

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Θέμα: Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξη του αυτοφυούς
Urospermum picroides σε φθινοπωρινή καλλιέργεια.

Του
Δούνα Ιωάννη
Α.Μ. 2013071

Καλαμάτα 2018

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Θέμα: Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξη του αυτοφυούς
Urospermum picroides σε φθινοπωρινή καλλιέργεια.

του

Δούνα Ιωάννη

A.M. 2013071

Επιβλέπων Καθηγητής: Αλεξόπουλος Αλέξιος

Καλαμάτα 2018

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει λεπτομερώς όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των παραπάνω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει, διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Όνομα και Επώνυμο Συγγραφέα: ΔΟΥΝΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Υπογραφή:

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Αλεξόπουλο Αλέξιο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αλλά και τη χρήσιμη βοήθεια που μου προσέφερε για τη συγγραφή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον Καθηγητή Εφαρμογών Γεωργιόπουλο Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθειά του και το χρόνο που αφιέρωσε για να με βοηθήσει. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τους συμφοιτητές και φίλους μου Ηλιόπουλο Γεώργιο, Καλογρίδη Ιωάννη και Μραβίλι Έντι για τη συνεργασία μας κατά τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Γεωργίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου με σκοπό την μελέτη της επίδρασης τριών επιπέδων αλατότητας στην ανάπτυξη και παραγωγή της κορκολεκανίδας (*Urospermum picroides*, οικ. Asteraceae). Η καλλιέργεια των φυτών πραγματοποιήθηκε από το Σεπτέμβριο του 2016 έως και τον Ιανουάριο του 2017. Για την εφαρμογή των διαφορετικών μεταχειρίσεων με συγκέντρωση άλατος (NaCl) τα φυτά μεταφυτεύτηκαν σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης με θρεπτικό διάλυμα ίδιας σύστασης σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m) για όλες τις μεταχειρίσεις, στο οποίο προστέθηκε η κατάλληλη ποσότητα NaCl ώστε να επιτευχθεί ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 και 12 dS/m για τις άλλες δύο μεταχειρίσεις.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό και το μέσο μήκος των δύο μεγαλύτερων φύλλων του φυτού, δεν επηρεάζονται, σε όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης, από τα διαφορετικά επίπεδα αλατότητας. Αντίστοιχα, το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους, της ρίζας και των φύλλων του φυτού, καθώς και η περιεκτικότητα των φύλλων και της ρίζας σε ξηρά ουσία, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών διαφορετικών επιπέδων αλατότητας.

Συμπεραίνεται ότι, η ανάπτυξη και παραγωγή της κορκολεκανίδας είναι ικανοποιητική, ακόμα και σε υψηλή συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης των φυτών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	σελ 5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΟΡΚΟΛΕΚΑΝΙΔΑ [<i>Urospermum picroides</i>]	
1.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά	σελ 8
1.2. Βοτανική ταξινόμηση	σελ 9
1.3. Χρήσεις και διατροφική αξία	σελ 9
1.4. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις	σελ 10
1.5. Τεχνική της καλλιέργειας	σελ 10
1.5.1. Λίπανση	σελ 11
1.5.2. Καταπολέμηση των ζιζανίων	σελ 12
1.5.3. Άρδευση	σελ 13
1.5.4. Καταπολέμηση ασθενιών και εχθρών	σελ 14
1.5.5. Συγκομιδή-αποδόσεις-ποιοτικά χαρακτηριστικά	σελ 14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ	
2.1. Εισαγωγή στον όρο της αλατότητας	σελ 15
2.2. Το πρόβλημα της συσσώρευσης αλάτων	σελ 15
2.3. Παράγοντες ανάπτυξης της αλατότητας	σελ 16
2.4. Τρόπος δράσης των αλάτων στα φυτά	σελ 16
2.5. Επίδραση της αλατότητας στην αγωγιμότητα των στοματίων	σελ 18
2.6. Αντιμετώπιση της αλατότητας	σελ 18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	
3.1 Η έννοια της υδροπονίας	σελ 20
3.2. Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροπονίας	σελ 20
3.3. Συστήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους	σελ 22
3.3.1. Ταξινόμηση καλλιεργειών εκτός εδάφους ως προς τον τρόπο διαχείρισης των απορροών.....	σελ 22
3.3.2. Ταξινόμηση καλλιεργειών εκτός εδάφους ως προς το μέσο ανάπτυξης της ρίζας και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του συστήματος	σελ 23
3.3.2.1. Σύστημα επίπλευσης (<i>floating system</i>)	σελ 24
3.3.2.2. Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT)	σελ 25
3.3.2.3. Αεροπονία	σελ 26
3.3.2.4. Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκουσ	σελ 28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
4. Σκοπός της εργασίας	σελ 30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
5.1. Υλικά	σελ 31
5.2. Μέθοδοι	σελ 31
5.3. Μετρήσεις και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων	σελ 33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
6. Αποτελέσματα	σελ 34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7. Συζήτηση-Συμπεράσματα	σελ 42
Βιβλιογραφία	σελ 43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΟΡΚΟΛΕΚΑΝΙΔΑ [*Urospermum picroides* (L.) Scop. ex F.W.Schmidt]



Εικόνα 1.1. Φυτό κορκολεκανίδας στο στάδιο της ανθοφορίας (<http://floraofgibraltar.myspecies.info/file/2352>)

1.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το *Urospermum picroides* είναι ετήσιο ποώδες φυτό που φτάνει σε ύψος συνήθως τα 50 cm. Έχει όρθιο βλαστό και τόσο οι βλαστοί και τα φύλλα του φυτού όσο και οι ρίζες του περιέχουν γαλακτώδη χυμό (Μενδώνη, 2015).

Απαντάται σε χέρσους αγρούς της ορεινής και ημιορεινής ζώνης. Η ρίζα του είναι βαθιά απλή ή διακλαδιζόμενη. Τα φύλλα του είναι χνουδωτά, ατρακτοειδή, οδοντωτά και επιμήκη με μέγεθος που κυμαίνεται σε 2-10 x 1-3 cm. Η κάτω επιφάνεια του φύλλου έχει ανοιχτό χρώμα, ενώ η επάνω επιφάνεια έχει χρώμα σκούρο πράσινο και είναι γυαλιστερή. Ωστόσο, το σχήμα και το μέγεθος των φύλλων ποικίλει από φυτό σε φυτό. Κύριο χαρακτηριστικό των φύλλων του είναι το κεντρικό νεύρο και τα κόκκινα στίγματα που εμφανίζονται.

Τα άνθη είναι γλωσσοειδή, κίτρινου χρώματος και αναπτύσσονται από τους ανθοφόρους βλαστούς σε καφαλωτές ταξιανθίες, συνήθως από το Μάρτιο έως και το Μάιο. Ο καρπός του είναι αχαίνιο με μήκος έως 15 mm και καταλήγει σε μακρύ κυρτό ράμφος (Παππά, 2016).

1.2. Βοτανική ταξινόμηση

Το *Urospermum picroides* ταξινομείται ως εξής:

- Βασίλειο: Plantae
- Τάξη: Asterales
- Οικογένεια: Asteraceae
- Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
- Ομοταξία: Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
- Γένος: *Urospermum*
- Είδος: *picroides*



Εικόνα 1.2. Ταξιανθία κορκολεκανίδας
(<https://www.pinterest.co.uk/pin/535576580669499430/>).

1.3. Χρήσεις και διατροφική αξία

Η κορκολεκανίδα θεωρείται γενικά ζιζάνιο και ο ετήσιος βιολογικός κύκλος του φυτού ευνοεί τη γρήγορη εξάπλωσή της. Είναι πολύ κοινό χόρτο και συλλέγεται από το φθινόπωρο μέχρι το τέλος της άνοιξης σε ακαλλιέργητους ή καλλιεργημένους

αγρούς. Το φυτό μπορεί επίσης να απαντηθεί σε πάρκα, άκρες δρόμων ή και αυλές σπιτιών.

Η γεύση της είναι αρκετά πικρή αλλά η πικράδα αυτή ελαττώνεται με τη χρήση λεμονιού. Κατατάσσεται στα φαρμακευτικά φυτά λόγω της μεγάλης ποσότητας σε βιταμίνη C, πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, Ω3 λιπαρά οξέα και αλικολενικό οξύ. Τα συστατικά αυτά θεωρείται ότι συνεισφέρουν στην υγεία του ανθρώπινου οργανισμού λόγω της αντιοξειδωτικής, αντιμικροβιακής, αντιβακτηριδιακής και αντιφλεγμονώδους δράσης τους (<http://www.agriamanitaria.gr>).

1.4. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Γενικά, η κορκολεκανίδα δεν είναι απαιτητικό φυτό ως προς το κλίμα. Ωστόσο, στις συνθήκες που επικρατούν σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα φαίνεται να ευνοείται περισσότερο η ανάπτυξη του φυτού. Έχει ανάγκη αρκετού φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ προτιμά τις μέσες θερμοκρασίες. Γενικά, φαίνεται να ευνοείται από θερμοκρασίες παρόμοιες με αυτές που ευνοούν την ανάπτυξη άλλων φυλλωδών λαχανικών της οικογένειας των σύνθετων, όπως για παράδειγμα το ραδίκι, του οποίου η ανάπτυξη ευνοείται σε θερμοκρασίες 15-25 °C την ημέρα και 10-15 °C τη νύχτα (Δημητράκης, 1998).

Αναπτύσσεται σε ποικίλα εδάφη, ωστόσο, η ανάπτυξή του ευνοείται περισσότερο σε ελαφριά εδάφη με βασική αντίδραση. Επιπλέον, το έδαφος πρέπει να είναι καλά αποστραγγιζόμενο αλλά να συγκρατεί κάποια ποσότητα υγρασίας σε ικανοποιητικό βαθμό. Στην αμειψισπορά ενδείκνυται να ακολουθεί φυτά άλλων οικογενειών (Παππά, 2016).

1.5. Τεχνική της καλλιέργειας

Η κορκολεκανίδα δεν είναι καλλιεργούμενο φυτό και η κατανάλωσή της γίνεται μετά από συλλογή φυτών που αυτοφύονται σε διάφορες περιοχές της χώρας μας. Για το λόγο αυτό δεν υπάρχουν αρκετά διαθέσιμα στοιχεία για την καλλιέργεια του φυτού. Ωστόσο, η τεχνική που ακολουθείται είναι παρόμοια με την τεχνική καλλιέργειας άλλων φυλλωδών λαχανικών και ιδιαίτερα αυτών που ανήκουν στην οικογένεια Asteraceae, όπως το ραδίκι. Για το λόγο αυτό θα παρατεθούν ορισμένα στοιχεία από την τεχνική καλλιέργειας αυτών των φυτών.

Κατά κανόνα γίνεται απευθείας σπορά στον αγρό, ενώ σπανιότερα γίνεται σπορά σε σπορείο. Και στις δύο περιπτώσεις η σπορά γίνεται στα πεταχτά ή κατά γραμμές, ενώ ακολουθούν ποτίσματα ανά διαστήματα, μέχρι την ανάπτυξη των φυτών. Η μεταφύτευση από το σπορείο λαμβάνει χώρα όταν τα φυτά έχουν τέσσερα έως έξι φύλλα και πάντοτε μετά από ένα καλό πότισμα. Σε υπερβολικά υγρά εδάφη, κατά την περίοδο των βροχών, συνιστάται φύτευση πάνω σε σαμάρια-τραπέζια για την αποφυγή της διατήρησης υπερβολικής υγρασίας.

Ποτίσματα γίνονται καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, εκτός από τις περιόδους όπου οι βροχοπτώσεις αρκούν για την κάλυψη των υδατικών αναγκών των φυτών. Λίγες ημέρες μετά τη μεταφύτευση γίνεται συμπλήρωση των κενών, αντικατάσταση δηλαδή των φυτών που δεν αναπτύχθηκαν. Στις απ' ευθείας σπορές στον αγρό εφαρμόζεται αραίωμα, όταν ο αριθμός των φυτών είναι μεγάλος και δυσκολεύεται η ανάπτυξή τους. Για την καταστροφή των ζιζανίων γίνονται βοτανίσματα ενώ στις γραμμικές καλλιέργειες ελαφρά σκαλίσματα, με τα οποία επιτυγχάνεται και ο αερισμός του εδάφους (Δημητράκης, 1998).

1.5.1. Λίπανση

Η κορκολεκανίδα, λόγω της φύσης της ως αυτοφύες φυτό αναπτύσσεται συνήθως χωρίς τη χρήση λιπασμάτων. Επομένως, δεν παρέχονται αρκετές πληροφορίες για τη λίπανση του φυτού αυτού. Ωστόσο, παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά χρήσιμες πληροφορίες για τη λίπανση του ραδικιού (*Cichorium intibus*), το οποίο ανήκει στην ίδια οικογένεια (Asteraceae) με την κορκολεκανίδα.

Οι ανάγκες της καλλιέργειας για μια καλή απόδοση μπορούν να καλυφθούν με την προσθήκη στο έδαφος λιπαντικών στοιχείων και λιπασμάτων που κατά προσέγγιση μπορεί να είναι κοπριά χωνεμένη 2000-4000 kg/στρ, P₂O₅ kg 10-12 (περίπου 50-60 kg/στρ 0-20-0), K₂O kg 15-20 (περίπου 30-40 kg/στρ 0-0-50), N kg 10-15 (περίπου 40-60 kg 26-0-0). Η κοπριά ενσωματώνεται στο έδαφος πριν από τη σπορά ή τη φύτευση με μια βαθιά άροση σε βάθος έως 30-40 cm. Ωστόσο, σε περιπτώσεις που έχει προστεθεί κοπριά ή έχει πραγματοποιηθεί οργανική λίπανση με άλλο τρόπο (π.χ. χλωρή λίπανση) σε καλλιέργεια που προηγείται δεν απαιτείται προσθήκη οργανικής ουσίας (Δημητράκης, 1998).

Σε πολλά φυλλώδη λαχανικά κατά τη βασική λίπανση, εκτός από την κοπριά, προστίθονται στο έδαφος φώσφορος, κάλιο και ένα μέρος του αζώτου σε αμμωνιακή

μορφή, ενώ το υπόλοιπο δίνεται αργότερα σε νιτρική μορφή μέσω της επιφανειακής λίπανσης (Τόσκας, 2010).

1.5.2. Καταπολέμηση των ζιζανίων

Οι ζημιές που προκαλούν τα ζιζάνια στα καλλιεργούμενα φυτά σχετίζονται με τη μείωση των αποδόσεων και την υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Η μεγαλύτερη ζημιά που προκαλούν τα ζιζάνια στις καλλιέργειες προέρχεται από τον ανταγωνισμό με τα καλλιεργούμενα φυτά για χώρο, φως, θρεπτικά στοιχεία και νερό (Ελευθεροχωρινός, 2002).

Πιο συγκεκριμένα, τα ζιζάνια απορροφούν νερό και θρεπτικές ουσίες από το χώμα ενώ καλύπτουν και σκιάζουν τα καλλιεργούμενα φυτά. Επιπλέον, αφαιρούν χώρο από το υπόγειο μέρος του καλλιεργούμενου φυτού και ευνοούν την ανάπτυξη παρασίτων. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να παράγουν τοξικές ουσίες για τα καλλιεργούμενα φυτά (Ciufolini, 1980).

Για την καταστροφή των ζιζανίων εφαρμόζονται στην καλλιέργεια βοτανίσματα και στις γραμμικές καλλιέργειες ελαφρά σκαλίσματα, που ευνοούν και τον αερισμό του εδάφους (Δημητράκης, 1998).

Ειδικότερα σε περίπτωση βροχής κατά το χρονικό διάστημα από τη φύτευση έως την ανάδυση των φυταρίων, τα ζιζάνια που θα εμφανιστούν είναι απαραίτητο να καταστραφούν με σκαλίσματα ή βοτανίσματα. Σε αρκετές περιπτώσεις η απομάκρυνση των ζιζανίων με το χέρι μπορεί να αντικατασταθεί από τη χρήση ζιζανιοκτόνων (Χα και Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 1.3. Φυτό κορκολεκανίδας πριν το στάδιο της ανθοφορίας
(<http://www.agriamanitaria.gr/?gallery-urospermum-picroides>)

1.5.3. Άρδευση

Η άρδευση ανήκει στις πλέον σημαντικές καλλιεργητικές φροντίδες για την ανάπτυξη των φυτών, μιας και παρέχει τη δυνατότητα της αύξησης και ανάπτυξης. Σε φυλλώδη λαχανικά, όπως για παράδειγμα το ραδίκι, καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών είναι απαραίτητα τα ποτίσματα, εκτός από ορισμένες περιόδους βροχοπτώσεων. Συχνά ποτίσματα απαιτούνται μετά τη σπορά στις επί τόπου σπορές και μετά τη φύτευση στις μεταφυτευτικές καλλιέργειες. Επιπλέον, ιδιαίτερα αυξημένες είναι οι ανάγκες σε νερό και κατά τη διάρκεια του βλαστικού κύκλου στη θερμή και ξηρή εποχή (Δημητράκης, 1998).

Το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για την άρδευση οφείλει να πληροί ορισμένα χαρακτηριστικά, με πιο σημαντικό την περιεκτικότητα του σε άλατα, η οποία δεν θα πρέπει να είναι μεγάλη, διαφορετικά τα φυτά θα υποστούν σοβαρές ζημιές. Σημαντικό επίσης χαρακτηριστικό του νερού άρδευσης είναι η απουσία παθογόνων μικροοργανισμών τόσο για τα φυτά όσο και για τους ανθρώπους. (Ciufolini,1980).

1.5.4. Καταπολέμηση ασθενιών και εχθρών

Δεν προσφέρονται αρκετά στοιχεία στη βιβλιογραφία τις ασθένειες και τους εχθρούς της κορκολεκανίδας, καθώς και για πιθανούς τρόπους αντιμετώπισής τους. Επομένως, για την αποφυγή των προβλημάτων αυτών θα χρειαστεί από τον παραγωγό τακτική παρακολούθηση με σκοπό την έγκαιρη επέμβαση σε περίπτωση που προκύψει τέτοιου είδους ανάγκη.

Ενδεικτικά θα αναφερθούν παρακάτω ορισμένες ασθένειες και ορισμένοι εχθροί που είναι πιθανόν να εμφανιστούν και να προσβάλλουν τα καλλιεργούμενα φυλλώδη λαχανικά. Συνηθισμένες ασθένειες είναι ο βοτρυτής, ο περονόσπορος κ.α., ενώ διάφοροι εχθροί είναι οι αλευρώδεις, οι σιδηροσκώληκες, οι αφίδες, οι προνύμφες των λεπιδόπτερων, τα σαλιγκάρια και οι τετράνυχτοι.

1.5.5. Συγκομιδή-αποδόσεις-ποιοτικά χαρακτηριστικά

Η συγκομιδή της κορκολεκανίδας εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, αλλά και σε μεγάλο ποσοστό από τις καιρικές συνθήκες που έχουν επικρατήσει κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και εφαρμόζεται αποκλειστικά με το χέρι. Γίνεται τμηματικά, όταν τα φυτά αποκτήσουν κατάλληλο μέγεθος και λαμβάνει χώρα από το φθινόπωρο έως και το τέλος της άνοιξης, ανάλογα την περιοχή και τις εκάστοτε συνθήκες (https://www.ftiaxno.gr/2008/03/blog-post_17.html).

Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τις στρεμματικές αποδόσεις της κορκολεκανίδας καθώς δεν υφίσταται συστηματική καλλιέργεια του φυτού. Οι αποδόσεις της καλλιέργειας εξαρτώνται από την εποχή καλλιέργειας, τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες και την εφαρμογή των απαιτούμενων καλλιεργητικών τεχνικών. Όσον αφορά την ποιότητα του προϊόντος, ποιοτικό προϊόν θεωρείται αυτό το οποίο είναι απαλλαγμένο από κιτρινισμένα φύλλα, χρώματα ή άλλες ξένες ύλες. Επομένως, οι βλαστοί πρέπει να βρίσκονται σε τρυφερή κατάσταση και τα φύλλα με έντονο πράσινο χρώμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

2.1. Εισαγωγή στο φαινόμενο της αλατότητας

Ο όρος αλατότητα αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων ιόντων διαφόρων ανόργανων στοιχείων (π.χ. Ca^{++}) που μπορεί να προέρχονται από την εφαρμοζόμενη λίπανση ή από ιδιαιτερότητες κάποιας περιοχής (π.. γειτνίαση με θάλασσα). Ωστόσο, πιο συχνά η αλατότητα συνδέεται με την υψηλή συγκέντρωση ιόντων Na^+ και Cl^- , κατά το πλείστον στο περιβάλλον της ρίζας. Ακόμη κι αν το νερό βρίσκεται σε αφθονία, η υψηλή συγκέντρωση ιόντων μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα το νερό αυτό να μην γίνεται διαθέσιμο στο φυτό λόγω του χαμηλού υδατικού δυναμικού (Σαραντουλάκη, 2012).

Ειδικότερα, αλατούχα ονομάζονται τα εδάφη, τα οποία παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στο εκχύλισμα κορεσμού μεγαλύτερη από 4 dS/m (Τριτάρης, 2015). Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις κηπευτικά όπως η τομάτα εμφανίζουν μείωση της παραγωγής ως αποτέλεσμα της παρασίας αλάτων στο έδαφος, ακόμη και όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης είναι μικρότερη και κυμαίνεται στα 2,8 dS/m.

Το πλούσιο σε άλατα νερό θεωρείται κακής ποιότητας και δυσχεραίνει την ανάπτυξη των φυτών. Τα κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα του νερού άρδευσης είναι η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων, καθώς και του Na^+ και του HCO_3^- . Για να γίνει σωστή αξιολόγηση του νερού άρδευσης μίας καλλιέργειας σε μία περιοχή είναι ανάγκη να ληφθούν υπόψιν οι μεταβολές που θα λάβουν χώρα στο περιβάλλον του φυτού (Κόντης, 2009).

2.2. Το πρόβλημα της συσσώρευσης αλάτων

Το νερό που χρησιμοποιείται για τις αρδεύσεις προέρχεται από επιφανειακά ή υπόγεια νερά. Τα νερά αυτά περιέχουν σε διάλυση ή αιώρηση ένα ποσό αλάτων ευδιάλυτων ή δυσδιάλυτων, το οποίο ποικίλει από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με το κλίμα, τα πετρώματα, τα ορυκτά και το έδαφος από τα οποία διέρχεται.

Η πλειοψηφία των φυτών έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς αποκλεισμού των ιόντων Na και Cl από το εσωτερικό των κυττάρων τους και ιδιαίτερα των κυττάρων που επιτελούν ζωτικές λειτουργίες. Το Cl αποτελεί ένα

θρεπτικό ιχνοστοιχείο, γι' αυτό και οι μηχανισμοί αποκλεισμού των φυτών ενεργοποιούνται μόνο όταν η συγκέντρωσή του στο περιβάλλον των ριζών ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο όριο. Αντιθέτως, το Na δεν αποτελεί θρεπτικό στοιχείο για τα φυτά. Ενδέχεται μάλιστα να τους προκαλέσει τοξικότητες, επομένως τα κύτταρα των ευαίσθητων φυτικών ιστών το αποκλείουν ακόμα κι αν βρίσκεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Οι υπόλοιπες ποσότητες Na και Cl παραμένουν και συσσωρεύονται στο περιβάλλον των ριζών (Σάββας, 2011).

2.3. Παράγοντες ανάπτυξης της αλατότητας

Η συσσώρευση αλάτων στις καλλιεργούμενες εκτάσεις αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα για τους παραγωγούς. Το πρόβλημα εστιάζεται κυρίως στη χρήση νερού άρδευσης πλούσιου σε άλατα, μιας και κυρίως τα τελευταία χρόνια το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση καλλιεργειών είναι, όλο και συχνότερα, κακής ποιότητας, δηλαδή με αγωγιμότητα υψηλότερη από 0,75 dS/m.

Ωστόσο, εκτός από την κακή ποιότητα του νερού άλλος ένας παράγοντας που αυξάνει την αλατότητα του εδάφους είναι οι ξηρές κλιματικές συνθήκες που έχουν ως αποτέλεσμα το αρνητικό ισοζύγιο νερού. Αυτό δημιουργείται όταν η εξατμισοδιαπνοή (ET) γίνεται μεγαλύτερη από τη βροχόπτωση (P) και την άρδευση (I) ($ET > P + I$). Συνεπώς, το αρνητικό ισοζύγιο νερού παρατηρείται τους θερινούς μήνες. Κατά τις περιόδους όπου επικρατούν ξηρές συνθήκες υπάρχει ανάγκη για εξατμισοδιαπνοή, άρα το νερό μπορεί να μην επαρκεί για την αραίωση ή την απομάκρυνση των αλάτων από την περιοχή του ριζοστρώματος (Κόντης, 2009).

Οι επιπτώσεις της αλατότητας γίνονται εντονότερες σε περιοχές με ξηρό ή ημίξηρο κλίμα, όπου οι βροχοπτώσεις δεν επαρκούν για την έκπλυση των αλάτων από το έδαφος. Ενώ, ως γνωστόν, αλατούχα εδάφη δημιουργούνται και σε αρδευόμενες περιοχές. Αυτό είναι συνέπεια της κακής ποιότητας του νερού άρδευσης (Τριτάρης, 2015).

2.4. Τρόπος δράσης των αλάτων στα φυτά

Οι μηχανισμοί δράσης των αλάτων στα φυτά αποτελούν ένα σοβαρό πρόβλημα. Για το λόγο αυτό ο στόχος της άρδευσης των φυτών πρέπει να είναι ο εφοδιασμός τους με τις κατάλληλες ποσότητες νερού την κατάλληλη περίοδο, ώστε να αποφευχθεί μία ενδεχόμενη υδατική καταπόνηση, άρα και μείωση της παραγωγής. Όμως, με τις συνεχείς αρδεύσεις τα άλατα που περιέχονται στο νερό άρδευσης

παραμένουν σε ένα ποσοστό στο έδαφος μειώνοντας έτσι τη διαθέσιμη ποσότητα νερού για το φυτό, κάτι που οδηγεί σε καταπόνηση τα φυτά και επηρεάζει την παραγωγή τόσο ως προς την ποσότητα όσο και ως προς την ποιότητα (Μισοπολινός, 1991).

Η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών οφείλεται περισσότερο στη μη επαρκή τροφοδοσία των φυτών με νερό, λόγω της υψηλής οσμωτικής πίεσης και στις άμεσες ιοντικές επιδράσεις. Επομένως, τα άλατα μπορούν να βλάψουν τα φυτά με τοξικότητα ιόντων, ωσμωτική καταπόνηση ή έλλειψη νερού.

Τοξικότητα ιόντων: Τα άλατα που βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις δρουν τοξικά στο πρωτόπλασμα. Διαταράσσουν το μεταβολισμό και επιδρούν στη δράση των ενζύμων καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση των ουσιών που είναι τοξικές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση φαινομένων τοξικότητας (Βλάχου, 2011).

Ωσμωτική καταπόνηση: Το πρόβλημα με την υψηλή ωσμωτική πίεση έχει να κάνει με τη διαταραχή στο ισοζύγιο του φυτού σε νερό. Για την κατανόηση της συμπεριφοράς του νερού χρησιμοποιείται το υδατικό δυναμικό, το οποίο αποτελεί τη διαφορά της υδροστατικής με την ωσμωτική πίεση και εκφράζεται με μονάδες πίεσης. Το καθαρό νερό ισοδυναμεί με μηδέν. Συμπερασματικά, οι τιμές του κάθε διαλύματος θα είναι αρνητικές. Το νερό δηλαδή κινείται από μια περιοχή με υψηλότερο υδατικό δυναμικό προς μια με χαμηλότερο. Η αλατότητα αυξάνει την ενέργεια που καταβάλλουν τα φυτά για την απορρόφηση νερού και η κατανάλωση ενέργειας για αυτό το σκοπό αποβαίνει σε βάρος της ανάπτυξης των φυτών (Σαραντουλάκη, 2012).

Έλλειψη νερού: Το νερό διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στις φυσιολογικές λειτουργίες και γενικότερα στην επιβίωση των φυτών. Χρησιμοποιείται ως διαλύτης στις βιοχημικές αντιδράσεις, ως μέσο μεταφοράς των ιόντων και των προϊόντων του μεταβολισμού αλλά και ως μέσο με σκοπό τη σταθεροποίηση και τη λειτουργία μεμβρανών και ενζύμων. Επίσης, αποτελεί ρυθμιστή της θερμοκρασίας του φυτού μέσω της διαπνοής ενώ συντελεί στη διατήρηση της σπαργής των φυτών. Η υδατική κατάσταση του φυτού εξαρτάται από το ισοζύγιο απορρόφησης νερού και διαπνοής. Στην περίπτωση που ο ρυθμός απώλειας νερού με διαπνοή είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό απορρόφησης από τις ρίζες, τότε το υδατικό δυναμικό των φύλλων θα μειωθεί. Αυτό σημαίνει ότι ο εφοδιασμός του φυτού με νερό και θρεπτικές ουσίες μειώνεται και εφόσον το έλλειμμα συνεχιστεί, στην περίπτωση μη διαθέσιμων μηχανισμών προσαρμογής, τα φυτά θα υποστούν μαρασμό. Η μειωμένη αυτή διαθεσιμότητα

νερού στο φυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω μη επαρκούς ποσότητας νερού στο έδαφος ή λόγω της αλατότητας (Κόντης, 2009).

2.5. Επίδραση της αλατότητας στην αγωγιμότητα των στοματίων

Τα στομάτια που βρίσκονται στην επιφάνεια των φύλλων, έχουν την δυνατότητα της ανταλλαγής αερίων έτσι ώστε να επιτρέπεται η φωτοσύνθεση και η αναπνευστική δραστηριότητα. Παράλληλα, από τα στομάτια γίνεται η εξάτμιση του νερού κατά την διαπνοή. Έτσι, με το ανοιγοκλείσιμο των στοματίων το φυτό ελέγχει το ρυθμό απώλειας νερού και το ρυθμό ανταλλαγής των αερίων (O_2 , CO_2) μεταξύ ατμόσφαιρας και μεσοφύλλου.

Τα στομάτια μπορεί να βρίσκονται τόσο στην άνω όσο και στην κάτω επιδερμίδα των φύλλων (αμφιστοματιακά) ή μόνο στην κάτω επιδερμίδα (υποστοματιακά). Η πυκνότητα των στοματίων στα φύλλα ελέγχεται από γενετικούς παράγοντες και διαφέρει μεταξύ των ειδών, των ποικιλιών, των φύλλων ανάλογα με τη θέση και την ηλικία τους.

Είναι δυνατή η τροποποίηση της στοματικής πυκνότητας και του μεγέθους των κυττάρων να εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η ξηρασία, η φωτεινότητα, η αλατότητα και η συγκέντρωση του CO_2 στην ατμόσφαιρα (Βλάχου, 2011).

2.6. Αντιμετώπιση της αλατότητας

Μία πρώτη προσέγγιση για την αντιμετώπιση της αλατότητας είναι η επιλογή ανθεκτικών στα άλατα ποικιλιών ή ακόμα και η δημιουργία γενότυπων που αντέχουν στα άλατα. Ωστόσο, ακόμη και στις ανθεκτικές ποικιλίες η ανθεκτικότητα μεταβάλλεται με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τη διαχείριση του νερού άρδευσης από τον παραγωγό και τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες ανάπτυξης των φυτών.

Σε πολλά φυτικά είδη το στάδιο του φυτρώματος των σπόρων είναι το πιο ευαίσθητο στάδιο στην υψηλή συγκέντρωση αλάτων και σε κάποιες περιπτώσεις η αλατότητα μπορεί να αποτελέσει παρεμποδιστικό παράγοντα για την εξέλιξη της καλλιέργειας. Το κλίμα είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αντοχή των φυτών στην αλατότητα. Τα φυτά που έχουν καλλιεργηθεί σε εύκρατα κλίματα ή κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής του χρόνου εμφανίζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στη αλατότητα από φυτά που καλλιεργήθηκαν τη θερμότερη εποχή του χρόνου, ειδικά κάτω από συνθήκες χαμηλής υγρασίας (Τόσκας, 2010).

Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας για την αντιμετώπιση της αλατότητας είναι η επιλογή του τρόπου άρδευσης των φυτών. Οι συνήθεις μέθοδοι άρδευσης των φυτών είναι η επιφανειακή άρδευση, ο καταιονισμός και η άρδευση με σταγόνες.

Η επιφανειακή μέθοδος άρδευσης χωρίζεται σε άρδευση με λεκάνες, λωρίδες και αυλάκια. Πρόκειται για μέθοδο στην οποία χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες νερού. Παρ' όλα αυτά, αν το επίπεδο της στράγγισης βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο, τότε ο παραγωγός έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει άρδευση με λεκάνες ή με λωρίδες χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα έκπλυση μέρους των αλάτων από το έδαφος.

Όσον αφορά την άρδευση με καταιονισμό, το νερό εφαρμόζεται στο έδαφος ομοιόμορφα. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται πολλές φορές κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των ευαίσθητων καλλιεργειών. Εφαρμόζοντας το νερό με τη μέθοδο αυτή, μειώνονται οι απώλειες λόγω βαθιάς διήθησης και έτσι αποφεύγονται προβλήματα υψηλής υπόγειας στάθμης και αλατότητας. Παράλληλα όμως, αυξάνονται οι απώλειες νερού λόγω εξάτμισης, ειδικά όταν το πότισμα γίνεται τις θερμές ώρες της ημέρας. Όταν όμως εφαρμόζεται άρδευση με νερό κακής ποιότητας κάτω από συνθήκες χαμηλής υγρασίας, τότε ορισμένες ευαίσθητες καλλιέργειες είναι πιθανό να απορροφήσουν ποσότητες Na και Cl από τα φύλλα.

Τέλος, κατά την άρδευση με σταγόνες, αν το νερό που χρησιμοποιείται είναι καλής ποιότητας οι αποδόσεις μπορεί να κυμανθούν και σε ίσα ή και υψηλότερα επίπεδα από ότι στις άλλες μεθόδους άρδευσης. Στην περίπτωση που το νερό είναι κακής ποιότητας, οι αποδόσεις θα είναι σαφώς καλύτερες από ότι στις άλλες μεθόδους. Αυτό συμβαίνει επειδή με τη μέθοδο αυτή υπάρχει συνεχώς υγρασία σε υψηλά επίπεδα, άρα η συγκέντρωση των αλάτων είναι μικρότερη. Με τη μέθοδο αυτή τα άλατα συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους και μέσα στο έδαφος στα άκρα του βρεχόμενου τμήματός του. Τα άλατα μπορεί να συγκεντρωθούν, αλλά οι καθημερινές αρδεύσεις θα διατηρήσουν μια ελαφρά, αλλά συνεχή κίνηση του εδαφικού νερού προς τα κάτω, απομακρύνοντας μέρος των αλάτων από τη ζώνη της ριζόσφαιρας (Σαραντουλάκη, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. Η έννοια της υδροπονίας

Η λέξη υδροπονία έχει γεννηθεί από τις λέξεις ύδωρ και πόνος, που σημαίνουν νερό και εργασία. Πρόκειται για το σύστημα καλλιέργειας των φυτών, των οποίων η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε πορώδη αδρανή υποστρώματα με την προσθήκη θρεπτικού διαλύματος ή ακόμη και μόνο με θρεπτικό διάλυμα. Το θρεπτικό διάλυμα αποτελεί μία μίξη από χημικές ενώσεις, οι οποίες περιέχουν τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που κρίνονται απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού. Τέτοια στοιχεία είναι τα μακροστοιχεία όπως άζωτο, φώσφορο, κάλιο, θείο, μαγνήσιο και ασβέστιο και τα μικροστοιχεία όπως σίδηρος, χαλκός, μαγγάνιο, χαλκός, βόριο, μολυβδαίνιο και ψευδάργυρος.

Η μέθοδος της υδροπονικής καλλιέργειας των φυτών βασίζεται στο ότι τα φυτά δεν έχουν την ανάγκη χώματος-εδάφους για να αναπτυχθούν εφόσον τους χορηγούνται τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία. Είναι μία σύγχρονη καλλιέργεια, η οποία βελτιώνει την ποιότητα του προϊόντος και μειώνει το κόστος παραγωγής.

3.2. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδροπονίας

Η ανάπτυξη των φυτών σε ένα πορώδες υπόστρωμα καλλιέργειας εξαρτάται από πολλούς και διάφορους παράγοντες. Άρα, για να αξιολογηθεί σωστά ένα υπόστρωμα ως προς την καταλληλότητά του για καλλιέργεια πρέπει να ληφθούν υπόψη όλα τα χαρακτηριστικά του που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του νερού, του αέρα και των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά. Υπάρχουν όμως και άλλα στοιχεία, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και σχετίζονται με τη φυτοϋγεία, την οικονομικότητα της χρήσης του υποστρώματος κ.ά..

Τα χαρακτηριστικά της μεθόδου της υδροπονίας που αποτελούν πλεονεκτήματα είναι τα εξής (Σάββας, 2011):

- αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν οι ασθένειες που μεταδίδονται μέσω του εδάφους, ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες
- λύση του προβλήματος της χαμηλής γονιμότητας είτε λόγω της υπερεντατικής τους καλλιέργειας και της μονοκαλλιέργειας, είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων του
- μειωμένο κόστος θέρμανσης

- πρωιμότητα της συγκομιδής
- αντιμετώπιση του προβλήματος της υψηλής αλατότητας,
- πιο ακριβής θρέψη των φυτών, αφού εποπτεύεται καλύτερα και πιο αξιόπιστα και διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση λάθους. Επιπλέον, τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες αναλογίες μεταξύ τους, μέσω του θρεπτικού διαλύματος
- περισσότερες δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών
- οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σχέση με το έδαφος και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων
- παραγωγή ποιοτικότερων προϊόντων καθώς και η παράταση του χρόνου διατήρησής τους
- δυνατότητα μεγαλύτερης προστασίας του περιβάλλοντος, όταν για την καλλιέργεια επιλέγεται να γίνει σε κλειστό υδροπονικό σύστημα

Παρά τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω (Σάββας, 2011), παρουσιάζονται και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως εξάλλου όλες οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί από τον άνθρωπο. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:

- το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι πολύ υψηλό
- σε περίπτωση κάποιου λανθασμένου χειρισμού, η εμφάνιση δυσμενών επιδράσεων είναι πολύ ταχύτερη και εντονότερη
- για την εφαρμογή υδροπονίας σε μία θερμοκηπιακή μονάδα κρίνεται απαραίτητο ο επικεφαλής της επιχείρησης να διαθέτει τις απαραίτητες γνώσεις για να μπορέσει να καλλιεργήσει μέσω αυτής της μεθόδου
- στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μολύνσεων μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος αν και εφόσον προσβληθεί ένα φυτό
- αρκετά αυξημένη κατανάλωση λιπασμάτων σε σχέση με το έδαφος

3.3. Συστήματα καλλιέργειών εκτός εδάφους

Κατά καιρούς έχουν επινοηθεί και δοκιμαστεί πολλά και διάφορα συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους. Ορισμένα έχουν ομοιότητες μεταξύ τους, ενώ άλλα παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι διαφορές αυτές έχουν να κάνουν κυρίως με τη φύση και τα χαρακτηριστικά του μέσου, όπου αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των φυτών, τον τρόπο παροχής νερού, καθώς και με τα υλικά και την αρχιτεκτονική της κατασκευής τους. Κοινή πρακτική σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους αποτελεί η παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Η τροφοδοσία όμως θρεπτικού διαλύματος αντί αρδευτικού νερού δεν αποτελεί αποκλειστικό γνώρισμα των καλλιέργειών εκτός εδάφους, μιας και εφαρμόζεται όλο και πιο συχνά και στις καλλιέργειες στο έδαφος. Το μόνο ίσως κοινό χαρακτηριστικό των συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους, που τις διαχωρίζει με σιγουριά από τις καλλιέργειες σε έδαφος, είναι ο περιορισμένος όγκος ριζικού περιβάλλοντος που αντιστοιχεί σε κάθε φυτό (Σάββας, 2011).

3.3.1. Ταξινόμηση καλλιέργειών εκτός εδάφους ως προς τον τρόπο διαχείρισης των απορροών

Με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών τα υδροπονικά συστήματα διακρίνονται σε ανοιχτά και κλειστά, όπως περιγράφονται από τον Σάββα (2011):

Ανοιχτά υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας: Πρόκειται για συστήματα καλλιέργειας σε υποστρώματα, τα οποία έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό τη συγκράτηση νερού και αέρα στο πορώδες τους σε κατάλληλη αναλογία για την ανάπτυξη των φυτών. Η τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικό διάλυμα δε απαιτείται να είναι συνεχής, αλλά να πραγματοποιείται μέσω τακτικών ποτισμάτων μικρής διάρκειας. Η ποσότητα θρεπτικού διαλύματος που χορηγείται στις καλλιέργειες σε υποστρώματα είναι συνήθως μεγαλύτερη (τουλάχιστον 20% των αναγκών της καλλιέργειας) από αυτή που μπορεί να συγκρατηθεί στο πορώδες τους και αυτό επιτρέπει (α) την έκπλυση των αλάτων αλλά και θρεπτικών ιόντων που δεν απορροφώνται εύκολα από τα φυτά και συσσωρεύονται στο περιβάλλον των ριζών μαζί με τα άλατα, και (β) τη διασφάλιση επάρκειας θρεπτικού διαλύματος ακόμη και στα φυτά, τα οποία λαμβάνουν μικρότερη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος, λόγω της ανομοιόμορφης παροχής της καλλιέργειας. Έτσι, παρατηρείται απορροή θρεπτικού διαλύματος, το οποίο εφόσον απομακρυνθεί από το υπόστρωμα και

το περιβάλλον των ριζών, δεν συλλέγεται και δεν επιστρέφει στην κεφαλή υδρολίπανσης για να χορηγηθεί στα φυτά. Ο λόγος μεταξύ του όγκου θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από μια καλλιέργεια και του συνολικού όγκου που της χορηγείται καλείται κλάσμα απορροής. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των ανοιχτών υδροπονικών συστημάτων είναι η διασφάλιση σταθερών συνθηκών θρέψης, λόγω της παροχής θρεπτικού διαλύματος με γνωστή και σταθερή σύνθεση, η οποία μεταβάλλεται μόνο όταν το επιθυμήσει ο παραγωγός. Σημαντικά ακόμη πλεονεκτήματα αποτελούν επίσης η ευκολία εφαρμογής των ανοιχτών συστημάτων και το γεγονός ότι δεν υπάρχει κίνδυνος μετάδοσης παθογόνων, μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος.

Κλειστά υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας: Σε αυτά ανακυκλώνεται το θρεπτικό διάλυμα που πλεονάζει και απορρέει από τον χώρο των ριζών αφού συλλεγεί πρώτα μέσω κατάλληλου δίκτυο συλλογής που αποτελείται από διάφορους ανοιχτούς και κλειστούς αγωγούς. Μέσω αυτού του δικτύου, το συλλεγόμενο θρεπτικό διάλυμα επιστρέφει στην κεφαλή παρασκευής θρεπτικού διαλύματος με σκοπό να επαναχρησιμοποιηθεί. Με την ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, αποτρέπεται η διαφυγή λιπασμάτων στο περιβάλλον, ενώ το κόστος της λίπανσης μειώνεται σημαντικά. Όσον αφορά τα μειονεκτήματα, μία πρώτη δυσκολία αφορά την αναγκαιότητα απολύμανσης του διαλύματος απορροής πριν την επαναχρησιμοποίησή του. Επιπλέον, δυσκολίες παρουσιάζει και η συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με τις κατάλληλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, ώστε το νέο διάλυμα τροφοδοσίας να καλύπτει ικανοποιητικά τις θρεπτικές ανάγκες των φυτών.

3.3.2. Ταξινόμηση καλλιεργειών εκτός εδάφους ως προς το μέσο ανάπτυξης της ρίζας και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του συστήματος

Τα συνηθέστερα συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους είναι το σύστημα επίπλευσης, η καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος, η αεροπονία και η καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκους με διάφορα υποστρώματα.

3.3.2.1. Σύστημα επίπλευσης (floating system)

Πρόκειται για μία μέθοδο, κατά την οποία τα φυτά τοποθετούνται πάνω σε πλαστικές επιφάνειες, οι οποίες φέρουν οπές κατάλληλου μεγέθους σε προκαθορισμένες αποστάσεις. Από τις οπές αυτές διέρχονται οι ρίζες των φυτών, οι οποίες αναπτύσσονται κάτω από το πλαστικό. Τα πλαστικά βρίσκονται τοποθετημένα πάνω στο θρεπτικό διάλυμα που περιέχεται μέσα σε ειδικές λεκάνες καλλιέργειας και επιπλέουν λόγω του πολύ μικρού ειδικού βάρους τους.

Το σύστημα επίπλευσης μπορεί να εφαρμοστεί για κάθε είδους λαχανοκομικό ή ανθοκομικό φυτό στο θερμοκήπιο, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε σπορεία για παραγωγή σπορόφυτων (π.χ. καπνόφυτα, φυτάρια αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών), καθώς και άλλων καλλιεργούμενων φυτών. Οι λεκάνες καλλιέργειας που χρησιμοποιούνται στα συστήματα επίπλευσης έχουν μήκος και πλάτος που κυμαίνονται ανάλογα με τις διαστάσεις του θερμοκηπίου και ωφέλιμο ύψος τουλάχιστον 25-30 cm. Το εσωτερικό των λεκανών που έρχεται σε επαφή με το θρεπτικό διάλυμα πρέπει να είναι επενδυμένο με κάποιο αδιάβροχο και μη τοξικό για τα φυτά υλικό. Το ύψος του θρεπτικού διαλύματος που βρίσκεται μέσα στη λεκάνη πρέπει να είναι τουλάχιστον 15-20 cm, ενώ μπορεί να φτάσει και 80-100 cm. Στον πυθμένα των λεκανών καλλιέργειας είναι καλό να βρίσκονται διάτρητοι σωλήνες, μέσω των οποίων αναρροφάται θρεπτικό διάλυμα με τη βοήθεια μιας εξωτερικής αντλίας. Μέσω αυτής το αναρροφούμενο θρεπτικό διάλυμα μεταφέρεται στην κεντρική κεφαλή υδρολίπανσης, όπου διορθώνεται αυτόματα η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH του μέσω έγχυσης πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και οξέος. Στη συνέχεια το διορθωμένο διάλυμα εισάγεται ξανά στη λεκάνη καλλιέργειας με πρόσπτωση από κάποιο ύψος, με σκοπό την καλή οξυγόνωση του θρεπτικού διαλύματος. Η περιοχή εισόδου του νερού στη λεκάνη καλό είναι να διαχωρίζεται από την υπόλοιπη λεκάνη καλλιέργειας, ώστε να αποφευχθεί η ανατάραξη των φυτών και σε κάθε λεκάνη απαιτείται ένα σύστημα διατήρησης της στάθμης του θρεπτικού διαλύματος σε σταθερό επίπεδο (Σάββας, 2011).



Εικόνα 3.1. Καλλιέργεια βασιλικού σε σύστημα επίπλευσης (<https://www.agronova.it/2016/10/01/coltivazione-del-basilico-in-floating-system.html>).

3.3.2.2. Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT)

Κατά τη διάρκεια αυτής της μεθόδου δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε θρεπτικό διάλυμα, το οποίο ρέει συνεχώς, σε αντίθεση με το σύστημα επίπλευσης όπου το θρεπτικό διάλυμα βρίσκεται στάσιμο. Η παρουσία αέρα (οξυγόνου) στο θρεπτικό διάλυμα επιτυγχάνεται με το μικρό βάθος του θρεπτικού διαλύματος (δεν υπερβαίνει τα 2-4 mm). Ενδεικτικά μια τυπική εγκατάσταση NFT περιλαμβάνει (Σάββας, 2011):

- σύστημα υδρορροών τοποθετημένων παράλληλα, μέσα στις οποίες κυλάει θρεπτικό διάλυμα με ρυθμό ροής περίπου 100-200 L ανά ώρα
- σύστημα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος στις υδρορροές
- εγκαταστάσεις συλλογής του διαλύματος από τις υδρορροές και επιστροφής του πίσω στην κεφαλή υδρολίπανσης, με σκοπό την ανακύκλωσή της

Μέσα σε κάθε υδρορροή τοποθετούνται τα φυτά σε καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους, ανάλογα με την καλλιέργεια. Για να καταστεί δυνατή η ροή του

διαλύματος μέσα στις υδρορροές, αυτές θα πρέπει να έχουν μία κλίση 1-2%. Το μήκος των καναλιών δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 m, μιας και η περιεκτικότητα του θρεπτικού διαλύματος σε οξυγόνο μειώνεται πολύ στην πορεία της ροής μέσα στο κανάλι με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα υποξίας στα φυτά. Ο τρόπος λειτουργίας του NFT συνιστάται στη συνεχή επιστροφή του διαλύματος που απορρέει από τα κανάλια μέσα σε ένα δοχείο και την αναπλήρωση του θρεπτικού διαλύματος που απορροφήθηκε από τα φυτά μέσω αυτόματης εισόδου νερού και πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων σε αυτό. Ωστόσο, ο τρόπος λειτουργίας δεν είναι ίδιος σε όλα τα συστήματα.



Εικόνα 3.2. Καλλιέργεια φυτών σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος – NFT
(<https://gr.pinterest.com/pin/537687642989238463/>).

3.3.2.3. Αεροπονία

Η αεροπονία αποτελεί μία παραλλαγή των συστημάτων καλλιέργειας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς τη χρήση υποστρώματος, όπου το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια που βρίσκονται κάτω από το ριζικό σύστημα που αιωρείται μέσα στα κενά κιβώτια ή τους σωλήνες, έτσι ώστε στον χώρο αυτό να υπάρχει συνεχώς μεγάλο ποσοστό υγρασίας. Τα δοχεία ή οι σωλήνες που βρίσκονται μέσα τα φυτά και αναπτύσσονται πρέπει να είναι εντελώς κλειστά από πάνω, αλλά θα πρέπει

να υπάρχει η δυνατότητα να ανοίγουν όποτε χρειαστεί. Στο ανώτερο τμήμα τους ανοίγονται τρύπες μέσα από τις οποίες διέρχονται οι ρίζες, ενώ ο βλαστός και το φύλλωμα βρίσκονται εκτός των δοχείων ή σωληνώσεων. Το μέγεθος της ψεκαζόμενης σταγόνας θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,04-0,05 mm και απαιτείται η χρήση κατάλληλων ακροφυσίων (μπεκ) και η εφαρμογή κατάλληλης πίεσης. Σταγόνες άνω των 0,1 mm θεωρούνται ακατάλληλες για αεροπονία, μιας και δεν προσφέρουν κατάλληλες συνθήκες αερισμού στη ρίζα, ενώ αυτές με μέγεθος μικρότερο των 0,03 mm θεωρούνται επίσης ακατάλληλες, γιατί προκαλούν υπερβολική ανάπτυξη των ριζικών τριχιδίων και μη επαρκή διακλάδωση και πλευρική ανάπτυξη των ριζών.

Η μέθοδος του αεροπονικού συστήματος καλλιέργειας των φυτών προσφέρει πολύ καλό αερισμό στο ριζικό σύστημα της εκάστοτε καλλιέργειας, καθώς και την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας προσβολής από παθογόνα, λόγω της απομόνωσης των ριζών από το εξωτερικό περιβάλλον. Επιπλέον, ο παραγωγός απαλλάσσεται από το κόστος της αγοράς υποστρώματος και από την προετοιμασία του εδάφους. Τέλος, αποδεικνύεται εύκολη η ρύθμιση της θερμοκρασίας στο ριζόστρωμα μέσω ρύθμισης της θερμοκρασίας του χορηγούμενου θρεπτικού διαλύματος. Ωστόσο, όπως σε όλα τα κλειστά υδροπονικά συστήματα, έτσι και στη αεροπονία υπάρχει σοβαρός κίνδυνος εξάπλωσης παθογόνων σε όλη την καλλιέργεια μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εάν προσβληθεί έστω και ένα φυτό από κάποιο παθογόνο. Γι' αυτό το λόγο, συστήνεται η ύπαρξη κάποιας άλλης εγκατάστασης με σκοπό την απολύμανση του επαναχρησιμοποιούμενου θρεπτικού διαλύματος (Σάββας, 2011).



Εικόνα 3.3. Καλλιέργεια φυτών σε σύστημα αεροπονίας (<http://tudohidroponia.net/aeroponia-um-tipo-de-hidroponia/>).

3.2.3.4. Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκους

Οι σάκοι που χρησιμοποιούνται για αυτή τη μέθοδο καλλιέργειας είναι κατασκευασμένοι από μαλακό πολυαιθυλένιο λευκού χρώματος, ενώ η εσωτερική τους επιφάνεια είναι μαύρου χρώματος, ώστε να παρεμποδίζεται η διέλευση φωτός στο εσωτερικό τους. Το υπόστρωμα που περιλαμβάνουν οι σάκοι μπορεί να αποτελείται από ασύνδετους μεταξύ τους κόκκους, όπως περλίτης, τύρφη κ.α. ή από μια πλέξη ινωδών επιμήκων τεμαχιδίων, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους, όπως πετροβάμβακας, η πολυουρεθάνη κ.α. Κατά κανόνα οι σάκοι έχουν μήκος 1 m και πλάτος 15-20 cm. Το ύψος τους κυμαίνεται από 5 έως 25 cm. Για την εγκατάσταση μίας νέας καλλιέργειας σε σάκους, χρησιμοποιούνται συνήθως σπορόφυτα που έχουν σπαρθεί και αναπτυχθεί σε κύβους (Σάββας, 2011).



Εικόνα 3.4. Καλλιέργεια φυτών τομάτας σε σάκους (προσωπική φωτογραφία)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η μελέτη της επίδρασης τριών διαφορετικών συγκεντρώσεων αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης φυτών κορκολεκανίδας που καλλιεργήθηκαν σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης.

Για να επιτευχθεί το πείραμα αυτό καλλιεργήθηκαν φυτά κορκολεκανίδας σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (floating system) με θρεπτικό διάλυμα που είχε την ίδια συγκέντρωση σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία αλλά με τρεις διαφορετικές ηλεκτρικές αγωγιμότητες 2, 6 και 12 dS/m.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Υλικά

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου, σε υαλόφρακτο μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο, από το Σεπτέμβριο του 2016 μέχρι και Φεβρουάριο του 2017, όπου καλλιεργήθηκαν φυτά κορκολεκανίδας (*Urospermum picroides*) σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης.

5.2. Μέθοδοι

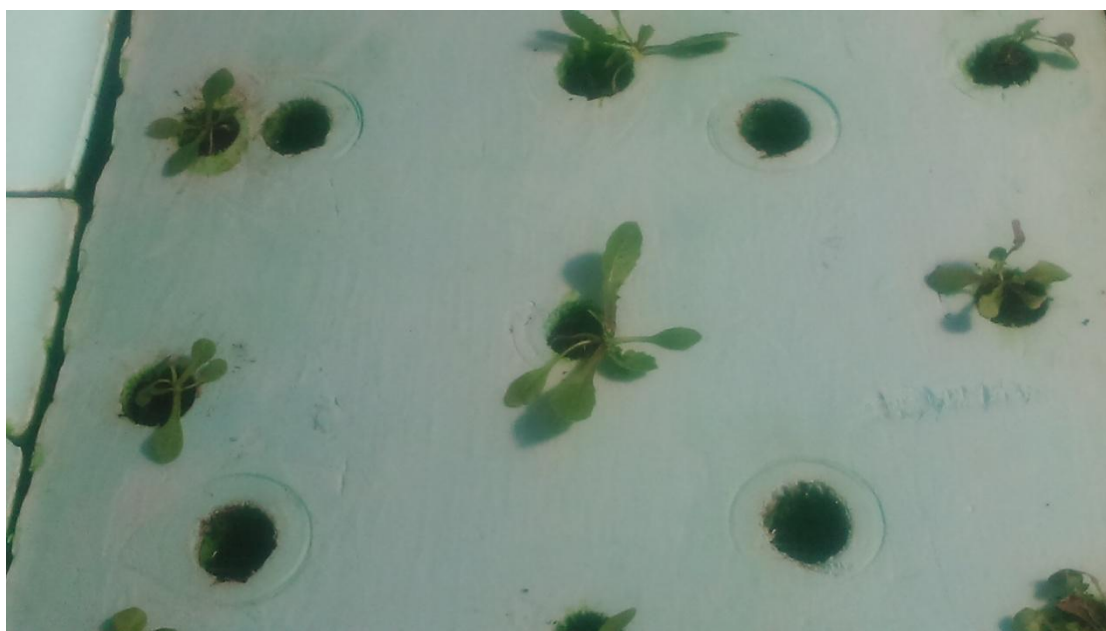
Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι κορκολεκανίδας που τοποθετήθηκαν σε δίσκους σποράς με υπόστρωμα μη εμπλουτισμένη τύρφη (Klasmann-Deilmann GmbH-BaseSubstrate) στις 15/9/2016. Οι σπόροι απλώθηκαν σε όλη την επιφάνεια των δίσκων και στη συνέχεια σκεπάστηκαν με πολύ λεπτό στρώμα τύρφης, λόγω του μικρού τους μεγέθους. Στη συνέχεια, οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε θάλαμο προβλάστησης με σταθερή θερμοκρασία 20 °C. Τα ποτίσματα των δίσκων σποράς γίνονταν καθημερινά ώστε να διατηρείται το υπόστρωμα υγρό.



Εικόνα 5.1. Προετοιμασία των δίσκων σποράς με υπόστρωμα τύρφης.

Μετά την βλάστηση των σπόρων στα φυτοδοχεία και όταν τα νεαρά φυτά ήταν στο στάδιο των δυο πραγματικών φύλλων έγινε μεταφύτευση, στις 30/9/2016 (15 ημέρες μετά τη σπορά) σε δίσκους ατομικών θέσεων που περιείχαν μη εμπλουτισμένη τύρφη. Στη συνέχεια, οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε υαλόφρακτο μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο.

Στις 2/12/16, δηλ. 78 ημέρες μετά τη σπορά, όταν τα φυτά είχαν κατά μέσο όρο 6 έως 8 πραγματικά φύλλα. Πριν τη μεταφύτευση των φυτών, απομακρύνθηκαν από τις ρίζες των φυτών φυτά τα υπολείμματα τύρφης. Τα φυτά μεταφυτεύτηκαν σε δεξαμενές με υδατικό θρεπτικό διάλυμα και η καλλιέργειά τους έγινε σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης.



Εικόνα 5.2. Νεαρά φυτά κορκολεκανίδας σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης.

Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε οπές επάνω σε φύλλα αφρώδους πλαστικού (φελιζόλ). Στο κάτω μέρος των φελιζόλ είχε επικολληθεί πλαστικό πλέγμα για τη συγκράτηση των φυτών το οποίο έφερε οπές που επέτρεπαν την απρόσκοπτη ανάπτυξη των ριζών στο θρεπτικό διάλυμα.

Για την επίτευξη των τριών διαφορετικών επιπέδων αλατότητας χρησιμοποιήθηκε χλωριούχο νάτριο το οποίο προστέθηκε στις δεξαμενές ανάπτυξης των φυτών σε κατάλληλες ποσότητες έτσι ώστε να διαμορφωθούν τα τρία διαφορετικά επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος: 2, 6, και 12 dS/m. Πιο συγκεκριμένα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος προσδιορίστηκε σε 2 dS/m, ενώ για την επίτευξη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των 6, και 12 dS/m στις άλλες δύο δεξαμενές ανάπτυξης των φυτών προστέθηκε η αναγκαία ποσότητα χλωριούχου νατρίου. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος μετρήθηκε κάθε εβδομάδα για τον έλεγχο πιθανών μεταβολών και δεν απαιτήθηκε προσθήκη χλωριούχου νατρίου ή νερού στις λεκάνες ανάπτυξης των φυτών.

Πίνακας 5.1: Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης των φυτών.

Στοιχείο	Συγκέντρωση ($\mu\text{mol/l}$)
K^+	6,500
Ca^{++}	4,000
Mg^{++}	1,000
NO_3^-	12,500
NH_4^+	1,200
H_2PO_4^+	1,300
NaCl	0,00
Fe^{++}	35,00
Mn	5,00
Zn	5,00
Cu^{++}	0,80
B	30,00
Mo	0,50

5.3. Μετρήσεις και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Για κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις των 10 φυτών η κάθε μία.

Μετά τη μεταφύτευση των φυτών στις λεκάνες με τα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας μετρήθηκαν ο αριθμός των νεπών φύλλων και το μέσο μήκος των δύο μεγαλύτερων φύλλων του φυτού κάθε 14 ημέρες.



Εικόνα 5.3. Φυτά κορκολεκανίδας κατά το στάδιο της συγκομιδής.

Κατά τη συγκομιδή (27/1/17), η οποία πραγματοποιήθηκε 56 ημέρες μετά την μεταφύτευση των φυτών στις λεκάνες με τα διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, όταν αυτά απέκτησαν το κατάλληλο μέγεθος, μετρήθηκαν:

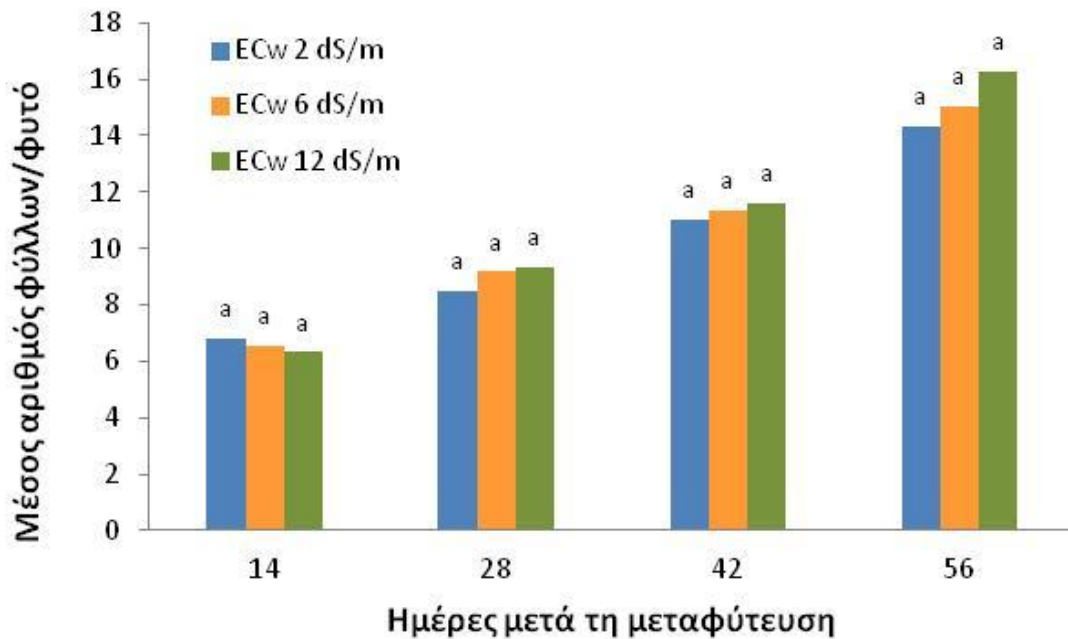
1. ο αριθμός των νεφών φύλλων ανά φυτό,
2. το μέσο μήκος των δύο μεγαλύτερων φύλλων του φυτού,
3. το νεφίο βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού,
4. το νεφίο βάρος της ρίζας του φυτού,
5. το νεφίο βάρος των φύλλων του φυτού,
6. η περιεκτικότητα των φύλλων σε ξηρά ουσία, και
7. η περιεκτικότητα των ριζών σε ξηρά ουσία.

Για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία, τα φυτικά δείγματα τοποθετήθηκαν στο ξηραντήριο με σε θερμοκρασία 72 °C, μέχρι την σταθεροποίηση του βάρους τους η οποία παρατηρήθηκε μετά από τέσσερις ημέρες.

Το πείραμα ακολούθησε το εντελών τυχαιοποιημένο σχέδιο με 3 επαναλήψεις των 10 φυτών η κάθε μία. Η σημαντικότητα των διαφορών των μέσων των μεταχειρίσεων εκτιμήθηκε με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 95% ($P \leq 0,05$). Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics Centurion.

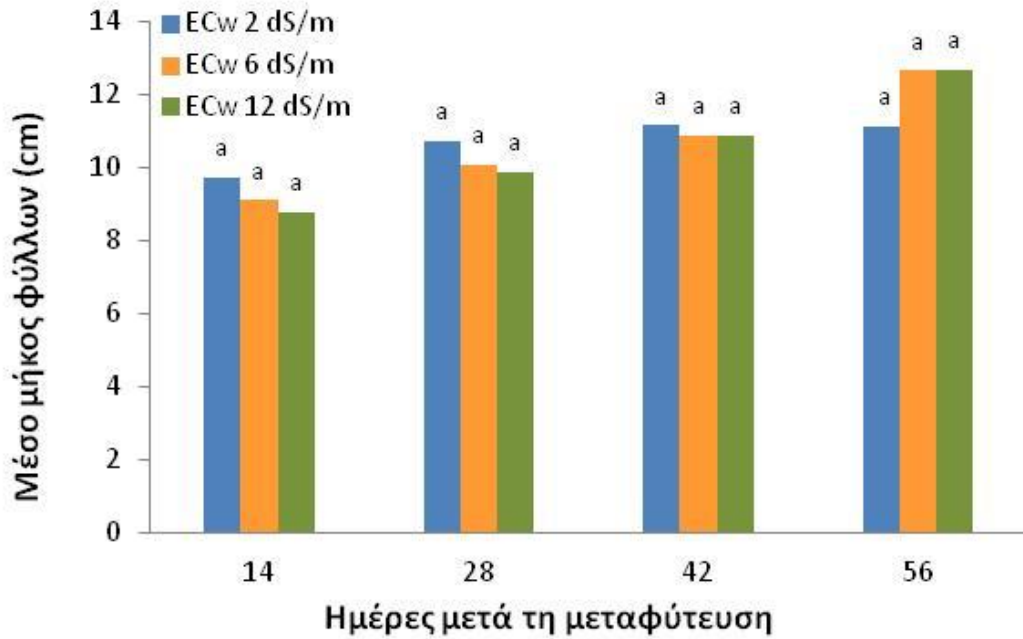
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος στο οποίο καλλιεργήθηκαν τα φυτά κορκολεκανίδας δεν επηρέασε το ρυθμό ανάπτυξής τους, όπως καταγράφηκε από τον αριθμό φύλλων και το μέσο μήκος των δύο μεγαλύτερων φύλλων των φυτών.



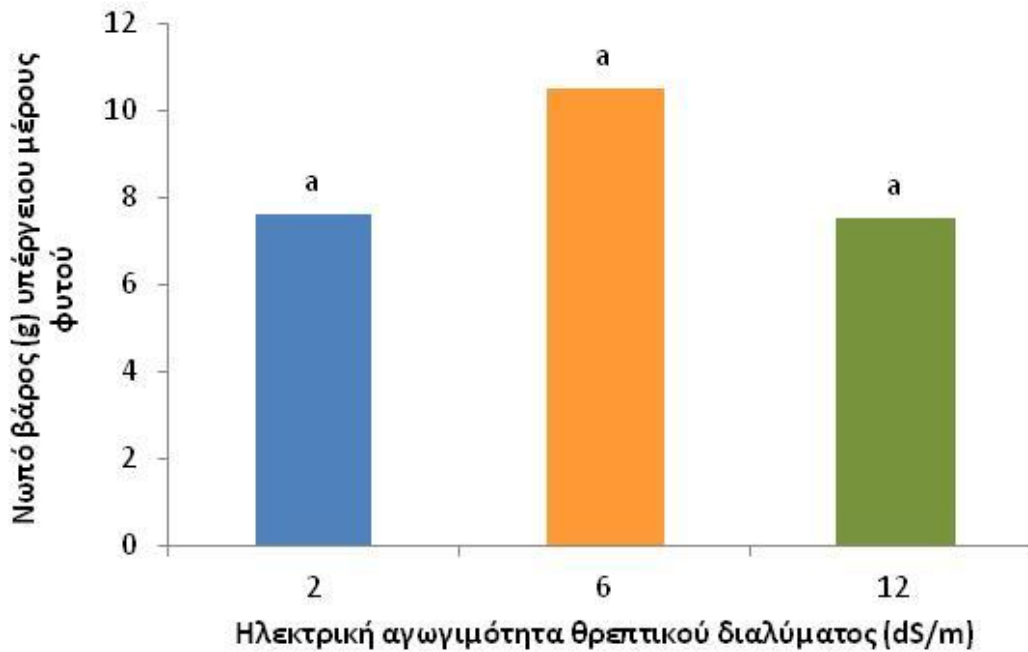
Εικόνα 6.1. Μέσος αριθμός νωπών φύλλων ανά φυτό κορκολεκανίδας, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους σε θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dS/m). Κατακόρυφες στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, υποδηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την αλατότητα (ηλεκτρική αγωγιμότητα) του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Εικόνα 6.1).



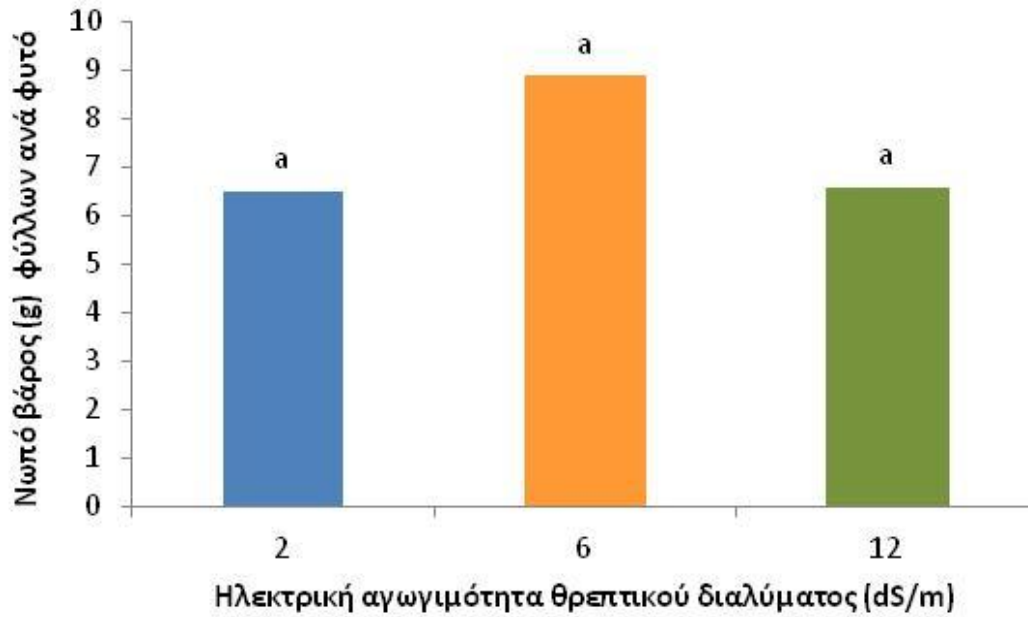
Εικόνα 6.2: Μέσο μήκος (cm) των δύο μεγαλύτερων φύλλων κάθε φυτού, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών σε θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dS/m). Κατακόρυφες στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, υποδηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, σε κανένα στάδιο ανάπτυξης των φυτών μέχρι και τη συγκομιδή, στο μέσο μήκος των δύο μεγαλύτερων φύλλων, μεταξύ των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dS/m, και εκείνων που αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες αυξημένης αλατότητας, δηλαδή σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dS/m και 12 dS/m.



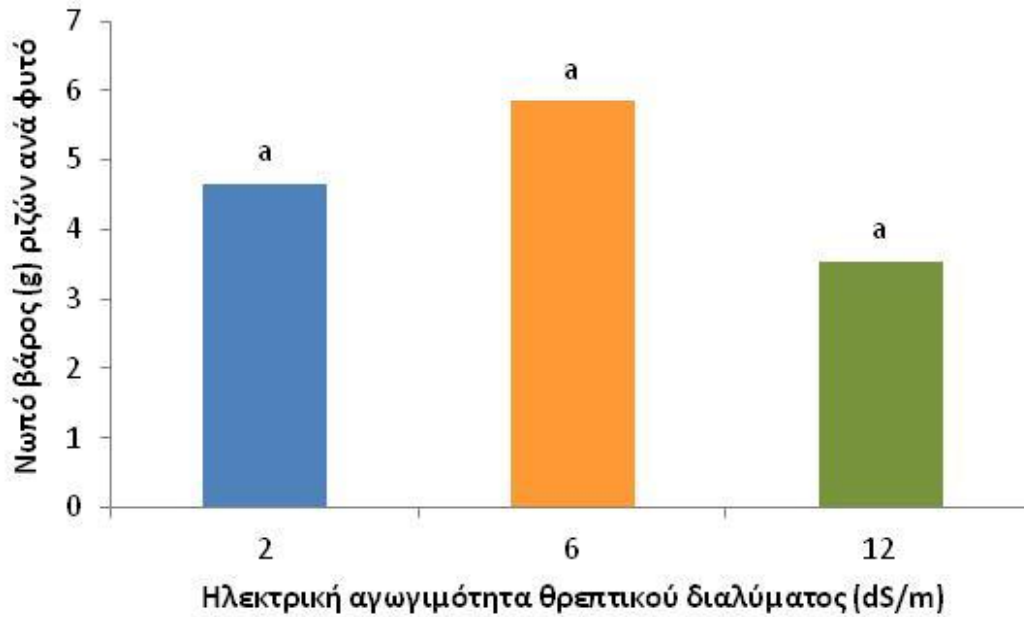
Εικόνα 6.3. Μέσο νωπό βάρος (g) του υπέργειου μέρους του φυτού την ημέρα της συγκομιδής (56 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dS/m). Κατακόρυφες στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, υποδηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Το μέσο νωπό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με τα διαφορετικά επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (2, 6 και 12 dS/m) (Εικόνα 6.3).



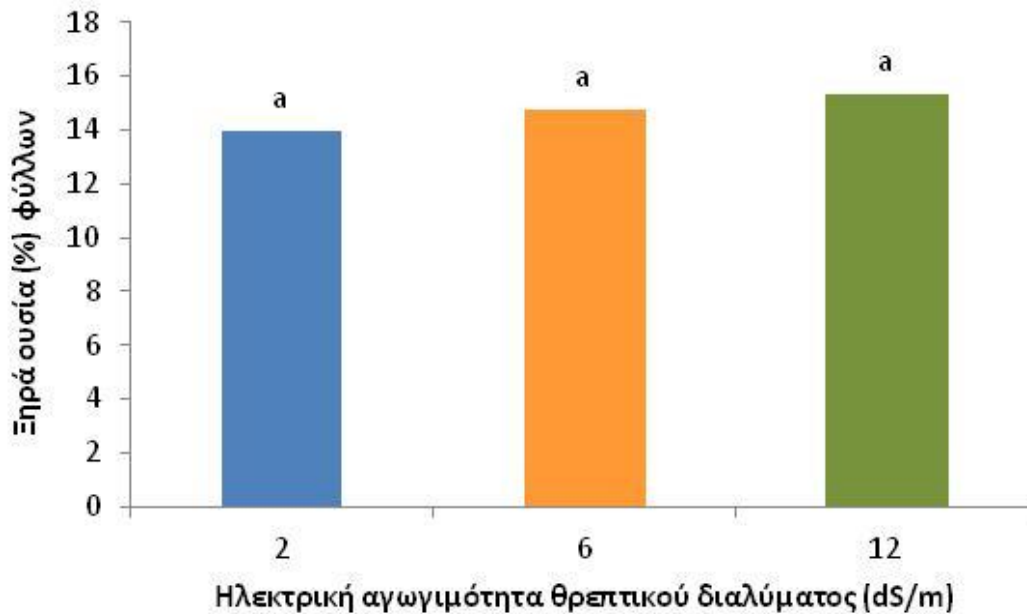
Εικόνα 6.4. Μέσο νωπό βάρος (g) φύλλων ανά φυτό την ημέρα της συγκομιδής (56 ημέρες μετά τη μεταφύτευση), που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dS/m). Κατακόρυφες στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, υποδηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Το μέσο νωπό βάρος των φύλλων του φυτού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (2, 6 και 12 dS/m) (Εικόνα 6.4).



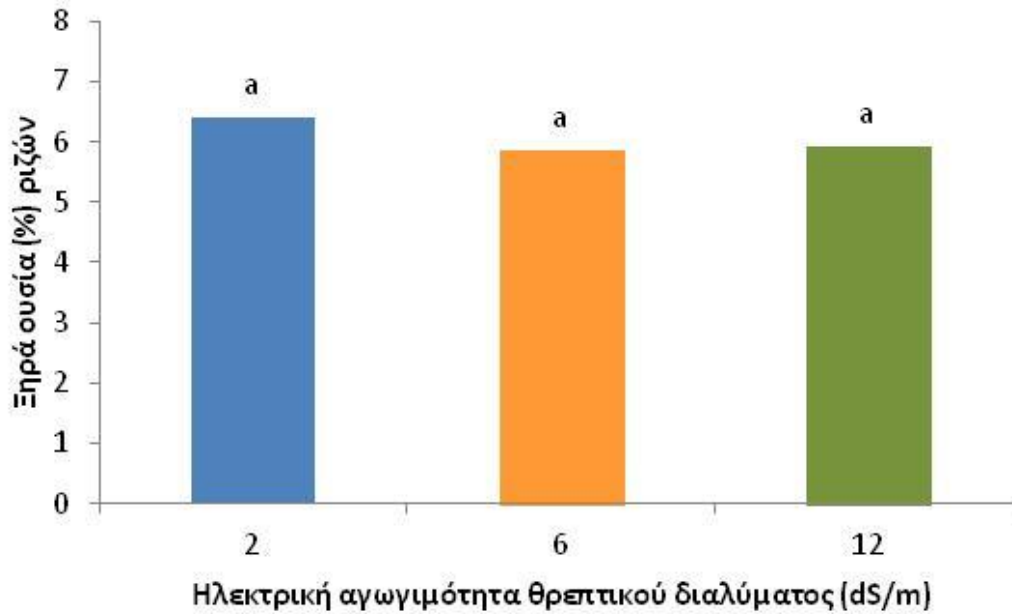
Εικόνα 6.5. Μέσο νωπό βάρος (g) ριζών ανά φυτό την ημέρα της συγκομιδής (56 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dS/m). Κατακόρυφες στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, υποδηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Το μέσο νωπό βάρος της ρίζας ανά φυτό δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με διαφορετική ηλεκτρική αγωγιμότητα στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης των φυτών (Εικόνα 6.5).



Εικόνα 6.6. Μέση συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στα φύλλα την ημέρα της συγκομιδής (58 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dS/m). Κατακόρυφες στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, υποδηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η μέση συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα φύλλα δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων με διαφορετικά επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης των φυτών (Εικόνα 6.6).



Εικόνα 6.7. Μέση συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στις ρίζες την ημέρα της συγκομιδής (56 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητα διαλύματος (2, 6 και 12 dS/m). Κατακόρυφες στήλες που φέρουν το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, υποδηλώνουν μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στις ρίζες των φυτών δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων με διαφορετική ηλεκτρική αγωγιμότητα στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης των φυτών (Εικόνα 6.7).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας παρατηρείται ότι το φυτό της κορκολεκανίδας δεν επηρεάζεται από το επίπεδο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών, όταν αυτό κυμαίνεται από 2 έως 12 dS/m. Αυτό υποδηλώνεται από την αδυναμία επίδρασης των διαφορετικών επιπέδων ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος σε χαρακτηριστικά ανάπτυξης του φυτού, όπως ο αριθμός των φύλλων και το μήκος των φύλλων. Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκε επίδραση αυτών των μεταχειρίσεων στο νωπό βάρος φύλλων και ριζών καθώς και στην περιεκτικότητα αυτών σε ξηρά ουσία.

Από τα παραπάνω στοιχεία εξάγεται το συμπέρασμα ότι η κορκολεκανίδα είναι ένα φυτό με σημαντική ανθεκτικότητα σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, τουλάχιστον μέχρι τα επίπεδα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των 12 dS/m. Ωστόσο, σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών και η τελική τους ανάπτυξη κατά τη συγκομιδή είναι μικρότερη από αυτή που έχει παρατηρηθεί κατά την ανάπτυξη των φυτών σε φυτοδοχεία με υπόστρωμα τύρφη και περλίτη (Γεωργιόπουλος, αδημοσίευτο). Σύμφωνα με άλλες μελέτες (Γεωργιόπουλος, αδημοσίευτο) η ανάπτυξη των φυτών επηρεάζεται από την εποχή καλλιέργειας, ωστόσο, η πολύ μικρότερη ανάπτυξη των φυτών σε αυτή τη μελέτη είναι πιθανό να συνδέεται με την παραμονή των φυτών για μεγάλο χρονικό διάστημα στο σπορείο.

Για τους παραπάνω λόγους φαίνεται ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα της επίδρασης των επιπέδων αλατότητας στα φυτά της κορκολεκανίδας τόσο σε διαφορετικές εποχές καλλιέργειας όσο και ακολουθώντας μια τεχνική ταχύτερης μεταφοράς των σπορόφυτων στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής αλατότητας για την περαιτέρω ανάπτυξή τους. Επιπρόσθετα, προτείνεται να εξεταστεί η επίδραση των διαφορετικών επιπέδων αλατότητας και στη συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών, ώστε να διερευνηθεί η επίδρασή της και σε άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά που μπορεί να συνδέονται με την ανάπτυξη των φυτών της κορκολεκανίδας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ciufolini C. (1980). *Λαχανοκομία κηπευτική, γενική και ειδική*. Εκδόσεις Ψύχαλου.
- Βλάχου Γ. (2011). *Επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της μπάμιας σε υδροπονική καλλιέργεια*. Πτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α..
- Δημητράκης Κ.Γ. (1998). *Λαχανοκομία*. Εκδόσεις ΑγροΤύπος ΑΕ Αθήνα.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. (2002). *Ζιζανιολογία: Ζιζάνια–Ζιζανιοκτόνα–Περιβάλλον–Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (2^η έκδοση)*. Εκδόσεις ΑγροΤύπος.
- Θεριός Ι. (2005). *Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα*. Εκδόσεις Γαρταγάνη.
- Κόντης Μ. (2009). *Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας*. Μεταπτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α.
- Μενδώνη Ε. (2015) *Επίδραση της εποχής σποράς στην ανάπτυξη και την ποιότητα αυτοφυών λαχανευόμενων φυτών*
- Μισοπολινός Δ.Ν. (1991). *Προβληματικά εδάφη, μελέτη, πρόσληψη, βελτίωση*. Εκδόσεις Γιαχρούδη- Γιαπούλη.
- Παππά Ε. (2016). *Καταγραφή της διαχρονικής εξέλιξης των μορφολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών δέκα λαχανευόμενων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης*. Μεταπτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α..
- Σάββας Δ. (2011). *Καλλιέργειες Εκτός Εδάφους, Υδροπονία, Υποστρώματα*. Εκδόσεις ΑγροΤύπος.
- Σαραντουλάκη Π. (2012). *Επίδραση θειικού καλίου σε φυτά ρόκας αναπτυσσόμενα σε συνθήκες αλατότητας*. Πτυχιακή Μελέτη Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- Τόσκας Ι. (2010). *Μελέτη της ανάπτυξης και παραγωγής αδραλίδας και σταμναγκαθιού*. Πτυχιακή Μελέτη Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- Τριτάρης Θ. (2015). *Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξη και παραγωγή του μαλακού σιταριού (Triticum aestivum L.) cv. Αχέρων*. Πτυχιακή Μελέτη Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- Χα Ι.-Α. και Πετρόπουλος Σ. (2014) *Γενική λαχανοκομία και υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.