



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



«Επίδραση της σκίασης στην παραγωγή καλλιέργειας πιπεριάς
σε διχτυοκήπιο»

Όνομα: Βολιώτη Μαρία

Επιβλέπων Καθηγητής: Κίττας Κωνσταντίνος

Βόλος, 2016



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 16334/1
Ημερ. Εισ.: 12/06/2017
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2016
ΒΟΛ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Κωνσταντίνος Κίττας (Επιβλέπων), Καθηγητής Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας

Νικόλαος Κατσούλας (Μέλος), Αναπληρωτής Καθηγητής
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Σπύρος Πετρόπουλος (Μέλος), Επίκουρος

Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Κίττα Κωνσταντίνο, Διευθυντή του Εργαστηρίου των Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας επιβλέποντα καθηγητή της προπτυχιακής μου διατριβής, για την εμπιστοσύνη και την βοήθεια που μου έδωσε σε όλη την προσπάθεια της πτυχιακής μου. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή καθηγητή κύριο Κατσούλα Νικόλαο, για την καθοδήγηση και τη βοήθεια καθόλη τη διάρκεια της διατριβής μου. Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο καθηγητή κ. Πετρόπουλο Σπύρο για την συμμετοχή του στην Τριμελή Επιτροπή εξέτασης της διατριβής αυτής. Αξιόλογη ήταν η βοήθεια του διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών κ. Ρηγάκη Νικόλαου, στην πραγματοποίηση του πειραματικού μέρους αυτής της διατριβής, καθώς επίσης και της συμφοιτήτριας και φίλης μου Ασλανίδου Μαρίας για την καταπληκτική συνεργασία μας στις κοινές μας πειραματικές μετρήσεις. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Agroplast, Αφοί Κατσικωστή Α.Ε. για την προσφορά των διχτύων σκίασης. Καθώς επίσης και τις εταιρείες Hellanco και Plantas, και ιδιαίτερα τον κ. Καρελά Δημήτρη για την προσφορά των φυτών πιπεριάς. Για την επίτευξη του πειράματος, πολύ σημαντική κρίθηκε η παραχώρηση των διχτυοκηπίων από το ΚΕΤΕΑΘ, όπου έχουν εγκατασταθεί στο αγρόκτημα στο πλαίσιο συνεργασίας με το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω το γεωπόνο κ. Γιαννακό Ηλία για την βοήθεια του κατά τη διάρκεια του πειράματος στην καλλιεργητική φροντίδα των φυτών. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια μου, που με στήριξαν όλο αυτό το διάστημα.

Περίληψη

Κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών η υψηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και οι κλιματικές συνθήκες είναι ιδιαίτερα ζημιογόνες για τις καλοκαιρινές καλλιέργειες και κατ' επέκταση και για τον παραγωγό, καθώς παρατηρείται μείωση της συνολικής εμπορεύσιμης παραγωγής. Αυτοί είναι και οι λόγοι που οδήγησαν στη δημιουργία μιας νέας τεχνολογίας, όπως είναι το διχτυοκήπιο. Το διχτυοκήπιο στοχεύει στην παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας προϊόντων, ακόμα και κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Σκοπός της διατριβής είναι να μελετηθεί η επίδραση της σκίασης τόσο στην ανάπτυξη και στην παραγωγή. Γι αυτό και πραγματοποιήθηκε πείραμα στην περιοχή του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και μελετήθηκε η επίδραση δύο διχτυών εντομοστεγανότητας με ποσοστό σκίασης 13% και 34% σε υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς. Όσον αφορά στο μικροκλίμα των μεταχειρίσεων υπό σκίαση διαπιστώθηκε μείωση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Θετική όμως ήταν και η επίδραση στο μέγεθος και στο βάρος των καρπών. Επιπρόσθετα, η επίδραση των διχτυών σκίασης οδήγησε στην αύξηση της συνολικής ξηράς ουσίας των φύλλων, των βλαστών και των καρπών σε όλες τις μεταχειρίσεις. Σε σχέση με τον ανοιχτό αγρό, η συνολική συγκομισθείσα παραγωγή ήταν 95% μεγαλύτερη στο IP13% και 22% μεγαλύτερη στο IP34%. Συμπερασματικά, η χρήση διχτυών σκίασης επέδρασε θετικά στη καλλιέργεια πιπεριάς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σχετικά με τα ποσοστά σκίασης που μελετήθηκαν.

Στους γονείς μου Κωνσταντίνο και Δήμητρα,

που είναι πάντα δίπλα μου

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 ^ο Εισαγωγή.....	12
1.1.Θερμοκήπιο.....	12
1.2.Θερμοκηπιακές καλλιέργειες έναντι υπαίθριων.....	13
1.3.Επίλυση των προβλημάτων με δίχτυα σκίασης.....	14
1.4.Διχτυοκήπια	14
1.5.Χρήσεις διχτυών.....	15
1.6.Τεχνολογία διχτυών σκίασης.....	16
1.7. Τύποι διχτυών κάλυψης.....	18
1.8.Πιπεριά.....	19
1.8.1.Γενικά στοιχεία για την πιπεριά.....	19
1.8.2.Βοτανική περιγραφή του φυτού.....	20
1.8.3.Απαιτήσεις σε κλίμα και έδαφος.....	21
1.8.4.Οικονομική σημασία της πιπεριάς.....	21
1.8.5. Σκοπός.....	24
Κεφάλαιο 2 ^ο Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	25
2.1.Επίδραση της σκίασης στην αύξηση και στην ανάπτυξη.....	25
2.2.Επίδραση σκίασης στη σχετική υγρασία, στο έλλειμμα κορεσμού αέρα και καλλιέργειας.....	27
2.3.Επίδραση της σκίασης στην ηλιακή ακτινοβολία.....	27
2.4.Επίδραση της σκίασης στη θερμοκρασία.....	28
2.5.Επίδραση διχτύων στον αερισμό του διχτυοκηπίου.....	29
2.6.Επίδραση των διχτυών στη φωτοσύνθεση των φυτών.....	30
2.7. Επίδραση του χρώματος των διχτυών στα φυτά.....	31
Κεφάλαιο 3 ^ο Υλικά και Μέθοδοι.....	33

3.1.Πειραματικός αγρός.....	33
3.2.Πειραματικό σχέδιο.....	33
3.3.Πειραματικά φυτά.....	33
3.4.Τα δίχτυα σκίασης.....	34
3.5.Καλλιεργητική τεχνική.....	35
3.5.1. Προετοιμασία πειραματικού αγρού και εγκατάσταση της καλλιέργειας	35
3.5.2. Κλάδεμα.....	35
3.5.3 Υποστήλωση.....	36
3.5.4. Ζιζανιοκτονία.....	36
3.5.5. Γονιμοποίηση.....	36
3.5.6. Άρδευση.....	37
3.5.7. Φυτοπροστασία.....	37
3.5.8. Συγκομιδή καρπών.....	37
3.6.Αγρονομικές μετρήσεις.....	38
3.7.Κλιματικές μετρήσεις.....	39
3.8.Υπολογισμοί παραμέτρων ανάπτυξης.....	39
3.9.Λόγος ξηράς ουσίας φύλλων προς χλωρό βάρος φύλλων.....	40
3.10.Λόγος ξηράς ουσίας βλαστών προς χλωρό βάρος βλαστών.....	40
3.11.Λόγος ξηράς ουσίας παρόντων καρπών προς χλωρό βάρος παρόντων καρπών.....	40
3.12.Λόγος ξηράς ουσίας συγκομισμένων καρπών προς χλωρό βάρος συγκομισμένων καρπών.....	41
3.13.Λόγος ξηράς ουσίας συνολικών καρπών προς χλωρό βάρος συνολικών καρπών.....	41
3.14.Λόγος ξηράς ουσίας προς συνολική ξηρά ουσία.....	41

Κεφάλαιο 4^ο Αποτελέσματα	42
4.1.Κλιματικές μετρήσεις	42
4.2.Αγρονομικές μετρήσεις.....	44
4.3.Λόγοι-Ξηρή Ουσία προς Χλωρό Βάρος.....	59
Κεφάλαιο 5^ο Συζήτηση	67
5.1.Καταστροφικές μετρήσεις.....	67
5.2.Παραγωγή καρπών.....	69
5.2.1. Φυσικά χαρακτηριστικά καρπών.....	69
Κεφάλαιο 6^ο Συμπεράσματα	70
Κεφάλαιο 7^ο Βιβλιογραφία	71

Παράρτημα εικόνων

Εικόνα 1: δίχτυα κάλυψης καλλιεργειών με ποσοστό σκίασης 24% (πράσινο και γαλάζιο) και 28% μαύρο 17

Εικόνα 2: εντομοστεγανό διχτυοκήπιο 18

Εικόνα 3: Ποσοστό συμμετοχής ηπείρων σε παγκόσμια παραγωγή της πιπεριάς για την καλλιεργητική περίοδο 2003-2004..... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Εικόνα 4: Άποψη διχτυοκηπίου την ημέρα της μεταφύτευσης..... 34

Εικόνα 5: Υποστηλωμένα φυτά της μεταχείρισης out (μάρτυρας)..... 36

Εικόνα 6: Συγκομιδή καρπών κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου 38

Παράρτημα σχημάτων

Σχήμα 1: εξέλιξη του χλωρού βάρους των φύλλων στις 3 μεταχειρίσεις..... 44

Σχήμα 2: εξέλιξη του χλωρού βάρους των βλαστών στις 3 μεταχειρίσεις..... 45

Σχήμα 3: πορεία του χλωρού βάρους των παρόντων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις 46

Σχήμα 4: πορεία του συνολικού χλωρού βάρους και στις 3 μεταχειρίσεις 47

Σχήμα 5: πορεία του συνολικού χλωρού βάρους καρπών στις 3 μεταχειρίσεις 48

Σχήμα 6: πορεία της ξηρής ουσίας των φύλλων στις 3 μεταχειρίσεις..... 49

Σχήμα 7: πορεία της συνολικής ξηρής ουσίας των βλαστών στις 3 μεταχειρίσεις 50

Σχήμα 8: πορεία της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις.. 51

Σχήμα 9: εξέλιξη της ξηρής ουσίας συγκομισμένων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις 52

Σχήμα 10: εξέλιξη της συνολικής παρούσας ξηρής ουσίας στις 3 μεταχειρίσεις.... 53

Σχήμα 11: εξέλιξη της συνολικής ξηρής ουσίας στις 3 μεταχειρίσεις 54

Σχήμα 12: ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας των φύλλων όλων των μεταχειρίσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος..... 55

<i>Σχήμα 13: ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας των βλαστών όλων των μεταχειρίσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος.....</i>	<i>56</i>
<i>Σχήμα 14: ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών όλων των μεταχειρίσεων</i>	<i>57</i>
<i>Σχήμα 15: ποσοστό της ξηρής ουσίας των συγκομισμένων καρπών όλων των μεταχειρίσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος.....</i>	<i>58</i>
<i>Σχήμα 16: ποσοστό της συνολικής ξηρής των καρπών όλων των μεταχειρίσεων..</i>	<i>59</i>
<i>Σχήμα 17: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των φύλλων στις μεταχειρίσεις</i>	<i>60</i>
<i>Σχήμα 18: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των βλαστών στις 3 μεταχειρίσεις</i>	<i>61</i>
<i>Σχήμα 19: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των παρόντων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις</i>	<i>62</i>
<i>Σχήμα 20: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των συγκομισμένων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις</i>	<i>63</i>
<i>Σχήμα 21: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των συνολικών καρπών στις 3 μεταχειρίσεις</i>	<i>64</i>
<i>Σχήμα 22: εξέλιξη του λόγου της ξηρής ουσίας των φύλλων προς τη συνολική ξηρή ουσία.....</i>	<i>65</i>
<i>Σχήμα 23: εξέλιξη της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών προς τη συνολική ξηρή ουσία.....</i>	<i>66</i>

Παράρτημα πινάκων

<i>Πίνακας 1. Παγκόσμια παραγωγή της πιπεριάς (κόκκινης ξερής και πράσινης νωπής) την περίοδο 2003-2004 (Πηγή FAOStat).....</i>	<i>23</i>
<i>Πίνακας 2: μέσοι μηνιαίοι όροι της ηλιακής ακτινοβολίας (R_G)</i>	<i>42</i>
<i>Πίνακας 3: μέσοι μηνιαίοι όροι της θερμοκρασίας</i>	<i>42</i>
<i>Πίνακας 4: μέσοι μηνιαίοι όροι του ελλείμματος κορεσμού του αέρα.....</i>	<i>42</i>
<i>Πίνακας 5: περατότητα ηλιακής ακτινοβολίας.....</i>	<i>43</i>

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

1.1.Θερμοκήπιο

Θερμοκήπιο είναι μια κατασκευή, η οποία καλύπτεται από διαφανές υλικό, ώστε να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατόν περισσότερου φυσικού φωτισμού, ο οποίος είναι απαραίτητος στην ανάπτυξη φυτών. Με το θερμοκήπιο υπάρχει η δυνατότητα να τροποποιηθούν ή να ρυθμιστούν πολλοί παράγοντες του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη και στην παραγωγή των φυτών.

Με τη χρήση του θερμοκηπίου γενικώς:

- αποφεύγονται οι ζημιές από τον αέρα, τη βροχή, το χιόνι και το χαλάζι
- παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος της κόμης των φυτών, όπως της ακτινοβολίας, της θερμότητας, της υγρασίας και του διοξειδίου του άνθρακα
- παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος της ρίζας των φυτών, όπως: της υγρασίας, του οξυγόνου, της θερμότητας, των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων και του pH, που με τη χρήση κατάλληλων εδαφικών υποστρωμάτων ή υδροπονικών καλλιεργειών μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις των φυτών.
- παρέχεται η δυνατότητα αποτελεσματικότερης φυτοπροστασίας από ασθένειες και έντομα, λόγω του περιορισμένου χώρου και του εξειδικευμένου εξοπλισμού. Επίσης, το θερμοκήπιο παρέχει τη δυνατότητα ακριβούς ρύθμισης των συνθηκών του περιβάλλοντος έτσι ώστε να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών, η ανάπτυξη φυτασθενειών είναι πολύ σπανιότερη απ' ό,τι σε συνθήκες που δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα.

(Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

1.2.Θερμοκηπιακές καλλιέργειες έναντι υπαίθριων

Στο θερμοκήπιο έχουμε αυξημένη παραγωγή, λόγω του ελεγχόμενου μικροκλίματος, αλλά και μεγαλύτερο κόστος λόγω του ελέγχου αυτού του μικροκλίματος σε αντίθεση με τις υπαίθριες καλλιέργειες. Στην ύπαιθρο το κόστος της καλλιέργειας περιλαμβάνει το κόστος εγκατάστασης και την εφαρμογή κάποιων χημικών ουσιών ενώ στο θερμοκήπιο περιλαμβάνεται το κόστος για την κατασκευή π.χ. πλαστικό ή γυάλινο θερμοκήπιο και για τη λειτουργία του όπως θέρμανση, ψύξη, αερισμός. Έτσι λοιπόν η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο είναι σαφώς πιο χρονοβόρα καθώς περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την κατασκευή του θερμοκηπίου αλλά και ο έλεγχος του μικροκλίματος ανεβάζει το κόστος λειτουργίας. Η αυξημένη παραγωγή βέβαια αντισταθμίζει το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας καθώς στο θερμοκήπιο οι απαιτήσεις των φυτών σε υγρασία και θερμοκρασία ελέγχονται, σε αντίθεση με τις υπαίθριες καλλιέργειες όπου οι μη ελεγχόμενες συνθήκες έχουν ως συνέπεια τη μειωμένη παραγωγή σε σχέση με το θερμοκήπιο.

Οι καλλιέργειες στον ανοιχτό αγρό είναι εκτεθειμένες στις αντίξοες καιρικές συνθήκες. Το καλοκαίρι είναι εκτεθειμένες στις υψηλές θερμοκρασίες καθώς και στην έλλειψη νερού σε περιόδους ανομβρίας με συνέπεια την ξήρανση των φυτών και ιδιαίτερα σε φυτά με απαιτήσεις σε νερό. Η επίδραση του ηλίου έχει αρνητικές συνέπειες στο φυτό καθώς αυξάνει την απαίτησή του για νερό, ενώ πολλές φορές προκαλεί εγκαύματα στα φύλλα και στους καρπούς. Αυτό έχει αντίκτυπο τόσο στην ποσότητα και στην ποιότητα της παραγωγής που θα είναι σαφώς πιο μειωμένη. Τέλος, δεν είναι εύκολος ο έλεγχος των ζιζανίων και των εντόμων που προσβάλλουν τις καλλιέργειες καθώς η καταπολέμησή τους απαιτεί μεγάλες εισροές χημικών επιβαρύνοντας το περιβάλλον. (Γκουβέλα,2012)

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε τόσο στον αγρό όσο και στα θερμοκήπια κάποια μειονεκτήματα τα οποία θα ήταν δυνατόν να αντιμετωπιστούν με την καλλιέργεια σε διχτυοκηπίου.

1.3.Επίλυση των προβλημάτων με δίχτυα σκίασης

Είναι γνωστό το γεγονός ότι οι αυξημένες θερμοκρασίες κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο ευνοούν τις υπαίθριες καλλιέργειες. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, τα προβλήματα για τις καλλιέργειες είναι σημαντικά και καθοριστικά για την ανάπτυξη των φυτών, για την παραγωγή, αλλά και για την ποιότητα της παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, στην καλλιέργεια πιπεριάς οι υψηλές θερμοκρασίες σε συνδιασμό με έλλειψη εφοδιασμού νερού στο φυτό, αλλά και με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές στο φυτό όπως είναι τα χλωρωτικά ή ακόμα και νεκρά φύλλα. Αυτό είναι το φαινόμενο που ονομάζεται φωτοαναστολή. Προβλήματα μπορούν να προκληθούν και στη γονιμοποίηση, εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας. Επιπλέον, οι μεγάλες διακυμάνσεις στη θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσουν σχίσσιμο στους καρπούς (fruit cracking). Προβλήματα ακόμη, δημιουργούνται και από την υψηλής έντασης ηλιακή ακτινοβολία σε συνδιασμό με την μη επαρκή σκίαση από τα γειτονικά φύλλα έτσι ώστε να δημιουργούνται ηλιοκαύματα στους καρπούς. Παράλληλα, η έλλειψη υγρασίας ή ασβεστίου προκαλεί τη γνωστή ασθένεια ξηρή σήψη κορυφής του καρπού, καθώς τα φύλλα αρχίζουν να απορροφούν νερό από τους καρπούς σε περιόδους stress. Τέλος, ευνοϊκές συνθήκες για τη δημιουργία μυκητολογικών, βακτηριακών και ιικών ασθενειών μπορεί να παρατηρηθούν, όπως βακτηριακή κηλίδωση και στιγμάτωση όπου μπορούν να εξαπλωθούν με τη βοήθεια εντόμων, όπως είναι ο θρίπας και οι αφίδες. (Νικολάου, 2012)

1.4.Διχτυοκήπια

Η λύση σ' όλα τα παραπάνω προβλήματα επήλθε μέσω μιας νέας τεχνολογίας, η οποία ονομάζεται διχτυοκήπιο. Έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και οδήγησε στην δημιουργία ελαφρών και οικονομικών κατασκευών, καθώς και εντομοστεγανών και φωτορρυθμιστικών διχτυών σκίασης. Αυτή η τεχνολογία είναι πολύ διαδεδομένη στο Ισραήλ, όμως παρατηρείται μια σταθερή αύξηση της ανάπτυξης των διχτυοκηπίων στις μεσογειακές χώρες. Στο Ισραήλ υπολογίζεται ότι τα διχτυοκήπια καταλαμβάνουν έκταση 5.500 εκτάρια ενώ στην Ελλάδα μόλις τα 300 εκτάρια. Η

επιτυχία όλης της κατασκευής βασίζεται στη τεχνογνωσία των δίχτων σκίασης και των εντομολογικών δίχτων σε συνδυασμό με τα φωτορρυθμιστικά δίχτυα. Ο όρος φωτορρυθμιστικά δίχτυα περιγράφει μια ομάδα προϊόντων, που βασίζεται τόσο στο ποσοστό σκίασης, όσο και στον κατάλληλο χρωματισμό. Έτσι, η χρήση δίχτων σκίασης και εντομοστεγανότητας παρουσιάζει πλέον πολλά πλεονεκτήματα για τις ανοικτές καλλιέργειες. (Νικολάου, 2012)

1.5.Χρήσεις δίχτων

Η κάλυψη καλλιεργειών με δίχτυ είναι μία συνηθισμένη πρακτική που χρησιμοποιήθηκε για να επιτευχθεί ένας αριθμός στόχων, οι οποίοι μπορούν να χωριστούν στις εξής κατηγορίες: Σκίαση από την υπερβολική ηλιακή ακτινοβολία (Cohen et al., 1997, 2005 Raveh et al., 2003), προστασία από τον άνεμο, βελτίωση του θερμικού κλίματος, αποκλεισμός των εντόμων (με δίχτυα εντομοστεγανότητας) και των πουλιών, αντιχαλαζική και αντιπαγετική προστασία, τροποποίηση του φάσματος της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. χρήση χρωματιστών δίχτων) και εξοικονόμηση νερού. Για παράδειγμα, τα χρωματιστά δίχτυα χρησιμοποιούνται για να τροποποιήσουν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας. Ανάλογα με τη χρήση τους τα δίχτυα μπορούν να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες. Τα δίχτυα δηλαδή, που χρησιμοποιούνται για να εμποδίσουν την είσοδο των εντόμων στο εσωτερικό του δίχτυοκηπίου λέγονται δίχτυα εντομοστεγανότητας. Επιπλέον, υπάρχουν και δίχτυα που έχουν την ικανότητα να προστατεύουν από τον άνεμο και το χαλάζι και αυτά λέγονται αντιανεμικά και αντιχαλαζικά αντίστοιχα. Επιπροσθέτως, υπάρχουν και τα δίχτυα, τα οποία μειώνουν την ηλιακή ακτινοβολία και αυτά ονομάζονται δίχτυα σκίασης. Παρόλα αυτά ένα δίχτυ σκίασης μπορεί να ανήκει και σε δύο κατηγορίες, δηλαδή τα δίχτυα σκίασης μπορεί να προστατεύουν την καλλιέργεια και από το χαλάζι (Castelano et al, 2008c).

1.6.Τεχνολογία διχτυών σκίασης

Η τεχνολογία προσφέρει μεγάλη ποικιλία διχτυών σκίασης με διάφορα τεχνικά χαρακτηριστικά παρατίθενται παρακάτω:

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διχτυών είναι τα ακόλουθα:

- Το ποσοστό σκίασης (%).
- Χρώμα.
- Υλικό κατασκευής.
- Διαστάσεις οπών (mm x mm).
- Βάρος (g/m²).
- Αντοχή στη UV ακτινοβολία (έτη).
- Διαστάσεις εμπορικής διάθεσης (Μήκος Πλάτος) (m x m).

(Κανδηλά, 2012)

Τα δίχτυα σκίασης είναι δυνατόν να κατασκευαστούν από μονόκλιωνα-μονόινα νήματα πολυαιθυλενίου (PE) ή πολυπροπυλενίου (PP).

Υπάρχει ποικιλία χρωμάτων όσον αφορά τα χρώματα των νημάτων μπορεί να είναι μπλε, κόκκινα, μαύρα, λευκά, κίτρινα και πράσινα. Τα δίχτυα μπορεί να είναι μονόχρωμα ή δίχρωμα, ανάλογα με τα νήματα που χρησιμοποιούνται. Τα δίχτυα πλέκονται μεταξύ τους αφήνοντας ποικίλο αριθμό οπών ανά m². Ο πιο συνηθισμένος συνδιασμός νημάτων είναι πράσινου και μαύρου χρώματος. Τα ποσοστά που εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία και η επίδρασή τους στο φάσμα φωτός που επιτρέπουν να περάσει διαμέσω αυτών εξαρτώνται από την πυκνότητα των οπών και το χρώμα των νημάτων. Συνήθως όμως προτιμώνται τα δίχτυα πολυαιθυλενίου καθώς είναι πιο ανθεκτικά στην ηλιακή ακτινοβολία και ακτινοβολία UV, πιο οικονομικά, πιο εύκολα στη χρήση και πιο οικονομικά. Το πλεονέκτημα όμως των διχτυών

πολυπροπυλενίου είναι ότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις. (Ρηγάκης, 2005)



Εικόνα 1: δίχτυα κάλυψης καλλιεργειών με ποσοστό σκίασης 24% (πράσινο και γαλάζιο) και 28% μαύρο

(Νικολάου, 2012)

Οι οπτικές ιδιότητες των δικτύων είναι οι εξής 3:

- Ανακλαστικότητα (%)
- Απορροφητικότητα (%)
- Περαιτότητα (%)

(Κανδηλά,2012)

Οι οπτικές τους ιδιότητες μετριοούνται χρησιμοποιώντας φασματοφωτόμετρο ή φασματοραδιόμετρο (Kittas et al., 1999). Οι οπτικές ιδιότητες των φύλλων οδήγησαν στην κατασκευή δικτύων σε διάφορα χρώματα.

1.7. Τύποι δίχτυών κάλυψης

A) Δίχτυα σκίασης

Τα δίχτυα σκίασης είναι ειδικά φωτορυθμιστικά δίχτυα σκίασης. Υπάρχουν σε διάφορα χρώματα όπως μπλε, κόκκινο, περλέ και κίτρινο και σε διάφορα ποσοστά σκίασης από 30% έως 90%.

B) Εντομοστεγανά δίχτυα

Είναι τα δίχτυα, τα οποία και αποτρέπουν την είσοδο των εντόμων στο εσωτερικό του δικτυοκηπίου καλύπτοντας την καλλιέργεια τόσο από τα πλαϊνά, όσο και από την οροφή του δικτυοκηπίου. Σχετικά με το μέγεθος της οπής υπάρχουν σε διάφορες διαστάσεις όπως είναι 17, 25, 40, 50, 75 mesh. Επίσης, υπάρχει και το υψηλής τεχνολογίας σε μέγεθος οπής 40 και 50mesh , το οποίο παρέχει μεγάλη προστασία από τον θρίπα, διότι διαθέτει ειδικό αντανακλαστικό χρωματισμό που προκαλεί τύφλωση στα έντομα και ειδικά στον θρίπα.



Εικόνα 2: εντομοστεγανό δικτυοκήπιο

(http://www.arrigoniagriculture.net/eng/biological_control.htm)

Γ) Αντιχαλαζιακά δίχτυα

Είναι τα δίχτυα που συνδυάζουν την αντιχαλαζική προστασία με τη σκίαση και τη διαχείριση του φάσματος του ηλιακού φωτός. Τα δίχτυα αυτά υπάρχουν σε διάφορα χρώματα και ποσοστά σκίασης. Εξαιτίας της κατασκευής τους προστατεύουν την καλλιέργεια από τις βλαβερές ακτίνες του ήλιου, προκαλούν διάθλαση του φωτός, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η φωτοσύνθεση και στα κατώτερα στρώματα του φυλλώματος. Τέλος, προστατεύουν τους καρπούς των δέντρων από τα ηλιοκαύματα. Ακόμη τα δίχτυα σκίασης αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατά του παγετού. Οι Teitel et al. (1996) δοκιμάζοντας διάφορα δίχτυα σκίασης σε παράλληλη ανάρτηση με το έδαφος συμπέραναν ότι η χρήση αυτών των δικτύων συντέλεσε στην προστασία των καλλιεργειών από ζημιές παγετών.

Δ) Θερμοκουρτίνες

Είναι ειδικές κουρτίνες, οι οποίες χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια για να μην χάνεται ενέργεια, αλλά και για να εξοικονομείται ενέργεια και για σκίαση.

Το χρώμα των δικτύων είναι ο σημαντικότερος παράγοντας επιλογής ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τα χρώματα δικτύων που διατίθενται είναι λευκό, πράσινο, μαύρο, γκρι, μπλε, κόκκινο και κίτρινο. Ακόμη, μπορούν τα δίχτυα να είναι και δίχρωμα ανάλογα με το νήμα πλέξης που θα χρησιμοποιηθεί.

1.8.Πιπεριά

1.8.1.Γενικά στοιχεία για την πιπεριά

Η καλλιεργούμενη πιπεριά (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.) ανήκει στην οικογένεια Solanaceae και στο γένος *Capsicum* spp. από το ελληνικό κάπτω = καυτερός, καυστικός. Κατάγεται από διάφορες περιοχές της τροπικής και υποτροπικής Αμερικής (Πετρίδης, 2010). Η πιπεριά καλλιεργείται σήμερα σε μεγάλες

εκτάσεις και εύκρατες και τροπικές ζώνες. Καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό της, που χρησιμοποιείται ως λαχανικό ή μπαχαρικό-καρύκευμα. Υπάρχουν αρκετά είδη και βοτανικές ποικιλίες που ανήκουν στο γένος *Capsicum*. Υπάρχουν 5 καλλιεργούμενα είδη. Ένα από αυτά είναι το *Capsicum annum*. Είναι το πιο διαδεδομένο είδος και έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία. (Χα και Πετρόπουλος, 2014) Περιλαμβάνει τις γλυκές πιπεριές καθώς επίσης και τις περισσότερες καυτερές πιπεριές, που ξηραίνονται και μετατρέπονται σε πιπέρι. Η γεύση στις γλυκές πιπεριές είναι ευχάριστη δροσιστική με πολύ ελαφρά δριμύτητα (καυστικότητα). Η καυστικότητα οφείλεται στην αλκαλοειδή καυστική ουσία την καψαϊκίνη ($C_{18}H_{27}NO_3$) που βρίσκεται συγκεντρωμένη κυρίως στα διαφράγματα *septa* και στον πλακούντα του καρπού και όχι τόσο στα τοιχώματα του καρπού. Οι σπόροι επίσης έχουν μικρή ποσότητα της καυστικής ουσίας. Οι νωπές γλυκές πιπεριές αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών, ιδιαίτερα σε βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ). Οι αποξηραμένες πιπεριές που έχουν έντονα καυτερή γεύση, είναι πλούσιες σε βιταμίνη A. (Πετρίδης, 2010)

1.8.2. Βοτανική περιγραφή του φυτού

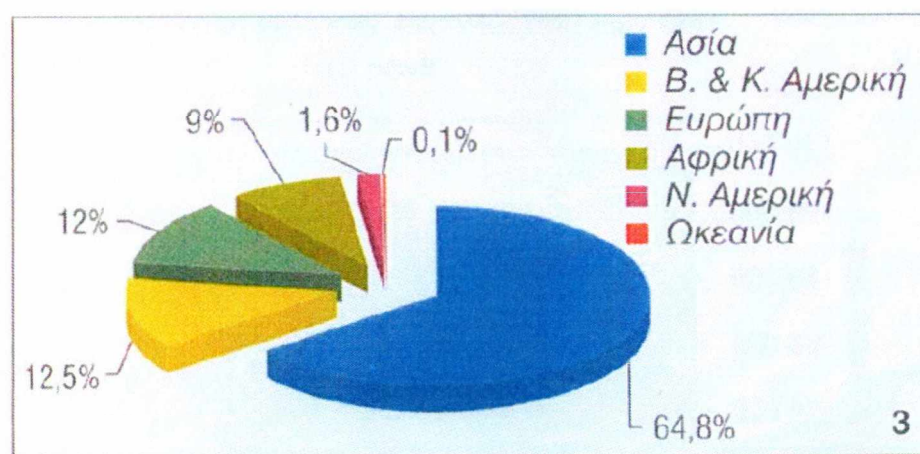
Η πιπεριά *Capsicum annum* var. *annuum* ανήκει στην Οικογένεια Solanaceae. Είναι φυτό μονοετές ή διετές, ποώδες, με βλαστούς ελαφρά ξυλώδεις στη βάση. Το φυτό στην αρχή της ανάπτυξής του είναι μονοστέλεχο. Ο κύριος βλαστός διακλαδίζεται διχοτομημένος μεταξύ 10 και 40 εκ., σε δύο ή τρεις βλαστούς. Οι δευτερεύοντες βλαστοί αναπτύσσονται από μπουμπούκια και πάνω σ' αυτούς αναπτύσσεται ο καρπός. Η πιπεριά έχει βαθύ ρίζωμα με πολλές δέσμες ριζιδίων που αναπτύσσονται οριζοντίως σε ακτίνα 30-50 εκ.. Τα φύλλα φύονται εναλλάξ, είναι άτριχα, λογχοειδή, και λαμπερά πράσινα με μυτερές άκρες. Τα άνθη είναι λευκά, μικρά, με τους μίσχους προς τα κάτω. Ο κάλυκας σχηματίζεται από κολλημένα μεταξύ τους σέπαλα, τα οποία σκληραίνουν μέχρι να ωριμάσει ο καρπός. Τα άνθη είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενα και σε μικρό ποσοστό ετερογονιμοποιούμενα. Η στεφάνη είναι κατάλευκη. Ο καρπός είναι κοίλος με λαμπερή και λεία επιφάνεια. Η πιπεριά έχει πολυάριθμους, στρογγυλούς, επίπεδους, κιτρινωπούς σπόρους, που συνδέονται σε ένα μίσχο στην εσωτερική πλευρά του καρπού. (Νικολάου, 2012)

1.8.3. Απαιτήσεις σε κλίμα και έδαφος

Οι ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών κυμαίνονται στους 18-30°C. Σε περίπτωση υψηλών θερμοκρασιών τη νύχτα το φυτό αποβάλλει τα άνθη του, ενώ σε θερμοκρασίες εκτός του ιδανικού εύρους δεν παράγεται γύρη από τα άνθη και παρεμποδίζεται ο σχηματισμός των καρπών. Οι χαμηλές θερμοκρασίες της νύχτας, περίπου 15°C ευνοούν το σχηματισμό των καρπών. Επίσης είναι φυτό απαιτητικό σε φως, το οποίο είναι απαραίτητο για την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή καρπών με καλύτερη ποιότητα. Σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού προκαλείται καθυστέρηση στην άνθηση. Ως προς τις απαιτήσεις του σε έδαφος καλλιεργείται σε ποικιλία εδαφών, αλλά προτιμά εδάφη ελαφρά αμμώδη, αμμοπηλώδη, με καλή στράγγιση υγρασίας και καλά αποστραγγιζόμενα, πλούσια σε οργανική ουσία. Ευδοκιμεί σε έδαφος με pH 5,5-7, ενώ δεν αντέχει σε αλατούχα εδάφη, γιατί θεωρείται φυτό μέτρια ανθεκτικό στην αλατότητα. (Χα και Πετρόπουλος, 2014)

1.8.4. Οικονομική σημασία της πιπεριάς

Σε παγκόσμια κλίμακα η καλλιέργεια της πιπεριάς κυριαρχεί στην Ασία, με την πρωτιά να κατέχει η Κίνα.



Εικόνα 3 : Ποσοστό συμμετοχής ηπείρων σε παγκόσμια παραγωγή της πιπεριάς για την καλλιεργητική περίοδο 2003-2004.

Η παγκόσμια παραγωγή της πιπεριάς (κόκκινης ξερής και πράσινης νωπής) το 2004 έφθασε στους 24.027.000 τόνους η οποία προήλθε από έκταση 16.556.000 στρέμματα. Η παραγωγή που προήλθε από 10.023.000 στρ. στην Κίνα ήταν 12.028.000 τόνοι και κάλυπτε το 50 % της παγκόσμιας παραγωγής. Από τα κράτη μέλη της ευρωπαϊκής ένωσης ξεχωρίζει η Ισπανία με 1.006.000 τόνους και έκταση 218.000 στρ. Όσον αφορά τις υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε αυτές εμφανίζουν χαμηλή παραγωγή αλλά με υψηλές αποδόσεις που στην Ολλανδία έφθασε τα 26.500 κιλά/στρ. Στον πίνακα παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι καλλιεργούμενες εκτάσεις, η παγκόσμια παραγωγή και η μέση απόδοση της καλλιέργειας της πιπεριάς για το έτος 2004 (Γεωργία-Κτηνοτροφία, 2005 και Αθανασιάδης, 2008).

Πίνακας 1. Παγκόσμια παραγωγή της πιπεριάς (κόκκινης ξερής και πράσινης νωπής) την περίοδο 2003-2004 (Πηγή FAOStat).

	Παραγωγή (χιλ. τόνοι)	Συγκομιζόμενη Έκταση (χιλ. στρ.)	Μέση Απόδοση (τόνοι/στρ.)
Σύνολο	24.027	16.556	1,451
Κατά Ήπειρο			
Ασία	15.578	10.023	1,554
Β. & Κ. Αμερική	3.013	2.002	1,505
Ευρώπη	2.887	1.426	2,024
Αφρική	2.104	2.772	0,759
Ε.Ε. (25)	2.009	495	4,059
Ν. Αμερική	398	305	1,305
Ωκεανία	47	28	1,666
Κυριότερες χώρες παραγωγής			
Κίνα	12.028	6.025	1,996
Μεξικό	1.853	1.407	1,317
Τουρκία	1.790	880	2,034
Ισπανία	1.006	218	4,615
Η.Π.Α.	978	344	2,842
Νιγηρία	720	910	0,801
Ινδονησία	629	1.545	0,407
Αίγυπτος	390	260	1,500
Ιταλία	362	141	2,578
Ν. Κορέα	340	650	0,523
Χώρες Ευρωπαϊκής Ένωσης (25)			
Ισπανία	1.006	218	4,615
Ιταλία	362	141	2,578
Ολλανδία	318	12	26,500
Ουγγαρία	110	35	3,113
Ελλάδα	95	38	2,500
Σλοβακία	36	30	1,200
Γαλλία	28	7	3,943

Με βάση τα στοιχεία του ΥΠΑΑΤ 2003 η καλλιέργεια πιπεριάς θερμοκηπίου κατέλαβε το 2003 έκταση 6.392 στρέμματα και είχε μέση απόδοση 7.786 κιλά/στρ. Για το 2004 η έκταση ήταν περίπου 6.500 στρέμματα και η παραγωγή 50.000 τόνοι περίπου. Κέντρα θερμοκηπιακής καλλιέργειας πιπεριάς είναι το Λασιθί με 2.650 στρέμματα, η Ημαθία με 1.515 στρέμματα, η Τριφυλία με 700 στρέμματα, το Ηράκλειο με 340 στρέμματα και η Θεσσαλονίκη με 314 στρέμματα. Την ίδια χρονιά (2003) η υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς κατέλαβε 32.239 στρέμματα και είχε μέση απόδοση 1.894 κιλά/στρέμμα. Σημαντικά κέντρα υπαίθριας καλλιέργειας πιπεριάς είναι η Ηλεία με 6.000 στρέμματα, η Ξάνθη με 3.400 στρέμματα, τα Τρίκαλα με

3.000 στρέμματα, η Εύβοια με 1500 στρέμματα, η Καβάλα με 1.400 στρέμματα, η Ημαθία με 1.350 στρέμματα και η Θεσσαλονίκη με 1.300 στρέμματα. Τέλος πιο πρόσφατα στοιχεία από την ΕΣΥΕ για τα έτη 2005-2007 η καλλιέργεια χλωρής πράσινης πιπεριάς είναι 43.367 στρέμματα για το έτος 2005, 46.810 στρέμματα για το 2006 και 45.337 στρέμματα για το 2007 με αποδόσεις 104.650, 113.180 και 106.556 τόνους αντίστοιχα για τα έτη που αναφέραμε (Γεωργία-Κτηνοτροφία, 2005).

1.8.5. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η μελέτη της επίδρασης δύο δικτύων εντομοστεγανότητας κι σκίασης στην αύξηση, την ανάπτυξη και την παραγωγή σε υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς.

Κεφάλαιο 2^ο Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1. Επίδραση της σκίασης στην αύξηση και στην ανάπτυξη

Οι Ferreira et al., (2014) παρατήρησαν ότι τα φυτά γλυκιάς πιπεριάς (Magali R υβρίδιο) που αναπτύσσονταν κάτω από ανακλαστικό δίχτυ σκίασης 40% σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα είχαν υψηλότερες τιμές σε ύψος, είχαν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και υψηλότερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας, αντίστοιχα.

Οι Carlos et al., (2013) παρατήρησαν ότι τα φυτά που βρίσκονταν κάτω από δίχτυα σκίασης εμφάνισαν μορφολογικές αλλαγές, δηλαδή ήταν ψηλότερα, είχαν λεπτότερα και μεγαλύτερα φύλλα πιθανώς εξαιτίας της ενισχυμένης δέσμευσης του φωτός των φυτών που βρίσκονταν κάτω από τα δίχτυα σκίασης σε σχέση με τα φυτά που βρίσκονταν στον αγρό. Επιπλέον, παρατήρησαν πως τα υψηλά επίπεδα σκίασης μειώνουν την θερμοκρασία των φύλλων και την υπερβολική διαπνοή των φύλλων, αλλά μειώνουν την φωτοσύνθεση των φύλλων. Συνεπώς, κατέληξαν ότι τα μέτρια επίπεδα σκίασης (30% και 47%) είναι ευνοϊκά για την ανάπτυξη των φυτών πιπεριάς *Capsicum annuum*.

Οι Kittas et al., (2009) μελέτησαν σε φυτά τομάτας την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών δικτύων, στην αύξηση και την ανάπτυξη. Τα δίχτυα είχαν διαφορετικά χρώματα και διαφορετική ένταση σκίασης και το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Ν. Αγχιάλου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν ότι η σκίαση αύξησε το δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Rigakis et al., (2005), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών δικτύων σκίασης στην ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα της υπαίθριας καλοκαιρινής καλλιέργειας τομάτας στην περιοχή των Μικροθηβών. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Rigakis et al., (2005) οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών δικτύων σκίασης στο μικροκλίμα και στην ανάπτυξη της υπαίθριας καλοκαιρινής καλλιέργειας τομάτας στην περιοχή των Μικροθηβών. Πιο συγκεκριμένα, τα δίχτυα σκίασης ρύθμισαν το μικροκλίμα σε ένα βαθμό και αύξησαν την φυλλική επιφάνεια των φυτών. Αυτή ρύθμιση είχε θετική επίδραση στη φυσιολογική κατάσταση της καλλιέργειας, δηλαδή στη φωτοσύνθεση των φυτών που βρίσκονταν υπό σκίαση. Επιπλέον, τα φυτά που

βρίσκονταν υπό σκίαση παρατηρήθηκε ότι παράγουν περισσότερη ξηρή ουσία σε σχέση με τα φυτά που βρίσκονταν εκτεθειμένα στον ήλιο.

Οι Raveh et al., (2003) σε πείραμα σκίασης δέντρων που χρησιμοποιήθηκαν δίχτυα σκίασης σε δέντρα *Murcott tangor* (*Citrus reticulata* Blanco **Citrus sinensis* (L.)) οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι με την σκίαση των δενδρυλλίων επιτεύχθηκαν υψηλότεροι ρυθμοί καθαρής αφομοίωσης CO₂ και επομένως υψηλότεροι ρυθμοί αύξησης. Η υψηλότερη αύξηση παρατηρήθηκε στα σκιασμένα φυτά, δηλαδή η ξηρή ουσία των φύλλων ήταν μεγαλύτερη στα φυτά που αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες σκίασης σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Αντίθετα, το ριζικό σύστημα των σκιασμένων φυτών δεν διέφερε από το ριζικό σύστημα των φυτών του μάρτυρα.

Οι Kittas et al., (2009) μελέτησαν σε φυτά τομάτας την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών δικτύων, στην αύξηση και την ανάπτυξη. Τα δίχτυα είχαν διαφορετικά χρώματα και διαφορετική ένταση σκίασης και το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Ν. Αγχιάλου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού 2003. Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν ότι η σκίαση αύξησε τη συνολική παραγωγή των εμπορεύσιμων καρπών. Επιπλέον, κάτω από τη σκίαση μειώθηκαν τα σχισίματα στους καρπούς τομάτας κατά 50%. Καθώς και η παραγωγή εμφανίστηκε αυξημένη κατά 50% κάτω από τη σκίαση σε σχέση με την παραγωγή καρπών χωρίς σκίαση. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Rigakis et al., (2005), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών δικτύων σκίασης στην ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα της υπαίθριας καλοκαιρινής καλλιέργειας τομάτας. Πιο συγκεκριμένα, η σκίαση της καλλιέργειας είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η παραγωγή κατά 45%. Επιπλέον, τα ηλιακά εγκαύματα μειώθηκαν κατά 50%, όπως και τα σχισίματα στους καρπούς. Ακόμη, το μέγεθος των καρπών αυξήθηκε.

Οι Ferreira et al., (2014) παρατήρησαν ότι τα φυτά γλυκιάς πιπεριάς (Magali R υβρίδιο) που αναπτύσσονταν κάτω από ανακλαστικό δίχτυ σκίασης 40% έχουν υψηλότερη απόδοση και εμπορεύσιμους καρπούς και δεν εμφανίζουν λιγότερα ηλιοκαύματα οι καρποί σε σχέση με τους καρπούς των φυτών του μάρτυρα.

2.2.Επίδραση σκίασης στη σχετική υγρασία, στο έλλειμμα κορεσμού αέρα και καλλιέργειας

Οι Tanny et al., (2009) σε έρευνα σε μηλεώνα όπου είχαν τοποθετήσει διαφορετικά τρία δίχτυα σκίασης στο Ισραήλ, ένα δίχτυ άσπρο 16%, ένα δίχτυ πέρλας 30% και ένα άλλο δίχτυ πέρλας 60% έδειξαν ότι η χρήση δικτυών μείωσε το έλλειμμα κορεσμού του αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της νύχτας οι διαφορές ήταν πολύ μικρές. Η μεγαλύτερη μείωση στο VPDa παρατηρήθηκε κάτω από το δίχτυ με το υψηλότερο ποσοστό σκίασης (60%).

Οι Kittas et al. (2009) διαπίστωσαν μείωση του ελλείμματος κορεσμού της καλλιέργειας κατά 50% στα σκιαζόμενα φυτά τομάτας συγκριτικά με τα φυτά του μάρτυρα, λόγω της μείωσης της θερμοκρασίας μεταξύ καλλιέργειας – αέρα. Η μέση τιμή του VPDc κατά τη διάρκεια της ημέρας, βρέθηκε 4,2 kPa στον ανοιχτό αγρό και 2,2 kPa κάτω από το δίχτυ με ποσοστό σκίασης 49%. Το έλλειμμα κορεσμού του αέρα σε υπαίθρια καλλιέργεια βρέθηκε παρόμοιο συγκριτικά με τη καλλιέργεια υπό κάλυψη.

Οι Raveh et al.(2003) σε πείραμα που χρησιμοποιήθηκαν δίχτυα σκίασης σε δέντρα *Murcott tangor* (*Citrus reticulata* Blanco **Citrus sinensis* (L.)) συμπέραναν ότι χρησιμοποιώντας τα δίχτυα ως μέσο δροσισμού των φύλλων και ελλείμματος κορεσμού του αέρα σε υδρατμούς (VPD), επιτυγχάνεται ακριβώς το ίδιο αποτέλεσμα με την μετακίνηση των φυτών σε ελεγχόμενο περιβάλλον (π.χ. θερμοκήπιο) με χαμηλότερο έλλειμμα κορεσμού αέρα.

2.3.Επίδραση της σκίασης στην ηλιακή ακτινοβολία

Οι Ferreira et al., (2014) παρατήρησαν ότι σε ανακλαστικό δίχτυ σκίασης 40% κάτω από το οποίο αναπτύσσονταν φυτά γλυκιάς πιπεριάς (Magali R υβρίδιο) η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (SR) και φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας (PAR) βρέθηκε μειωμένη επί του ποσού των 46,3 % και 48,3 % , αντίστοιχα.

Οι Medina et al., (2002) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με τη χρήση επαλουμινιωμένου δικτυού πολυπροπυλενίου με ποσοστό σκίασης 50% σε εσπεριδοειδή, το ποσό της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας μειώθηκε, καθώς

επίσης και η φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία (PAR). Διαπιστώθηκε πως η μείωση αυτή ήταν 65% για τον Αύγουστο και 57% για τον Νοέμβριο. Παράλληλα παρατηρήθηκε ότι η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού αυξήθηκε στην καλλιέργεια υπό σκίαση κατά 21,7% τον Αύγουστο και κατά 13,3% τον Νοέμβριο.

Οι Raveh et al. (2003) διαπίστωσαν ότι αυξανόμενης της μείωσης της ακτινοβολίας ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης των φύλλων μειωνόταν λόγω έλλειψης της φωτεινής ενέργειας. Επομένως επακόλουθη ήταν και η μείωση της φωτοσυνθετικής παραγωγικότητας.

2.4.Επίδραση της σκίασης στη θερμοκρασία

Η μειωμένη θερμοκρασία των φύλλων της καλλιέργειας έφερε το ρυθμό της καθαρής αφομοίωσης των φύλλων πιο κοντά στο άριστο εύρος θερμοκρασιών και μείωσε το έλλειμμα κορεσμού υδρατμών καλλιέργειας-αέρα. Αυτό οδήγησε σε αύξηση της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων τουλάχιστον κατά τις μεσημβρινές ώρες. Όταν η μείωση της θερμοκρασίας ήταν πολύ μεγάλη, τότε ο ρυθμός της καθαρής αφομοίωσης μειωνόταν λόγω έλλειψης φωτεινής ενέργειας. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση και της φωτοσυνθετικής παραγωγικότητας των φυτών (Raveh et al., 2003).

Οι Medina et al., (2002) και Cohen et al., (1997) παρατήρησαν τις επιδράσεις της κάλυψης με επαλουμινιόμενα δίχτυα πολυπροπενίου σε καλλιέργεια *Citrus sinensis* το καλοκαίρι. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες φύλλων και περιβάλλοντος οδήγησαν σε μείωση του ελλείμματος κορεσμού υδρατμών καλλιέργειας-αέρα. Αυτό συνέβαλε στην αύξηση της στοματικής αγωγιμότητας και της αφομοίωσης CO₂ και στις δύο περιπτώσεις. Κυρίως τις μεσημεριανές ώρες παρατηρείται μια μείωση της στοματικής αγωγιμότητας. Η μείωση αυτή δεν παρατηρήθηκε στα σκιαζόμενα φυτά, πιθανώς εξαιτίας των χαμηλότερων διαφορών της θερμοκρασίας καλλιέργειας-αέρα.

2.5.Επίδραση δικτύων στον αερισμό του δικτυοκηπίου

Οι Tanny et al., (2003) σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε καλλιέργεια πιπεριάς στο Ισραήλ μελέτησαν τον ρυθμό αερισμού και το μικροκλίμα σε δικτυοκηπίο. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με τη χρήση δικτυού 50 mesh, μειώθηκε ο ρυθμός αερισμού κατά 51-71% στο μέσο αυτού και κατά 60-64% στη βόρεια πλευρά του. Έτσι, οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι στις πλευρές του δικτυοκηπίου ο αερισμός επηρεάζεται σε μεγαλύτερο βαθμό από τις διακυμάνσεις της εξωτερικής ταχύτητας του ανέμου σε σχέση με το κέντρο του δικτυοκηπίου. Ο ρυθμός του αερισμού αυξανόταν με αύξηση της ταχύτητας του ανέμου, αλλά ήταν πολύ μικρότερος εντός του δικτυοκηπίου συγκριτικά με τον ανοιχτό αγρό. Ακόμα παρατήρησαν ότι η εξωτερική ταχύτητα του ανέμου ήταν σχετικά χαμηλή δεν υπήρχε εμφανής επίδραση στο εσωτερικό του δικτυοκηπίου. Όταν όμως επικρατούσαν υψηλότερες ταχύτητες ανέμου η ανάμειξη του εξωτερικού αέρα με τον αέρα κάτω από την οροφή του δικτυοκηπίου ήταν εμφανής. Λόγω της έντονης αυτής ανάμειξης του αέρα η θερμοκρασία του αέρα αυξανόταν καθώς αυξανόταν το ύψος του δικτυοκηπίου, ενώ η υγρασία μειωνόταν, με αποτέλεσμα η σχετική υγρασία κάτω από την οροφή του δικτυού να έχει τις ίδιες τιμές με τη σχετική υγρασία του εξωτερικού αέρα.

Σχετικά με τη διεύθυνση του ανέμου οι Tanny et al., (2006) διαπίστωσαν ότι η διεύθυνση του ανέμου στο μέσο της κατασκευής ήταν παρόμοια με αυτή του εξωτερικού αέρα. Παρόλα αυτά υπάρχουν και μελέτες που έχουν αντίθετα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, οι Moller et al., (2003) αναφέρουν ότι στην προσήνεμη πλευρά του δικτυοκηπίου η διεύθυνση του ανέμου ήταν αντίθετη από αυτή του εξωτερικού ανέμου, ενώ στην υπήνεμη πλευρά η εσωτερική και η εξωτερική ροή του αέρα ήταν όμοια. Οι Tanny et al., (2003) χρησιμοποίησαν το ίδιο δικτυοκήπιο με τους τελευταίους και έδειξαν ότι η διεύθυνση του ανέμου στο κέντρο του δικτυοκηπίου ήταν σχεδόν αντίθετη από αυτή του εξωτερικού αέρα. Οι διαφορές μεταξύ των παραπάνω ερευνών οφείλονται στα διαφορετικά δίκτυα που χρησιμοποιήθηκαν.

2.6.Επίδραση των δικτυών στη φωτοσύνθεση των φυτών

Η απόκριση των φυτών στις διακυμάνσεις της έντασης του φωτός καθορίζεται επίσης από την PFFD στην οποία προσαρμόζονται τα φύλλα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, στις περιοχές της Μεσογείου επικρατούν υψηλές τιμές PFFD, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του μεσημεριού. Αυτό σε συνδυασμό με υψηλές τιμές θερμοκρασίας αέρα έχουν ως αποτέλεσμα μειωμένη αποτελεσματικότητα της φωτοσύνθεσης σε καλλιέργειες που αναπτύσσονται εντός μη σκιαζόμενων θερμοκηπίων (Barder and Anderson, 1992).

Όταν τα θρεπτικά και το φως δεν είναι περιοριστικοί παράγοντες, οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το καθαρό ρυθμό φωτοσύνθεσης, είναι η περιεκτικότητα του αέρα σε CO₂, οι υψηλές θερμοκρασίες αέρα και η χαμηλή υγρασία. Η μείωση της PFFD με σκίαση στο επίπεδο στο οποίο ο καθαρός ρυθμός φωτοσύνθεσης φτάνει στον κορεσμό δύναται να βοηθήσει το φυτό να διατηρήσει τα φύλλα που είναι εκτεθειμένα στον ήλιο κοντά στη μέγιστη καθαρή αφομοίωση CO₂ κατά τις μεσημεριανές ώρες. Αυτό θα μπορούσε να ήταν ωφέλιμο για την καθαρή αφομοίωση CO₂ ολόκληρου του φυτού, τη στιγμή που τα φύλλα που σκιάζουν τα υπόλοιπα δεν μπορούν να θεωρηθούν ως κύριος περιοριστικός παράγοντας της ανάσχεσης του φωτός. Όμως καθώς το φυτό αποκτά στρώματα φύλλων η θέση του αναπτυσσόμενου φύλλου, στο φυτό έχει αντίκτυπο στις αντίστοιχες τιμές του ρυθμού φωτοσύνθεσης (Gonzalez-Real and Baille, 2000). Αυτό συμβαίνει λόγω της γήρανσης των φύλλων και στη σκίαση των διαδοχικά σχηματισμένων φύλλων που προοδευτικά σκιάζονται όλο και περισσότερο. Συνεπώς οποιοσδήποτε περιορισμός του καθαρού ρυθμού φωτοσύνθεσης λόγω περιορισμένων συνθηκών φωτός εντός του φυλλώματος μπορεί να ενισχυθεί υπό σκίαση καθώς αναπτύσσεται η καλλιέργεια (Cohen et al., 2005).

Οι Gonzalez-Real και Baille (2006), σε πείραμά τους σε φυτά γλυκιάς πιπεριάς που αναπτύχθηκαν κάτω από επαλουμινιωμένο δίχτυ, μελέτησαν την ανταλλαγή αερίων των φύλλων. Σύμφωνα με το πείραμά τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η σκίαση (20% περίπου) προκάλεσε αύξηση ή δεν επηρέασε τις τιμές της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων στο ανώτερο μέρος ή στο μέσο του φυλλώματος, με αποτέλεσμα να παρατηρηθούν μεγαλύτεροι ή παρόμοιοι ρυθμοί καθαρής

αφομοίωσης και διαπνοής των φύλλων υπό σκίαση σε σχέση με τα φύλλα των φυτών της υπαίθριας καλλιέργειας. Αντίθετα, στο κατώτερο μέρος του φυλλώματος παρατηρήθηκαν ελαφρώς χαμηλότερες τιμές διαπνοής και αφομοίωσης CO₂. Άλλο ένα πείραμα που ασχολήθηκε με τη φωτοσύνθεση ήταν αυτό των Medina et al., (2002), σύμφωνα με το οποίο η χρήση επαλουμινιώμενου ανακλαστικού δίχτυου με σκίαση 50% σε εσπεριδοειδή μείωσε την προσπίπτουσα PAR συγκριτικά με ασκίαστα δέντρα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη στοματική αγωγιμότητα και υψηλότερος ρυθμός αφομοίωσης CO₂ στα δέντρα που αναπτύχθηκαν κάτω από το δίχτυ. Παρά την αυξημένη στοματική αγωγιμότητα κάτω από το δίχτυ, ο ρυθμός διαπνοής βρέθηκε μόνο 10-20% υψηλότερος. Η μικρή αυτή αύξηση του ρυθμού διαπνοής οφείλεται στη χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα και φύλλων που έχει ως αποτέλεσμα μικρότερο έλλειμμα κορεσμού μεταξύ καλλιέργειας και αέρα. Στα δέντρα που δεν αναπτύσσονται κάτω από σκίαση η μειωμένη στοματική αγωγιμότητα δεν περιόρισε τον ρυθμό διαπνοής.

2.7. Επίδραση του χρώματος των δικτύων στα φυτά

Οι Oren Shamir et al. (2001), χρησιμοποίησαν έξι διαφορετικού χρώματος δίκτυα στο καλλωπιστικό φυτό *Pittosporum variegatum* και συμπέραναν ότι το κόκκινο δίχτυ έδωσε φυτά με βλαστούς μεγαλύτερου μήκους, το μπλε προκάλεσε νανισμό στα φυτά, το γκρι προήγαγε τη δημιουργία βλαστών, δίνοντας θαμνώδη φυτά με κοντούς βλαστούς και μικρά φύλλα. Αντίθετα, το ανακλαστικό δίχτυ προήγαγε την δημιουργία μεγάλων βλαστών. Επιπλέον, το μπλε δίχτυ δεν επέτρεψε την επιμήκυνση των βλαστών, μείωσε τη δημιουργία της πλάγιας βλάστησης και μείωσε την παραγωγή. Το πράσινο και το κόκκινο δίχτυ έδωσαν σημαντικά μεγαλύτερα φυτά συγκριτικά με το μαύρο και το γκρι δίχτυ. Το γκρι δίχτυ είχε το μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης σε σχέση με το μπλε δίχτυ, το οποίο και είχε το μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Αντίθετα, το μαύρο, το πράσινο και το κόκκινο ανακλαστικό δίχτυ δεν διέφεραν ως προς το ρυθμό της φωτοσύνθεσης. Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε φυτά πιπεριάς σε τέσσερα διαφορετικού χρώματος δίκτυα σκίασης (κόκκινο, μπλε, μαύρο και πέρλα) διαπιστώθηκε ότι το κόκκινο και το

χρώμα πέρλας δίχτυ έδωσαν μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό αλλά και μεγαλύτερους καρπούς σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα (Ilic et al., 2011).

Κεφάλαιο 3^ο Υλικά και Μέθοδοι

3.1.Πειραματικός αγρός

Το ΚΕΤΕΑΘ διέθεσε για την πραγματοποίηση του πειράματος στο Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος (ΕΓΚΕΠ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας 2 διχτυοκήπια και έκταση ανοικτού αγρού. Τα διχτυοκήπια είχαν ίδιες διαστάσεις (20m x 10m x 3,2m) και ήταν καλυμμένα με δίχτυα διαφορετικών χαρακτηριστικών. Ο ανοιχτός αγρός είχε παρόμοιες διαστάσεις με τα διχτυοκήπια και χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας του πειράματος. Ο πειραματικός αγρός βρίσκεται εντός του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου, Μαγνησίας (39ο 2' Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, 22ο 45' Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος) και σε υψόμετρο 70m από την επιφάνεια της θάλασσας. Το έδαφός του ανήκει στην κατηγορία των αργιλωδών εδαφών, με τύπο υφής Ιλυοαργιλώδες (SiC), σύμφωνα με εδαφολογικές αναλύσεις.

3.2.Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν «Πλήρες Τυχαιοποιημένο Σχέδιο». Υπήρχαν τρεις μεταχειρίσεις, η κάθε μεταχείριση αποτελούνταν από τέσσερα Blocks. Παράγοντας ήταν η περατότητα (ή σκίαση) στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι μεταχειρίσεις του ήταν τρεις, οι δύο ήταν με δίχτυα και μία χωρίς η οποία αποτέλεσε τον μάρτυρα (μεταχείριση out).

3.3.Πειραματικά φυτά

Η μεταφύτευση των φυτών στον πειραματικό αγρό έγινε στις 16 Μαΐου του 2014, κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε πέντε διπλές γραμμές φύτευσης .τα φυτά που εγκαταστάθηκαν ήταν φυτά πιπεριάς *Capsicum annuum* var. *Dolmi*. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης ήταν 1,2 m και οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών ήταν 0,5m τόσο επί, όσο και μεταξύ των απλών γραμμών φύτευσης κάθε διπλής γραμμής.

Ακόμη, η πυκνότητα φύτευσης ήταν 1,8 φυτά ανά m^2 . Επιλέχθηκαν τυχαία 32 φυτά ανά μεταχείριση για καταστροφικές μετρήσεις και 8 φυτά ανά μεταχείριση για τις μετρήσεις παραγωγικότητας. Η επίδραση του περιθωρίου εξαλείφθηκε με την επιλογή φυτών από τις τρεις εσωτερικές διπλές γραμμές φύτευσης και την μία εσωτερική γραμμή της εξωτερικής γραμμής. Επιπροσθέτως, η επίδραση του περιθωρίου εξαλείφθηκε και από την επιλογή φυτών μετά το πέμπτο φυτό από την αρχή και το τέλος της γραμμής.



Εικόνα 3: Άποψη διχτυοκηπίου την ημέρα της μεταφύτευσης

3.4. Τα δίχτυα σκίασης

Τα εντομοστεγανά δίχτυα που επιλέχθηκαν για να χρησιμοποιηθούν στον πειραματικό αγρό ήταν 2 δίχτυα εντομοστεγανότητας της εταιρείας Meteor Agricultural Nets Ltd (Ισραήλ). Αυτά τα δίχτυα που επιλέχθηκαν είχαν τα ίδια χαρακτηριστικά πλέξης, δηλαδή 50 mesh. Παρόλα αυτά τα δίχτυα είχαν διαφορετικό βαθμό σκίασης, δηλαδή το ένα παρείχε 13% και το άλλο 34% ποσοστό σκίασης και

τα νήματά τους ήταν διάφανα και λευκά, αντίστοιχα. Για λόγους συντομίας και διευκόλυνσης του αναγνώστη, όταν γίνεται αναφορά στις μεταχειρίσεις με δίχτυ θα χρησιμοποιείται η εξής κωδικοποίηση: ο κωδικός κάθε δικτυού θα περιλαμβάνει τ' αρχικά γράμματα του είδους δικτυού (εντομοστεγανότητας- σκίασης), στην αγγλική όμως γλώσσα (Insect Proof - Shade), ακολουθούμενα από τον αριθμό του ποσοστού σκίασης που παρέχουν στην καλλιέργεια. Πιο συγκεκριμένα, τα εντομοστεγανά δίχτυα με ποσοστό σκίασης 13% και 34% θα συμβολίζονται IP13% και IP34%. Η μεταχείριση του μάρτυρα θα συμβολίζεται είτε με τη λέξη Cont, από την αγγλική λέξη control είτε με τη λέξη out, διότι συμβολίζει την υπαίθρια καλλιέργεια, την καλλιέργεια εκτός δικτυοκηπίου.

3.5.Καλλιεργητική τεχνική

3.5.1. Προετοιμασία πειραματικού αγρού και εγκατάσταση της καλλιέργειας

Πραγματοποιήθηκε κατεργασία του εδάφους με σκοπό να εγκατασταθεί η καλλιέργεια. Αρχικά, έγινε άροση 2 μέρες πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας σε βάθος 25cm και έπειτα ακολούθησε φρεζάρισμα. Τα φυτά που εγκαταστάθηκαν στον πειραματικό αγρό ήταν *Capsicum annuum* var. *Dolmi* και βρίσκονταν στο στάδιο των τριών φύλλων.

3.5.2. Κλάδεμα

Η καλλιέργεια έμεινε ακλάδευτη σύμφωνα με τις προδιαγραφές του 'ισπανικού συστήματος'. Επιπλέον, αφαιρέθηκαν τα φύλλα και μικροί βλαστοί μέχρι το σημείο όπου σχηματίζεται η πρώτη διακλάδωση, η οποία φέρει τους κύριους βραχίονες.

3.5.3 Υποστήλωση

Για τη στήριξη των φυτών στον πειραματικό αγρό χρησιμοποιήθηκε σπάγκος, ο οποίος και δέθηκε σε συρματόσχοινα πάνω από την καλλιέργεια.



Εικόνα 4: Υποστηλωμένα φυτά της μεταχείρισης out (μάρτυρας)

3.5.4. Ζιζανιοκτονία

Για την αποφυγή όσο το δυνατόν περισσότερων ζιζανίων εγκαταστάθηκε μεταξύ των γραμμών και επί της γραμμής ένα αδιαφανές μαύρο πλαστικό, το οποίο κάλυψε το έδαφος. Παρ'όλα αυτά όμως τα ζιζάνια που εμφανίστηκαν γύρω από το στέλεχος του φυτού αφαιρέθηκαν με το χέρι.

3.5.5. Γονιμοποίηση

Για να ενισχυθεί η γονιμοποίηση των φυτών προστέθηκε μία κυψέλη του εντόμου *Bombus terrestris* (βομβύνος), η οποία και μετακινήθηκε από το ένα διχτυοκήπιο στο

άλλο κάθε δύο ημέρες. Η κυψέλη τοποθετήθηκε στο χώρο του διχτυοκηπίου κατά τον Ιούλιο.

3.5.6. Άρδευση

Η άρδευση της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε με το σύστημα της στάγδην άρδευσης μέσω κεφαλής υδροπονίας με παροχή σταλακτών 2L/h. Για κάθε μεταχείριση η άρδευση γινόταν ξεχωριστά.

3.5.7. Φυτοπροστασία

Σχετικά με τον πληθυσμό των εντόμων, αυτός παρακολουθήθηκε με τη βοήθεια χρωματιστών παγίδων. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν και ψεκασμοί σε περιπτώσεις που επιβαλλόταν. Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την ορθολογική πρακτική.

3.5.8. Συγκομιδή καρπών

Η συγκομιδή των καρπών γινόταν μία φορά την εβδομάδα. Η πρώτη μέτρηση λήφθηκε στις 8 Ιουλίου του 2014. Για να πραγματοποιηθεί κάθε εβδομάδα η συγκομιδή ήταν απαραίτητο οι καρποί να έχουν ώριμο ανοιχτό πράσινο χρώμα και να έχουν το κατάλληλο μέγεθος.



Εικόνα 5: Συγκομιδή καρπών κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου

3.6. Αγρονομικές μετρήσεις

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν:

i) οι καταστροφικές μετρήσεις: σε κάθε καταστροφική μέτρηση απομακρύνονταν 4 ολόκληρα φυτά από κάθε μεταχείριση, δηλαδή 1 από κάθε block. Η κοπή των φυτών αυτών γινόταν 1-2cm πάνω από το έδαφος. Μετρήθηκε το χλωρό βάρος των φύλλων, των βλαστών, των στελεχών και των καρπών. Στη συνέχεια τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο ξηραντήριο, όπου μετά από 2 μέρες μετρήθηκε το ξηρό βάρος των δειγμάτων. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβανόταν κάθε 14 ημέρες σε συγκεκριμένες ημερομηνίες, με σκοπό να μελετήσουμε την ανάπτυξη των φυτών. Συνολικά

πραγματοποιήθηκαν 9 καταστροφικές μετρήσεις έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.

ii)οι μετρήσεις παραγωγικότητας: μετρήθηκε το χλωρό βάρος των καρπών που ήταν προορισμένα για τις μετρήσεις της παραγωγής. Οι μετρήσεις της παραγωγικότητας ήταν συνολικά 14 μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.

3.7.Κλιματικές μετρήσεις

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ώστε να ληφθεί υπόψην το μικροκλίμα του διχτυοκηπίου για τη σωστή και αποτελεσματική χρήση του νερού με βάση την ηλιακή ακτινοβολία. Πιο συγκεκριμένα, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν την ηλιακή ακτινοβολία, τη θερμοκρασία και την υγρασία. Για τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε το πυρανόμετρο Kipp & Zonen SP Lite με ασύρματο πομπό. Αυτό το όργανο κατέγραφε τα δεδομένα κατευθείαν στον υπολογιστή, με την προϋπόθεση ότι η απόσταση πομπού-δέκτη είναι 50-100m. Το ύψος του οργάνου από το έδαφος ήταν 2,40m. Επιπλέον, τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας ήταν το Wisensyswireless RH/ Temp και το HOBO H8 Pro RH/ Temp.Logger. τα όργανα αυτά τοποθετήθηκαν σε ύψος 1,50m και 0,50m-2,50m, αντίστοιχα από το έδαφος. Αυτές οι μετρήσεις ξεκίνησαν τον Ιούλιο μέσα και έξω από το διχτυοκήπιο έως το τέλος Οκτωβρίου. Σχετικά με την καταγραφή αυτών των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας δεδομένων (datalogger) DL3000 της Delta-T Devices.

3.8.Υπολογισμοί παραμέτρων ανάπτυξης

Συνολική ξηρά ουσία

Από τις μετρήσεις του ξηρού βάρους από τα μέρη του φυτού στα καταστροφικά φυτά, αλλά και από τις μετρήσεις του ξηρού βάρους στους συγκομισθέντες καρπούς των καταστροφικών φυτών, υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή ξηράς ουσίας από τα φυτά όλων των μεταχειρίσεων. Αυτή η ξηρά ουσία είναι εκφρασμένη ως ποσοστό % της συνολικά παραχθείσας ξηράς ουσίας.

3.9.Λόγος ξηράς ουσίας φύλλων προς χλωρό βάρος φύλλων

Ο λόγος της ξηράς ουσίας φύλλων προς το χλωρό βάρος των φύλλων υπολογίστηκε από το ξηρό βάρος των φύλλων και από το χλωρό βάρος των φύλλων όλων των μεταχειρίσεων.

3.10.Λόγος ξηράς ουσίας βλαστών προς χλωρό βάρος βλαστών

Ο λόγος της ξηράς ουσίας βλαστών προς το χλωρό βάρος των βλαστών υπολογίστηκε από το ξηρό βάρος των βλαστών και από το χλωρό βάρος των βλαστών όλων των μεταχειρίσεων.

3.11.Λόγος ξηράς ουσίας παρόντων καρπών προς χλωρό βάρος παρόντων καρπών

Ο λόγος της ξηράς ουσίας των παρόντων καρπών προς το χλωρό τους βάρος των παρόντων καρπών υπολογίστηκε από τη ξηρά ουσία των παρόντων καρπών και από το χλωρό τους βάρος.

3.12.Λόγος ξηράς ουσίας συγκομισμένων καρπών προς χλωρό βάρος συγκομισμένων καρπών

Ο λόγος της ξηράς ουσίας συγκομισμένων καρπών προς το χλωρό βάρος των συγκομισμένων καρπών υπολογίστηκε από τη ξηρή ουσία των συγκομισμένων καρπών προς το χλωρό τους βάρος.

3.13.Λόγος ξηράς ουσίας συνολικών καρπών προς χλωρό βάρος συνολικών καρπών

Ο λόγος της ξηράς ουσίας των συνολικών καρπών προς το χλωρό βάρος των συνολικών καρπών υπολογίστηκε από τη ξηρά ουσία των συνολικών καρπών και από το χλωρό βάρος των συνολικών καρπών.

3.14.Λόγος ξηράς ουσίας προς συνολική ξηρά ουσία

Από τη ξηρά ουσία των φύλλων και τη ξηρή ουσία των συνολικών καρπών των καταστροφικών φυτών όλων των μεταχειρίσεων, υπολογίστηκε ο λόγος της ξηρής ουσίας των φύλλων προς το συνολική ξηρή ουσία και ο λόγος της ξηρής ουσίας των συνολικών καρπών προς τη συνολική ξηρή ουσία.

Κεφάλαιο 4^ο Αποτελέσματα

4.1.Κλιματικές μετρήσεις

Πίνακας 2: μέσοι μηνιαίοι όροι της ηλιακής ακτινοβολίας (R_G)

	Out	IP13%	IP34%
Μήνας	R_G (MJ m ⁻² d ⁻¹)	R_G (MJ m ⁻² d ⁻¹)	R_G (MJ m ⁻² d ⁻¹)
Ιούλιος	24,98	18,48	15,41
Αύγουστος	22,15	16,17	13,28
Σεπτέμβριος	16,97	12,20	10,42
Οκτώβριος	11,84	8,69	7,21

Πίνακας 3: μέσοι μηνιαίοι όροι της θερμοκρασίας

	Out		IP13%		IP34%	
Μήνας	Mean	Stdv (±)	Mean	Stdv (±)	Mean	Stdv (±)
Ιούλιος	27,33	6,42	27,48	6,58	27,25	6,36
Αύγουστος	26,43	6,72	26,54	6,96	26,36	6,81
Σεπτέμβριος	21,42	6,08	21,59	6,17	21,35	5,97
Οκτώβριος	15,85	5,68	15,93	5,84	15,71	5,58

Πίνακας 4: μέσοι μηνιαίοι όροι του ελλείμματος κορεσμού του αέρα

	Out		IP13%		IP34%	
Μήνας	Mean	Stdv (±)	Mean	Stdv (±)	Mean	Stdv (±)
Ιούλιος	1,79	1,72	1,81	1,79	1,75	1,63
Αύγουστος	1,52	1,52	1,46	1,73	1,45	1,60
Σεπτέμβριος	0,71	1,12	0,65	1,06	0,63	0,95
Οκτώβριος	0,29	0,80	0,26	0,64	0,26	0,57

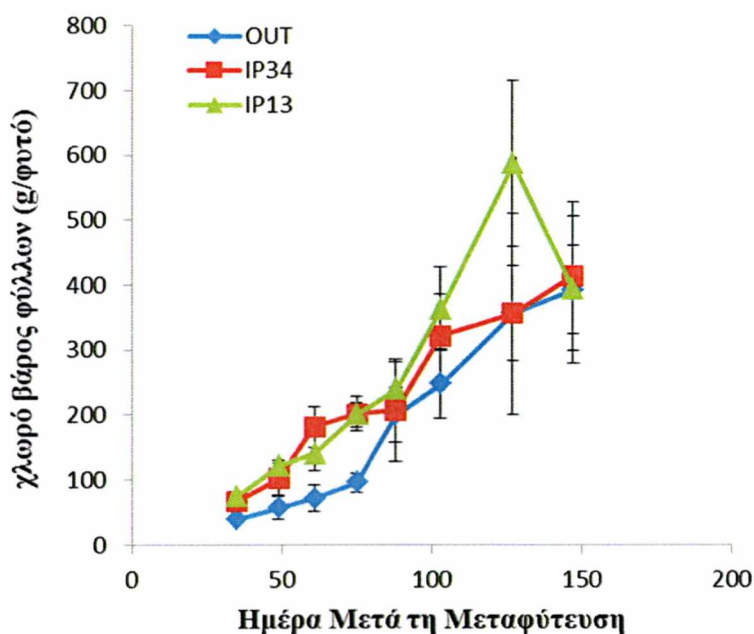
Πίνακας 5: περατότητα ηλιακής ακτινοβολίας

	IP13%	IP34%
Ιούλιος	74%	61%
Αύγουστος	73%	59%
Σεπτέμβριος	72%	61%
Οκτώβριος	73%	60%

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι τα ποσοστά της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας μειώνονται στα διχτυοκήπια έναντι της υπαίθριας με την IP34% να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη μείωση. Επιπλέον, φαίνεται μια μικρή μείωση των ποσοστών από τους καλοκαιρινούς στους φθινοπωρινούς μήνες.

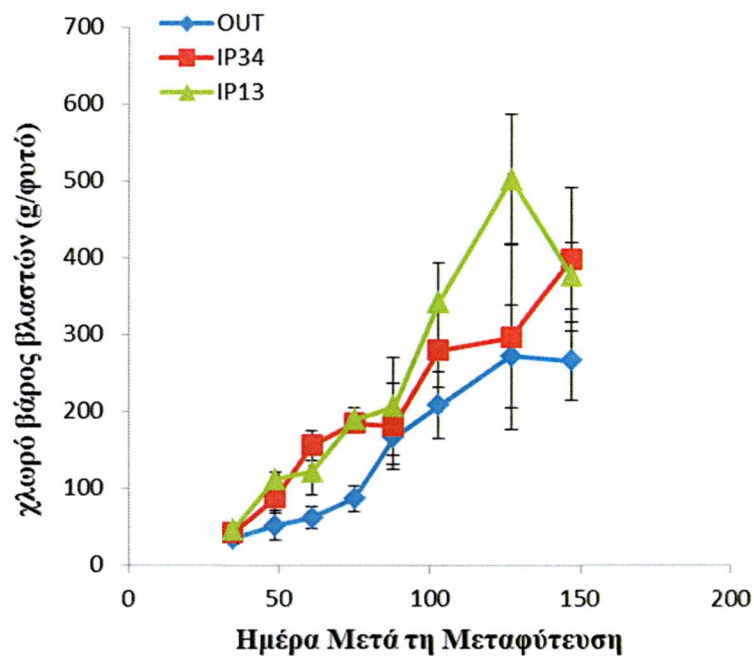
4.2. Αγρονομικές μετρήσεις

Σύμφωνα με το σχήμα 1, βλέπουμε ότι δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34. Όμως διαφέρουν στατιστικά σημαντικά αυτές με το μάρτυρα. Φαίνεται επιπλέον ότι 50 μέρες μετά η μεταφύτευση οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34 έχουν μεγαλύτερο χλωρό βάρος φύλλων από ότι έχει ο μάρτυρας. Αντίστοιχα μια ακόμη μικρή αύξηση εμφανίζεται στις 100 μέρες μετά τη μεταφύτευση και για τις τρεις μεταχειρίσεις.



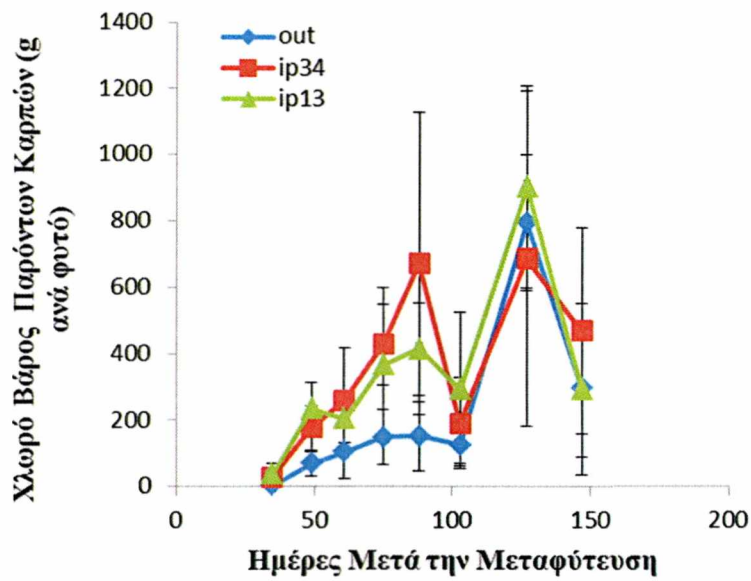
Σχήμα 1: εξέλιξη του χλωρού βάρους των φύλλων στις 3 μεταχειρίσεις

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, οι μεταχειρίσεις IP34 και IP13 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, όμως διαφέρουν σε σχέση με την out (μάρτυρα). Μια ακόμη παρατήρηση είναι ότι 50 μέρες μετά τη μεταφύτευση οι μεταχειρίσεις IP34 και IP13 έχουν μεγαλύτερο χλωρό βάρος βλαστών σε σχέση με το μάρτυρα. Παρόλα αυτά από το σχήμα 2 είναι ξεκάθαρο ότι και ο μάρτυρας 100 μέρες μετά τη μεταφύτευση εμφανίζει μια αύξηση, όμως δεν ξεπερνά τις τιμές των άλλων δυο μεταχειρίσεων με μεγαλύτερες να είναι οι τιμές της μεταχείρισης IP13.



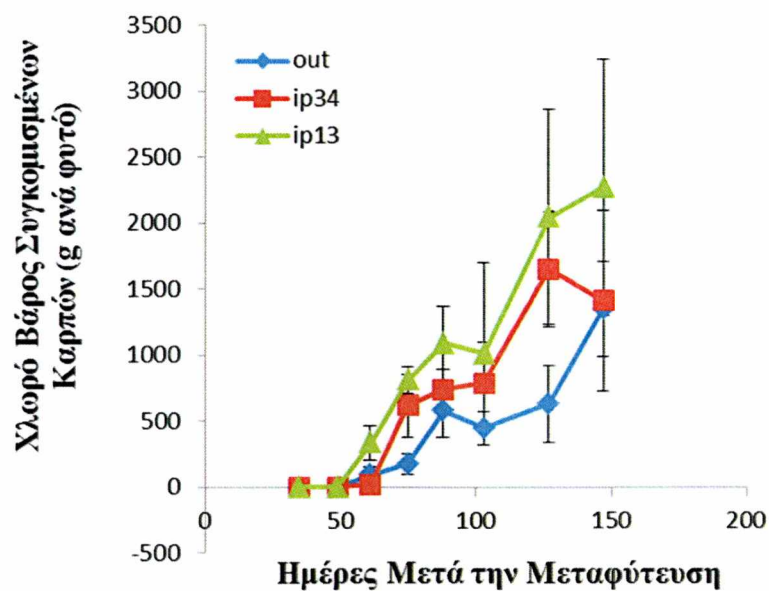
Σχήμα 1: εξέλιξη του χλωρού βάρους των βλαστών στις 3 μεταχειρίσεις

Από τη στατιστική ανάλυση συμπεραίνουμε ότι οι 3 μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Από το σχήμα 3 φαίνεται ότι 80 μέρες μετά τη μεταφύτευση ότι την 90^η ημέρα μετά την μεταφύτευση η μεταχείριση IP34 εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξηση στις τιμές του χλωρού βάρους των παρόντων καρπών.



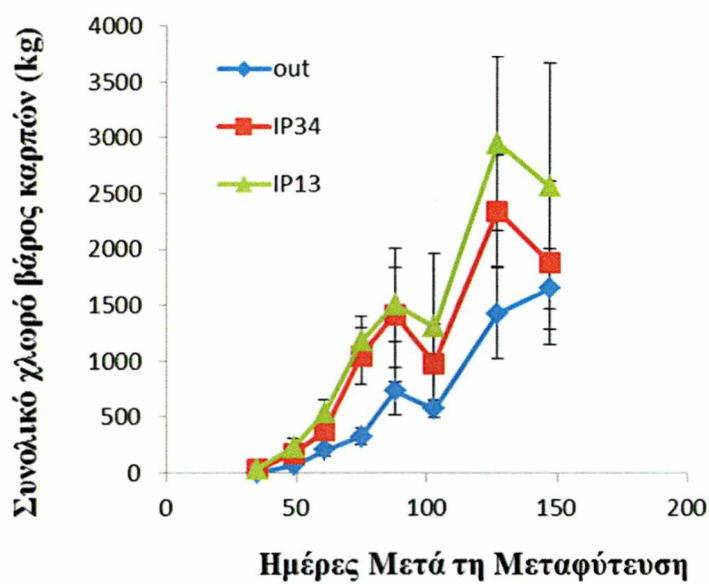
Σχήμα 2: πορεία του χλωρού βάρους των παρόντων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις

Από τη στατιστική ανάλυση συμπεραίνουμε πως στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει ανάμεσα στις μεταχειρίσεις out και IP13. Επιπλέον, η μεταχείριση IP34 δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις άλλες 2. Από το σχήμα 4 είναι αντιληπτό ότι όλες οι μεταχειρίσεις παρουσιάζουν μια απότομη αύξηση 100 μέρες μετά τη μεταφύτευση. Όμως τη μεγαλύτερη τιμή για το χλωρό βάρος συγκομισμένων καρπών εμφανίζει η μεταχείριση IP13.



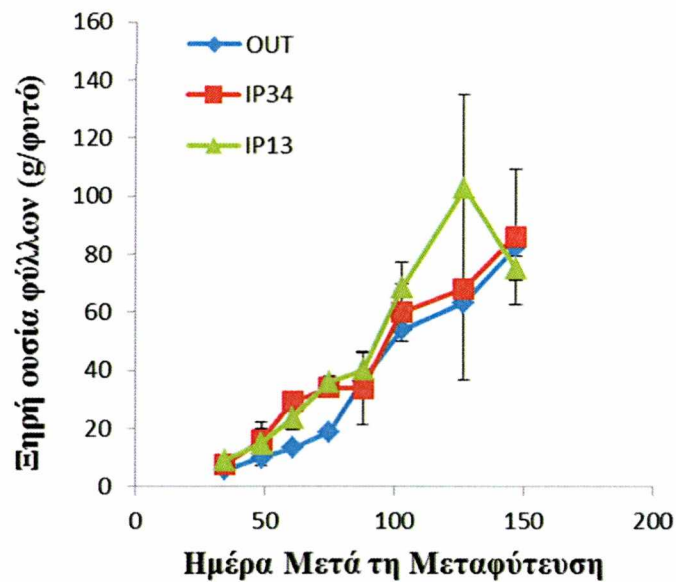
Σχήμα 3: πορεία του συνολικού χλωρού βάρους και στις 3 μεταχειρίσεις

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι ο μάρτυρας διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις IP34 και IP13. Αυτό άλλωστε φαίνεται και στο σχήμα 5. Οι τιμές των μεταχειρίσεων IP13 και IP34 φαίνεται να συγκλίνουν 50-100 μέρες μετά τη μεταφύτευση, σε αντίθεση με το μάρτυρα που έχει χαμηλότερες τιμές συνολικού χλωρού βάρους καρπών την αντίστοιχη περίοδο.



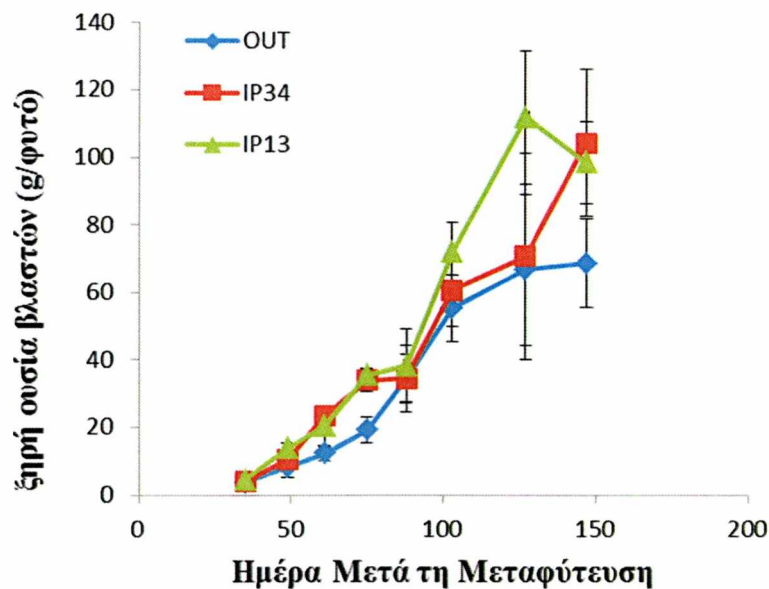
Σχήμα 4: πορεία του συνολικού χλωρού βάρους καρπών στις 3 μεταχειρίσεις

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση στατιστικά σημαντικά διαφέρουν οι μεταχειρίσεις IP13 και ο μάρτυρας. Καμία από τις δύο προηγούμενες μεταχειρίσεις δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με την μεταχείριση IP34. Από το σχήμα 6 είναι φανερή η αύξηση των τιμών της ξηρής ουσίας των φύλλων και στις 3 μεταχειρίσεις τόσο μετά από 50 μέρες μετά τη μεταφύτευση, όσο και μετά από 100 μέρες μετά τη μεταφύτευση.



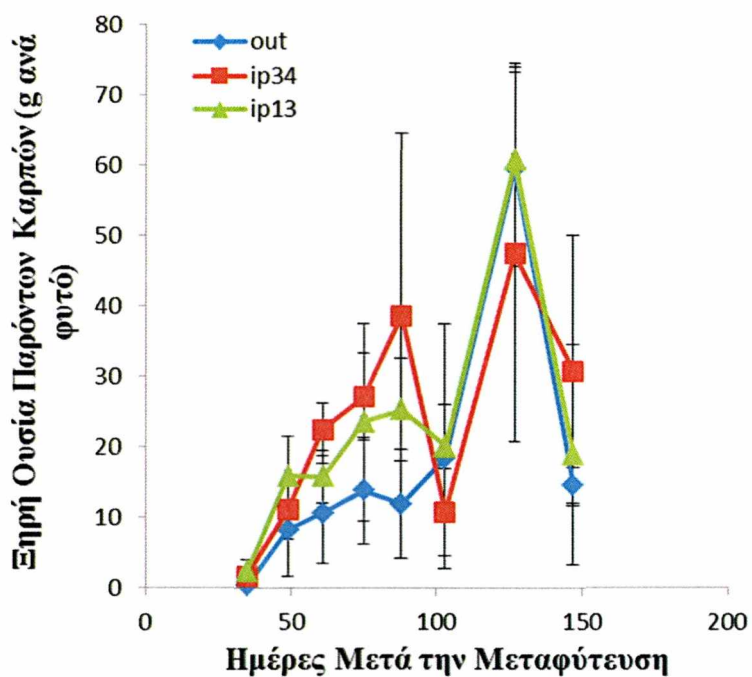
Σχήμα 5: πορεία της ξηρής ουσίας των φύλλων στις 3 μεταχειρίσεις

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όμως και οι δύο αυτές μεταχειρίσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τον μάρτυρα (out). Σύμφωνα με το σχήμα 7 φαίνεται ότι 50 μέρες μετά τη μεταφύτευση οι μεταχειρίσεις IP34 και IP13 έχουν μεγαλύτερο χλωρό βάρος βλαστών σε σχέση με το μάρτυρα. Παρόλα αυτά από το σχήμα 7 είναι ξεκάθαρο ότι και ο μάρτυρας 100 μέρες μετά τη μεταφύτευση εμφανίζει μια αύξηση, όμως δεν ξεπερνά τις τιμές των άλλων δυο μεταχειρίσεων με μεγαλύτερες να είναι οι τιμές της μεταχείρισης IP13.



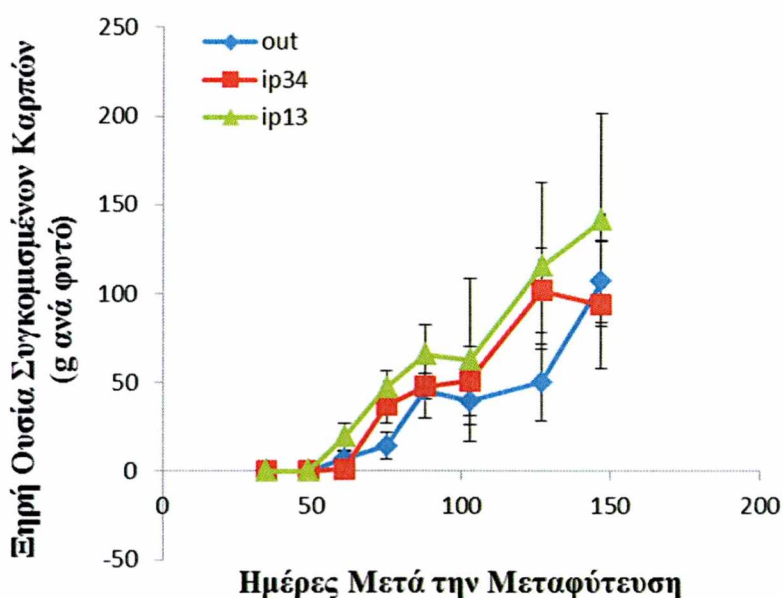
Σχήμα 6: πορεία της συνολικής ξηρής ουσίας των βλαστών στις 3 μεταχειρίσεις

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Από το σχήμα 8 είναι ξεκάθαρο ότι υπάρχει μια αύξηση από τις 50-90 μέρες μετά τη μεταφύτευση και από τις 100-130 περίπου μέρες μετά τη μεταφύτευση υπάρχει μια ραγδαία αύξηση και στις 3 μεταχειρίσεις.



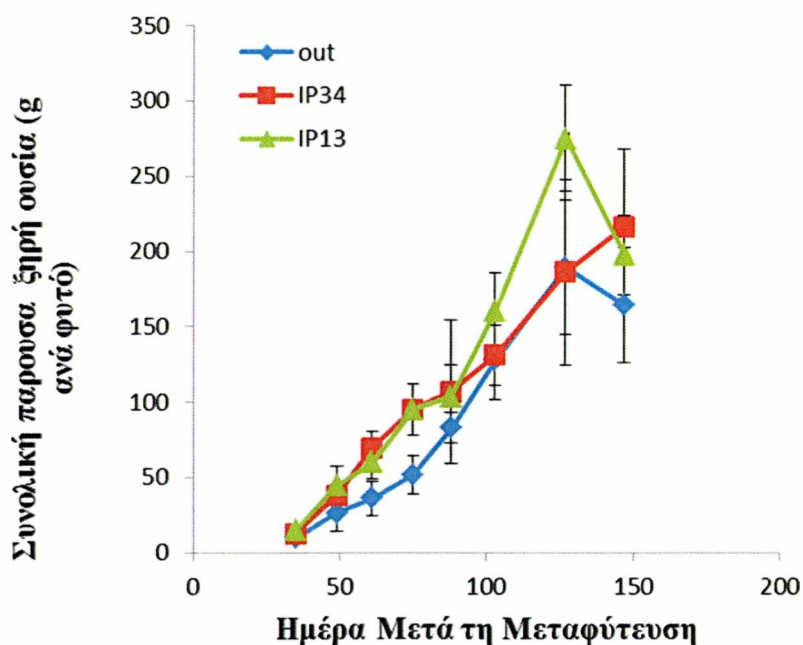
Σχήμα 7: πορεία της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Σύμφωνα με το σχήμα 9 υπάρχει μια αύξηση και στις τρεις μεταχειρίσεις από τις 60 μέρες μετά τη μεταφύτευση έως τις 90 και ακόμη μία εντονότερη αύξηση από τις 100 μέρες μετά τη μεταφύτευση έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.



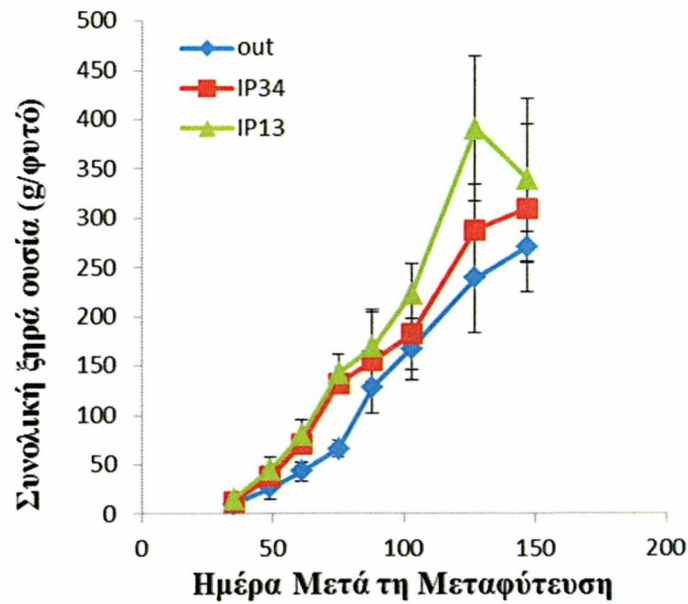
Σχήμα 8: εξέλιξη της ξηρής ουσίας συγκομισμένων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση προκύπτει πως οι μεταχειρίσεις out και IP13 διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, ενώ καμία από τις δύο προηγούμενες δεν διαφέρει με τη μεταχείριση IP34. Από το σχήμα 11 φαίνεται πως σε όλες τις μεταχειρίσεις υπάρχει μια μεγάλη αύξηση των τιμών 50 μέρες μετά τη μεταφύτευση. Τις υψηλότερες τιμές της έχει η μεταχείριση IP13 και ακολουθεί αμέσως μετά η μεταχείριση IP34.



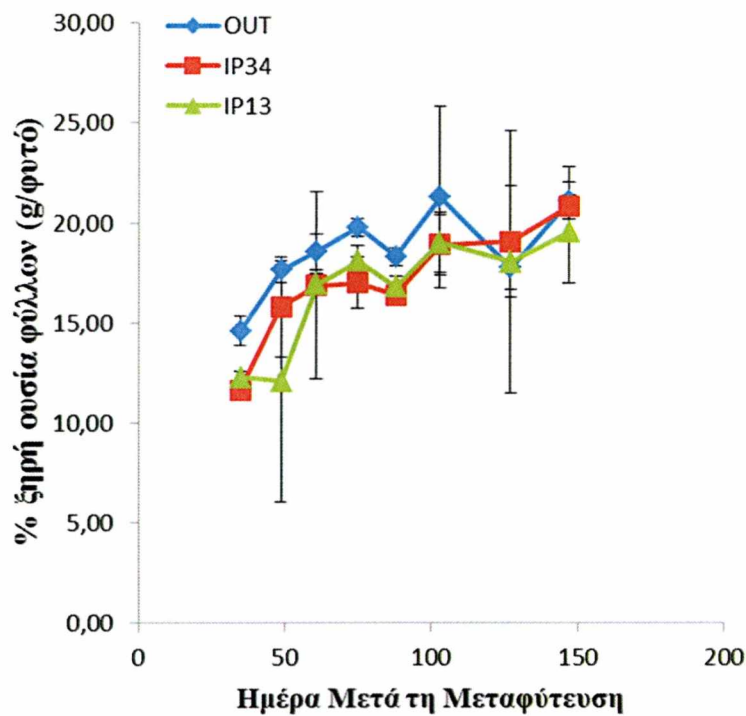
Σχήμα 10: εξέλιξη της συνολικής παρουσίας ξηρής ουσίας στις 3 μεταχειρίσεις

Απ' τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι οι μεταχειρίσεις δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Από το σχήμα 12 φαίνεται πως 50 μέρες μετά τη μεταφύτευση οι τιμές της συνολικής ξηρής ουσίας των τριών μεταχειρίσεων αυξάνονται ραγδαία έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Οι τιμές της μεταχείρισης IP13 είναι οι υψηλότερες και έπειτα ακολουθούν οι τιμές της μεταχείρισης IP34.



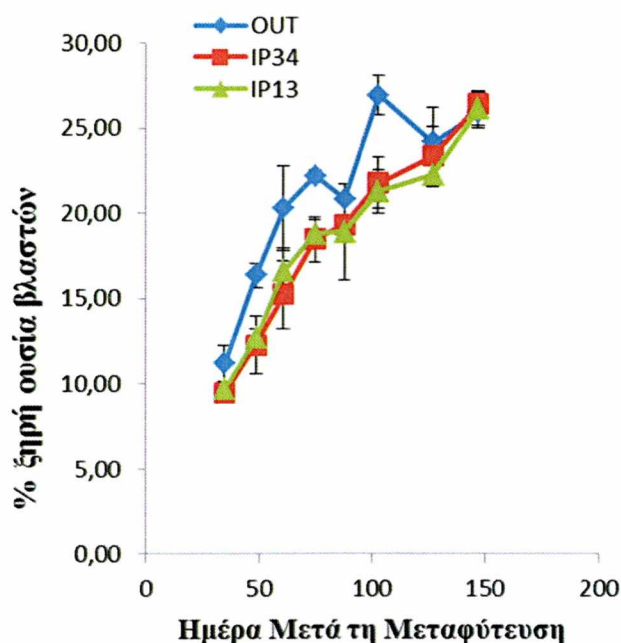
Σχήμα 11: εξέλιξη της συνολικής ξηρής ουσίας στις 3 μεταχειρίσεις

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Παρ' όλα αυτά και οι δύο διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το μάρτυρα (out). Από το σχήμα 13 φαίνεται πως οι τιμές του ποσοστού της ξηρής ουσίας των φύλλων είναι υψηλότερες στο μάρτυρα, έπειτα ακολουθούν οι τιμές των άλλων δύο μεταχειρίσεων, οι οποίες κυμαίνονται στο ίδιο επίπεδο.



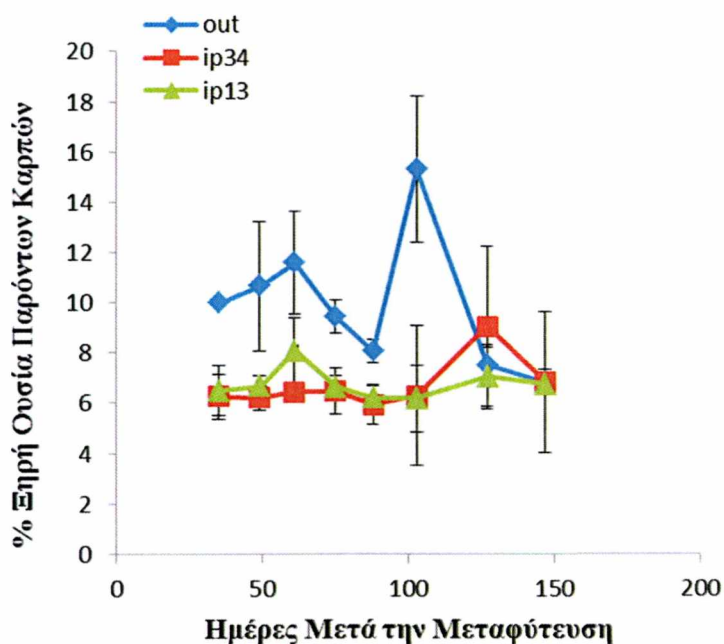
Σχήμα 12: ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας των φύλλων όλων των μεταχειρίσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Παρ' όλα αυτά και οι δύο διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το μάρτυρα (out). Από το σχήμα 14 φαίνεται πως οι τιμές του ποσοστού της ξηρής ουσίας των βλαστών είναι υψηλότερες στο μάρτυρα, έπειτα ακολουθούν οι τιμές των άλλων δύο μεταχειρίσεων, οι οποίες κυμαίνονται στο ίδιο επίπεδο. Επιπλέον, είναι φανερό πως 30 μέρες μετά τη μεταφύτευση υπάρχει μια ραγδαία αύξηση των τιμών και στις 3 μεταχειρίσεις έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.



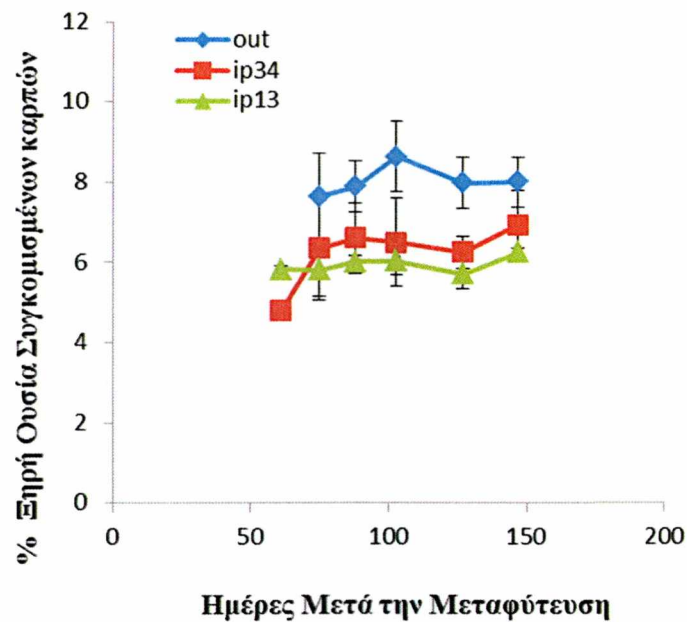
Σχήμα 13: ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας των βλαστών όλων των μεταχειρίσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Παρ' όλα αυτά και οι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το μάρτυρα (out). Από το σχήμα 15 φαίνεται πως οι τιμές του ποσοστού της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών είναι υψηλότερες στο μάρτυρα, έπειτα ακολουθούν οι τιμές των άλλων δύο μεταχειρίσεων, οι οποίες κυμαίνονται στο ίδιο επίπεδο. Αυτό συμβαίνει γιατί οι καρποί στη μεταχείριση out είναι περισσότερο αφυδατωμένοι σε σχέση με τους καρπούς των δικτυοκηπίων.



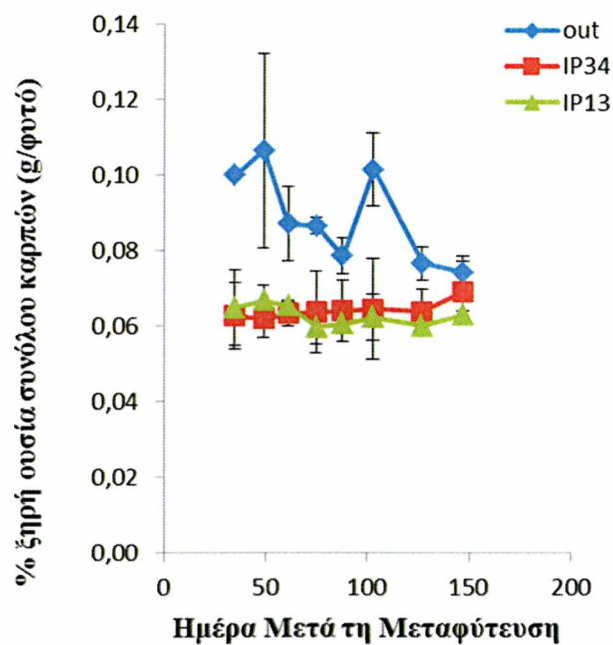
Σχήμα 14: ποσοστό (%) της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών όλων των μεταχειρίσεων

Απ' τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι οι μεταχειρίσεις δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Από το σχήμα 16 φαίνεται πως οι τιμές του μάρτυρα είναι πολύ υψηλότερες σε σχέση με τις τιμές των άλλων δυο μεταχειρίσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί οι καρποί των φυτών του μάρτυρα έχουν χάσει κάποιο ποσό υγρασίας, διότι τα φυτά του μάρτυρα αναπτύσσονται στον ανοιχτό αγρό. Οι τιμές των άλλων δύο μεταχειρίσεων κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα.



Σχήμα 15: ποσοστό της ξηρής ουσίας των συγκομισμένων καρπών όλων των μεταχειρίσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Παρ' όλα αυτά και οι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το μάρτυρα (out). Από το σχήμα 17 φαίνεται πως οι τιμές του μάρτυρα είναι πολύ υψηλότερες σε σχέση με τις τιμές των άλλων δυο μεταχειρίσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί οι καρποί των φυτών του μάρτυρα έχουν χάσει κάποιο ποσό υγρασίας, διότι τα φυτά του μάρτυρα αναπτύσσονται στον ανοιχτό αγρό. Οι τιμές των άλλων δύο μεταχειρίσεων κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα.

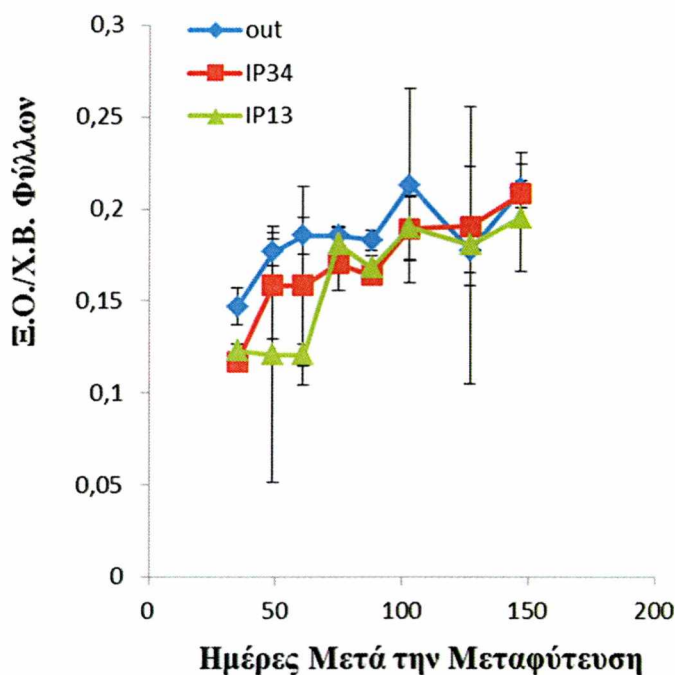


Σχήμα 16: ποσοστό της συνολικής ξηρής των καρπών όλων των μεταχειρίσεων

4.3. Λόγοι-Ξηρή Ουσία προς Χλωρό Βάρος

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, οι μεταχειρίσεις που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους είναι η IP13 και ο μάρτυρας. Αυτές δεν διαφέρουν με την μεταχείριση IP34. Οι τιμές του μάρτυρα είναι οι υψηλότερες, έπειτα ακολουθούν οι τιμές της μεταχείρισης IP34, οι οποίες και συμπίπτουν με τις

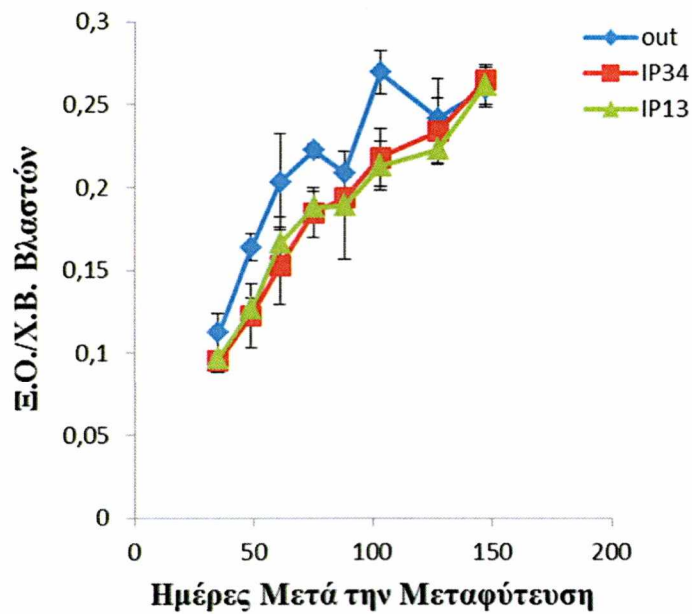
τιμές του IP13 60 μέρες μετά τη μεταφύτευση έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό συμβαίνει γιατί τα φύλλα των φυτών του μάρτυρα έχουν χάσει κάποιο ποσό υγρασίας, σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, πράγμα που συμβαίνει διότι τα φυτά του μάρτυρα αναπτύσσονται στον ανοιχτό αγρό.



Σχήμα 17: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των φύλλων στις μεταχειρίσεις

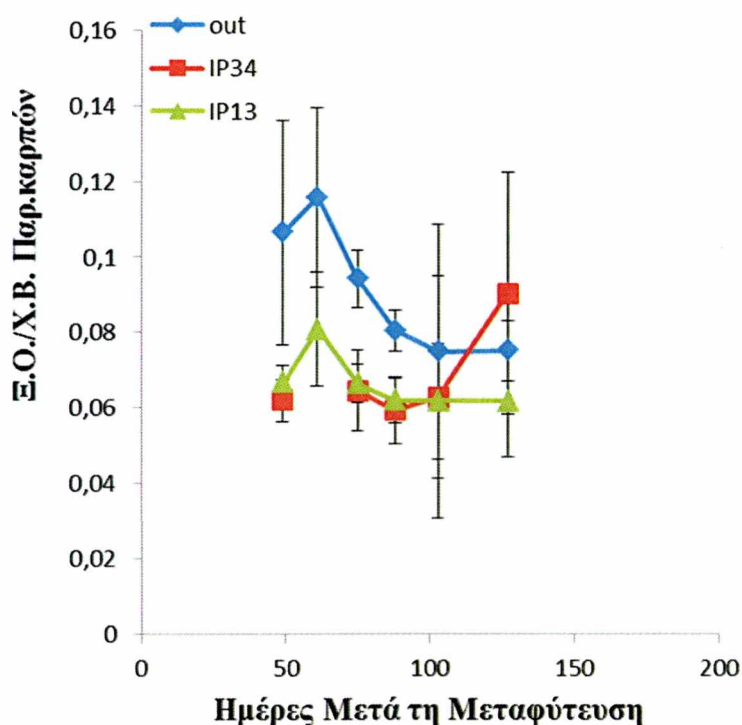
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα οποία προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση οι μεταχειρίσεις IP34 και IP13 δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν με τον μάρτυρα. Οι τιμές του μάρτυρα είναι οι υψηλότερες, έπειτα ακολουθούν οι τιμές της μεταχείρισης IP13, οι οποίες και συμπίπτουν με τις τιμές του IP34 έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό συμβαίνει γιατί οι βλαστοί των φυτών του μάρτυρα έχουν χάσει κάποιο ποσό υγρασίας, σε σχέση με τις άλλες δύο

μεταχειρίσεις, πράγμα που συμβαίνει διότι τα φυτά του μάρτυρα αναπτύσσονται στον ανοιχτό αγρό. Υπάρχει ραγδαία αύξηση του λόγου ξηρού προς χλωρό βάρος βλαστών από τις 40 μέρες μετά τη μεταφύτευση έως και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου σύμφωνα με το σχήμα 19.



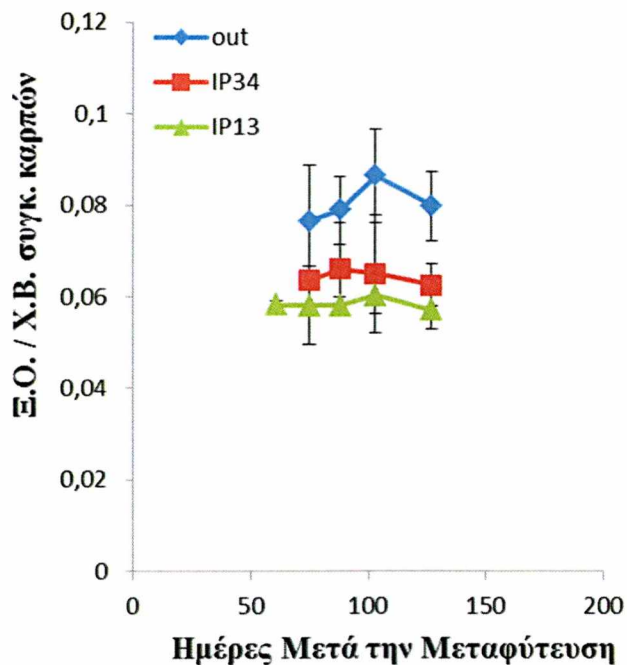
Σχήμα 18: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των βλαστών στις 3 μεταχειρίσεις

Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως στατιστικά δεν διαφέρουν μεταξύ τους οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34, όμως αυτές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τον μάρτυρα. Οι τιμές του μάρτυρα είναι οι υψηλότερες, έπειτα ακολουθούν οι τιμές της μεταχείρισης IP13, οι οποίες και συμπίπτουν με τις τιμές του IP34 έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό συμβαίνει γιατί οι παρόντες καρποί των φυτών του μάρτυρα έχουν χάσει κάποιο ποσό υγρασίας, σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, πράγμα που συμβαίνει διότι τα φυτά του μάρτυρα αναπτύσσονται στον ανοιχτό αγρό.



Σχήμα 19: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των παρόντων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις

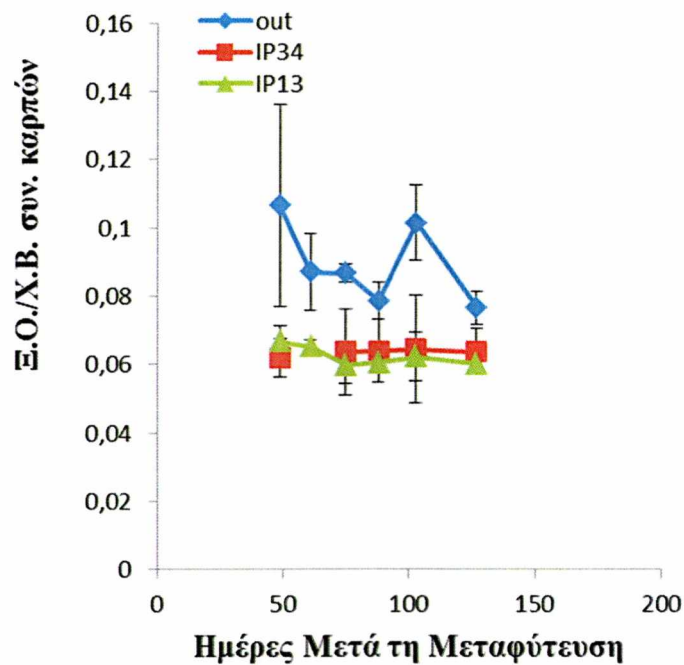
Από την στατιστική ανάλυση φαίνεται πως στατιστικά δεν διαφέρουν μεταξύ τους οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34, αλλά αυτές διαφέρουν με τον μάρτυρα. Οι τιμές του μάρτυρα είναι οι υψηλότερες, έπειτα ακολουθούν οι τιμές της μεταχείρισης IP34 και τέλος οι τιμές του IP13. Αυτό συμβαίνει γιατί οι συγκομισμένοι καρποί των φυτών του μάρτυρα έχουν χάσει κάποιο ποσό υγρασίας, σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, πράγμα που συμβαίνει διότι τα φυτά του μάρτυρα αναπτύσσονται στον ανοιχτό αγρό.



Σχήμα 20: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των συγκομισμένων καρπών στις 3 μεταχειρίσεις

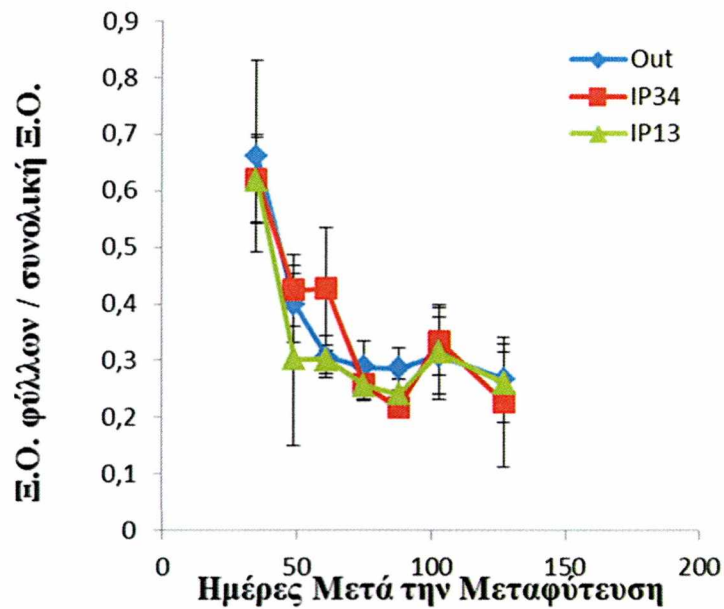
Από την στατιστική ανάλυση, αλλά και από το παρακάτω διάγραμμα φαίνεται πως στατιστικά δεν διαφέρουν μεταξύ τους οι μεταχειρίσεις IP13 και IP34, αλλά αυτές

διαφέρουν με τον μάρτυρα. Οι τιμές του μάρτυρα είναι οι υψηλότερες, έπειτα ακολουθούν οι τιμές της μεταχείρισης IP13, οι οποίες και συμπίπτουν με τις τιμές του IP34 έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό συμβαίνει γιατί οι συνολικοί καρποί των φυτών του μάρτυρα έχουν χάσει κάποιο ποσό υγρασίας, σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, πράγμα που συμβαίνει διότι τα φυτά του μάρτυρα αναπτύσσονται στον ανοιχτό αγρό.



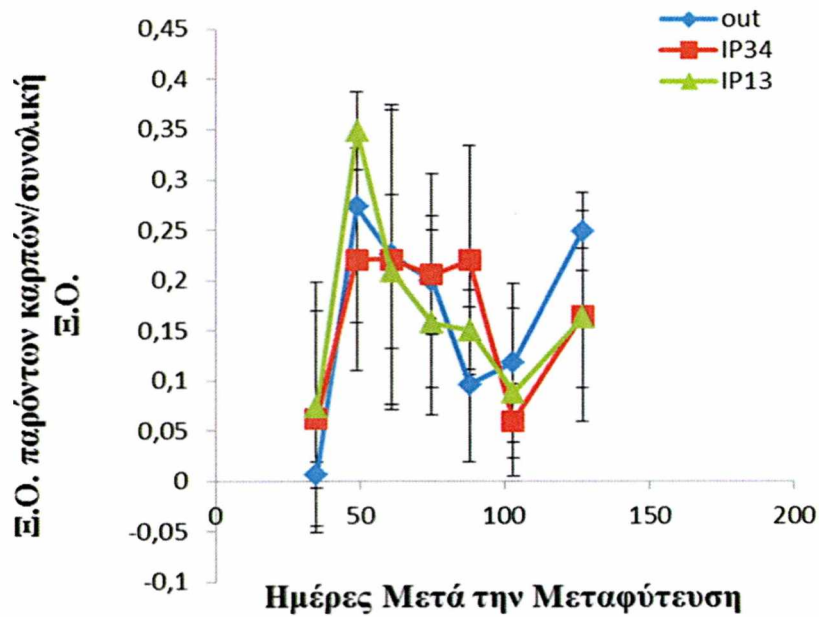
Σχήμα 21: εξέλιξη του λόγου (ξηρή ουσία προς χλωρό βάρος) των συνολικών καρπών στις 3 μεταχειρίσεις

Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως ο λόγος της ξηρής ουσίας των φύλλων προς τη συνολική ξηρή ουσία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά και στις 3 μεταχειρίσεις. Από το σχήμα φαίνεται πως 30 μέρες μετά την μεταφύτευση υπήρξε μια ραγδαία πτώση στις τιμές και στις 3 μεταχειρίσεις και 50 μέρες μετά τη μεταφύτευση έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου οι τιμές σταθεροποιήθηκαν σ' όλες τις μεταχειρίσεις.



Σχήμα 22: εξέλιξη του λόγου της ξηρής ουσίας των φύλλων προς τη συνολική ξηρή ουσία.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως ο λόγος της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών προς τη συνολική ξηρή ουσία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά και στις 3 μεταχειρίσεις. Από το σχήμα φαίνεται πως 40 μέρες μετά την μεταφύτευση και στις 3 μεταχειρίσεις και υπήρξε μια ραγδαία αύξηση των τιμών και από τις 50 μέρες μετά τη μεταφύτευση οι τιμές άρχισαν να σταθεροποιούνται και στις 3 μεταχειρίσεις.



Σχήμα 23: εξέλιξη της ξηρής ουσίας των παρόντων καρπών προς τη συνολική ξηρή ουσία

Κεφάλαιο 5^ο Συζήτηση

5.1.Καταστροφικές μετρήσεις

Μελετήθηκε το χλωρό βάρος των φύλλων των φυτών και βρέθηκε ότι ο μέσος όρος των φυτών που αναπτύσσονται υπό σκίαση βρέθηκε να είναι υψηλότερος από τα φυτά του μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, στο διχτυοκήπιο IP34% το χλωρό βάρος των φύλλων ήταν κοντά με την τιμή του διχτυοκηπίου IP13%. Βρέθηκε επιπλέον ότι ο μέσος όρος της ξηρής ουσίας φύλλων του διχτυοκηπίου IP13% ήταν ο υψηλότερος, μετά ακολούθησε το διχτυοκήπιο IP34 και πολύ πιο χαμηλό μέσο όρο ξηρής ουσίας φύλλων.

Διαπιστώθηκε ότι τόσο το χλωρό βάρος όσο και το ξηρό βάρος των βλαστών και των φύλλων ήταν υψηλότερα σε όλες τις μεταχειρίσεις έναντι του μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, στο IP13% παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη αύξηση, ακολούθησε το IP34%. Η διαφοροποίηση αυτή μεταξύ των μεταχειρίσεων έγινε έντονη από τη 95η μέρα μετά τη μεταφύτευση και μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Αντίθετα, τόσο το χλωρό βάρος όσο και το ξηρό βάρος των παρόντων καρπών στο διχτυοκήπιο IP34% εμφάνισε τους μεγαλύτερους μέσους όρους, αμέσως μετά και περίπου στα ίδια επίπεδα ακολούθησαν οι μέσοι όροι του διχτυοκήπιο IP13% και τέλος οι μέσοι όροι του μάρτυρα. Η μειωμένη εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών κάτω από σκίαση και γι' αυτό τόσο το χλωρό όσο και το ξηρό βάρος των βλαστών και των φύλλων αυξήθηκε για όλες τις μεταχειρίσεις.

Το ποσοστό της ξηράς ουσίας των βλαστών μειώθηκε στο IP13% ενώ παρέμεινε το ίδιο για το IP34%. Το ποσοστό της ξηράς ουσίας των φύλλων αυξήθηκε για όλες τις μεταχειρίσεις υπό σκίαση έναντι του μάρτυρα. Το ποσοστό της ξηρής ουσίας των φύλλων προς τη συνολική ξηρή ουσία στο μάρτυρα βρέθηκε να είναι 36%, στο IP34 35,8% και στο IP13% 32,8%. Το ποσοστό της ξηράς ουσίας των παρόντων καρπών για το IP13% και τον μάρτυρα προς τη συνολική ξηρή ουσία ήταν 17% και για το IP34% ήταν 16%. Το ποσοστό όμως αυτό μειώθηκε και για το IP34% αντίστοιχα. Η

μείωση αυτή του ποσοστού της συνολικής ξηράς ουσίας που κατανεμήθηκε στους καρπούς βρίσκει σύμφωνους στη βιβλιογραφία τους Smith et al. (1984) όπου κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε φυτά τομάτας και αγγουριάς υπό σκίαση 15% και 40% καθώς και τους Bakker et al. (1995) σε καλλιέργεια γλυκιάς πιπεριάς. Τα αποτελέσματα των καταστροφικών μετρήσεων δείχνουν την καλύτερη φυσιολογική λειτουργία των φυτών υπό σκίαση σε συνδυασμό με τη χαμηλότερης εντάσεως εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία και την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας προέκυψε ότι ο λόγος (ξηρής ουσίας προς χλωρού βάρους) φύλλων του μάρτυρα βρέθηκε να εμφανίζει μεγαλύτερο μέσο όρο καθόλη τη διάρκεια του πειράματος σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, οι οποίες και ακολουθούν με χαμηλότερους μέσους όρους. Αυτό συμβαίνει διότι τα φυτά του μάρτυρα βρίσκονται στον ανοιχτό αγρό και έτσι δεν μπορούν να κρατήσουν πολύ υγρασία και ένα μέρος της χάνεται. Αυτό σημαίνει πως είναι αφυδατωμένα σε σχέση με τα φυτά που βρίσκονται εντός των διχτυοκηπίων. Το ίδιο συμβαίνει και με τους μέσους όρους των λόγων (ξηρής ουσίας προς χλωρό βάρος) βλαστών, παρόντων καρπών, συγκομισμένων καρπών και συνολικών καρπών.

Η σκίαση ευνόησε την παραγωγή ξηράς ουσίας, κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο, καθώς τα φυτά που αναπτύσσονταν υπό σκίαση βρίσκονταν σε καλύτερη φυσιολογική κατάσταση από τα φυτά που αναπτύσσονταν χωρίς σκίαση. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και οι Sorrentino et al., (1996) σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Ιταλία σε σκιαζόμενα και μη φυτά λιλίουμ κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα καθώς επίσης και οι Raveh et al. (2003) σε έρευνα σε νεαρά δέντρα *Murcott tangor*.

5.2. Παραγωγή καρπών

Τα φυτά των μεταχειρίσεων με σκίαση παρουσίασαν υψηλότερη συνολική παραγωγή από τα ασκίαστα φυτά στο τέλος της περιόδου συγκομιδής. Στο διχτυοκήπιο IP13% η συνολική συγκομισθείσα παραγωγή ήταν 5,65 kg/m² έναντι του μάρτυρα με συνολική παραγωγή 2,89 kg/m². Επιπροσθέτως, στο διχτυοκήπιο IP34% η συνολική παραγωγή ήταν 3,53kg /m². Πιο συγκεκριμένα, σε σχέση με τον ανοιχτό αγρό, η συνολική συγκομισθείσα παραγωγή ήταν 95% μεγαλύτερη στο IP13% και 22% μεγαλύτερη στο IP34%. Σε παρόμοια συμπεράσματα οδηγήθηκαν οι Rigakis et al., (2005) όπου στο τέλος της περιόδου συγκομιδής τα φυτά των μεταχειρίσεων με δίχτυ σκίασης είχαν μεγαλύτερο βάρος συνολικής συγκομισθείσας παραγωγής 11,38 έως 12,69 kg/m² σε σχέση με το μάρτυρα 8,62 kg/m². Παράλληλα υπάρχουν και άλλες έρευνες που στηρίζουν την παραπάνω θέση, διότι μέσα από τις μελέτες τους κατέληξαν ότι όταν τα φυτά αναπτύσσονται υπό σκίαση, υπάρχει εμφανής αύξηση της παραγωγής (Abdel-Mawgoud et al., 1996, Kittas et al., 2009). Παρόλα αυτά υπάρχουν και κάποιες μελέτες, οι οποίες είναι αντίθετες με τις προηγούμενες και υποστηρίζουν ότι οποιοδήποτε ποσοστό σκίασης μειώνει την παραγωγικότητα (Stanhill and Cohen, 2001).

5.2.1. Φυσικά χαρακτηριστικά καρπών

Εκτός των άλλων η σκίαση επέδρασε θετικά και στο μέγεθος των καρπών, συνεπώς και στο βάρος τους. Οι μικροκλιματικοί παράγοντες στο εσωτερικό των διχτυοκηπίων είναι αυτοί που επιδρούν στην αύξηση του μεγέθους του καρπού, καθώς επηρεάζουν τον φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Παρατηρείται ότι η σκίαση επέδρασε θετικά στο μέγεθος των καρπών συνεπώς και στο βάρος τους αυξανόμενης της σκίασης συγκριτικά με τα ασκίαστα φυτά. Στο παρόν πείραμα βρέθηκε ότι ο μέσος όρος του χλωρού βάρους των καρπών στη μεταχείριση IP13 ήταν ο μεγαλύτερος, μετά ακολούθησε ο μέσος όρος της μεταχείρισης IP34 και τέλος του μάρτυρα. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι El-Gizawy και Mohamed (1992) κάτω από σκίαση 35% σε φυτά τομάτας.

Κεφάλαιο 6^ο Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση δύο διχτυών εντομοστεγανότητας στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγή σε υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς.

Τα συμπεράσματα, τα οποία προκύπτουν από αυτήν είναι τα εξής:

1. Τα δίχτυα προσέφεραν προστασία της καλλιέργειας από τις υπερβολικά υψηλές τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας, προσφέροντας έτσι καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών. Η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία στο διχτυοκήπιο με σκίαση 34% ήταν η λιγότερη, και τέλος ακολούθησε το διχτυοκήπιο με σκίαση 13%.
2. Η σκίαση είχε θετική επίδραση στο μέγεθος και στο χλωρό βάρος των καρπών.
3. Η σκίαση είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής ξηράς ουσίας σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στη μεταχείριση με σκίαση 13% διαπιστώθηκε μεγάλη αύξηση της συνολικής ξηράς ουσίας συγκριτικά με τον μάρτυρα.
4. Το ποσοστό της ξηρής ουσίας των φύλλων προς τη συνολική ξηρή ουσία στο μάρτυρα βρέθηκε να είναι 36%, στο IP34 35,8% και στο IP13% 32,8%. Το ποσοστό της ξηράς ουσίας των παρόντων καρπών για το IP13% και τον μάρτυρα προς τη συνολική ξηρή ουσία ήταν 17% και για το IP34% ήταν 16%. Το ποσοστό όμως αυτό μειώθηκε και για το IP34% αντίστοιχα.
5. Στο διχτυοκήπιο IP13% η συνολική συγκομισθείσα παραγωγή ήταν 5,65 kg/m² έναντι του μάρτυρα με συνολική παραγωγή 2,89 kg/m². Επιπροσθέτως, στο διχτυοκήπιο IP34% η συνολική παραγωγή ήταν 3,53kg /m². Πιο συγκεκριμένα, σε σχέση με τον ανοιχτό αγρό, η συνολική συγκομισθείσα παραγωγή ήταν 95% μεγαλύτερη στο IP13% και 22% μεγαλύτερη στο IP34%.
6. Το χλωρό και το ξηρό βάρος των βλαστών και των φύλλων αυξήθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η μεγαλύτερη αύξηση παρουσιάστηκε στο διχτυοκήπιο με σκίαση 13% και ακολούθησε το διχτυοκήπιο με σκίαση 34%.

Κεφάλαιο 7^ο Βιβλιογραφία

- Abdel-Mawgoud, A.M.R., EI-Abd, S.O., Singer, S.M., Abou-Hadid, A.F., Hsiao, T.C., 1996. Effect of shade on the growth and yield of tomato plants. *Acta Horticulturae* 434.
- Bakker J.C., Bot G.P.A., Chala H, and Van de Braak N.J., 1995. Greenhouse climate control. *Wagenigen Pers. Wagenigen*.
- Barder and Anderson, B., 1992. Too much of a good thing: light can be bad for photosynthesis. *Trends Biochem.Sci.* 17, 61-66.
- Carlos J., Diaz-Perez, 2013 ,Bell Pepper (*Capsicum annum* L.) Crop as Affected by Shade Level: Microenvironment, Plant Growth, Leaf Gas Exchange, and Leaf Mineral Nutrient Concentration, *Horticulturae Science* 48(2):175–182
- Castellano S., Scarascia, G.M. Russo, G., Briassoulis, D., Mistriotis, A., Hemming S., Waaijenberg, D., 2008c. Plastic nets in agriculture: a general review of types and applications. *Applied Engineering in Agriculture* 24, 799-808.
- Cohen, S., Raneh, E., Li, Y., Grava, A., and Goldschmidh, E.E., 2005. Physiological response of leaves, tree growth and fruit yield of grapefruit trees under reflective shading screens. *Scientia Horticulturae.* 107, 15-35.
- Cohen, S., Moreshet, S., 1997. Response of citrus trees to modified radiation regime in semi-arid conditions. *Journal of Experimental Botany* 48, 35–44.
- EI-Gizawy A. M., and Mohamed S.S., 1992. Effects of different shading levels on tomato plants. 2. Yierd and fruit quality. *Acta Horticulturae* 323. 349-354.
- Ferreira C., Bezerra R., Rosa J., 2014, Effects of light intensity modification by reflective aluminized screenhouse on sweet pepper growth and yield, *scientific papers agricultural building and environment*
- Gonzalez-Real, M.M., Baille, A., 2000. Changes in leaf photosynthetic parameters with leaf position and nitrogen content within a rose plant canopy (*Rosa hybrida*) *Plant Cell Environ.* 23, 351-363
- Gonzalez-Real, M.M., Baille, A., 2006. Plant response to greenhouse cooling . *Acta Horticulturae* 719, 427-438.

- Ilic, Z., Milenkovic, L., Durovka, M., and Kapoulas, N., 2011. The effect of colour shade nets on the greenhouse climate and pepper yield. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia. Symposium Proceedings, pp.529-533
- Kittas, C., Rigakis, N., Katsoulas, N., and Bartzanas, T., 2009. Influence of shading screens on microclimate, growth and productivity of tomato. *Acta Horticulturae* 807, 97-102.
- Medina L. C., et al., 2002, Photosynthesis response of citrus growth under reflective aluminized polypropylene shading nets. *Scientia Horticulturae* 96 (2002) 115-125.
- Möller, M., Tanny, J., Cohen, S., Teitel, M., 2003. Micrometeorological characterisation in a screenhouse. *Acta Horticulturae* 614, 445–452.
- Kittas, C., Baille, A., Giaglaras, P., 1999. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research* 73, 341–351.
- Oren-Shamir, M., Gussakovsky, E.E., Shpiegel, E., Nissim-Levi, A., Ratner, K., Ovadia, R., Giller, Y.E., Shahak, Y., 2001. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76, 353–361.
- Raveh, E., Cohen, S., Raz, T., Yakir, D., Grava, A., Goldschmidt, E.E., 2003. Increased growth of young citrus trees under reduced radiation load in a semiarid climate. *Journal of Experimental Botany*. 54 381, 365-373.
- Smith I.E et al., (1984). Shading effects on greenhouse tomatoes and cucumbers. *Acta Horticulturae* 148. 491-500.
- Sorrentino G., et al., 1996. Effect of shading and air temperature on leaf photosynthesis, fluorescence and growth in lily plants. *Scientia Horticulturae* 69 (1997), 259-273.
- Stanhill, G., Cohen, S., 2001. Global dimming : a review of the evidence for a widespread and significant reduction in global radiation with discussion of its probable causes and possible agricultural consequences. *Agricultural and Forest Meteorology* 107, 255–278.

- Tanny, J., Cohen, S., Grava, A., Naor, A., and Lukyanov, V., 2009a. The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. *Acta Horticulturae* 807, 103-108.
- Tanny, J., Cohen, S., Teitel, M., 2003. Screenhouse microclimate and ventilation: an experimental study. *Biosystems Engineering* 84, 331–341.
- Tanny, J., Haijun, L., Cohen, S., 2006. Airflow characteristics, energy balance and eddy covariance measurements in a banana screenhouse. *Agricultural and Forest Meteorology* 139, 105–118.
- Teitel, M., Peiper U.M., Zvieli Y., 1996 Shading screens for frost protection. *Agricultural and Forest Meteorology* 81, 273-286.
- www.fao.org Food and Agriculture Organization (FAO). 2004.
- Αθανασιάδη, Χ. 2008. Μελέτη των εμβολιασμένων φυταρίων στην πιπεριά. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονική Σχολή. Α.Π.Θ.
- Κανδηλά, Α., Βόλος 2012 «Μελέτη ανταλλαγών μάζας καλλιέργειας πιπεριάς σε διχτυοκήπιο» μεταπτυχιακή διατριβή, Π.Θ.
- Μαυρογιαννόπουλος Γ. 2005, Θερμοκήπια, Έκδοση Γ', Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
- Νικολάου Χρ., Βόλος 2012, «Διερεύνηση της παραγωγικότητας και της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού σε καλλιέργεια πιπεριάς σε διχτυοκήπιο», μεταπτυχιακή διατριβή, Π.Θ.
- Περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία. 2005. Αφιέρωμα Μελιτζάνα και Πιπεριά. Τεύχος 9. Εκδόσεις Αγρότυπος. Αθήνα.
- Πετρίδης, Κ. 2010 «Εκτίμηση παραγωγικού δυναμικού και σταθερότητας της συμπεριφοράς εμπορικών ποικιλιών πιπεριάς σε καλλιέργεια θερμοκηπίου» (*Capsicum annuum* L.), μεταπτυχιακή διατριβή, ΑΠΘ
- Ρηγάκης, Ν. Βόλος, 2005, «Επίδραση διαφορετικών διχτύων σκίασης στο μικροκλίμα και στην ανάπτυξη υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας» , μεταπτυχιακή διατριβή, Π.Θ.
- Χα Ι.Α., Πετρόπουλος Σπ., 2014 Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών, Εκδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βιβλιογραφία Εικόνων

- http://www.arrigoniagriculture.net/eng/biological_control.htm
- Νικολάου Χρ., Βόλος 2012, «Διερεύνηση της παραγωγικότητας και της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού σε καλλιέργεια πιπεριάς σε διχτυοκήπιο», μεταπτυχιακή διατριβή, Π.Θ.
- Από το πείραμά μας, εικόνες από την Ασλανίδου Μαρία και τον Λεωνίδα Κυργιάκο



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000134372