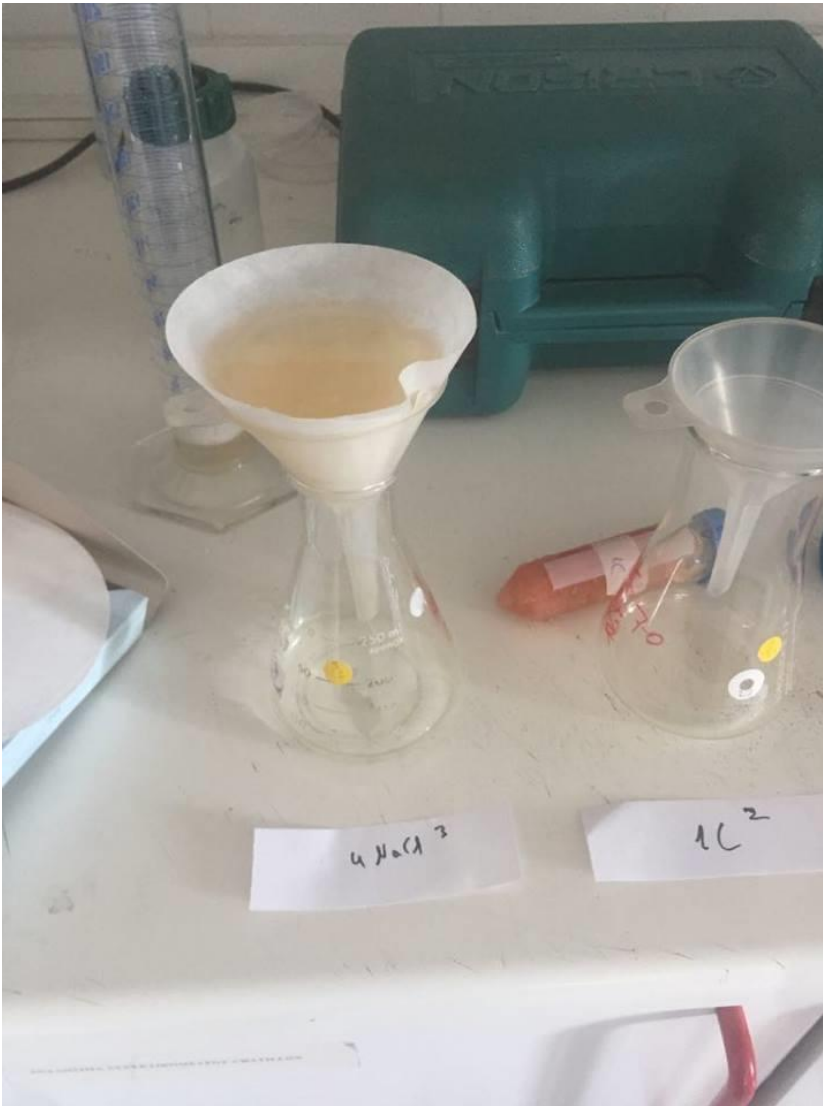


Εικόνα : Ενδείξεις απ' το εσωτερικό του διαθλασίμετρου

Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Ο προσδιορισμός της οξύτητας έγινε σε δύο φάσεις. Αρχικά με την διαδικασία

παρασκευής δειγμάτων όπου μετρήθηκε 7,5gr ιστού και τοποθετήθηκε σε ογκομετρικό κύλινδρο ,προστέθηκε απεσταγμένο νερό έως τα 150ml κλείσαμε με καπάκι για να γίνει ανάδευση της φιάλης και να διαλυθούν καλά ο ιστός και το αφήσαμε για λίγη ώρα να εκχυλιστεί. Έπειτα , ετοιμάσαμε τριγωνική φιάλη με χωνί και διηθητικό χαρτί (150mm, MN617) ρίξαμε το εκχύλισμα με τον ιστό από τον ογκομετρικό για να γίνει η διήθηση. Από αυτό που θα πάρουμε απ'την διήθηση , μετρήσαμε με ογκομετρικό 50ml και τα τοποθετήσαμε σε ποτηράκι (2 φορές) δηλαδή φτιάξαμε 2 ποτηράκια για κάθε δείγμα για να γίνει σωστή μέτρηση έχοντας 2 επαναλήψεις. Στη συνέχεια για την μέτρηση παρασκευάσαμε διάλυμα NaOH(N/50) : σε 1lt H₂O προσθέσαμε 0,8 gr NaOH κάνοντας πολύ καλή ανάδευση. Γεμίσαμε την προχοίδα με το NaOH τοποθετήσαμε από κάτω το πρώτο ποτηράκι που είχαμε βάλει μέσα και ένα μαγνητάκι και ανοίξαμε το ανακάτεμα σε χαμηλές στροφές για να μην χύνεται το δείγμα μας , απ'την προχοίδα τοποθετήσαμε το pHμετρο μέσα στο ποτηράκι και σίγα σιγά ανοίξαμε το βρυσάκι της προχοίδας μέχρι το pH να φτάσει στο 8,2. Από την κατανάλωση της προχοίδας κρατήσαμε την αρχική και την τελική τιμή και πήραμε τη διαφορά . Ξεπλύναμε το pHμετρο και επαναλάβουμε την ίδια διαδικασία για το δεύτερο ποτηράκι.



Εικόνα : Τριγωνική φιάλη με διηθητικό χαρτί και δείγμα προς διήθηση.

Νωπό βάρος και ξηρή ουσία

Για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους ζυγίσαμε σε ζυγό ακριβείας μια ποσότητα ιστού έχοντας αφαιρέσει το βάρος του ποτηριού που το τοποθετήσαμε. Στη συνέχεια το τοποθετήσαμε σε φούρνο για 24 ώρες στους 80°C μέχρι να ξεραθεί το δείγμα και να έχουμε το ξηρό βάρος. Έπειτα το ζυγίσαμε πάλι για να αφαιρέσουμε το βάρος του ποτηριού και αυτό που έμεινε το πολλαπλασιάσαμε $\cdot 100$ για να πάρουμε το ποσοστό της ξηρής ουσίας του δείγματος.



Εικόνα : Φούρνος διαμορφωμένος σε θερμοκρασία 80°C.

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 1. Επεμβάσεις μάρτυρα, NaCl και εμβολιασμού στην ποικιλία *Belladonna* σχετικά με τον αριθμό καρπών.

Belladonna Αριθμός Καρπών					
	Συνολικός	Extra	Class I	Class II	Non marketable
Επέμβαση Αλατότητας					
Μάρτυρας	21	10,7 a	6,6	2,5	1,2
NaCl	18,9	8,1 b	5,5	2,8	2,7
Επέμβαση Εμβολιασμού					
Grafted	19,8	9,4	5,6	2,4	2,6
Non Grafted	20,1	9,4	6,5	2,9	1,3
Αλληλεπιδράσεις					
Μάρτυρας / Grafted	21,7	11,5	6,4	2,4	1,5
Μάρτυρας /Non Grafted	20,2	9,9	6,8	2,5	1
NaCl /Grafted	17,9	7,3	4,8	2,4	3,8
NaCl /Non Grafted	20	9,0	6,2	3,3	1,6
Στατιστική σημαντικότητα					
Αλατότητα	ΜΣ	*	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εμβολιασμός	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Αλατότητα * Εμβολιασμό	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη και υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. Τα σύμβολα *, **, ***, υποδηλώνουν σημαντικότητα των διαφορών σε $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$. Η συντομογραφία ΜΣ υποδηλώνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά.

Αριθμός καρπών ανά φυτό στην ποικιλία *Belladonna*

Η ποικιλία *Belladonna* παρατηρείται ότι έδωσε περίπου 21 καρπούς στο μάρτυρα συνολικά και περίπου 19 καρπούς στην επέμβαση NaCl. Όταν εμβολιάστηκε στο υποκείμενο Armstrong έδωσε περίπου 20 καρπούς και περίπου 20 έδωσε και όταν ήταν αυτόρριζη. Όταν ταξινομήθηκε στις ποιοτικές κατηγορίες, στην κατηγορία extra παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά δίνοντας περίπου 11 καρπούς στο μάρτυρα και περίπου 8 στην επέμβαση με NaCl. Ενώ στην επέμβαση του εμβολιασμού παρουσίασε ομοιομορφία δίνοντας από 9 καρπούς και στις δύο περιπτώσεις. Στην κατηγορία Class I έδωσε περίπου 6 καρπούς στο μάρτυρα και περίπου 5 στο NaCl όταν

εμβολιάστηκε έδωσε 5 καρπούς ενώ αυτόρριζη έδωσε 6 καρπούς. Στην κατηγορία Class II έδωσε περίπου 2 καρπούς και στις δυο επεμβάσεις μάρτυρα και NaCl ενώ στον εμβολιασμό έδωσε 2 καρπούς και στην αυτόρριζη περίπου 3 καρπούς.

Τέλος, στους μη εμπορεύσιμους καρπούς παρατηρείται περίπου 1 καρπός στον μάρτυρα και περίπου 2 στο NaCl ενώ στον εμβολιασμό περίπου 2 καρπούς και περίπου 1 όταν ήταν αυτόρριζη.

Πίνακας 2. Επεμβάσεις μάρτυρα, NaCl και εμβολιασμού στην ποικιλία Merilia σχετικά με τον αριθμό των καρπών.

Merilia Αριθμός Καρπών					
	Συνολικός	Extra	Class I	Class II	Non marketable
Επέμβαση Αλατότητας					
Μάρτυρας	24,2	10,2	6,2	3,1	1,3 b
NaCl	22	9,6	6,3	3,2	3,0 a
Επέμβαση Εμβολιασμού					
Grafted	20,5 b	7,8 b	4,9 b	2,7	2,0
Non Grafted	25,5 a	12,0 a	7,6 a	3,6	2,2
Αλληλεπιδράσεις					
Μάρτυρας / Grafted	23,0	7,9	4,5	2,7	1,3
Μάρτυρας /Non Grafted	25,4	12,5	8,0	3,5	1,3
NaCl /Grafted	18,5	7,7	5,3	2,7	2,7
NaCl /Non Grafted	25,5	11,4	7,2	3,7	3,2
Στατιστική σημαντικότητα					
Αλατότητα	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	*
Εμβολιασμός	**	*	*	ΜΣ	ΜΣ
Αλατότητα * Εμβολιασμό	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη και υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. Τα σύμβολα *, **, ***, υποδηλώνουν σημαντικότητα των διαφορών σε $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$. Η συντομογραφία ΜΣ υποδηλώνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Αριθμός καρπών ανά φυτό στην ποικιλία Merilia

Στην Merilia ο συνολικός αριθμός καρπών στο μάρτυρα ήταν περίπου 24 καρποί ενώ στον NaCl 22 καρπούς. Όταν εμβολιάστηκε στο υποκείμενο Armstrong παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά αφού έδωσε 20 καρπούς ενώ αυτόρριξη έδωσε 25 καρπούς. Στην ποιοτική κατηγορία extra έδωσε περίπου 10 καρπούς στο μάρτυρα και περίπου 10 και στο NaCl. Στην επέμβαση του εμβολιασμού παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά δίνοντας περίπου 8 καρπούς ενώ αυτόρριξη έδωσε περίπου 12 καρπούς. Στην κατηγορία class I έδωσε περίπου 6 καρπούς και στο μάρτυρα και στο NaCl. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασε και εδώ η εμβολιασμένη Merilia αφού έδωσε περίπου 5 καρπούς ενώ αυτόρριξη έδωσε περίπου 8 καρπούς. Στην κατηγορία Class II έδωσε από περίπου 3 καρπούς στο μάρτυρα και στο NaCl

και από περίπου 3 καρπούς είτε ήταν εμβολιασμένη είτε ήταν αυτόρριζη. Στην μη εμπορεύσιμη κατηγορία έχουμε στατιστικά σημαντική διαφορά αφού έχουμε περίπου 1 καρπό στο μάρτυρα και περίπου 3 στο NaCl. Ενώ από 2 καρπούς έχουμε στον εμβολιασμένη και αυτόρριζη Merilia.

Πίνακας 3. Επεμβάσεις μάρτυρα, NaCl και εμβολιασμού στην ποικιλία Belladona σχετικά με το βάρος των καρπών.

Belladona Βάρος Καρπών					
	Συνολικός	Extra	Class I	Class II	Non marketable
Επέμβαση Αλατότητας					
Μάρτυρας	2953,4 a	1705,8 a	841,9	326,4	104,2
NaCl	2085,6 b	982,9 b	631,6	289,4	215,9
Επέμβαση Εμβολιασμού					
Grafted	2344,8	1312,7	657,2	219,5 b	155,1
Non Grafted	2694,2	1376,0	816,2	396,3 a	164,9
Αλληλεπιδράσεις					
Μάρτυρας / Grafted	2903,0	1768,2	819,7	240,7	106,4
Μάρτυρας /Non Grafted	3003,9	1643,3	864,1	412,1	102,2
NaCl /Grafted	1786,7	857,2	494,8	198,3	203,9
NaCl /Non Grafted	2384,5	1108,7	768,3	380,4	227,9
Στατιστική σημαντικότητα					
Αλατότητα	ΜΣ	**	ΜΣ	ΜΣ	*
Εμβολιασμό	ΜΣ	*	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Αλατότητα*Εμβολιασμό	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη και υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. Τα σύμβολα *, **, ***, υποδηλώνουν σημαντικότητα των διαφορών σε $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$. Η συντομογραφία ΜΣ υποδηλώνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Βάρος καρπών στην ποικιλία Belladona

Το συνολικό βάρος καρπών στην ποικιλία Belladona παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά καθώς στην επέμβαση του μάρτυρα απέδωσε περίπου 29,5 κιλά ανά φυτό ενώ στην επέμβαση NaCl απέδωσε περίπου 20,8 κιλά ανά φυτό. Στην επέμβαση του εμβολιασμού, το συνολικό βάρος για την εμβολιασμένη Belladona ήταν περίπου 23,4 κιλά ενώ για την αυτόρριξη Belladona ήταν σχεδόν 27 κιλά. Στην ποιοτική κατηγορία extra παρουσίασε επίσης σημαντική στατιστική διαφορά δίνοντας σχεδόν 17 κιλά ανά φυτό στο μάρτυρα και περίπου 10 κιλά. Η εμβολιασμένη Belladona απέδωσε σχεδόν τα ίδια κιλά με την αυτόρριξη περίπου 13 και 14 κιλά ανά φυτό αντίστοιχα. Η ποιοτική κατηγορία class I απέδωσε περίπου 8,4 κιλά ανά φυτό στο μάρτυρα και

περίπου 6,4 κιλά ανά φυτό στο NaCl και στον εμβολιασμό έδωσε 6,5 κιλά ανά φυτό και περίπου 8 κιλά ανά φυτό όταν ήταν αυτόρριζη. Η ποιοτική κατηγορία class II απέδωσε περίπου 3,2 κιλά ανά φυτό στο μάρτυρα ενώ στο NaCl απέδωσε περίπου 2,9 κιλά ανά φυτό, σε αυτή την κατηγορία ο εμβολιασμός παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά δίνοντας 2,2 κιλά ανά φυτό όταν εμβολιάστηκε στο υποκείμενο Armstrong και αυτόρριζη περίπου 4 κιλά ανά φυτό.

Τέλος , η μη εμπορεύσιμη κατηγορία έδωσε περίπου 1 κιλό ανά φυτό μάρτυρα ενώ το NaCl έδωσε περίπου 2,1 ανά φυτό όπως ήταν και αναμενόμενο να συμβεί αφού η υψηλή αλατότητα προκαλεί ποιοτική αλλοίωση στους καρπούς άρα αύξηση των καρπών με τέτοια χαρακτηριστικά αλλοίωσης , συνεπώς αύξηση του βάρους των. Η εμβολιασμένη Belladonna έδωσε περίπου 1,5 κιλά ανά φυτό ενώ η αυτόρριζη περίπου 1,6 κιλά ανά φυτό.

Πίνακας 4. Επεμβάσεις μάρτυρα, NaCl και εμβολιασμού στην ποικιλία Merilia σχετικά με το βάρος των καρπών

Merilia Βάρος Καρπών					
	Συνολικός	Extra	Class I	Class II	Non marketable
Επέμβαση Αλατότητας					
Μάρτυρας	2837,1	1670,2 a	811,8	358,9	104,2 b
NaCl	2413,3	1204,9 b	716,2	292,3	215,9 a
Επέμβαση Εμβολιασμού					
Grafted	2272,4	1284,3 b	643,2	306,6	155,1
Non Grafted	2978,0	1590,8 a	884,8	344,6	164,9
Αλληλεπιδράσεις					
Μάρτυρας / Grafted	2427,8	1563,9	636,0	329,8	106,4
Μάρτυρας /Non Grafted	3246,3	1776,4	987,7	388,0	102,0
NaCl /Grafted	2116,9	1004,7	650,4	283,5	203,9
NaCl /Non Grafted	2709,7	1405,1	781,9	301,2	227,9
Στατιστική σημαντικότητα					
Αλατότητα	ΜΣ	**	ΜΣ	ΜΣ	*
Εμβολιασμός	ΜΣ	*	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Αλατότητα* Εμβολιασμό	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη και υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. Τα σύμβολα *, **, ***, υποδηλώνουν σημαντικότητα των διαφορών σε $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$. Η συντομογραφία ΜΣ υποδηλώνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Βάρος καρπών στην ποικιλία Merilia

Το συνολικό βάρος των καρπών στην ποικιλία Merilia ήταν περίπου 28 ανά φυτό στο μάρτυρα και στο NaCl περίπου 24 κιλά ανά φυτό. Η εμβολιασμένη Merilia έδωσε περίπου 22 κιλά ανά φυτό ενώ η αυτόρριζη περίπου 29 κιλά. Η ποιοτική κατηγορία extra παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά στο μάρτυρα με περίπου 16 κιλά ανά φυτό ενώ το NaCl απέδωσε περίπου 12 κιλά ανά φυτό. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασε και η επέμβαση του εμβολιασμού με την αυτόρριζη Merilia να αποδίδει 15 κιλά ανά φυτό έναντι της εμβολιασμένης με 12 κιλά ανά φυτό. Στην ποιοτική κατηγορία class I είχαμε περίπου 8 κιλά ανά φυτό στο μάρτυρα και περίπου 8 κιλά ανά φυτό στο NaCl ενώ ο εμβολιασμός στο Armstrong έδωσε περίπου 6 κιλά ανά φυτό και η αυτόρριζη Merilia περίπου 8 κιλά ανά φυτό. Η κατηγορία class II έδωσε περίπου 3,5 κιλά ανά φυτό στο μάρτυρα και περίπου 3 κιλά ανά φυτό στο

NaCl ενώ η επέμβαση του εμβολιασμού έδωσε παρόμοια κιλά και στην εμβολιασμένη και στην αυτόρριζη Merilia.

Τέλος, η μη εμπορεύσιμη κατηγορία παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά δίνοντας περίπου 1 κιλό ανά φυτό στο μάρτυρα και περίπου 2 κιλά ανά φυτό στο NaCl. Η επέμβαση του εμβολιασμού έδωσε παρόμοια κιλά και στην εμβολιασμένη και στην αυτόρριζη Merilia.

Πίνακας 5. Μέσο βάρος καρπού ποικιλίας *Belladona* όλων των κατηγοριών (συνολικό, extra, class I, II, non marketable)

Belladona μέσο βάρος					
	Συνολικό	Class Extra	Class I	Class II	Class Non marketable
Επέμβαση Αλατότητας					
Μάρτυρας	141,7 a	159,4 a	128,4	135,4	90,3
NaCl	109,9 b	120,7 b	113,6	103,5	72,7
Επέμβαση Εμβολιασμού					
Grafted	117,3	136,1	116,2	96,0 b	70,9
Non Grafted	134,1	144,0	125,8	142,9 a	92,0
Αλληλεπιδράσεις					
Μάρτυρας / Grafted	134,5	154,0	129,6	102,1	88,5
Μάρτυρας /Non Grafted	148,8	164,8	127,2	168,8	92,0
NaCl /Grafted	100,2	118,2	102,7	90,0	53,3
NaCl /Non Grafted	119,5	123,2	124,4	117,1	92,1
Στατιστική σημαντικότητα					
Αλατότητα	**	**	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εμβολιασμός	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	*	ΜΣ
Αλατότητα*Εμβολιασμό	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη και υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. Τα σύμβολα *, **, ***, υποδηλώνουν σημαντικότητα των διαφορών σε $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$. Η συντομογραφία ΜΣ υποδηλώνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Μέσο βάρος καρπών της ποικιλίας *Belladona*

Το μέσο βάρος καρπών της ποικιλίας *Belladona* παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με 140 g/φυτό στο μάρτυρα και 110g/φυτό στο NaCl. Στον εμβολιασμό η αυτόρριζη *Belladona* ήταν πιο αποδοτική με 135g/φυτό ενώ η εμβολιασμένη έδωσε περίπου 110 g/φυτό. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασε το μέσο βάρος της ποιοτικής κατηγορίας extra δίνοντας περίπου 160 g/φυτό στο μάρτυρα και 120 g/φυτό στο NaCl, ενώ στον εμβολιασμό η απόδοση ήταν σχεδόν ίδια με την αυτόρριζη. Η κατηγορία class I έδωσε μέσο βάρος ίδια κιλά και στο μάρτυρα και στο NaCl καθώς περίπου ίδιο ήταν και το μέσο βάρος σε κιλά στον εμβολιασμένη και στην αυτόρριζη *Belladona*. Η κατηγορία class II απέδωσε περίπου 128 g/φυτό στο μάρτυρα και περίπου 110 g/φυτό στο NaCl ενώ ο εμβολιασμός παρουσίασε στατιστικά σημαντική

διαφορά αφού η αυτόρριζη Belladonna είχε μέσο βάρος 140 g/φυτό ενώ η εμβολιασμένη περίπου 95g/φυτό. Τέλος, η μη εμπορεύσιμη κατηγορία απέδωσε περίπου 90g μέσο βάρος καρπού στο μάρτυρα και περίπου 70g στο NaCl ενώ η εμβολιασμένη απέδωσε περίπου 70g και η αυτόρριζη περίπου 90g.

Πίνακας 6. Μέσο βάρος καρπού ποικιλίας Merilia όλων των κατηγοριών (συνολικό, extra, class I,II, non marketable)

Merilia μέσο βάρος					
	Συνολικό	Class Extra	Class I	Class II	Class Non marketable
Επέμβαση Αλατότητας					
Μάρτυρας	113,0	135,5	127,9	107,8	80,8
NaCl	110,0	126,6	115,4	92,7	77,7
Επέμβαση Εμβολιασμού					
Grafted	111,7	129,7	128,7	108,5	77,7
Non Grafted	116,4	132,3	114,5	92,0	80,8
Αλληλεπιδράσεις					
Μάρτυρας / Grafted	113,7	128,1	133,9	109,4	78,9
Μάρτυρας /Non Grafted	127,1	142,6	121,9	106,3	82,6
NaCl /Grafted	114,3	131,3	123,6	107,7	76,4
NaCl /Non Grafted	105,1	121,9	107,2	77,7	78,9

Στατιστικά σημαντική διαφορά					
Αλατότητα	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εμβολιασμός	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Αλατότητα*Εμβολιασμό	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη και υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. Τα σύμβολα *, **, ***, υποδηλώνουν σημαντικότητα των διαφορών σε $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$. Η συντομογραφία ΜΣ υποδηλώνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Μέσο βάρος καρπών της ποικιλίας Merilia

Το συνολικό μέσο βάρος των καρπών της Merilia έδωσε από περίπου 113g/φυτό και στο μάρτυρα και 110g/φυτό στο NaCl, τα ίδια αποτελέσματα είχαμε και στον εμβολιασμό αφού περίπου 110g/φυτό έδωσε η εμβολιασμένη Merilia ,περίπου 115g/φυτό έδωσε η αυτόρριξη. Η ποιοτική κατηγορία extra έδωσε περίπου 135 g/φυτό μέσο βάρος καρπών στο μάρτυρα ενώ 125g/φυτό περίπου έδωσε στο NaCl. Ο εμβολιασμός έδωσε περίπου ίδια κιλά 130g/φυτό μέσο βάρος με την αυτόρριξη Merilia. Στην κατηγορία class I το μάρτυρα έδωσε μέσο βάρος περίπου 128 g/φυτό ενώ το NaCl έδωσε περίπου 115 g/φυτό, ενώ ο εμβολιασμός έδωσε 129g/φυτό όταν ήταν εμβολιασμένη και 115g/φυτό όταν ήταν αυτόρριξη. Στην κατηγορία class II ο μάρτυρας έδωσε περίπου μέσο βάρος 108 g/φυτό και το NaCl έδωσε περίπου 90g/φυτό, όπως και στον εμβολιασμό

έδωσε περίπου 108 g/φυτό μέσο βάρος και στην αυτόρριξη έδωσε περίπου 90g/φυτό. Τέλος, η μη εμπορεύσιμη ποικιλία έδωσε μέσο βάρος περίπου 80g/φυτό στο μάρτυρα και 75g/φυτό στο NaCl και στον εμβολιασμό περίπου 75g/φυτό όταν ήταν εμβολιασμένη 80g/φυτό όταν ήταν αυτόρριξη.

Πίνακας 7. Επεμβάσεις μάρτυρα, NaCl και εμβολιασμού στα ολικά διαλυτά στερεά, τιτλοδοτούμενη οξύτητα, ποσοστό (%) ξηρής ουσίας.

Ποιοτικά Χαρακτηριστικά			
	Ολικά διαλυτά στερεά	Τιτλοδοτούμενη Οξύτητα	Ποσοστό % ξηρής ουσίας
Επέμβαση Αλατότητας			
Control	4,1 b	0,4 b	4,0 b
NaCl	4,6 a	0,6 a	5,1 a
Επέμβαση Εμβολιασμού			
Grafted	4,2	0,5	4,5
Non Grafted	4,6	0,5	4,6
Αλληλεπιδράσεις			
Control / Grafted	4,24 b	0,4	4,1
Control /Non Grafted	3,96 b	0,5	4,0
NaCl /Grafted	4,12 b	0,6	5,0
NaCl /Non Grafted	5,16 a	0,6	5,1
Στατιστική σημαντικότητα			
Αλατότητα	*	**	*
Εμβολιασμός	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Αλατότητα *Εμβολιασμός	*	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη και υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. Τα σύμβολα *, **, ***, υποδηλώνουν σημαντικότητα των διαφορών σε $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$. Η συντομογραφία ΜΣ υποδηλώνει μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Ποιοτικά χαρακτηριστικά τομάτας

Τα ολικά διαλυτά στερεά , η τιτλοδοτούμενη οξύτητα καθώς και το ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας που προήλθε από το νωπό βάρος της σάρκας της τομάτας παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αυξημένη αλατότητα NaCl , αυξάνοντας τις τιμές τους. Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα και τα ολικά διαλυτά στερεά παρουσίασαν σημαντική αύξηση στην επέμβαση NaCl γεγονός που επιβεβαιώνεται και από σχετική μελέτη (Savvas et al ,2010) όπου και η αλατότητα επηρέασε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τομάτας σε σχετική μέτρηση για την τιτλοδοτούμενη οξύτητα και για τα ολικά διαλυτά στερεά αυξάνοντας τις τιμές τους.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο αριθμός των καρπών στη Belladona επηρεάστηκε αρνητικά απ' την υψηλή αλατότητα. Σε παρόμοια μελέτη (Savvas, 2010) φαίνεται ότι η Belladona έδωσε περισσότερους καρπούς ανά φυτό απ' ότι στη σε αυτή τη μελέτη ,περίπου 30 με 38 καρπούς ενώ σε άλλη μελέτη (Savvas et al, 2009) φαίνεται να δίνει περίπου 14 καρπούς στην αυτόρριζη Belladona και περίπου 11 καρπούς όταν εμβολιάστηκε στο υποκείμενο He-man. Σύμφωνα με μελέτες (Passam et al,2009) η αυξημένη αλατότητα επηρεάζει τις κατηγορίες class I, class II και non marketable επειδή προκύπτουν καρποί με περισσότερα συμπτώματα σήψης κορυφής, επομένως και ο αριθμός των καρπών ανά φυτό σ' αυτές τις κατηγορίες θα είναι αυξημένος. Στη δική μας μελέτη τέτοια συμπτώματα εμφανίστηκαν κατά το τέλος του πειράματος γεγονός που δεν έχει επηρεάσει τα αποτελέσματα μας .

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι το υποκείμενο Armstrong στην ποικιλία Merilia το επηρέασε δίνοντας καλύτερα αποτελέσματα αφού έδωσε λιγότερους καρπούς συγκριτικά με την αυτόρριζη ενώ σημαντική ήταν η επίδραση της αλατότητας αφού προκάλεσε αύξηση του αριθμού των μη εμπορεύσιμων καρπών και επομένως τη μείωση του αριθμού της παραγωγής. Αντίθετα, σε παρόμοια μελέτη οι Fernández-García et al. (2004b), παρατήρησαν ότι υπάρχουν υποκείμενα που δίνουν θετικά αποτελέσματα όταν εμβολιαστούν ακόμα και όταν υποστούν αυξημένη υδατική καταπόνηση. Σύμφωνα με μελέτη των (Passam et al,2007) ο αριθμός των καρπών ανά φυτό αναμένετε να αυξηθεί σε αυτή την κατηγορία στο υψηλό επίπεδο αλατότητας εξαιτίας των συμπτωμάτων που εμφανίζουν οι καρποί με την αύξηση της αλατότητας κάτι που στην δική μας μελέτη δεν συνέβη.

Η υψηλή αλατότητα επηρέασε και το συνολικό βάρος των καρπών

δίνοντας λιγότερα κιλά ανά φυτό ωστόσο και ο εμβολιασμός δεν βοήθησε σημαντικά στη αύξηση της απόδοσης της ποικιλίας αφού η αυτόρριξη Belladona έδωσε περισσότερα κιλά ανά φυτό. Σχετική μελέτη από τους (Savvas et al,2010) όπου μελετούσαν την επίδραση της αλατότητας σε εμβολιασμένα και αυτόρριζα φυτά σε διαφορετικά επίπεδα αλατότητας παρατήρησαν ότι ο εμβολιασμός της Belladona στα υποκείμενα Beaufort και Resister έδωσε υψηλές αποδόσεις στα χαμηλά και μέτρια επίπεδα αλατότητας ενώ το υποκείμενο He-man έδωσε χαμηλότερες αποδόσεις όπως μπορεί να συνέβει και στο δικό μας πείραμα.

Η ποικιλία Merilia απέδωσε καλύτερα στο μάρτυρα και όταν ήταν αυτόρριξη στο συνολικό βάρος. Αυτό σημαίνει ότι ο εμβολιασμός της Merilia στο υποκείμενο Armstrong δεν είχε ιδιαίτερα σημαντική διαφορά για την καλλιέργεια. Στη διεθνή βιβλιογραφία και σύμφωνα με τους (Al-Busaidi et al, 2009) ερευνητές παρατήρησαν ότι υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας εξαρτάται απ' την ποικιλία η μείωση του συνολικού βάρους των καρπών αλλά και του συνολικού παραγόμενου αριθμού καρπών ανά φυτό. Ενώ σύμφωνα με τους (Pasternak et al., 1979) με οποιαδήποτε αύξηση της αλατότητας στο θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται κατά την άρδευση, έστω και μικρή, αναμένεται να προκληθεί μείωση της παραγωγής γεγονός που επιβεβαιώνει τη παρούσα μελέτη.

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα η αλατότητα έχει επηρεάσει και το μέσο βάρος των καρπών της Belladona, αρνητικά αφού έχει λιγότερη απόδοση συγκριτικά με το μάρτυρα ενώ φαίνεται ότι ο εμβολιασμός δεν έχει δώσει καλύτερα αποτελέσματα για την παραγωγή συγκριτικά με την αυτόρριξη. Σύμφωνα με σχετική μελέτη από τους (Savvas et al, 2010) όπου μελέτησαν την επίδραση της αλατότητας σε διαφορετικά επίπεδα και σε φυτά αυτόρριζα ή εμβολιασμένα, παρατήρησαν ότι το μέσο βάρος δεν επηρεάστηκε από τον

εμβολιασμό αλλά από τον αριθμό των καρπών όπως συμβαίνει και στη δική μας μελέτη.

Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα στην Merilia αφού η αλατότητα έχει επηρεάσει και το μέσο βάρος των καρπών αρνητικά αφού έχει λιγότερη απόδοση συγκριτικά με το μάρτυρα ενώ φαίνεται ότι ο εμβολιασμός δεν έχει δώσει μεγαλύτερη παραγωγή.

Η επέμβαση του εμβολιασμού δεν φαίνεται να έχει επηρεάσει στατιστικά σημαντικά κανένα απ' τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήσαμε αφού έδωσαν τα ίδια περίπου αποτελέσματα είτε ήταν εμβολιασμένη είτε ήταν αυτόρριζη. Σύμφωνα με μελέτη από τους (Zhai et al, 2015) η αλατότητα μπορεί να μειώσει την απόδοση της τομάτας αλλά ταυτόχρονα απέδωσε καλύτερες ποιοτικά ντομάτες. Καθώς η έκθεση σε μέτρια επίπεδα αλατότητας βελτιώνει την ποιότητα των καρπών, μπορεί ωστόσο να μειώσει την απόδοση τους αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό απ' ότι σε οποιοδήποτε άλλο λαχανικό.

6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συμπερασματικά απ' όσα αναλύσαμε πιο πάνω παρατηρούμε ότι η υψηλή αλατότητα μείωσε την συνολικό αριθμό των καρπών ανά φυτό, το συνολικό βάρος των καρπών καθώς και το μέσο βάρος των καρπών. Στις ποιοτικές κατηγορίες που μελετήσαμε παρατηρούμε ότι η αυξημένη αλατότητα είχε καθοριστικό ρόλο αφού μείωσε και τον αριθμό των καρπών και το βάρος των καρπών και το μέσο βάρος τους. Χαρακτηριστική είναι η μη εμπορεύσιμη κατηγορία η οποία ήταν σε όλες τις μεταχειρίσεις πιο αυξημένη εξαιτίας των ποιοτικών αλλοιώσεων που προκάλεσε η αυξημένη αλατότητα.

Εκτός απ'την αυξημένη αλατότητα και ο εμβολιασμός παρουσίασε μείωση και στον συνολικό αριθμό και στο συνολικό βάρος των καρπών καθώς και στο μέσο βάρος τους. Βέβαια αυτή η μείωση εξαρτάται και από τον γονότυπο. Συγκεκριμένα, ο εμβολιασμός έδωσε μικρότερη παραγωγή σε σχέση με τα αυτόρριζα φυτά και συνολικά αλλά και ξεχωριστά σε κάθε μία απ' τις ποιοτικές κατηγορίες που μελετήσαμε (extra, class I, class II, non marketable).

Το υποκείμενο Armstrong επιλέχθηκε διότι έχει υψηλή ανοχή στην αυξημένη αλατότητα, ωστόσο εδώ δεν φαίνεται να έδωσε σημαντικές διαφορές συγκριτικά με τις αυτόρριζες ποικιλίες.

Τέλος, ακόμα και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήσαμε η αυξημένη αλατότητα έπαιξε καθοριστικό ρόλο αφού αύξησε τις τιμές στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα, στα ολικά διαλυτά στερεά καθώς και στην ξηρή ουσία. Ενώ ο εμβολιασμός απ'την άλλη φαίνεται να μην επηρέασε τα αποτελέσματα. Θα πρέπει να γίνουν περισσότερες μελέτες και πειράματα για την εύρεση ποικιλιών με αντοχή στην υψηλή αλατότητα. Στην Ελλάδα οι παραγωγοί επιλέγουν τις ποικιλίες ανάλογα με το μέγεθος που επιθυμούν οι καταναλωτές, οι ποικιλίες που προορίζονται να αναπτυχθούν κάτω από

συνθήκες υψηλής αλατότητας θα πρέπει να δίνουν μεγαλύτερους καρπούς για να αντισταθμίσουν την απώλεια βάρους που θα προκαλέσει η αλατότητα σε αυτά.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναστασίου, Αχ. Υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας και έλεγχος της θρεψης. Αφιέρωμα θερμοκήπια, Περιοδικό Γεωργια και Κτηνοτροφία, Τεύχος 2/1999. Αγρότυπος Α.Ε, σελ 60-74.

Βενέτη FA, 2005. επίδραση της αλατότητας στην κερασιά (*Prunus avium* L.). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας (διδακτορική διατριβή), σελ. 1-154

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

Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν., 2006. Υδροπονικές εγκαταστάσεις. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα.

Μπλέτσος Φ.Α. 2009. Ο εμβολιασμός των λαχανικών. Αιγάλεω. Εκδόσεις Έμβρυο. Σελ.: 19-246.

Ολύμπιος Χ., 2001, Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκηπια, εκδόσεις Σταμούλης, σελ 667-681

Παναγιωτόπουλος, Λ.Ι., 1995. Τομάτα θερμοκηπίου. Αφιέρωμα Λίπανση - Θρέψη, Γεωργική τεχνολογία, 94-95.

Σάββας Δ.,2011(α), Καλλιέργειες εκτος εδαφους (υδροπονια,υποστρωματα), εκδοσεις Αγροτυπος , σελ 16-19, 20-27,175- 177, 221, 207-215, , 528

Σάββας Δ.,2011(β), “Γεωργία-Κτηνοτροφία” εκδόσεις Αγρότυπος αε, τεύχος 10/100,σελ 82-91

Σάββας, Δ. 2003. Γενική Ανθοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.

Σινάνης, Κ., 2003. Διαχείριση εδαφών. ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο. Σινάνης, Κ., 2003. Εδαφολογία. ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο.

Σφακιωτάκης, Ε., 2004. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών προϊόντων. Εκδόσεις Τυρο ΜΑΝ Θεσσαλονίκη ,σελ. 381

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdelmageed A.H.A., Gruda N., Geyer B., 2004. Effects of Temperature and Grafting on the Growth and Development of Tomato Plants under Controlled Conditions. Rural Poverty Reduction through Research for Development and Transformation. Berlin, October 5-7, 2004.

Al-Busaidi A., Al-Rawahy S., Ahmed M. (2009). Response of different tomato cultivars to diluted seawater salinity. Asian journal of crop science 1(2),77-86.

Ames M ,Johnson, W.S , A review of factors Affecting Plant Growth, Univercity of Nevada, Reno

Asao T., Shimizu N., Ohta K. and Hosoki T. 1999. Effect of rootstocks on the extension of harvest period of cucumber (*Cucumis sativus* L) grown in non-renewal hydroponic. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68(3): 598-602

Ashita E. 1930. Grafting methods of watermelons. Korea Agricultural Newsl. 4 (5). Ashita E. 1934. Benefits of using grafted watermelons. Korea Agricultural Newsl. 8 (7).

Beauchamp, G.K., &Mennella, J.A., 2009. Early flavor learning and its impact on later feeding behavior. *J. Pediatr. Gastroenterol. & Nutr.* 48, S25-230.

Bersi M. 2002. Tomato grafting as an alternative to methyl bromide in

Marocco. Institut Agronomieque et Veterinaire Hasan II. Marocco

Black L.L., Wu D.L., Wang J.F., Kalb T., Abbass D., Chen J.H. 2000. Grafting tomatoes for production in the hot, wet season. International Cooperators Guide, AVRDC pub

Bradford K.J, Hsiao TC, 1982. Physiological responses to moderate water stress. In: “Encyclopedia of Plant Physiology”, New Series, Vol. 12B: Physiological Plant Ecology, II. Water Relations and Carbon Assimilation, OL Lange, PS Nobel, CB Osmond and H Zeigler (eds.), Springer-Verlag, Berlin, pp. 263-324

Brug, J., Tak, N.I., te Velde, S.J., Bere, E.,& De Bourdeaudhuij, I., 2008. Taste preferences , liking and other factors related to fruit and vegetable intakes among school children : Results from observational studies. British J. Nutr. 99, S7-S14.

Bulder H.A.M., van Hasselt P.R., Kuiper P.J.C., Speek E.J., den Nijs A.P.M. 1990. The effect of low root temperature in growth and lipid composition of low temperature tolerant rootstock genotypes for cucumber. Journal of Plant Physiology 138: 661–666.

Buttery, R.G., Teranishi, R.,& Ling, L.C., 1987. Fresh tomato aroma volatiles : A quantitative study . J. Agric. Food Chern 35, 540-544.

Buttery, R.G., Teranishi, R, Ling, L.C., Flath, R.A.,& Stem ,D.J., 1988. Quantitative studies on origins of fresh tomato aroma volatiles. J. Agric. Food Chern 36, 1247- 1250

Centre technique interprofessionnel des fruits et legumes <<La tomate de serre>>, p.19.

Chartzoulakis K, (1991). Effects of NaCl salinity on germination, growth and yield of greenhouse cucumber. Journal of horticultural science 67 (1) 115-119.

Chartzoulakis S.K., Loupassaki H.M. (1997). Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agricultural water management* 32(3), 215-225.

Chartzoulakis, K and Klapaki, G. 2000. Reponse of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86, pp. 247-260.

Cohen S. and Naor A. 2002. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductance. *Plant, Cell and Environment* 25, 17–28

Colla G., Roupael Y., Leonardi C., Bie Z. 2010. Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Sci. Hortic.* 127: 147–155

Di Gioia F., Serio F., Buttarò D., Ayala O., Santamaria P. 2010. Vegetative growth, yield, and fruit quality of ‘Cuore di Bue’, an heirloom tomato, as influenced by rootstock. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 85(6): 477–482

Economakis D.C, Effect of solution conductivity on growth and yield of lettuce in nutrient film culture. *1SHS Acta Horticulturae* 287: II International Symposium on Protected Cultivation of Vegetables in Mild Winter Climates

Estan M.T., Martinez-Rodriguez M.M., Perez-Alfocea F., Flowers T.J., Bolarin M.C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of Experimental Botany* 56 (412): 703–712.

Flores F.B., Sanchez-Bel P., Estan M.T., Martinez-Rodriguez M.M., Moyano E., Morales B., Campos J.F., Gracia-Abellan J.O., Egea M.I., 2010. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia Horticulturae*.

Fernandez-Garcia N., Romojaro F., Bolarin M.C. 2010. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Sci. Hortic.* 125: 211–217.

Fernandez-Garcia N., Martinez V., Carvajal M . 2004. Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. *Journal of plant nutrition soil science*.

Flowers T.J., Flowers S.A. 2005. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agricultural Water Management* 78: 15–24.

Janick J. 1986. *Horticultural science*. 4th ed. P. 339-346. W. H. Freeman & Co., New York

Jarvis PG. 1980. Stomatal response to water stress in conifers. In: “Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress”, NC Turner and PJ Kramer (eds.), John Wiley & Sons, New York, pp. 1 OS122

Jones MM. Rawson HM, 1979. Influence of rate of development of leafwater deficits upon photosynthesis, leaf conductance, water use efficiency and osmotic potential of sorghum. *Physiol. Plant.* 45:103-111.

Hartmann H.T., Kester E.D., Davies T.F., Geneve R.L. 2002. *Plant propagation: Principles and practices* (7th ed.). Prentice-Hall, NJ., 880 pp.

Helyes L., Lugasi A., Pogonyi Á., Pék Z., 2009. Effect of variety and grafting on lycopene content of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L. Karsten) fruit. *Acta Alimentaria* 38 (1): 27-34.

Hong M.S. 1970. *Forest Economics*. Vol 1 pp. 38-39.

Kacjan-Marsic N., Osvald J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83(2): 243-249.

Kader, A.A., 2008. Flavor quality of fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1863-1868.

Kader, A.A., 2001. Quality assurance of harvested horticultural perishables. *Acta Hort.* 553, 203-208.

Kim J.H. 1984. The history of horticulture development in Korea. p:257-260. Seoul Natl Univ. Press, Seoul, Korea.

Khah E.M., Kakava E., Mavromatis A., Chachalis D., Goulas C. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. J. A. H. 8(1): 3-7.

Lardizabal R.D., Thompson P.G. 1990. Growth regulators combined with grafting increase flower number and seed production in sweet potato. HortScience, 25: 79-81.

Lee J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I, current status, grafting methods and benefits. HortScience 29: 235-239.

Leonardi C. and D. Romano. 2004. Recent Issues on Vegetable Grafting. Acta Hort. 631, ISHS, pp: 163-174.

Marsic N.K., Osvald J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. Acta Agriculturae Slovenica 83 (2): 243-249.

Martinez-Rodriguez M.M, Estan M.T, Moyano E., Garcia-Abellan, Flores F.B, Campos J.F, Al-Azzawi M.J, Flowers T.J, Bolarin M.C. 2007. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an excluder genotype is used as scion. Science Direct.

Matsuzoe N., Aida H., Hanada K., Ali M., Okubo H., Fujieda K. 1996. Fruit quality of tomato plants grafted on *Solanum* rootstocks. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 65, 73–80.

Mian I.H., Ali M., Akhter R. 1995. Grafting on *Solanum* rootstocks to control root- knot of tomato and bacterial wilt of eggplant. Bull. of the Inst. of Trop. Agric., Kyushu Univ. 18: 41-47.

Miyamoto S, Piela K. Pericrew J. 2004. Salt effects on germination and seedling emergence of several vegetables and guayule. Irrigation Science 6:

159-170.

Oda M. 1995. New grafting method for fruit-bearing vegetables in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* 29:187-194.

Oda M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. www.agnet.org/library/article/eb480.html.

Oda M., Nagata M., Tsuji K., Sasaki H. 1996. Effects of scarlet eggplant rootstock on growth, yield, and sugar content of grafted fruits. *J. Japan Soc. Hort.Sci.* 65: 531-536.

Oda M., Okada K., Sasaki H. 2000. Effects of transplant container and *Solanum* root- stocks on the incidences of overgrowth and unmarketable fruits in tomato plants planted with plug seedlings. *Environ. Control in Biol.*, 38 (4): 273-280.

Olympios C.M., Karapanos I.C., Lionoudakis K., Apidianakis I. 2003. The growth, yield and quality of greenhouse tomatoes in relation to salinity applied at different stages of plant growth. *ISHS Acta Horticulturae* 609: International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment

Palada M.C., Wu D.L. 2007. Increasing off-season tomato production using grafting technology for peri-urban agriculture in southern Asia. *Acta Hort.* 742: 125- 131

Passam H., Karapanos I., Bebeli P., Savvas D., 2007. A review of recent research on tomato nutrition , breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *The European journal of plant science and biotechnology.*

Philippe Morard et Marie Morard, *Hydroponie <<Les cultures vegetables hors sol>>*, edition CEDIPA, p.6-8, 75-78,100-110.

Pogonyi A., Pek Z., Helyes L., Lugasi A., 2005. Effect of grafting on the

tomato's yield, quality and main fruit components in spring forcing. *Acta alimentaria* 34 (4): 453-462

Plaut Z, 1995. Photosynthesis in plants/crops under water and salt stress. In: "Handbook of Plant and Crop Physiology", M. Pessarakli (ed.), Marcel Dekker, New York, chapter 27, pp. 587-603

Proebsting W.M., Hedden P., Lewis M.J., Croker S.J., Proebsting L.N. 1992. Gibberellin concentration and transport in genetic lines of pea. *Plant Physiology* 100: 1354–1360.

Rivard C.L. 2006. Grafting tomato to manage soil born diseases and improve yield in organic production system. MS Thesis, Raleigh, North Carolina University. Rivard C.L., Louws F.J. 2008. Grafting to manage soilborne diseases in heirloom

Rivero R.M., Ruiz J.M., Sanchez E., Romero L. 2003. Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under conditions of thermal shock? *Physiologia Plantarum* 117: 44–50

Romera F.J., Alcantara E., de la Guardia M.D. 1991. Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. *Plant and Soil* 130: 115–119.

Rosenfeld, H.J., 1999. Quality improvement of vegetables by cultural practices -A literature review. *Acta Hort.* 435, 57-67.

Ruiz J.M., Belakbir L., Ragala J.M., Romero L. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Science of Plant Nutrition* 43, 855–82.

Savvas D., Colla G., Roupshael Y., Schwarz D. 2010. Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. *Sci. Hortic.* 127: 156–161

Savvas D and Passam H., 2002, "Hydroponic Production of Vegetables

and Ornamentals”, Embryo publications Athens Greece, p.66-76

Savvas D., Savva A., Ntatsi G., 2010, Effects of three commercial rootstocks on mineral nutrition, fruit yield, and quality of salinized tomato. *Journal of plant nutrition and soil science*.

Savvas D., Papastavrou D., Ntatsi G., Ropokis A., Olympios C., Hartmann H., Schwarz D., 2009. Interactive effects of grafting and manganese supply on growth yield and nutrient uptake by tomato. *American society for Horticultural Science*.

Scheffer R.P. 1957. Grafting experiments with *Fusarium* wilt resistant and susceptible tomato plants. *Phytopathology* 47, 30(Abtract)

Shannon M.C., Gronwald J.W., Tal M. 1987. Effects of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic ions on cultivated and wild tomato species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(3): 416-423.

Sidari M, Muscolo A. Anastasi U, Preiti G. Santonoceto C, 2007. Response of four genotypes of lentil to salt stress conditions. *Seed Science and Technology* 35: 497-503.

Tai S.F., Huang H.Y., Sung Y., Tseng M.J., Chang W.N. 2005. Growth dynamic of grafted tomato plants using different eggplant rootstocks. *Research Bulletin of KDARES* 16 (3): 71 (Abstract).

Traka-Mavrona E., Koutsika-Sotiriou M., Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae*, 83, pp: 353- 362.

Travail de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de gradue en Agronomie option Gestion et Techniques Horticoles <<Inventaire et description des systems hydroponiques>>, p.102

Turner NC, 1974. Stomatal response to light and water under field conditions. In: “Mechanisms of Regulation of Plant Growth”, RL Bieleski, AR Ferguson and MM Cresswell (eds.), Wellington: The Royal Society of New

Zealand, Bulletin 12, pp. 423-432.

Yamakawa K. 1982. Grafting. In: S. Nishi (ed), Handbook of vegetable production. Yokendo, Tokyo, pp 141-153.

Walker RR, Torokfalvy E, Downton WJ, 1982. Photosynthetic responses of citrus varieties Rangpur lime and Etgor Citron to salt treatment. Aust. J. Plant Physiol. 9:783-790.

Walker RR, Torokfalvy E, Steele Scott N, Kriedemann NE, 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. Aust. J. Plant Physiol. 8:359-374.

