

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

Πτυχιακή Μελέτη

Θέμα: «Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην ανόργανη θρέψη
τεσσάρων λαχανευόμενων φυτών σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια»

του σπουδαστή
Γεωργίου Αρφαρά
ΑΜ 2014052

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

Πτυχιακή Μελέτη

Θέμα: «Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην ανόργανη θρέψη
τεσσάρων λαχανοφύτων σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια»

του σπουδαστή
Γεωργίου Αρφαρά
ΑΜ 2014052

Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Γεωργιόπουλος

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:

ΑΡΦΑΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.....

Υπογραφή:

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζω τις ευχαριστίες μου στους καθηγητές μου, κ. Αλεξόπουλο και κ. Γεωργιόπουλο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν με την ανάθεση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας, για την πολύτιμη βοήθειά τους, το ενδιαφέρον τους και για το χρόνο που διέθεσαν για τη διεκπεραίωση αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Τις ευχαριστίες στις καθηγήτριές μου κ. Πετροπούλου και κ. Ασημακοπούλου για τις γνώσεις που μου έδωσαν, δενδροκομίας και εδαφολογίας αντίστοιχα.

Ευχαριστίες, επίσης οφείλω και στην κ. Κορίκη, για την καθοδήγησή της πάνω στο κομμάτι των εργαστηριακών αναλύσεων και ακόμα στο συμφοιτητή μου Δημήτριο Σαρέλη, για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θέλω να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, για την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΑ ΦΥΤΑ	8
1.1. ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΑ	8
1.2. Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ASTERACEAE.....	9
1.2.1. Ταξινόμηση.....	9
1.2.2. Εχθροί και ασθένειες της οικογένειας Asteraceae	10
1.3. ΚΟΡΚΟΛΕΚΑΝΙΔΑ (<i>Urospermum picroides</i>)	11
1.3.1. Βοτανική ταξινόμηση	11
1.3.2. Περιγραφή, Βιότοπος, Συλλογή.....	11
1.3.3. Χρήσεις - Θεραπευτικές ιδιότητες	12
1.4. ΣΙΤΑΡΗΘΡΑ (<i>Hedypnois cretica</i>).....	12
1.4.1. Βοτανική ταξινόμηση	12
1.4.2. Καταγωγή- Ιστορικό	13
1.4.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	13
1.5. ΓΑΛΑΤΣΙΔΑ (<i>Reichardia picroides</i>)	14
1.5.1. Βοτανική ταξινόμηση	14
1.5.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	14
1.5.3. Ιδιότητες- χρήσεις.....	15
1.6. ΑΔΡΑΛΙΔΑ (<i>Hymenonema graecum</i>).....	15
1.6.1. Βοτανική ταξινόμηση	15
1.6.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	16
1.6.3. Φαρμακευτικές ιδιότητες	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	17
2.1. ΠΕΡΙΟΧΕΣ-ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	17
2.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΟΔΗΓΗΣΟΥΝ ΣΕ ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	18
2.3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	18
2.4. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ.....	19
2.5. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	19
2.6. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	19
2.7. Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ	24
3.1. ΟΡΙΣΜΟΣ.....	24
3.2. ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ	24
3.3. ΕΙΔΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	25
3.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	26

3.5. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	29
5.1. ΓΕΝΙΚΑ	29
5.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
5.2.1. Μετρήσεις - Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	34
6.1. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΤΗΣ ΣΙΤΑΡΗΘΡΑΣ.	34
6.2. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΤΗΣ ΑΔΡΑΛΙΔΑΣ	41
6.3. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΤΗΣ ΓΑΛΑΤΣΙΔΑΣ.....	47
6.4. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΤΗΣ ΚΟΡΚΟΛΕΚΑΝΙΔΑΣ	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	60
7.2 ΣΙΤΑΡΗΘΡΑ	60
7.2 ΑΔΡΑΛΙΔΑ.....	61
7.3 ΓΑΛΑΤΣΙΔΑ	61
7.4 ΚΟΡΚΟΛΕΚΑΝΙΔΑ	62
7.5 ΓΕΝΙΚΑ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Γεωργίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου με σκοπό την μελέτη της επίδρασης δύο επιπέδων αλατότητας στην ανόργανη θρέψη των λαχανευόμενων φυτών κορκολεκανίδα (*Urospermum picroides*), σιταρήθρας (*Hedypnois cretica*), γαλατσίδα (*Reichardia picroides*) και αδραλίδα (*Hymenonema graecum*) της οικ. Asteraceae.

Η καλλιέργεια των φυτών πραγματοποιήθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι και τον Απρίλιο του 2017.

Για την εφαρμογή δύο διαφορετικών μεταχειρίσεων αλατότητας (ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 και 6 dSm^{-1}) χρησιμοποιήθηκε NaCl το οποίο προστέθηκε στο θρεπτικό διάλυμα (ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dSm^{-1}) ανάπτυξης των φυτών σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της σιταρήθρας, της γαλατσίδα και της κορκολεκανίδα δεν επηρεάζεται σημαντικά από την αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος, σε αντίθεση με την αδραλίδα.

Συμπεραίνεται ότι η αλατότητα δεν έχει έντονα αρνητική επίδραση στην ανόργανη θρέψη των τριών από τα τέσσερα φυτά (σιταρήθρα, γαλατσίδα και κορκολεκανίδα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΑ ΦΥΤΑ

1.1. ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΑ

Τα άγρια χόρτα ή αλλιώς τα λαχανεύομενα φυτά είναι όλα εκείνα τα φυτικά είδη που αυτοφύονται σε όλη την ελληνική επικράτεια και γίνονται αντικείμενο συλλογής και εκμετάλλευσης για τις ανάγκες της ανθρώπινης διατροφής.

Η σπουδαιότητα των λαχανεύομενων εντοπίζεται κυρίως στην υψηλή θρεπτική αξία που έχουν και στη προσαρμογή τους σε συχνά αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες που πιθανόν να τους επιτρέπουν την καλλιέργειά τους για την εκμετάλλευση προβληματικών εδαφών (Ακουμιανάκης, 2010).

Η ελληνική χλωρίδα είναι πλούσια σε πολλά είδη που λαχανεύονται και αποτελούν εδώ και πολλά χρόνια μέρος της μεσογειακής διατροφής, που είναι γνωστό ότι αποτελεί παράδειγμα υγιεινής και ισορροπημένης διατροφής για τον άνθρωπο. Πολλές έρευνες έχουν δείξει την υψηλή διατροφική αξία τέτοιων φυτικών στα οποία έχει βρεθεί μεγάλη περιεκτικότητα σε βιταμίνες, αντιοξειδωτικά και χρήσιμα ανόργανα στοιχεία. Είναι εντυπωσιακό ότι ένα άγριο ραδίκι όπως το σταμναγκάθι, περιέχει εκτός των άλλων και Ω-3 λιπαρά οξέα. Έτσι, οι καταναλωτές αναζητούν υγιεινότερες διατροφικές συνήθειες μετά την «καταιγίδα» των έτοιμων φαγητών μικρής διατροφικής αξίας που έχουν εισέλθει στην καθημερινή διατροφή μας σαν αποτέλεσμα της αλλαγής του τρόπου ζωής κυρίως στις μεγάλες πόλεις.

Με βάση την προσαρμοστικότητα πολλών λαχανεύομενων φυτικών ειδών δίνεται η δυνατότητα εκμετάλλευσης εδαφών που για κάποιον λόγο έχουν υποβαθμιστεί και δύσκολα θα μπορούσαν να βελτιωθούν οι φυσικές και χημικές ιδιότητές τους ώστε να χρησιμοποιηθούν σε μια συστηματική καλλιέργεια ενός άλλου απαιτητικού φυτού. Μερικά παραδείγματα που δείχνουν το πλεονέκτημα του δεύτερου αυτού χαρακτηριστικού των λαχανεύομενων είναι ο ζοχός που προσαρμόζεται σε βαριά ή κακώς στραγγιζόμενα εδάφη, και το σταμναγκάθι που αντέχει στη μεγάλη αλατότητα, τόσο του εδάφους όσο και του νερού, η κάππαρη και η γαλατσίδα που προσαρμόζονται σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο κ.ά.

Ένας άλλος λόγος που ευνοεί την ενδεχόμενη συστηματική καλλιέργεια τέτοιων ειδών είναι και το γεγονός ότι ολοένα και λιγότεροι άνθρωποι, στις πόλεις

τουλάχιστον, αναζητούν στη φύση να συλλέξουν αυτοφυή φυτά που θα συμπληρώσουν τη διατροφή τους.

Στα πλαίσια της βιολογικής καλλιέργειας κηπευτικών, τα λαχανευόμενα αποτελούν μια σπουδαία λύση, δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιούνται (Ακουμιανάκης, 2010):

- Ως φυτά εδαφοκάλυψης με στόχο την προστασία του εδάφους από διάβρωση.
- Μπορούν να ενταχθούν σε προγράμματα αμειψισποράς. Υπάρχουν πάρα πολλά είδη και οικογένειες εξασφαλίζοντας τη βιοποικιλότητα.
- Μπορούν να αποτελέσουν μέρος της αντιμετώπισης ανεπιθύμητων ζιζανίων σε ένα αγρό ως φυτά ανθεκτικά και συνεπώς ανταγωνιστικά τους.
- Το σπουδαιότερο όμως πλεονέκτημα που έχουν είναι μια φυσική ανθεκτικότητα σε προσβολές εχθρών και ασθενειών που έχει αποκτηθεί με την προσπάθεια επιβίωσής τους στη φύση, αλλά και το σημαντικό γεγονός της προσαρμογής τους σε αντίξοες εδαφικές συνθήκες.

1.2. Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ Asteraceae

1.2.1. Ταξινόμηση

Τα Αστεροειδή (Asteraceae) ή Σύνθετα (Compositae) είναι μια από τις μεγαλύτερες οικογένειες αγγειόσπερμων. Στην οικογένεια αυτή συμπεριλαμβάνονται 12 υποοικογένειες στις οποίες κατατάσσονται περισσότερα από 23.000 είδη που ανήκουν σε περισσότερα από 1.600 γένη και. Το όνομα Αστεροειδή προέρχεται από την ελληνική λέξη αστέρας. Το όνομα Σύνθετα που είναι το παλαιότερο όνομα της οικογένειας αποδίδεται στο ότι η ταξιανθία που αποτελείται από πολλά άνθη έχει την εμφάνιση ενός μόνο άνθους.

Είναι μονοετή, διετή ή πολυετή. Πολλά έχουν μεγάλα ριζώματα από τα οποία μπορούν να αναπτυχθούν κλώνοι. Τα φύλλα συνήθως είναι απλά και λιγότερο συχνά σύνθετα και διατάσσονται σε αντίθεση, κατ' εναλλαγή ή σπανιότερα σε σπονδύλους.

Η ταξιανθία των φυτών της οικογένειας είναι γνωστή ως κεφάλιο, το οποίο περιβάλλεται από ένα περίβλημα, συνήθως πράσινο, που αποτελείται από μικρά βράκτια, τα οποία μπορεί να φέρουν και αγκάθια (π.χ. αγκινάρα).

Στα περισσότερα από τα είδη της οικογένειας, τα ανθίδια στην περιφέρεια φέρουν επιμήκη στεφάνη και είναι συμπέταλα, σχηματίζοντας ένα σωλήνα με οδοντωτή κορυφή. Πέταλα και στήμονες φύονται στη κορυφή της ωοθήκης. Οι πέντε στήμονες είναι στερεωμένοι στη στεφάνη και έχουν ελεύθερα νημάτια, ενώ οι ανθήρες είναι ενωμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν ένα σωλήνα στον οποίο απελευθερώνεται η γύρη. Σε αυτό το σωλήνα αναπτύσσεται ο στύλος του υπέρου. Η ανάπτυξη του σπρώχνει τη γύρη προς τα έξω. Ο στύλος καταλήγει σε ένα διχαλωτό στίγμα, όπου προσπίπτουν οι γυρεόκοκκοι. Η ωοθήκη είναι υποφυής, μονόχωρη, με μία σπερματοβλάστη. Ο στύλος είναι δισχιδής. Ο καρπός είναι αχαίνιο (Καββάδας, 1956).

Ο σπόρος του φυτών της οικογένειας φέρει πάππο αποτελείται από λέπια με μικρές αιχμηρές προεξοχές ή σκληρές τρίχες, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η μεταφορά του με τον αέρα. Ωστόσο, υπάρχουν είδη της οικογένειας που δεν φέρουν πάππο ενώ κάποια είδη φέρουν αγκιστρώδεις αποφύσεις που επιτρέπουν τη μεταφορά του σπόρου ο οποίος γαντζώνεται στο τρίχωμα των ζώων.

1.2.2. Εχθροί και ασθένειες της οικογένειας Asteraceae

Αν και δεν υπάρχουν αναφορές για έντομα και ζωικούς εχθρούς που μπορεί να προκαλούν προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών και επομένως να χρειάζεται η αντιμετώπισή τους σε εντατικές καλλιέργειες, ορισμένοι από τους παρακάτω που αποτελούν σημαντικούς εχθρούς άλλων φυλλωδών λαχανικών μπορεί να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα:

Εχθροί: Αφίδες (*Capitophorus elaeagni*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*), Λεπιδόπτερα (*Spodoptera* sp. *Pieris brassicae*, *Mamestra brassicae*...), Πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*), Έντομα εδάφους (*Agrotis* sp.), Γρυλλοτάλπη (*Gryllotalpa gryllotalpa*), Θρίπας (*Frankliniella occidentalis*), Σαλιγκάρια και γυμνοσάλιαγκες (*Helix aspersa*, *Agriolimax reticulatus*), Νηματώδεις (*Meloidogyne* spp., *Heterodera* sp.), Τετράνυχτοι (*Tetranychus* sp.).

Ασθένειες: Περονόσπορος (*Bremia lactucae*), Ανθράκωση (*Microdochium pannattonianum*), Κηλίδωση των φύλλων (*Stemphylium botryosum*), Αλτερναρίωση (*Alternaria cichorii* και *A. sonchi*), Σεπτορίωση (*Septoria lactucae*, *S. endiviae*, *S. intybi*), Κερκοσπορίωση (*Cercospora cichorii*), Ωίδιο (*Erysiphe cichoracearum*),

Βοτρώτης ή φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*), Βακτηριακή σήψη (*Pseudomonas marginalis*, *P. marginalis* pv. *margarinalis*) (Μενδώνη, 2015).

1.3. Κορκολεκανίδα (*Urospermum picroides*)



Εικόνα 1.1 Ταξικαρπία κορκολεκανίδας (αριστερά) και νεαρό φυτό (δεξιά).

1.3.1. Βοτανική ταξινόμηση

Βασίλειο: Plantae

Άθροισμα: Magnoliophyta

Κλάση: Magnoliopsida

Τάξη: Asterales

Οικογένεια: Asteraceae (Compositae)

Γένος: *Urospermum*

Είδος: *picroides*

1.3.2. Περιγραφή, Βιότοπος, Συλλογή

Η κορκολεκανίδα είναι ετήσιο ποώδες φυτό με ύψος που φτάνει συνήθως έως και τα 50 cm. Ο βλαστός του φυτού είναι όρθιος και φέρει διακλαδώσεις, με αιχμηρές τρίχες και με χυμό σαν γάλα. Η ρίζα του είναι βαθιά, απλή ή διακλαδιζόμενη (Καββάδας, 1956).

Τα φύλλα του είναι συνήθως ατρακτοειδή, χνουδωτά, επιμήκη, αλλά το σχήμα τους διαφοροποιείται σημαντικά με την ηλικία του φυτού και την γενετική παραλλακτικότητα λόγω της ελεύθερης επικονίασης.

Ο μίσχος των φύλλων έχει κόκκινο χρώμα, όπως επίσης και το κεντρικό νεύρο των φύλλων, στα οποία παρατηρούνται και κοκκινωπά στίγματα. Τα άνθη είναι κίτρινα άνθη και εμφανίζονται στις ταξιανθίες από το Φεβρουάριο έως και το Μάιο.

Ο καρπός είναι αχαίνιο. Θεωρείται γενικά ζιζάνιο και ετήσιος βιολογικός του κύκλος ευνοεί την ταχύτατη εξάπλωσή του με τους σπόρους (Παππά, 2016).

Είναι πολύ κοινό χόρτο σε όλη τη χώρα και συλλέγεται από το Φθινόπωρο μέχρι το τέλος της άνοιξης σε ακαλλιέργητους και καλλιεργημένους τόπους, σε άκρες δρόμων, πάρκα και αυλές.

1.3.3. Χρήσεις - Θεραπευτικές ιδιότητες

Καταναλώνεται βρασμένο με γεύση αρκετά πικρή, η οποία όμως απαλύνεται με τη χρήση λεμονιού. Περιλαμβάνεται στα φυτά με φαρμακευτικές ιδιότητες κυρίως λόγω μεγάλης περιεκτικότητας σε βιταμίνη C, πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, Ω3 λιπαρά οξέα και α-λικολενικό οξύ, συστατικά που έχουν αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή, αντιβακτηριδιακή και αντιφλεγμονώδη δράση (Παππά, 2016).

1.4. ΣΙΤΑΡΗΘΡΑ (*Hedypnois cretica*)



Εικόνα 1.2 Σιταρήθρα.

1.4.1. Βοτανική ταξινόμηση

Βασίλειο: Plantae

Άθροισμα: Magnoliophyta

Κλάση: Magnoliopsida

Τάξη: Asterales

Οικογένεια: Asteraceae (Compositae)

Γένος: *Hedypnois*

Είδος: *cretica*

1.4.2. Καταγωγή- Ιστορικό

Η σιταρήθρα (*Hedynois cretica*) είναι γνωστή στην Κρήτη ως ζιζάνιο. Συναντάται στην Μεσόγειο. Συνήθως εμφανίζεται σε μικτά βοσκοτόπια, ή σε περιοχές που έχουν διαταραχθεί. Πιο συχνά συναντάται σε υγρές περιοχές, σε βαριά αργιλώδη εδάφη των πλημμυρικών περιοχών ή και σε αμμώδη προσχωσιγενή εδάφη. Είναι αυτοφυής στην νότια Ευρώπη, και νοτιοδυτική Ασία. Ανθίζει κυρίως την άνοιξη (Απρίλιος- Μάιος). Μπορεί να ανθήσει και το φθινόπωρο (Αύγουστος- Οκτώβριος) (Καββάδας, 1956).

1.4.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η σιταρήθρα είναι ετήσιο φυτό που μπορεί να φτάσει μέχρι 40 cm ύψος. Ξεκινά από μια βασική ροζέτα με πράσινα ή μοβ φύλλα, η οποία φτάνει 18 cm. Τα φύλλα βρίσκονται στα στελέχη και είναι σκληρά και τριχωτά. Τα χαμηλότερα φύλλα είναι επιμήκη, φθάνουν μέχρι 7 cm, οδοντωτά ή λεία. Τα στελέχη φέρονται διακλαδισμένα και έχουν τρίχες. Ένα όρθιο ή πεσμένο στέλεχος φέρει μόνα κεφάλια ή ταξιανθίες με πολλά κεφάλια (Μενδώνη, 2015).

Η κεφαλή έχει σειρές από βράκτια που μπορεί να είναι πολύ τριχωτά, και το κεφάλι έχει σχήμα ωοειδές, όταν είναι κλειστό. Κατά την ανθοφορία το κεφάλιο εκπτύσσεται περιλαμβάνοντας ομόκεντρες σειρές από κίτρινα ανθίδια με οδοντωτές άκρες. Τα ανθίδια είναι πολυάριθμα, 8 mm περίπου σε μήκος, ο καρπός είναι περίπου 7-9 mm, και υπάρχουν περίπου 12 μεγάλα χωρίς τρίχες ή τραχιά βράκτια σε μία σειρά, με μερικά μικρότερα εξωτερικά (Καββάδας, 1956).

Οι σπόροι ονομάζονται αχαίνια και είναι κυλινδρικοί με 6mm μήκος, μαύρου χρώματος κυρτοί λεπτοί με ραβδώσεις.

1.5. ΓΑΛΑΤΣΙΔΑ (*Reichardia picroides*)



Εικόνα 1.3 Νεαρό φυτό γαλατσίδας.

Στην Κρήτη είναι γνωστό και με το όνομα Αγαλατσίδα. Απαντάται σε πολλές περιοχές στην Ελλάδα με αρκετά διαφορετικές ονομασίες. Στην Πελοπόννησο είναι γνωστή ως λαγόψωμο. Αναπτύσσεται πολλές φορές σε άγονα εδάφη (Καββάδας, 1956).

1.5.1. Βοτανική ταξινόμηση

Kingdom:	Plantae
Division:	Magnoliophyta
Class:	Magnoliopsida
Order:	Asterales
Family:	Compositae (Asteraceae)
Genus:	<i>Reichardia</i>
Species:	<i>picroides</i>

1.5.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Είναι μονοετές ή πολυετές φυτό και προτιμά εύκρατο κλίμα. Ανήκει στις πόες και περιέχει γαλακτώδη χυμό με χαρακτηριστική γεύση. Αναπτύσσεται σε μορφή ροζέτας με λεία φύλλα ή ελαφρά χνοώδη. Τα φύλλα έχουν ανοικτό πράσινο χρώμα

και είναι οδοντωτά, χωρίς μίσχο. Την άνοιξη αναπτύσσονται τα κεφάλια με άνηθ χρώματος κίτρινου και μετά τη γονιμοποίηση παράγονται τα αχάινια.

1.5.3. Ιδιότητες- χρήσεις

Η γαλατσίδα τρώγεται ωμή και αφήνει στο στόμα μια ευχάριστη γεύση φρέσκου γάλακτος. Τρώγεται επίσης βραστή με άλλα χόρτα με λάδι ή ωμή με λαδόξιδο.

1.6. ΑΔΡΑΛΙΔΑ (*Hymenonema graecum*)



Εικόνα 1.4 Φυτό αδραλίδας

1.6.1. Βοτανική ταξινόμηση

Βασίλειο: Plantane

Άθροισμα: Magnoliophyta

Κλάση: Magnoliopsida

Τάξη: Asterales

Οικογένεια: Asteraceae (Compositae)

Γένος: *Hymenonema*

Είδος: *graecum*

1.6.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Φθάνει σε ύψος από 20 έως 70 cm. Τα φύλλα είναι πτεροειδή και καταλήγουν μέχρι και 10 mm πλάτους. Τα πέταλα είναι χρυσά και έχουν μερικές φορές μια πορφυρή κηλίδα στη βάση. Ο πάππος του είναι περισσότερο ή λιγότερο ομοιόμορφος και αποτελείται από λεπτές ακτίνες που τερματίζονται σε χνούδια (Καββάδας, 1956).

1.6.3. Φαρμακευτικές ιδιότητες

Λόγω της εξαιρετικής σπανιότητας της φυτού δεν έχουν γίνει έρευνες για τις φαρμακευτικές της ιδιότητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

2.1. Περιοχές-επιπτώσεις αλατότητας

Η αλατότητα είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται συνήθως σε περιοχές που διαβρέχονται από θαλασσινό νερό, σε περιοχές με ρυθμό εξάτμισης του νερού πολύ υψηλότερο από αυτόν των βροχοπτώσεων, σε υπερβολικά αρδευόμενες με κακής ποιότητας νερό γεωργικές εκτάσεις, με έντονη εξατμισοδιαπνοή, υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων, κυρίως νατρίου και χλωρίου, στο έδαφος, στο περιβάλλον της ρίζας (Βλάχου, 2011).

Οι υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων δημιουργούν χαμηλό δυναμικό νερού στο έδαφος. Έτσι παρουσιάζεται ωσμωτική καταπόνηση και τα φυτά αδυνατούν συχνά να απορροφήσουν εδαφικό νερό. Επιπρόσθετα, οι υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων δημιουργούν ιοντική καταπόνηση, δηλαδή παρεμποδίζουν την απορρόφηση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων από το εδαφικό περιβάλλον, γιατί το Na και το Cl ανταγωνίζονται την πρόσληψη άλλων ιόντων (Munns, 2002).

Επίσης, η συσσώρευση ιόντων Na και Cl εντός των κυττάρων χαλάει την επιθυμητή κατανομή ιόντων και φορτίων μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού κυτταρικού περιβάλλοντος (κυτταρική ιοντική ομοιόσταση). Έτσι παρεμποδίζεται η απορρόφηση ιόντων από τα κύτταρα. Τέλος η αύξηση της συγκέντρωσης του Na, αυξάνει τη δραστηριότητα των αντλιών πρωτονίων των μεμβρανών και έχει σαν αποτέλεσμα την άνοδο του pH του κυτοπλάσματος.

Τα ιόντα Na^+ και Cl^- , όταν βρεθούν στο εσωτερικό των κυττάρων προκαλούν τοξικότητα. Παρουσιάζονται ανωμαλίες στην περατότητα των μεμβρανών και παρεμπόδιση της καταλυτικής δράσης κάποιων ενζύμων. Δυσκολεύουν την αφομοίωση του άνθρακα, λόγω παρεμπόδισης της φωτοσυνθετικής λειτουργίας και επιτάχυνσης της αναπνευστικής δραστηριότητας.

Τέλος διαταράσσεται η φωτοσυνθετική ροή ηλεκτρονίων και μειώνεται η στοματική αγωγιμότητα, που επιφέρει μειωμένη τροφοδοσία με CO_2 . Οι συνθήκες αυτές ευνοούν τη δημιουργία ενεργών μορφών οξυγόνου και οξειδωτική καταπόνηση (Munns κ.ά., 2002).

2.2. Παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε αλάτωση του εδάφους

- το αλατούχο νερό άρδευσης
- οι πλούσιες λιπάνσεις
- η κακή στράγγιση
- η ανεπαρκής άρδευση
- η υψηλή στάθμη υπογείων υδάτων

2.3. Διαχείριση Άρδευσης Εδαφών με Αλατότητα

- Εφόσον υπάρχει στράγγιση, η άρδευση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 15% των απωλειών λόγω εξατμισοδιαπνοής.
- Μείωση της αλατότητας με έκπλυση.
- Με μικρότερες ποσότητες σε περισσότερες αρδεύσεις.
- Πολύ μεγαλύτερες ποσότητες με μία μόνο άρδευση.
- Πολύ αποτελεσματικές οι βροχές και οι χειμερινές αρδεύσεις εφόσον υπάρχει στράγγιση.
- Όσο πιο βαθύ και επαρκούς στράγγισης είναι το έδαφος τόσο πιο ασφαλής η απομάκρυνση των αλάτων από την περιοχή των ριζών.
- Η αλατότητα επηρεάζει πολύ τα φυτά στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους (πχ κατά τη βλάστηση) παρά σε μεταγενέστερα.
- Η ελαχιστοποίηση της κατεργασίας του εδάφους και η ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων μειώνουν την εξατμηση και την άνοδο των αλάτων προς την επιφάνεια.
- Η συχνή εφαρμογή νερού με καταιονισμό ή στάγδην μπορεί να συμβάλλει στην απομάκρυνση αλάτων μακριά από τις ρίζες.
- Η κατάλληλη τοποθέτηση σταλακτήρων μπορεί να διαμορφώσει ζώνη χαμηλής αλατότητας γύρω από τα νεαρά φυτά.
- Αντίθετα, η χρήση υπόγειας άρδευσης με σταλακτήρες μπορεί να μετακινήσει τα άλατα λόγω τριχοειδούς ανύψωσης προς την επιφάνεια.

2.4. Στρατηγικές αντιμετώπισης της αλατότητας από τα φυτά

Αποφυγή. Ορισμένα φυτικά είδη δεν απορροφούν το αλάτι, αλλά το αποκλείουν ενεργητικά στο εξωτερικό περιβάλλον των ριζών.

Άλλα φυτικά είδη επιτρέπουν την είσοδο των αλάτων, το οποία στη συνέχεια οδηγούνται προς και εκκρίνονται από εξειδικευμένους αλατώδεις αδένες των φύλλων.

Σε αρκετά είδη, τα ιόντα Na^+ υπόκεινται σε ανακυκλοφορία μεταξύ υπόγειου και υπέργειου μέρους. Επιτυγχάνεται έτσι ο δυναμικός έλεγχος της κατανομής των ιόντων σε επίπεδο φυτού (Μισοπολινός, 1991).

Ανθεκτικότητα. Ο μεταβολισμός των φυτών αυτών είναι κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να μη παρουσιάζονται δυσλειτουργίες παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων ιόντων. Τα ιόντα συσσωρεύονται στο χυμοτόπιο, ενώ οι συγκεντρώσεις στο κυτταρόπλασμα διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα. Το δυναμικό του νερού του κυτοπλάσματος εξισορροπείται οσμωτικά με εκείνο του χυμοτοπίου, έτσι ώστε να μην αφυδατωθεί (Munns, 1993).

2.5. Αλατότητα στα θερμοκήπια

Στα θερμοκήπια, το πρόβλημα της αλατότητας παρουσιάζεται σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό λόγω της απουσίας βρόχινου νερού, των υψηλών θερμοκρασιών που ευνοούν την εξάτμιση και της χρήσης νερού κακής ποιότητας (Μισοπολινός, 1991).

Προβλήματα αλατότητας μπορεί να παρατηρηθούν και σε υδροπονικά συστήματα καλλιεργειών φυτών λόγω της συσσώρευσης αλάτων που περιέχονται στο θρεπτικό διάλυμα. Ιδιαίτερα, όταν οι καλλιέργειες αναπτύσσονται σε κλειστά συστήματα, με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, η συσσώρευση των αλάτων πραγματοποιείται με μεγάλη ταχύτητα (Κόντης, 2011).

2.6. Κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα του νερού άρδευσης

- Η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων.
- Η συγκέντρωση Na^+

- Η συγκέντρωση HCO_3^-
- Η συγκέντρωση τοξικών ιόντων

Τα πιο συχνά απαντώμενα άλατα στο νερό άρδευσης είναι: ανθρακικά $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ και $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, Na_2CO_3 , θειϊκά: CaSO_4 , MgSO_4 , χλωριούχα: CaCl_2 , MgCl_2 και NaCl .

Ιόντα νατρίου. Όταν το νερό άρδευσης περιέχει πολύ νάτριο, ώστε η αναλογία $\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg}$ να είναι υψηλή, τότε τα εδάφη έχουν μειωμένη περατότητα σε νερό και αέρα, κακή αποστράγγιση και σχίζονται εύκολα όταν στεγνώσουν.

Για τη διάγνωση της καταλληλότητας του νερού άρδευσης προσδιορίζεται η τιμή του χαρακτηριστικού δείκτη SAR (Sodium Adsorption Ratio– SAR το λεγόμενο «Πηλίκιο Προσρόφησης Na») (Μισοπολινός 1991).

Διατανθρακικά ιόντα. Η ύπαρξη διτανθρακικών (HCO_3^-) στο νερό προκαλεί πολλά προβλήματα στις καλλιέργειες όπως: αύξηση του pH σε υποστρώματα καλλιέργειας, δημιουργία ιζημάτων με ασβέστιο (Ca^{+2}) και μαγνήσιο (Mg^{+2}), ειδικά όταν χρησιμοποιείται το νερό για υδρονέφωση.

Τοξικά ιόντα. Ορισμένα ιόντα είναι δυνατόν, σε υψηλές συγκεντρώσεις, να επηρεάσουν τα ευαίσθητα σ' αυτά φυτά. Τέτοια ιόντα είναι ιχνοστοιχεία ή θρεπτικά στοιχεία ($\text{NO}_3^- \text{N}$, $\text{NH}_4^+ \text{N}$, $\text{PO}_4 \text{P}$, K^+).

2.7. Η λίπανση ως παράγοντας της αλατότητας

Τα λιπάσματα ενεργούν ως πηγή θρεπτικών ουσιών για το φυτό, όταν όμως οι ποσότητες τους υπερβούν τις κανονικές και τοποθετηθούν σε ακατάλληλη χρονική περίοδο τότε είναι δυνατόν να εντείνουν το πρόβλημα της αλατότητας στα φυτά (Κλάδος, 2009).

Το **άζωτο** αποτελεί απαραίτητο μακροστοιχείο και διαδραματίζει το σπουδαιότερο ρόλο από πλευράς ανόργανης θρέψης όσον αφορά την αύξηση και την απόδοση των φυτών. Υπό την επίδραση υψηλών συγκεντρώσεων NaCl , από την πλειονότητα των πειραματικών δεδομένων, το μόνο ξεκάθαρο αποτέλεσμα είναι η μείωση της απορρόφησης των NO_3^- , και άρα η μείωση της συγκέντρωσης αζώτου στους φυτικούς ιστούς. Το Cl^- και τα NO_3^- ιόντα δρουν ανταγωνιστικά μεταξύ τους στη πρόσληψη τους από τα φυτά.

Η ιοντική μορφή N και ο λόγος $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ αποτελούν σημαντικούς παράγοντες σε φυτά που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας. Έτσι, φυτά πεπονιού που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα ήταν περισσότερο ευαίσθητα

στην αλατότητα όταν το N ήταν σε μορφή NH_4^+ , από ότι σε μορφή NO_3^- . Με αύξηση του λόγου $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$, τα φυτά συσσωρεύσαν περισσότερο Na και Cl και λιγότερο Ca και K στα φύλλα (Feigin, 1990).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της αλατότητας και της συγκέντρωσης **φωσφόρου** στα φυτά, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος και την ποικιλία του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης του, το είδος και την συγκέντρωση του άλατος και την συγκέντρωση του P στο υπόστρωμα (Grattan και Grieve, 1999).

Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου μεταβάλλονται πολύ, ανάλογα με τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών, καθώς και σε σχέση με τις αλληλεπιδράσεις του φωσφόρου με άλλα στοιχεία. Στα περισσότερα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στο έδαφος παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης του φωσφόρου με την αύξηση της αλατότητας. Αντίθετα, στα πειράματα που περιελάμβαναν υδροπονικές συνθήκες παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου με ταυτόχρονη αύξηση της αλατότητας. Σε πειράματα ιστοκαλλιέργειας διαπιστώθηκε ότι κατά την αύξηση της συγκέντρωσης του NaCl σημειώθηκε αύξηση φωσφόρου στην περιοχή της ρίζας, αλλά η μεταφορά και η αποθήκευση του στα φύλλα των νεαρών φυτών μειώθηκε δραστικά.

Η μεταφορά του καλίου τροποποιείται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των βλαστών καθώς αυτοί είναι που λειτουργούν ως δεξαμενές αποθήκευσης των ανόργανων στοιχείων (Marschner, 1992). Η κίνηση των φωτοσυνθετικών προϊόντων και των ανόργανων στοιχείων από τον βλαστό στην κορυφή γίνεται μέσω του φλοιώματος. Γενικότερα, η μεταφορά του καλίου μέσω του φλοιώματος πραγματοποιείται με κατεύθυνση από τους γηραιότερους προς τους νεότερους ιστούς, εξασφαλίζοντας την κατανομή του στοιχείου στα φυτικά μέρη με την περισσότερη ανάγκη σε αυτό, όπως είναι τα αναπτυσσόμενα φύλλα και οι καρποί των φυτών.

Το κάλιο ασκεί σημαντική επίδραση στην λειτουργία των στοματικών κυττάρων. Τα στόματα ως τα υπεύθυνα επιδερμικά κύτταρα για την ανταλλαγή του CO_2 και του H_2O διαδραματίζουν καταλυτικό ρόλο στην διατήρηση και στη συνέχεια του ρεύματος διαπνοής και συνεπώς την προς τα πάνω ωθούμενη κίνηση που εξασφαλίζει την μεταφορά απαραίτητων συστατικών σε μεγάλες αποστάσεις π.χ. νερό και ανόργανα στοιχεία, από την ρίζα στο υπέργειο τμήμα των φυτών.

Σε πολλές μελέτες βρέθηκε ότι η συγκέντρωση K^+ στο φυτό μειώνεται όσο η συγκέντρωση Na^+ ή ο λόγος $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ του θρεπτικού υποστρώματος αυξάνεται

(Grattan και Grieve, 1999).

Το κάλιο του εδαφικού διαλύματος παραμένει σε χαμηλά επίπεδα ακόμη και μετά την καλιούχο λίπανση σε σχέση με τα άλλα ιόντα, λόγω της προσρόφησης του στα αρνητικά φορτία της αργίλου καθώς και μεταξύ των στοιβάδων των ορυκτών της αργίλου. Για τον παραπάνω λόγο δύσκολα η καλιούχος λίπανση μπορεί να διορθώσει πλήρως τα προβλήματα ελλείψεων του, λόγω της επίδρασης της αλατότητας.

Το **ασβέστιο** αποτελεί απαραίτητο μακροστοιχείο για την θρέψη του φυτού διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες που διατηρούν τη δομική και λειτουργική ακεραιότητα του πλασμαλήμματος, σταθεροποιούν τα κυτταρικά τοιχώματα, ρυθμίζουν την μεταφορά και την εκλεκτικότητα απορρόφησης των ιόντων, ελέγχουν την ανταλλαγή ιόντων, την ενεργότητα των ενζύμων και των κυτταρικών τοιχωμάτων. Ένας επιπρόσθετος ρόλος του ασβεστίου είναι η συμμετοχή του στην διαδικασία της κυτταροδιαίρεσης, κατά τον σχηματισμό της πυρηνικής ατράκτου.

Στα αλατούχα εδάφη η αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων συνεπάγεται αύξηση του Ca, όχι απαραίτητα όμως και αύξηση της απορρόφησής του από τα φυτά λόγω της αλληλεπίδρασής του με τα άλλα ιόντα, της κατακρήμνισής του και γενικά της μείωσης της ενεργητικότητάς του (Grattan και Grieve, 1999).

Η κύρια ιδιότητα του ασβεστίου, που το καθιστά μεγάλης σημασίας κατά την ανόργανη θρέψη του φυτού κάτω από συνθήκες καταπόνησης είναι ο ρόλος που διαδραματίζει ως δευτερογενής αγγελιοφόρος, ρυθμίζοντας κατ' αυτό τον τρόπο τον μεταβολισμό και την αντίδραση των κυττάρων.

Η αλατότητα, ως καταπόνηση, δεν επιδρά άμεσα στην συγκέντρωση του **μαγνησίου** στα φυτά. Παρ' όλα αυτά η μεταβολή που ασκεί στην απορρόφησή του Ca, που αναφέρθηκε παραπάνω είναι δυνατόν να επηρεάζει την συγκέντρωση του Mg, αφού αυτά τα δύο στοιχεία ανταγωνίζονται ισχυρά για τις ίδιες θέσεις πρόσδεσης στις ρίζες των φυτών. Γενικότερα, η υψηλή συγκέντρωση Ca στο θρεπτικό υπόστρωμα έχει σαν αποτέλεσμα την έλλειψη Mg στα φύλλα (Grattan και Grieve, 1999).

Επιπρόσθετα, μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας, πιθανότατα μέσω της μείωσης της δέσμευσης του CO₂, λόγω αναστολής δράσης των ενζύμων του στρώματος των χλωροπλαστών που ενεργοποιούνται από το Mg, όπως και της αποτελεσματικότητας χρησιμοποίησης νερού, έχουν παρατηρηθεί σε φυτά που

αναπτύσσονται σε περιοχές με αυξημένο λόγο Mg/Ca (Grattan και Grieve, 1999). Στις περιπτώσεις φυτών που αναπτύσσονται σε παράκτιες περιοχές ή ποτίζονται με αλατούχο νερό μπορούν να παρατηρηθούν ανισορροπίες στοιχείων, λόγω αυξημένου λόγου Mg/Ca.

Το χλώριο προάγει την οξείδωση του νερού στην φωτοσύνθεση και είναι απαραίτητο στοιχείο για τις ρίζες, για την διαίρεση των κυττάρων στα φύλλα και επίσης δρα ως οσμωτικά ενεργός ένωση. Παρ' ότι αποτελεί βασικό ιχνοστοιχείο για την θρέψη των φυτών, σε συνθήκες αλατότητας οι συγκεντρώσεις του στο εδαφικό διάλυμα ξεπερνούν κατά πολύ τις ανάγκες των φυτών και οδηγούν σε τοξικότητα.

Χαρακτηριστικά συμπτώματα της τοξικότητας Cl^- είναι χαρακτηριστικές χλωρώσεις στην περιφέρεια του ελάσματος καθώς και νεκρώσεις στα γηραιότερα φύλλα (Θερίος, 2005). Το Cl^- ανταγωνίζεται την απορρόφηση NO_3^- , αν και η μείωση της αύξησης των φυτών πιθανότατα δεν οφείλεται σ' αυτό τον λόγο (Grattan και Grieve, 1999). Είναι δυνατόν επίσης, σε πλούσια θρεπτικά υποστρώματα σε φωσφορικά ιόντα η υψηλή συγκέντρωση Cl^- να προκαλέσει μεγάλη απορρόφηση P και κατά συνέπεια πιθανή τοξικότητα στα φυτά (Roberts κ.α., 1984).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

3.1. Ορισμός

Η λέξη υδροπονία επινοήθηκε από τον Dr.W.F.Gericke το 1936 για να περιγράψει την καλλιέργεια φυτών αποκλειστικά σε νερό και διαλυμένα θρεπτικά στοιχεία. Η αρχή της μεθόδου είναι η διάλυση όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων για την ανάπτυξη του φυτού στο θρεπτικό διάλυμα χωρίς να χρησιμοποιείται έδαφος. Τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται με τη μορφή θρεπτικών διαλυμάτων τα οποία έρχονται σε άμεση επαφή με το ριζικό σύστημα.

3.2. Θρεπτικό διάλυμα

pH. Στα περισσότερα κηπευτικά ή ανθοκομικά φυτά το pH θα πρέπει να είναι 5,5-6,5. Το διάλυμα θα πρέπει να παρουσιάζει ελαφρά όξινη συμπεριφορά (pH = 6) για να αποφεύγεται η κατακρήμνιση θρεπτικών στοιχείων όπως P, Fe, Mn, Zn. Μετά τη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος γίνεται ρύθμιση του pH με την προσθήκη οξέων και βάσεων.

O₂, θερμοκρασία, οσμωτική πίεση. Το θρεπτικό διάλυμα πρέπει να περιέχει οξυγόνο 3-5 ppm, για την αποφυγή ασφυξίας των ριζών. Ο εμπλουτισμός του διαλύματος με οξυγόνο μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως αναταράσσοντάς το, με την προσθήκη οξυγόνου υπό πίεση ή με την κυκλοφορία αέρα.

Αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγεται μείωση της ποσότητας του οξυγόνου στο νερό. Ταυτόχρονα αυξάνονται και οι απαιτήσεις του φυτού σε οξυγόνο. Συνήθως το διάλυμα θεωρείται ότι έχει την επιθυμητή θερμοκρασία όταν αυτή είναι 18-24 °C.

Η ολική συγκέντρωση των αλάτων μέσα στο διάλυμα δεν πρέπει να ξεπερνά ένα όριο γιατί τότε γίνεται επιβλαβής για τα φυτά. Στην πράξη ο έλεγχος της συγκέντρωσης των αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα γίνεται με μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (Κοντίδου, 2010).

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος. Το θρεπτικό διάλυμα αποτελείται από νερό και ανόργανα άλατα τα οποία παρέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία με την μορφή ιόντων.

Τα χρησιμοποιούμενα άλατα πρέπει να είναι ευδιάλυτα και να μην περιέχουν στοιχεία τοξικά για τα φυτά. Συνήθως τα ιόντα K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NO³⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻ προέρχονται από το νιτρικό κάλιο, το νιτρικό ασβέστιο, το δισόξινο φωσφορικό

κάλιο και το θειϊκό μαγνήσιο. Το άζωτο μπορεί να δοθεί και ως αμμωνιακό με την μορφή του θειϊκού αμμωνίου ή δισόξινου φωσφορικού αμμωνίου.

3.3. Είδη υδροπονικών συστημάτων

Ανοικτό υδροπονικό σύστημα, τα υγρά της αποστράγγισης δεν ανακυκλώνονται και αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων και μόλυνση του εδάφους. Υπάρχουν δυο βασικά μειονεκτήματα των ανοικτών συστημάτων:

- α) μόλυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και
- β) σπατάλη νερού και λιπασμάτων.

Συμπερασματικά λοιπόν το ανοικτό σύστημα επιβαρύνει οικονομικά τον παραγωγό όπως και οικολογικά το περιβάλλον(Κώτσιρας, 2006).

Ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα, είναι πιο φιλικό για το περιβάλλον, επειδή το διάλυμα απορροής επαναχρησιμοποιείται στην ίδια καλλιέργεια. Με τον τρόπο αυτό έχουμε οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και μείωση της ρύπανσης. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι η πιθανή εξάπλωση ασθενειών στην καλλιέργεια (Σάββας, 2011).

NFT (Nutrient Film Technique). Το πιο γνωστό σύστημα, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους μέσα στα οποία ρέει το θρεπτικό διάλυμα. Το συγκεκριμένο σύστημα πλεονεκτεί σε σχέση με τις άλλες μεθόδους υδροπονίας διότι παρέχει τις απαιτούμενες ποσότητες νερού, θρεπτικών στοιχείων και οξυγόνου. Το NFT, είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτονται όλες οι απαιτήσεις για την ανάπτυξη των φυτών. Το αποτέλεσμα του πλεονεκτήματος αυτού είναι η παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας (Σάββας, 2011).

Επιπλέουσα υδροπονία (DFT). Τα φυτά τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένες οπές που έχουν ανοιχτεί σε δίσκους φελιζόλ που επιπλέουν πάνω στο θρεπτικό διάλυμα και έτσι οι ρίζες των φυτών βρίσκονται συνεχώς μέσα στο θρεπτικό διάλυμα. Είναι ένα κλειστού τύπου υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας.

Το σύστημα επίπλευσης μπορεί να εφαρμοστεί για κάθε είδους λαχανοκομικό ή ανθοκομικό φυτό θερμοκηπίου.



Εικόνα 3.1 Ανάπτυξη ριζικού συστήματος σε σύστημα υδροπονίας (Hydroponics.name).

Αεροπονία. Τα φυτά τοποθετούνται σε δίσκους φελιζόλ με τις ρίζες τους να αναπτύσσονται στο κενό. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στις ρίζες υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων.

Υποστρώματα: τοποθέτηση των φυτών σε υποστρώματα όπως πετροβάμβακας, ελαφρόπετρα, περλίτης, οργανικά υλικά (πχ. κοκοφοίνικας), τύρφη.

3.4. Πλεονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών

1. Είναι εύκολη η δειγματοληψία, ο έλεγχος και η διόρθωση προβλημάτων από έλλειψη θρεπτικών στοιχείων.
2. Είναι δυνατή η μονοκαλλιέργεια καθώς είναι εύκολη η απολύμανση τόσο του υποστρώματος όσο και του θρεπτικού διαλύματος.
3. Είναι δυνατή η καλλιέργεια φυτών ακόμα και σε περιοχές όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το έδαφος (π.χ. ξηρασία, άλατα, αλκαλιωμένο έδαφος, παθογόνοι μικροοργανισμοί).
4. Πλήρης αυτοματοποίηση της καλλιέργειας που μειώνει το κόστος ανθρώπινης εργασίας και επιτρέπει παρέμβαση του χειριστή ανά πάσα στιγμή.
5. Πολύ υψηλή μέση στρεμματική απόδοση συγκριτικά με το έδαφος.
6. Οικονομία νερού και μείωση μόλυνσης περιβάλλοντος λόγω μη έκλυσης λιπασμάτων.
7. Η θρέψη των φυτών είναι απόλυτα ελεγχόμενη, πιο αξιόπιστη με αποτέλεσμα να έχουμε αύξηση της απόδοσης του παραγόμενου προϊόντος και καλύτερη ποιότητα αυτού.

8. Αποφεύγεται η χρήση μηχανημάτων για όργωμα, φρεζάρισμα, λίπανση με αποτέλεσμα να έχουμε μείωση εξόδων και κέρδος σε ώρες απασχόλησης
9. Αποτελεσματικότερη προστασία του περιβάλλοντος λόγω ότι τα χορηγούμενα λιπάσματα αξιοποιούνται πλήρως από τα φυτά και δεν διαχέονται στο υπέδαφος

3.5. Μειονεκτήματα υδροπονικών καλλιέργειών

1. Υψηλό κόστος επένδυσης. Το κόστος αυτό επιμερίζεται, στην δαπάνη αγοράς των εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος, καθώς και στα έξοδα αγοράς του υποστρώματος καλλιέργειας εάν αυτό χρησιμοποιείται.
2. Είναι απαραίτητο να υπάρχουν βασικές υποδομές (οδικό δίκτυο, ηλεκτρικό ρεύμα).
3. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα λαχανικά.
4. Απαιτείται εξειδικευμένο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό.
5. Υπάρχει η άποψη από παραγωγούς υδροπονικής καλλιέργειας ότι η αγορά και η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος.
6. Η υδροπονική καλλιέργεια είναι ένα ιδιαίτερο σύστημα καλλιέργειας στο οποίο δεν επιτρέπονται λάθη διότι οι συνέπειες των άστοχων χειρισμών θα έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην καλλιέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η μελέτη της επίδραση δύο διαφορετικών επιπέδων συγκέντρωσης αλάτων του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών στην ανάπτυξη και παραγωγή της κορκολεκανίδας (*Urospermum picroides*), της σιταρήθρας (*Hedynois cretica*), της γαλατσίδας (*Reichardia picroides*) και της αδραλίδας (*Hymenonema graecum*).

Για το σκοπό αυτό καλλιεργήθηκαν φυτά αυτά σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (floating system) με θρεπτικό διάλυμα που είχε δύο διαφορετικές ηλεκτρικές αγωγιμότητες 2 και 6 dSm⁻¹.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Γενικά

Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Γεωργίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου από τον Ιανουάριο του 2017 μέχρι και τον Απρίλιο του 2017, όπου καλλιεργήθηκαν φυτά κορκολεκανίδας (*Urospermum picroides*), σιταρήθρας (*Hedypnois cretica*), γαλατσίδας (*Reichardia picroides*) και αδραλίδας (*Hymenonema graecum*) σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης.

5.2. Υλικά και μέθοδοι.

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι των ανωτέρω φυτών, που τοποθετήθηκαν σε δίσκους σποράς (Εικόνα 5.1) με υπόστρωμα μη εμπλουτισμένη τύρφη (Klasmann-Deilmann GmbH-BaseSubstrate) στις 15/1/2017. Οι σπόροι απλώθηκαν σε όλη την επιφάνεια των δίσκων και στη συνέχεια σκεπάστηκαν με πολύ λεπτό στρώμα τύρφης, λόγω του μικρού τους μεγέθους. Ακολούθως οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε θάλαμο προβλάστησης με σταθερή θερμοκρασία 20°C. Τα ποτίσματα των δίσκων σποράς γίνονταν καθημερινά ώστε να διατηρείται το υπόστρωμα υγρό.

Μετά την βλάστηση των σπόρων στα φυτοδοχεία και όταν τα νεαρά φυτά ήταν στο στάδιο των δύο πραγματικών φύλλων έγινε μεταφύτευση, στις 30/1/2017 (15 ημέρες μετά τη σπορά) σε δίσκους ατομικών θέσεων που περιείχαν μη εμπλουτισμένη τύρφη. Ακολούθως, οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε υαλόφρακτο μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο.



Εικόνα 5.1 Τοποθέτηση των φυτών σε λεκάνη του συστήματος επίπλευσης.

Στις 17/3/17, δηλ. 60 ημέρες μετά τη σπορά, όταν τα φυτά είχαν κατά μέσο όρο έξι έως οκτώ πραγματικά φύλλα. Πριν τη μεταφύτευση των φυτών, απομακρύνθηκαν από τις ρίζες των φυτών φυτά υπολείμματα τύρφης. Τα φυτά μεταφυτεύτηκαν σε λεκάνες με υδατικό θρεπτικό διάλυμα (Πίνακας 5.1) και η καλλιέργειά τους έγινε 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 δύο διαφορετικών επιπέδων αλατότητας χρησιμοποιήθηκε NaCl το οποίο προστέθηκε στις λεκάνες ανάπτυξης των φυτών σε κατάλληλες ποσότητες έτσι ώστε να διαμορφωθούν τα δύο διαφορετικά επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος 2 και 6 dSm⁻¹.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος μετρίοταν κάθε εβδομάδα για τον έλεγχο πιθανών μεταβολών και δεν απαιτήθηκε πρόσθεση χλωριούχου νατρίου ή νερού στις λεκάνες ανάπτυξης των φυτών.

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

Ανόργανο στοιχείο	Συγκέντρωση (μmol/l)
K ⁺	6,500
Ca ⁺⁺	4,000
Mg ⁺⁺	1,000
NO ₃ ⁻	12,500
NH ₄ ⁺	1,200
H ₂ PO ₄ ⁺	1,300
NaCl	0,00
Fe ⁺⁺	35,00
Mn	5,00
Zn	5,00
Cu ⁺⁺	0,80
B	30,00
Mo	0,50

5.2.1. Μετρήσεις - Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Η συγκομιδή των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 22/4/17, δηλ. 33 ημέρες μετά την μεταφύτευση των φυτών, όταν αυτά απέκτησαν το κατάλληλο μέγεθος. Ακολούθησε η ξήρανση των δειγμάτων των φύλλων από κάθε φυτικό είδος και κάθε μεταχείριση σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 72 °C, μέχρι την σταθεροποίηση του βάρους τους, η οποία παρατηρήθηκε μετά από τέσσερις ημέρες.

Μετά την αποξήρανση, ποσότητα φύλλων τοποθετήθηκε σε ειδικό μύλο ώστε να αποκτήσει μορφή κονιορτού και να είναι έτοιμη για χημική ανάλυση. Μετρήθηκαν η συγκέντρωση των Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Mn, Zn, N και Cl στα φύλλα των φυτών.

Για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των μακροθρεπτικών και ιχνοστοιχείων στους φυτικούς ιστούς, έγινε ξηρή καύση (Allen κ.α. 1974) και μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης με τις μεθόδους που αναφέρονται από τους Page κ.α. (1982). Η αποτέφρωση (dry ashing) έγινε σε φούρνο (Heraeus) στους 515 °C για 4 h.

1. Κατά την μέθοδο αυτή από το κονιοποιημένο δείγμα λήφθηκε ξηρή ουσία (1g) και τοποθετήθηκε σε χωνευτήρια από πορσελάνη N°102/40.
2. Μετά την καύση τους τα δείγματα αφέθηκαν να κρυσώσουν και προστέθηκαν 1-2 ml H₂O και 3-4 ml HCl 1:1 κατ' όγκο. Αφού αφέθηκαν για 1 ώρα περίπου μέχρι να διαλυθεί τελείως η στάχτη τα ανακατεύσαμε με μια πλαστική ράβδο.
3. Τα χωνευτήρια καλύφθηκαν με καπάκια και τα τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο για 15 min.
4. Ακολούθησε διήθηση με ηθμό N°44 ο οποίος προηγουμένως είχε εκπλυθεί με διάλυμα HCl.
5. Το διήθημα συλλέχθηκε σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml.
6. Μετά τη διήθηση του δείγματος το χωνευτήρια και οι ηθμοί ξεπλύθηκαν 3-4 φορές με απιονισμένο νερό.
7. Τέλος έγινε αναγωγή του όγκου του διηθήματος στα 50 ml με την προσθήκη απιονισμένου νερού.

Το διάλυμα που παρασκευάστηκε με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Mn και Zn.

Για τον προσδιορισμό του N ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

- Μέσα σε σωλήνα Kjeldahl 250cm³, έγινε υγρή καύση (400°C για 20 min) ξηρής ουσίας σε 6 ml πυκνού H₂SO₄, μετά από προσθήκη καταλύτη που αποτελείται από μίγμα K₂SO₄ και CuSO₄.
- Το δείγμα με την καύση αποχρωματίστηκε και έγινε αχυρόχρουν.
- Αφού αφήσαμε το δείγμα να κρυώσει προσθέσαμε 100 ml αποσταγμένο νερό και έτσι πραγματοποιήσαμε τη μέτρηση του N.
- Έγινε προσδιορισμός N με την μέθοδο του μπλε της Ινδοφαινόλης.

Για τον προσδιορισμό του P ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

- Μετά την καύση του δείγματος, ακολούθησε η παραλαβή, μια ποσότητα 10ml από το πυκνό δείγμα και 10ml φωσφοβαναδομολυβδαινικού αμμωνίου (το δείγμα κιτρίνισε) και συμπληρώσαμε μέχρι την χαραγή τη φιάλη των 50ml με αποσταγμένο απιονισμένο νερό.
- Το όργανο (φασματοφωτόμετρο) μηδενίστηκε και η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε, όπως και παραπάνω, χωρίς το δείγμα να περιέχει αλεσμένο φυτικό υλικό. Μ' αυτόν τον τρόπο, ελήφθη το λευκό (blank) που τοποθετήθηκε στο όργανο, το οποίο μηδενίστηκε εκ νέου.
- Παρασκευάστηκε πυκνό διάλυμα με συγκέντρωση 50 ppm.
- Στην συνέχεια μεταφέραμε 0,0-2,0-5,0-8,0-10,0 και 15ml, από το πρότυπο διάλυμα των 50 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 50ml.
- Έγινε προσθήκη 10ml αντιδραστηρίου V-Mo και αραιώση μέχρι όγκου 50ml με απιονισμένο νερό. Τα διαλύματα είχαν συγκέντρωση 0,0-2,0-5,0-8,0-10,0-15,0 mg PO₄³⁻/l.
- Μετά από 10 λεπτά τα δείγματα είχαν αναπτύξει σταθερό χρώμα
- Ακολούθησε μέτρηση των δειγμάτων P με φασματοφωτόμετρο UV-Vis στα 470nm.

Για τον προσδιορισμό των K, Ca, Mg, Fe, Mn και Zn ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

- από το πυκνό διάλυμα της ξηρής καύσης για τα στοιχεία Fe, Mn, Zn και
 - από το αραιωμένο για τα στοιχεία Na, K, Ca και Mg,
- με την μέθοδο της ατομικής απορρόφησης (συσκευή Perkin – Elmer 100). Χρησιμοποιήθηκε μόνο απιονισμένο νερό.

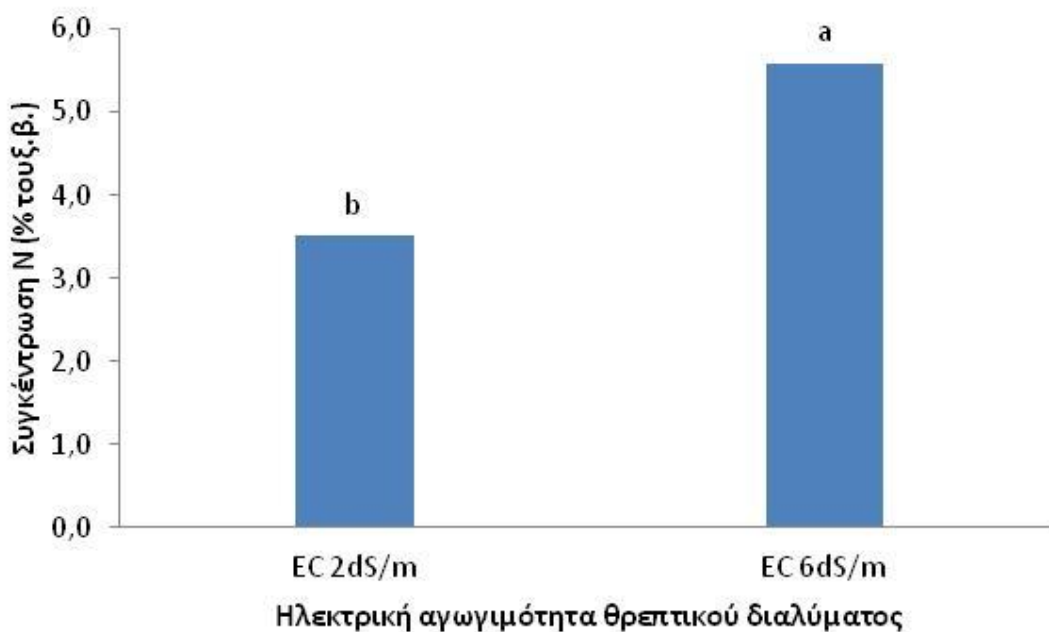
Για τον προσδιορισμό του (Cl⁻) ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

Ο προσδιορισμός Cl⁻ (Μέθοδος Mohr-Knudsen) με ογκομέτρηση με διάλυμα 0,1 N AgNO₃ παρουσία ως δείκτου χρωμικών ιόντων CrO⁴⁻ σε ελαφρώς αλκαλικό περιβάλλον (pH= 8.2). Η προετοιμασία του φυτικού ιστού για μέτρηση του Cl⁻ έγινε ως εξής: λαμβάνεται 1 g ξηρού φυτικού ιστού και αναμιγνύεται σε 10ml απιονισμένο νερό. Ανακινείται στις 230 rpm για 30 λεπτά, και ακολουθεί φυγοκέντρηση στις 35000 στροφές για 5 λεπτά και στη συνέχεια ακολουθεί διήθηση. Στο διήθημα προστίθενται 3 σταγόνες K₂CrO₄ και ακολουθεί τιτλοδότηση με 0,1 N AgNO₃.

Για κάθε φυτικό είδος και κάθε μεταχείριση με διαφορετικό επίπεδο αλατότητας χρησιμοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις των δέκα 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

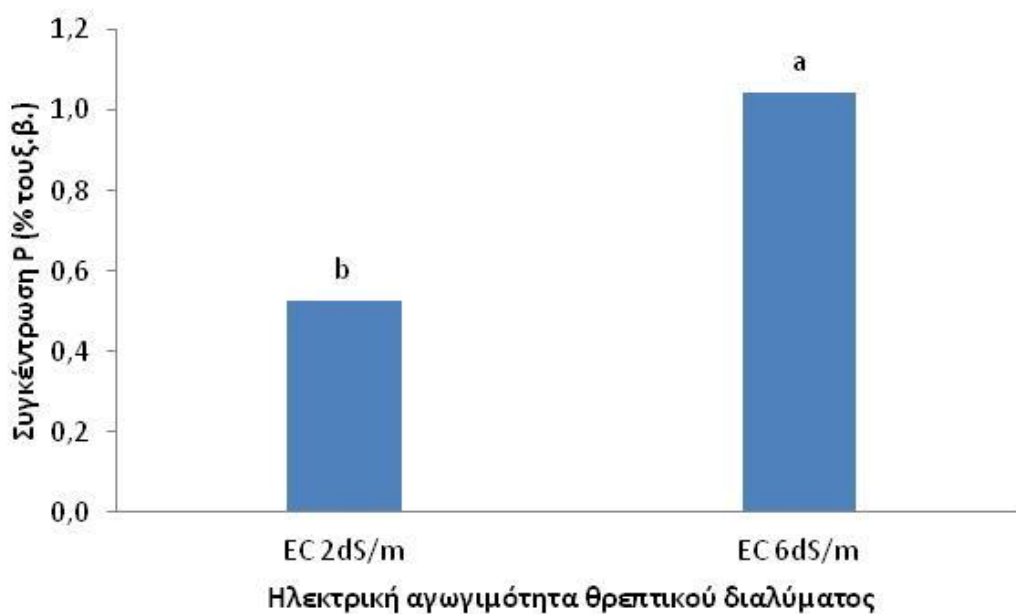
6.1. Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της σιταρήθρας.



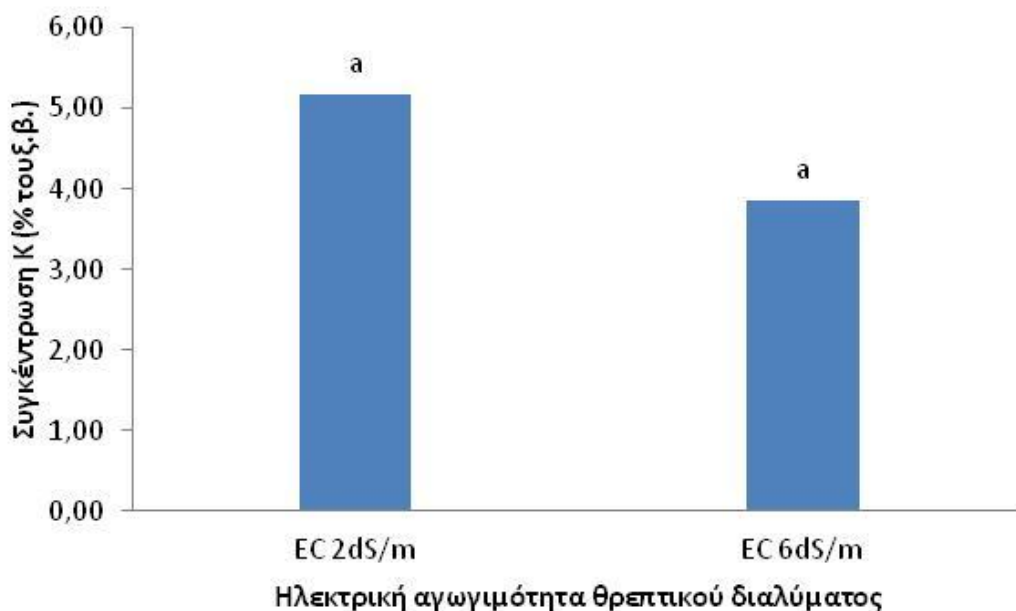
Εικόνα 6.1. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του αζώτου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του αζώτου είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m σε σύγκριση με τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.1).

Ομοίως, η συγκέντρωση του φωσφόρου είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m σε σύγκριση με τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.2).

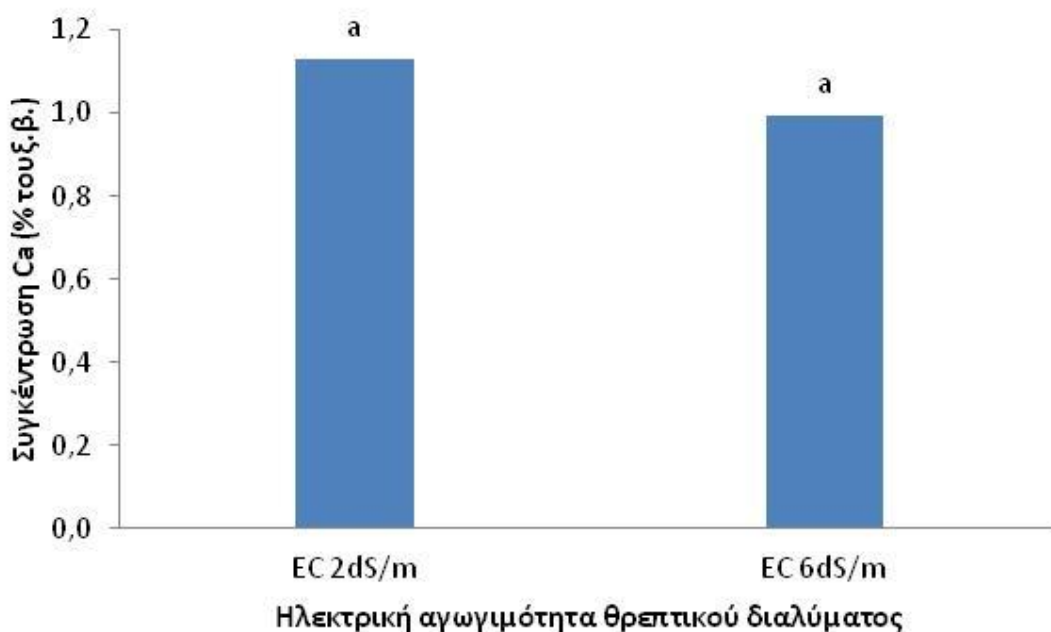


Εικόνα 6.2. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του φωσφόρου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



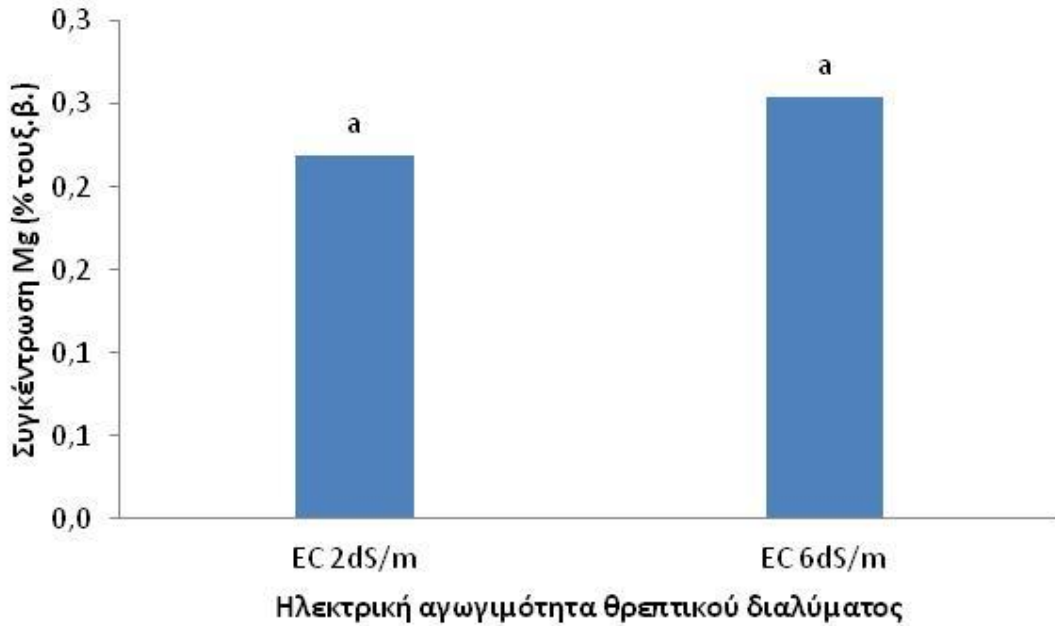
Εικόνα 6.3. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του καλίου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλον των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dS/m και στη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dS/m (Εικόνα 6.3).

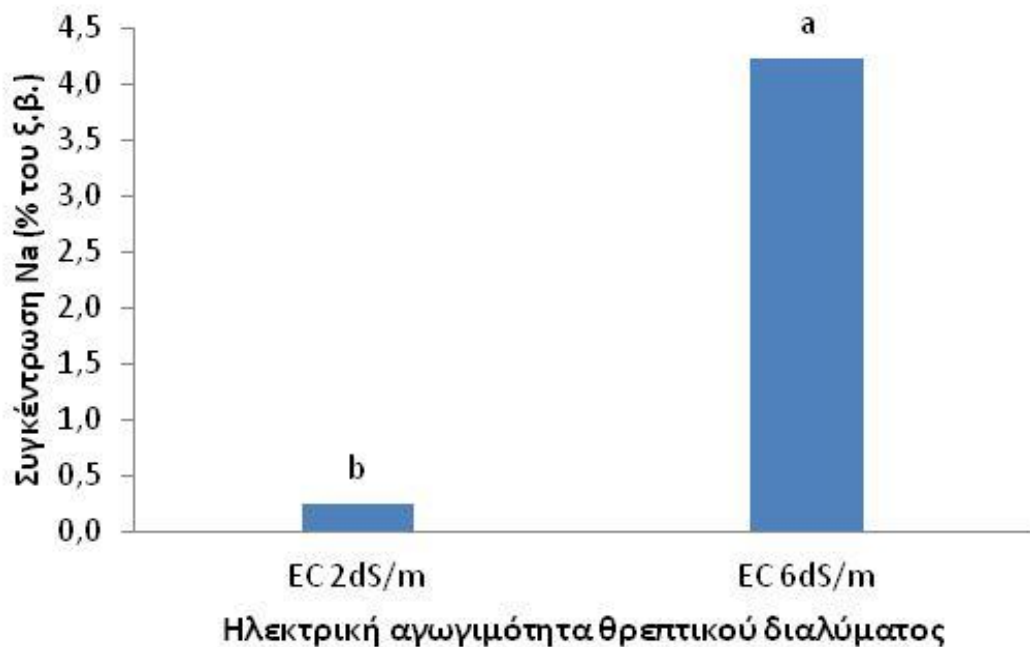


Εικόνα 6.4. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του ασβεστίου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου (Εικόνα 6.4) και του μαγνησίου (Εικόνα 6.5) στα φύλλα της σιταρήθρας δεν επηρεάστηκε από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος, στο οποίο καλλιεργήθηκαν τα φυτά.

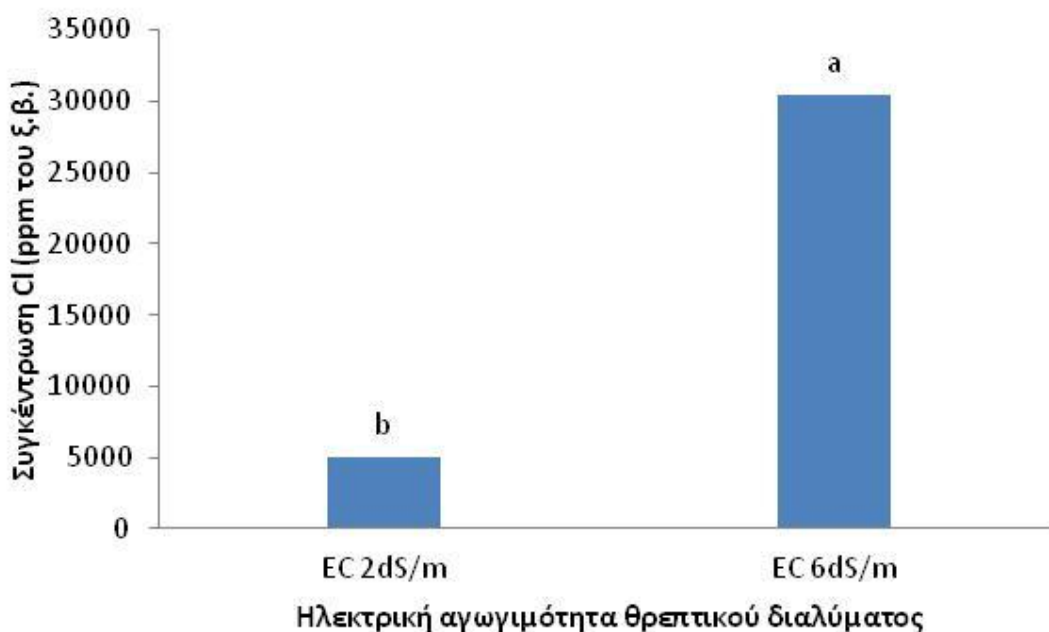


Εικόνα 6.5. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του μαγνησίου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



Εικόνα 6.6. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του νατρίου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

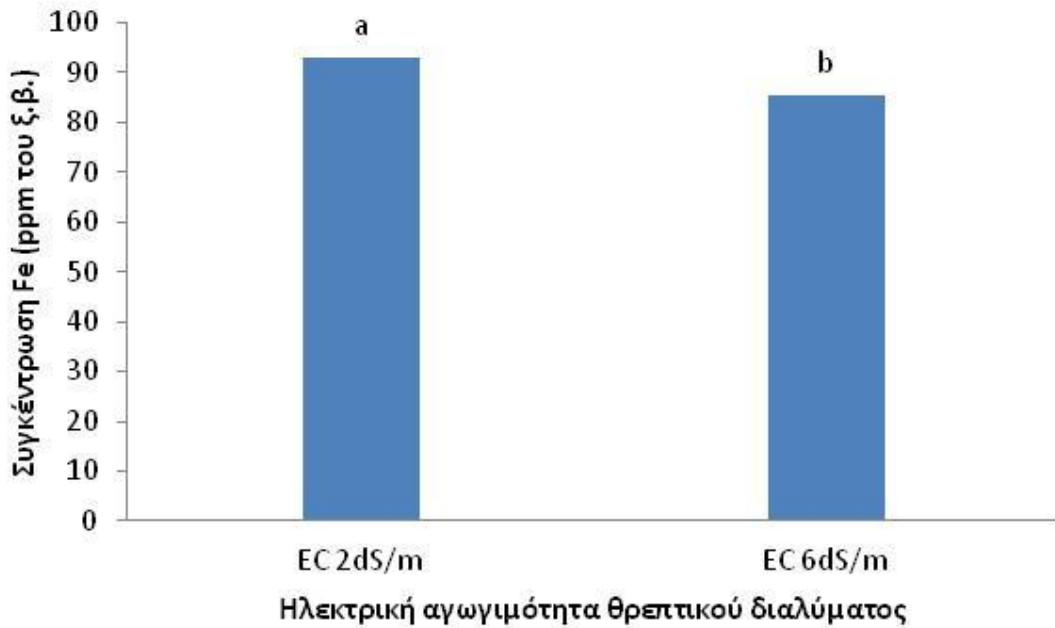
Η συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.6).



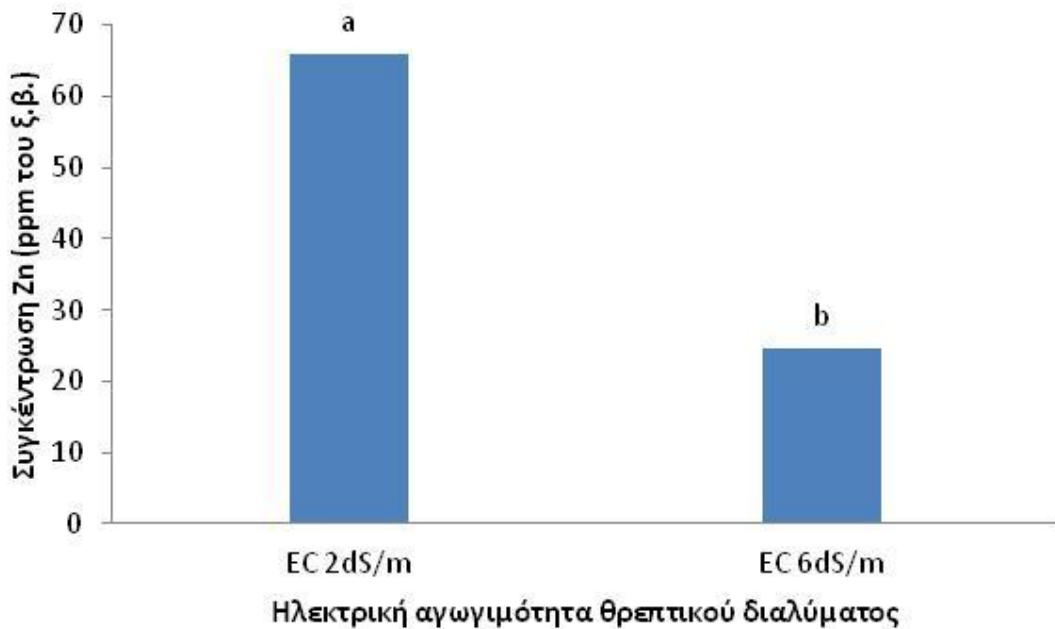
Εικόνα 6.7. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του χλωρίου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$

Η συγκέντρωση του χλωρίου στα φύλλα της σιταρήθρας επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών, με αποτέλεσμα όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος είναι 6 dS/m να παρατηρείται στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση χλωρίου στα φύλλα των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.7).

Η συγκέντρωση του σιδήρου στα φύλλα της σιταρήθρας είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του σιδήρου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m (Εικόνα 6.8).



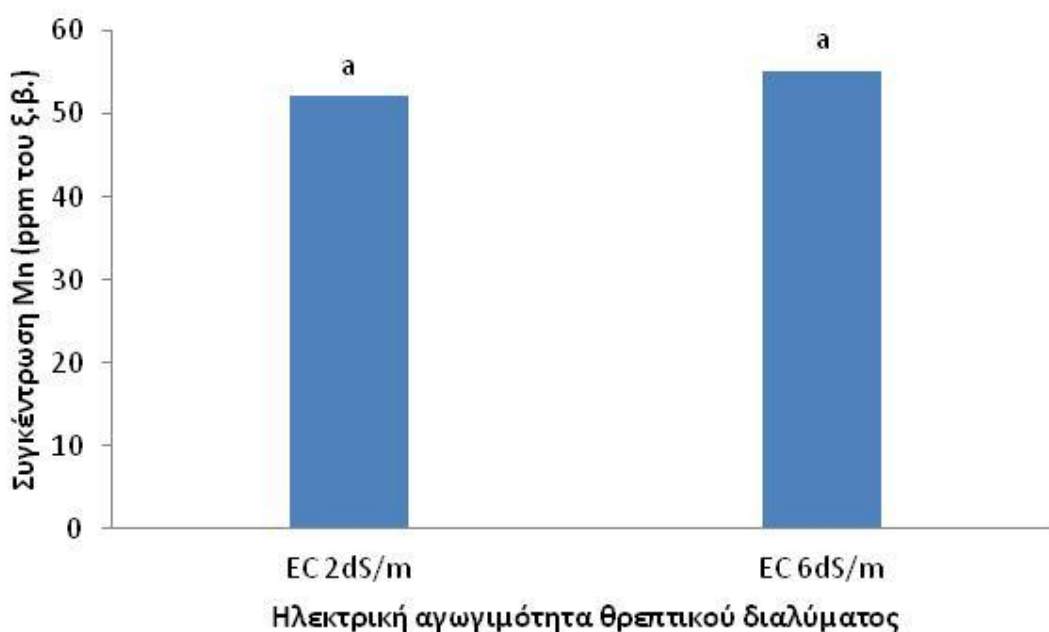
Εικόνα 6.8. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του σιδήρου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$



Εικόνα 6.9. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του ψευδαργύρου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$

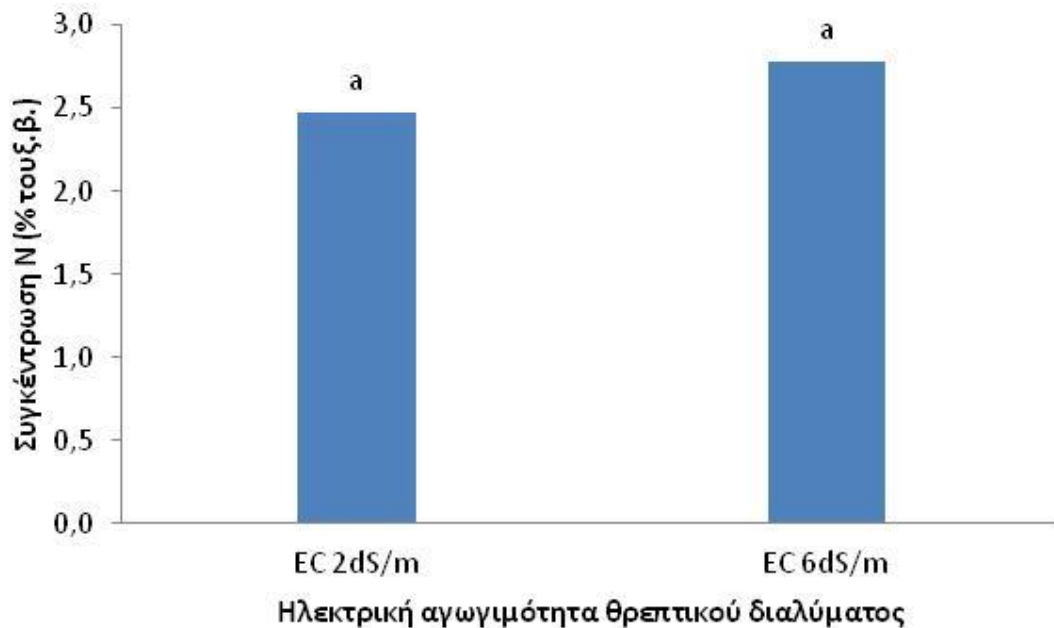
Η συγκέντρωση του ψευδαργύρου στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του μαγγανίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m (Εικόνα 6.9).

Αντίθετα, η συγκέντρωση του μαγγανίου στα φύλλα της σιταρήθρας δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών (Εικόνα 6.10).



Εικόνα 6.10. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του μαγγανίου στα φύλλα της σιταρήθρας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$

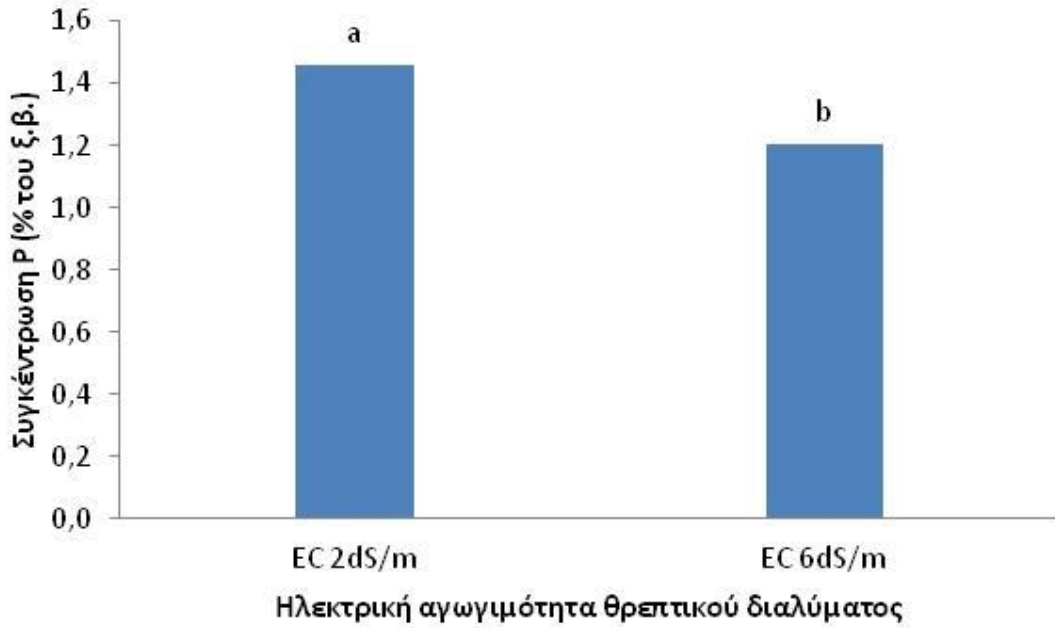
6.2. Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της αδραλίδας



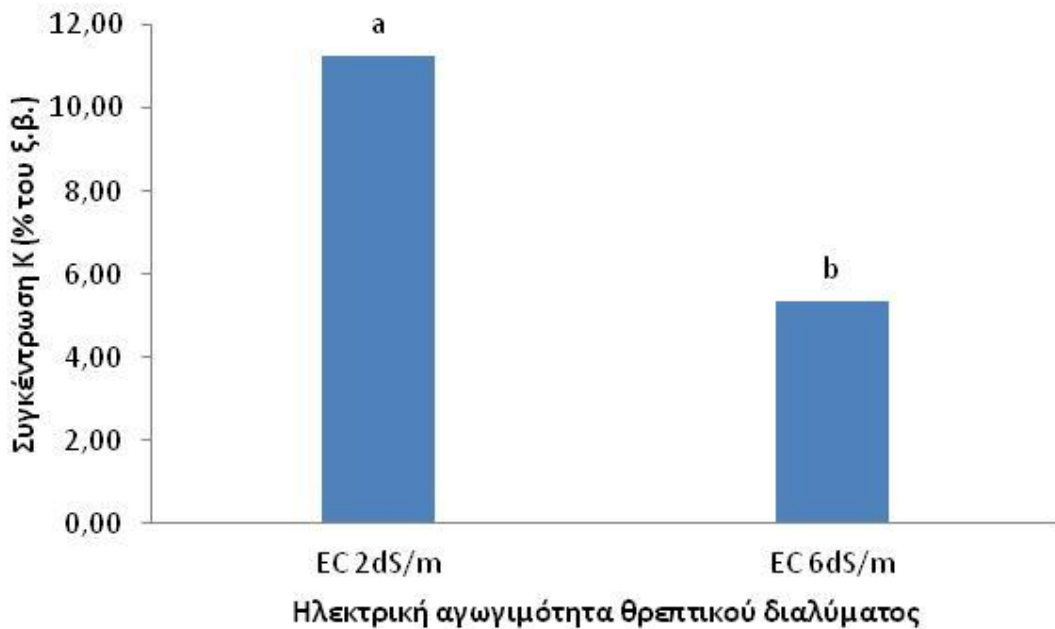
Εικόνα 6.11. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του αζώτου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλον των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dS/m και των φύλλων των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dS/m (Εικόνα 6.11).

Η συγκέντρωση του φωσφόρου είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m σε σύγκριση με τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m (Εικόνα 6.12).

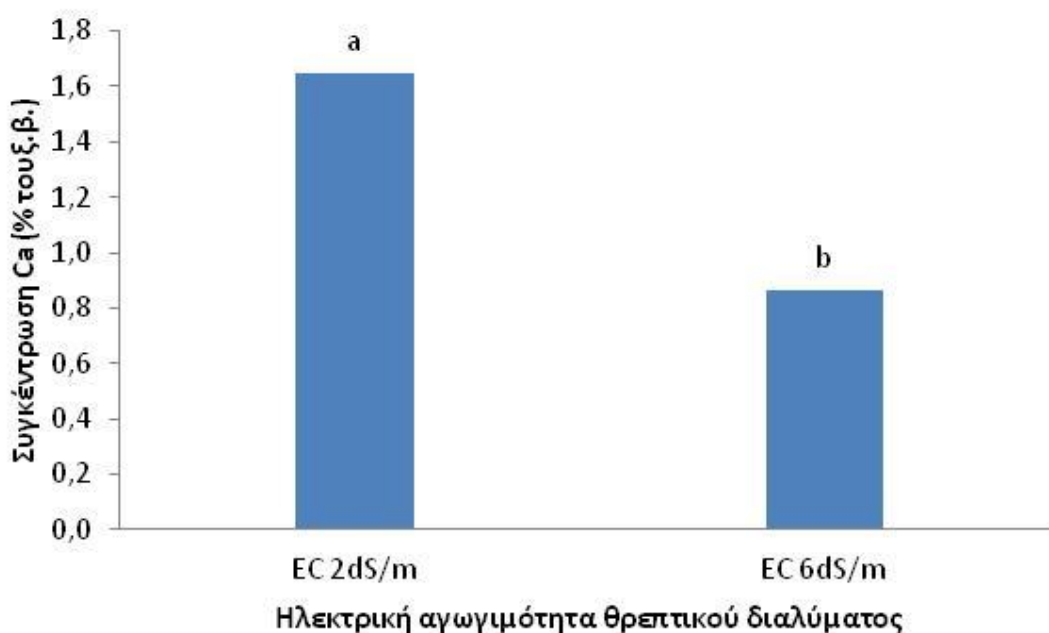


Εικόνα 6.12. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του φωσφόρου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



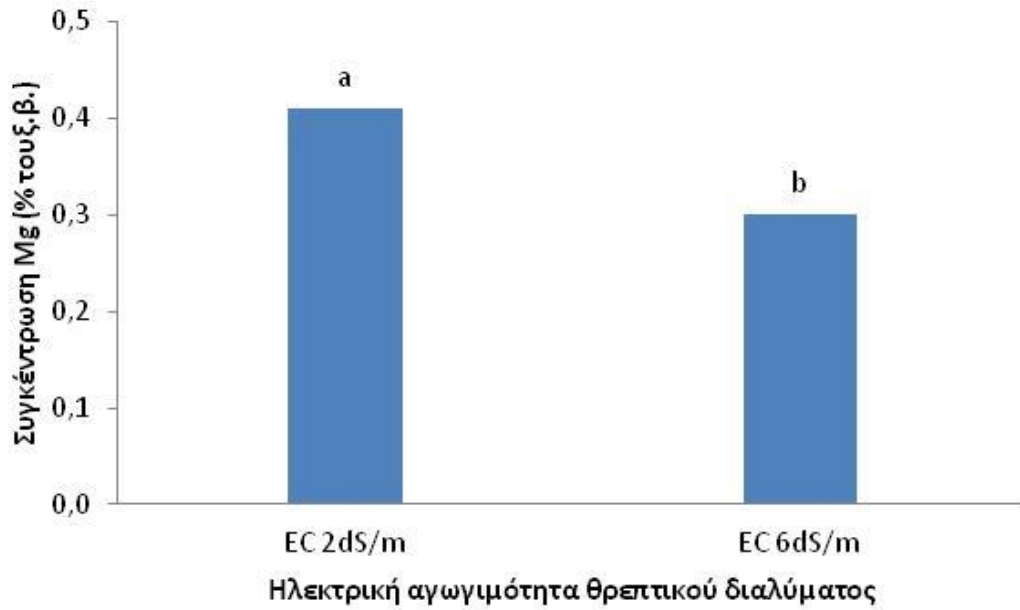
Εικόνα 6.13. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του καλίου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του καλίου (Εικόνα 6.13) και του ασβεστίου (Εικόνα 6.14) στα φύλλα της αδραλίδας είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m (Εικόνα 6.13).

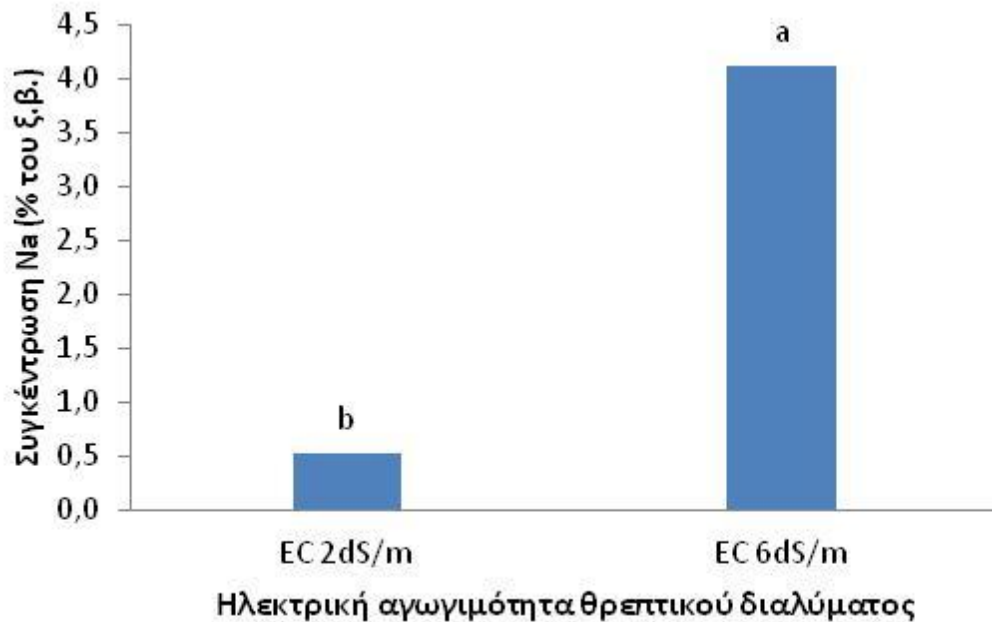


Εικόνα 6.14. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του ασβεστίου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του μαγνησίου είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m σε σύγκριση με τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m (Εικόνα 6.15).



Εικόνα 6.15. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του μαγνησίου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

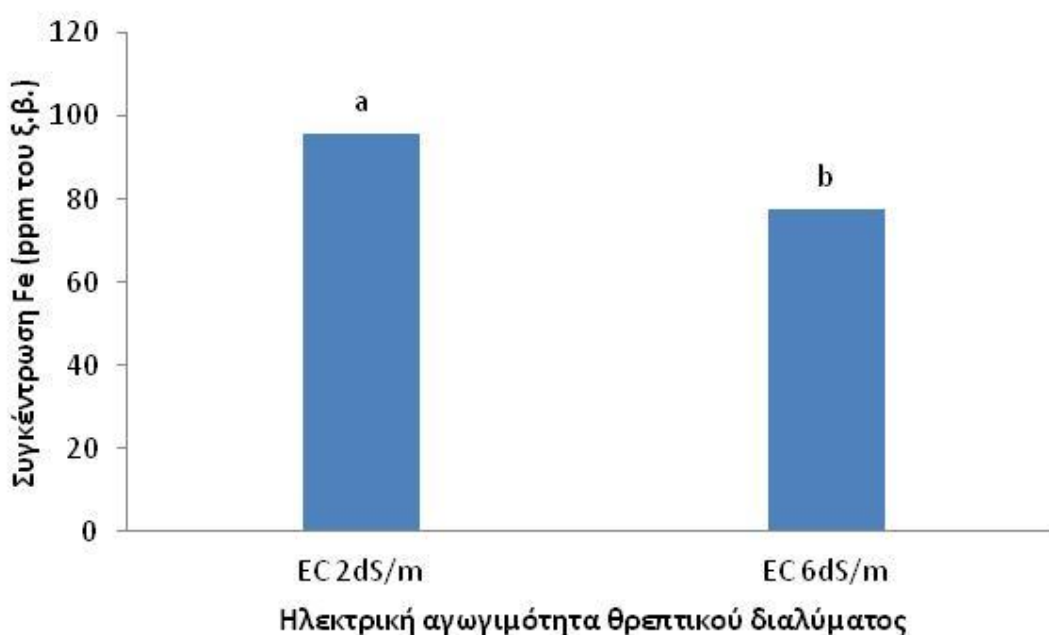


Εικόνα 6.16. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του νατρίου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

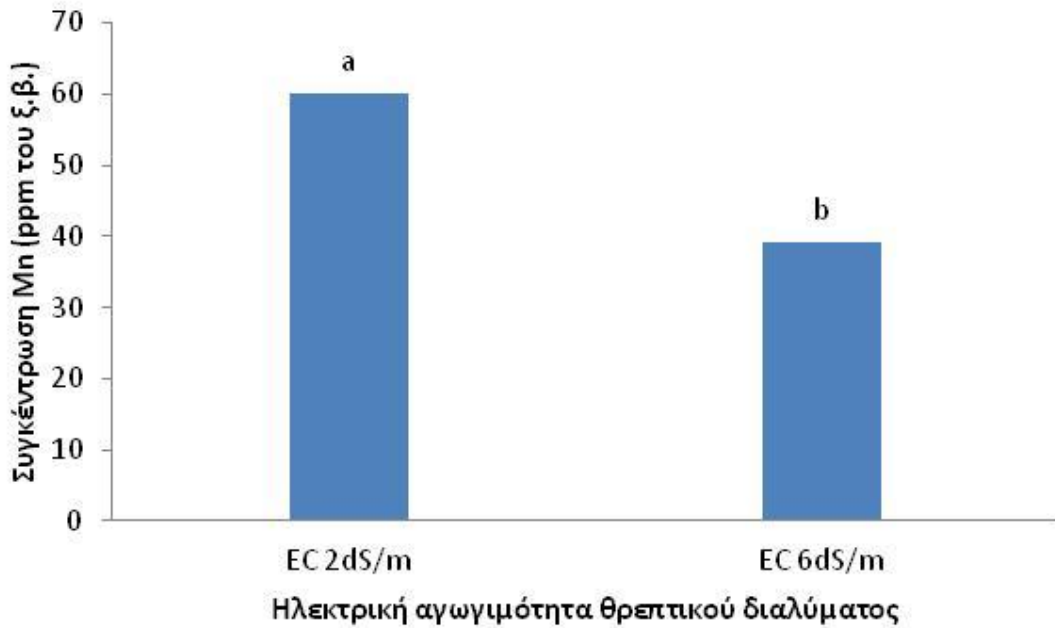
Η συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.16).

Η συγκέντρωση του σιδήρου (Εικόνα 6.17) και του μαγγανίου (Εικόνα 6.18) στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m.

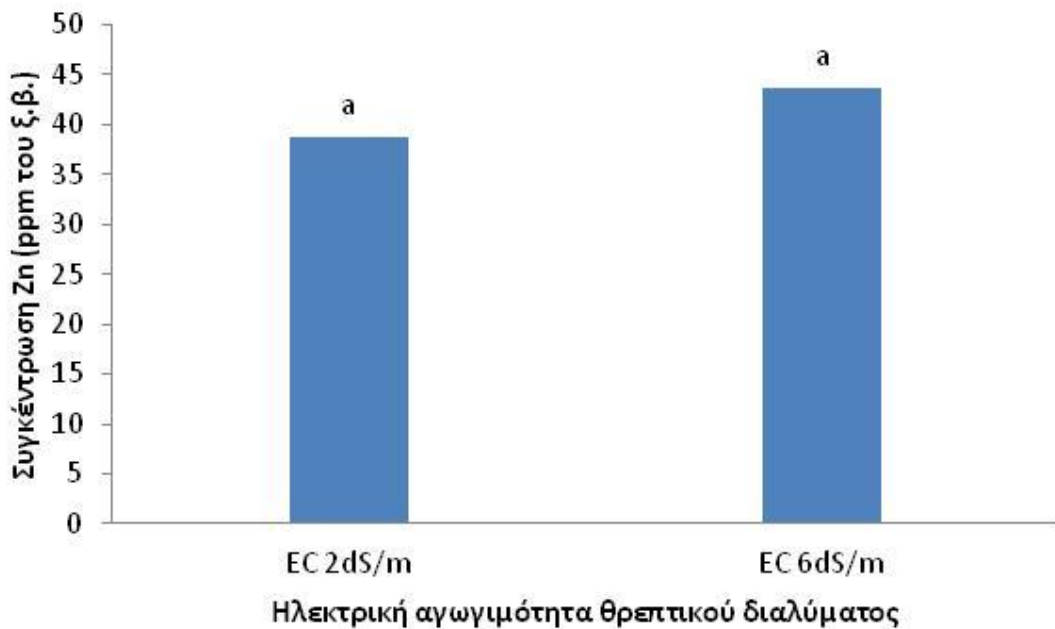
Επιπρόσθετα, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση του ψευδαργύρου στα φύλλα των φυτών αδραλίδας που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dS/m και στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dS/m (Εικόνα 6.19).



Εικόνα 6.17. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του σιδήρου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$

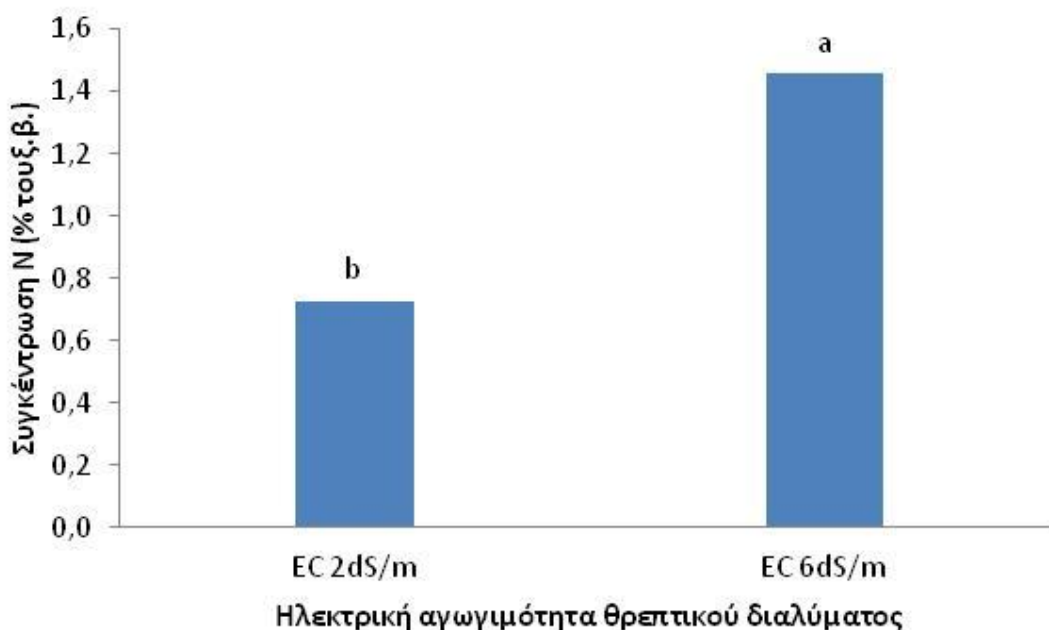


Εικόνα 6.18. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του μαγγανίου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$



Εικόνα 6.19. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του ψευδαργύρου στα φύλλα της αδραλίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$

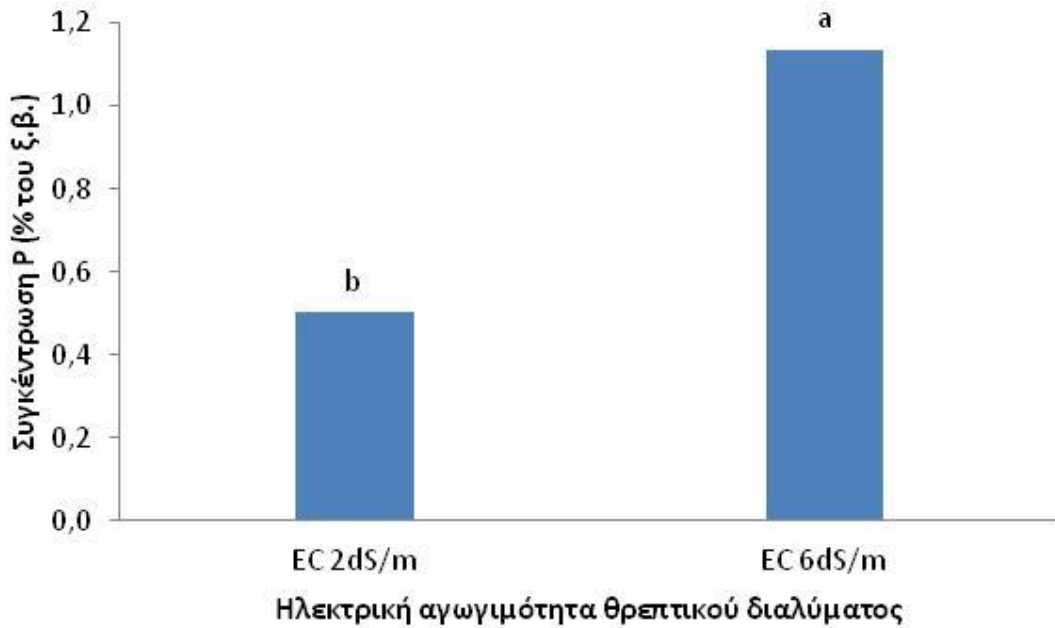
6.3. Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της γαλατσίδας



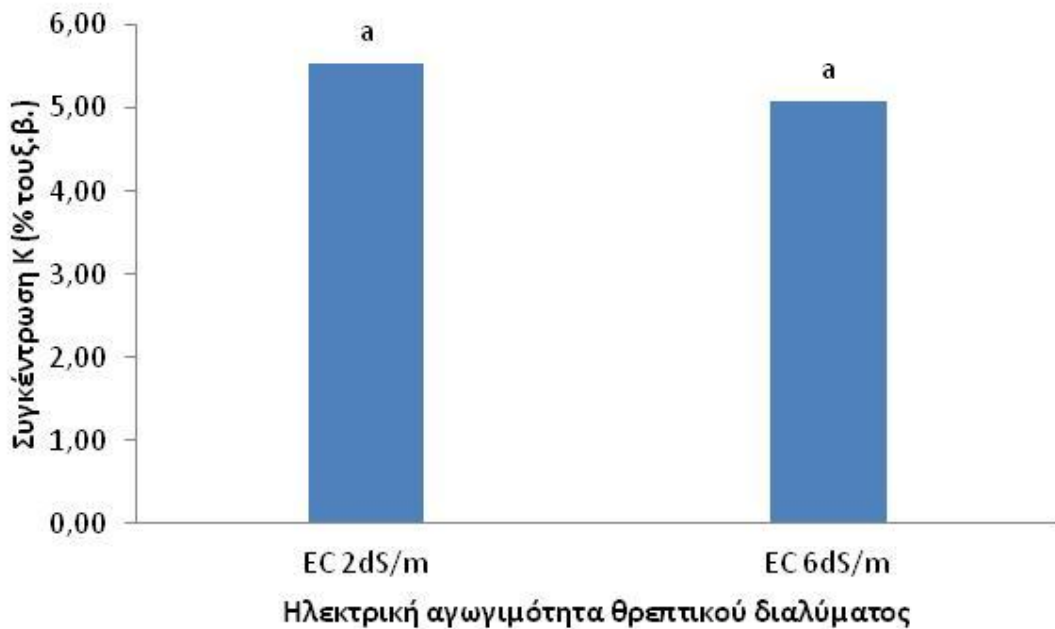
Εικόνα 6.20. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του αζώτου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του αζώτου είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών γαλατσίδα που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m σε σύγκριση με τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.20).

Τα ίδια αποτελέσματα εμφανίζει και η συγκέντρωση του φωσφόρου, η οποία είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m σε σύγκριση με τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.21).

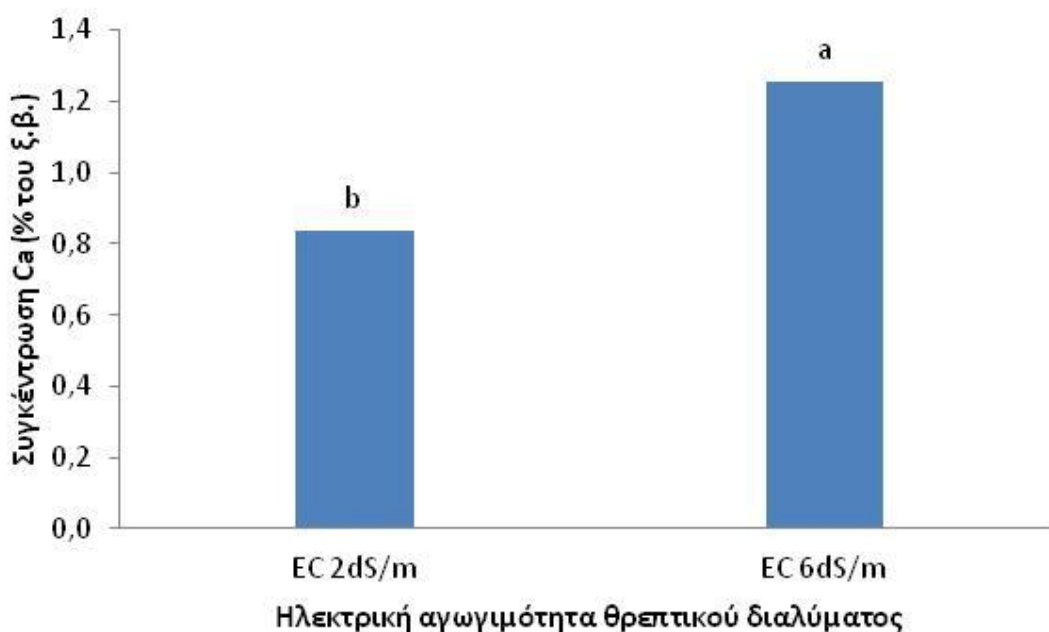


Εικόνα 6.21. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του φωσφόρου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



Εικόνα 6.22. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του καλίου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

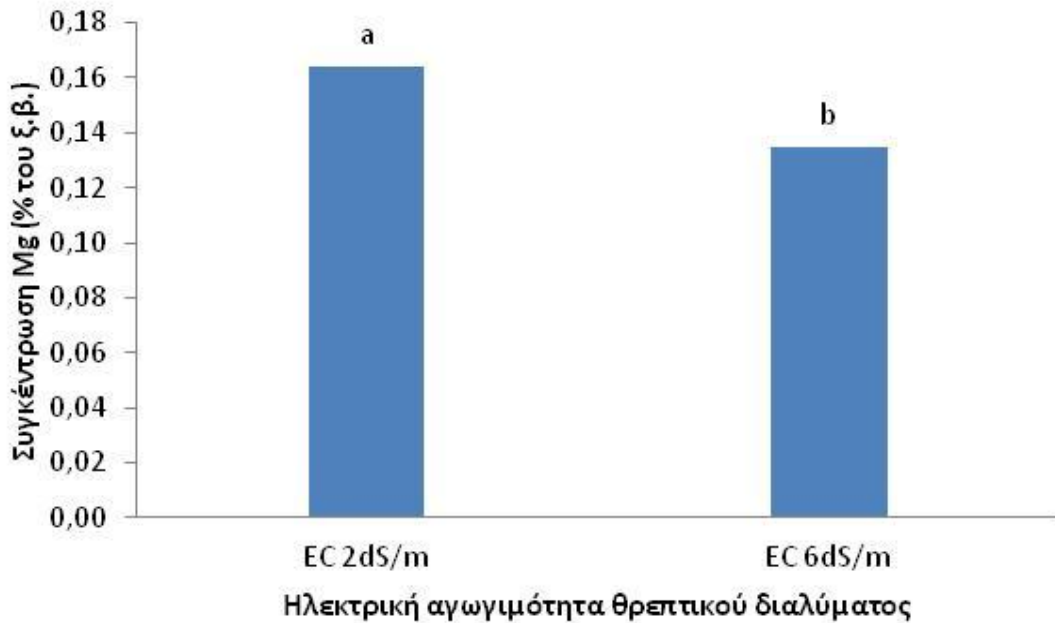
Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα της γαλατσίδας δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών (Εικόνα 6.22).



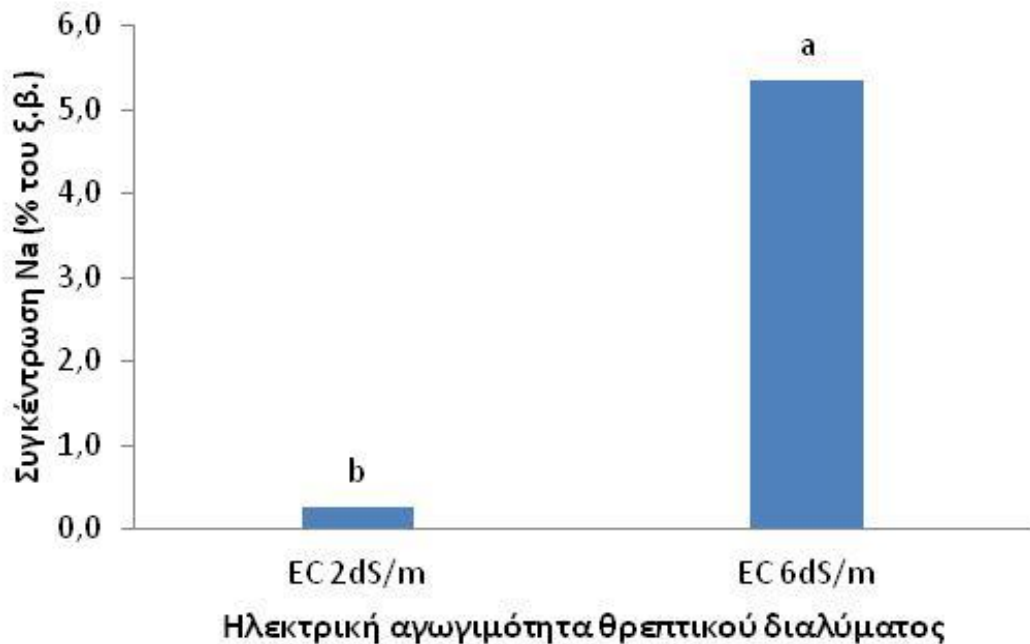
Εικόνα 6.23. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του ασβεστίου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του ασβεστίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.23).

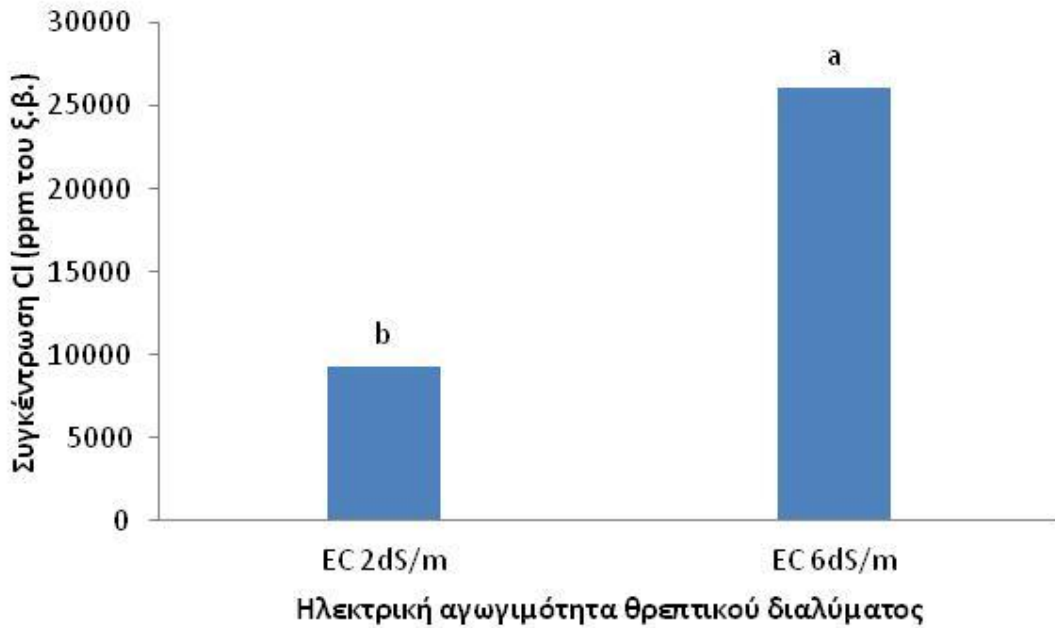
Η συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα της γαλατσίδας δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών (Εικόνα 6.24).



Εικόνα 6.24. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του μαγνησίου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



Εικόνα 6.25. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του νατρίου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

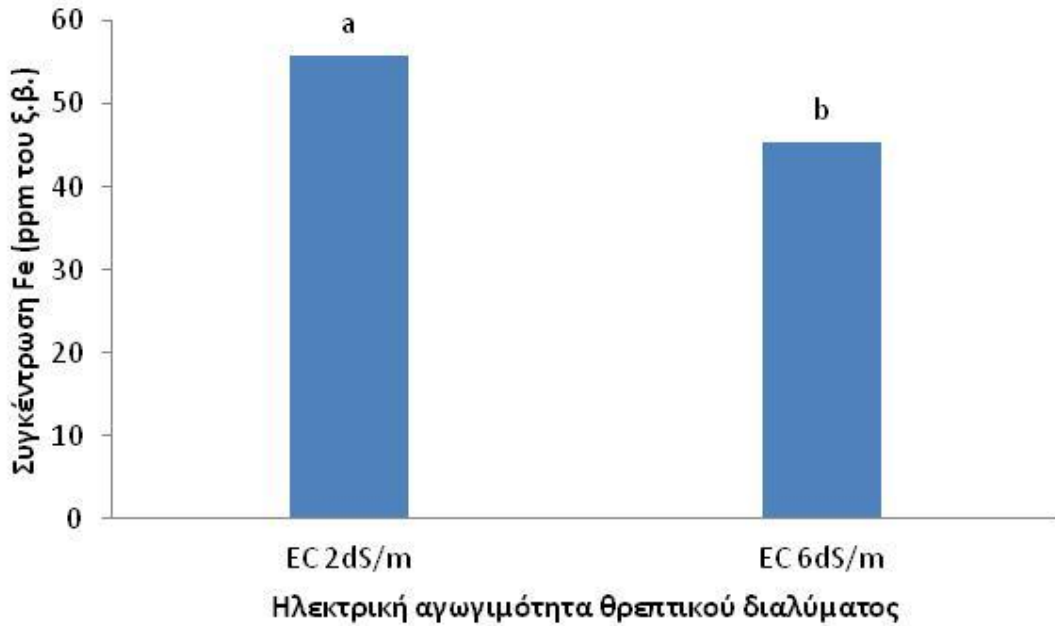


Εικόνα 6.26. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του χλωρίου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$

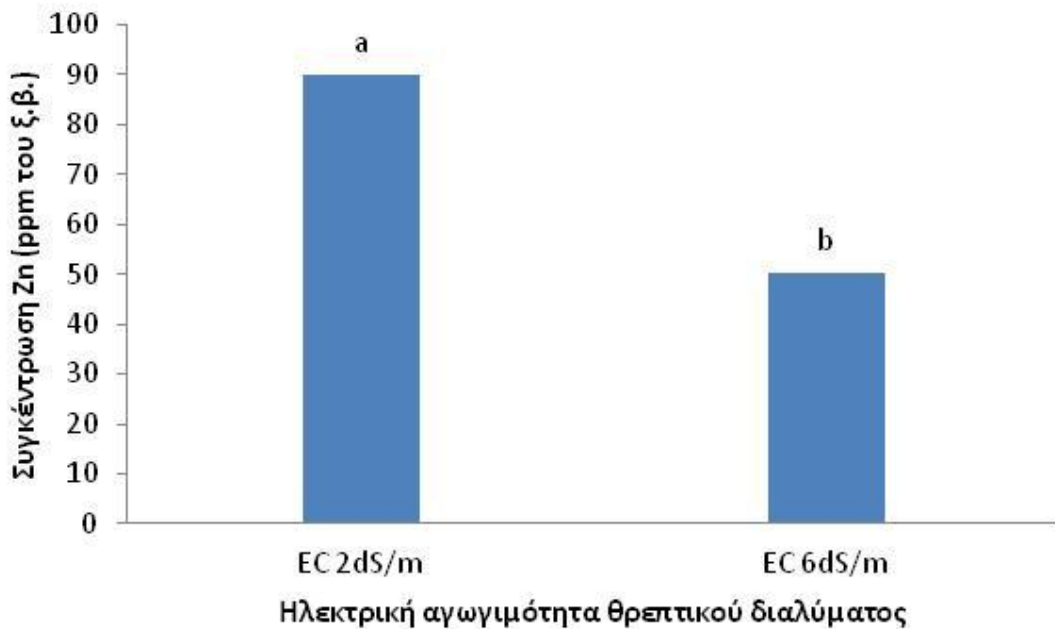
Η συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.25).

Η συγκέντρωση του χλωρίου στα φύλλα της γαλατσίδας επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών, με αποτέλεσμα όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος είναι 6 dS/m να παρατηρείται στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση χλωρίου στα φύλλα των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.26).

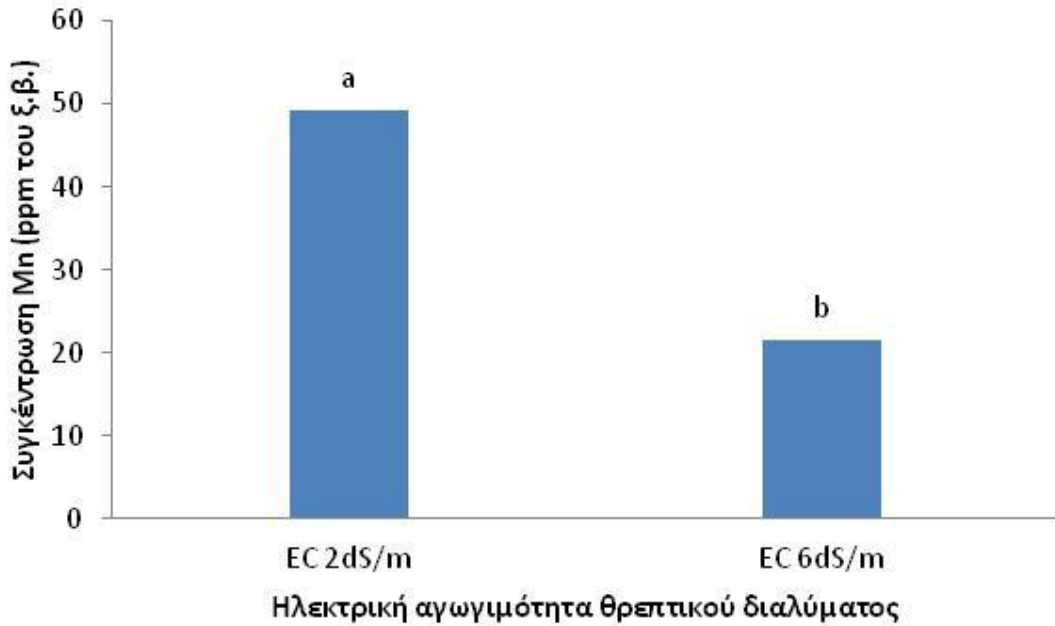
Η συγκέντρωση του σιδήρου στα φύλλα, είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του σιδήρου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m (Εικόνα 6.27).



Εικόνα 6.27. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του σιδήρου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$



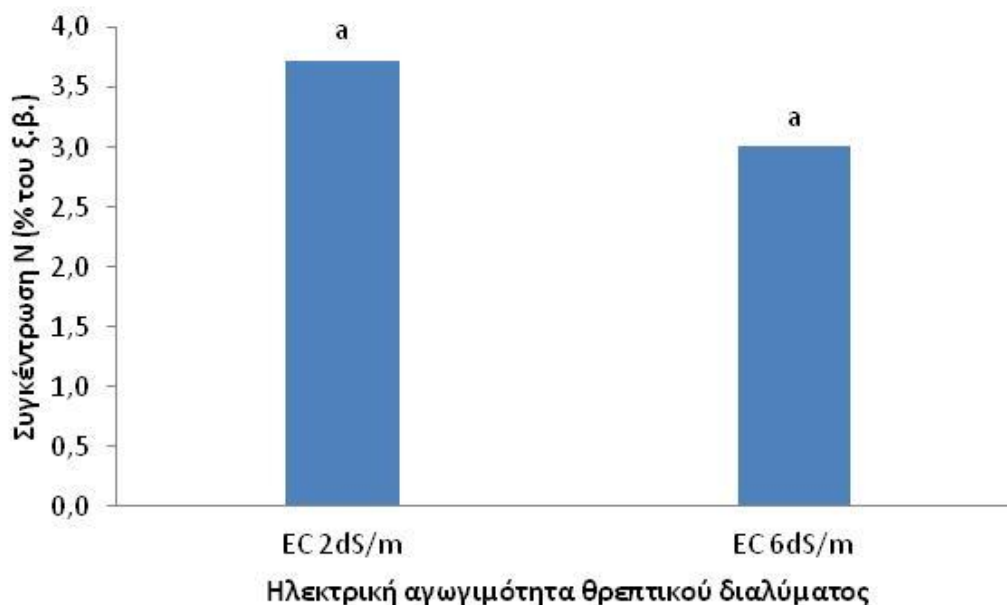
Εικόνα 6.28. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του ψευδαργύρου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



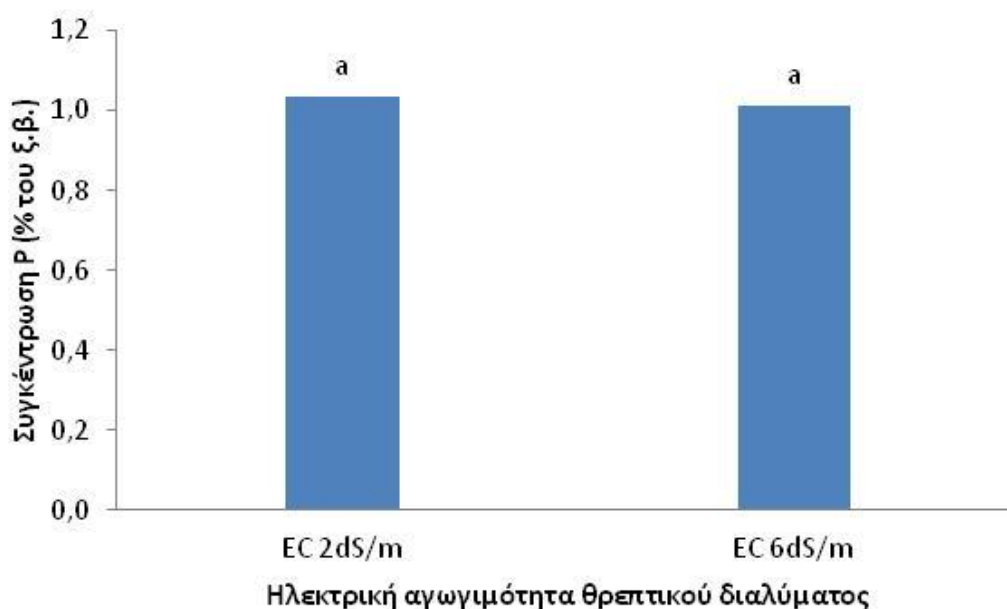
Εικόνα 6.29. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του μαγγανίου στα φύλλα της γαλατσίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$

Η συγκέντρωση του ψευδαργύρου (Εικόνα 6.28) και του μαγγανίου (Εικόνα 6.29) στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε φυτά που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dS/m σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του μαγγανίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m.

6.4. Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της κορκολεκανίδας

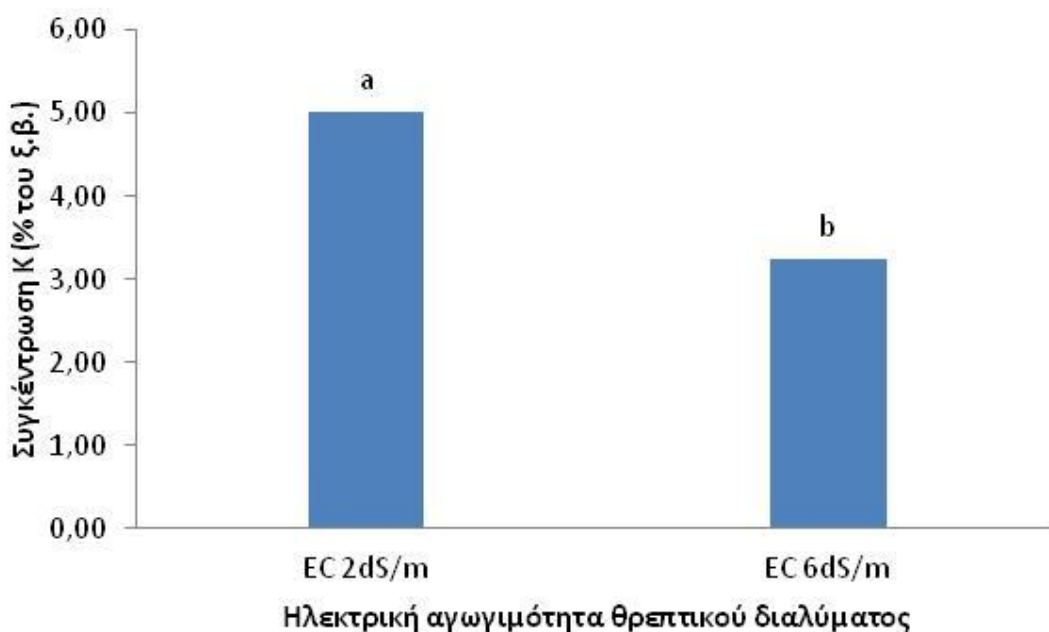


Εικόνα 6.30. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του αζώτου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



Εικόνα 6.31. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του φωσφόρου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

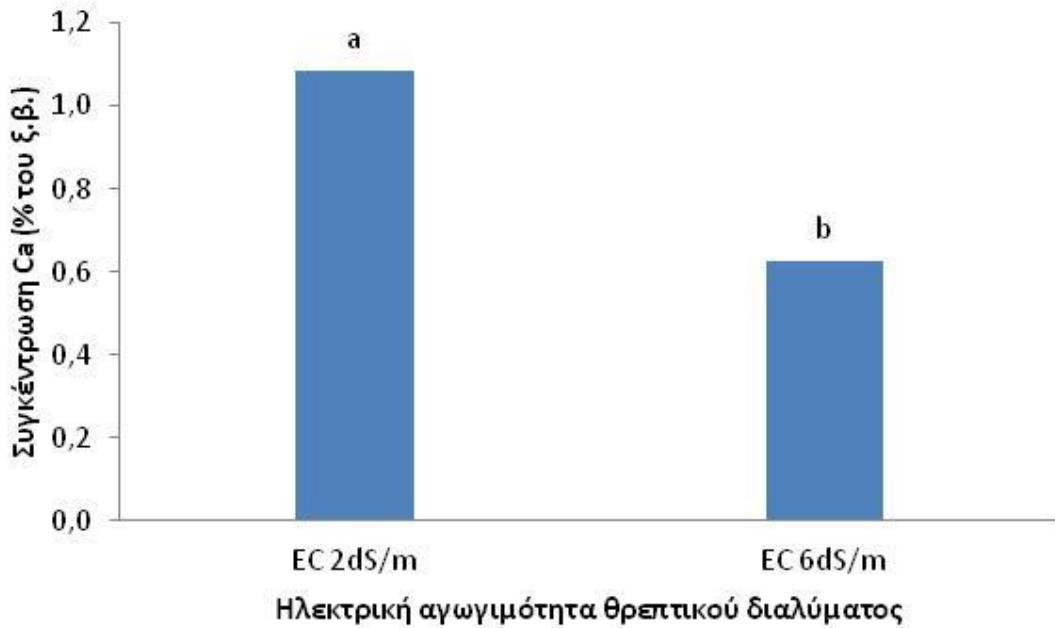
Τόσο η συγκέντρωση αζώτου (Εικόνα 6.30), όσο και η συγκέντρωση φωσφόρου (Εικόνα 6.31) στα φύλλα της κορκολεκανίδας δεν επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος στο οποίο αναπτύχθηκαν τα φυτά.



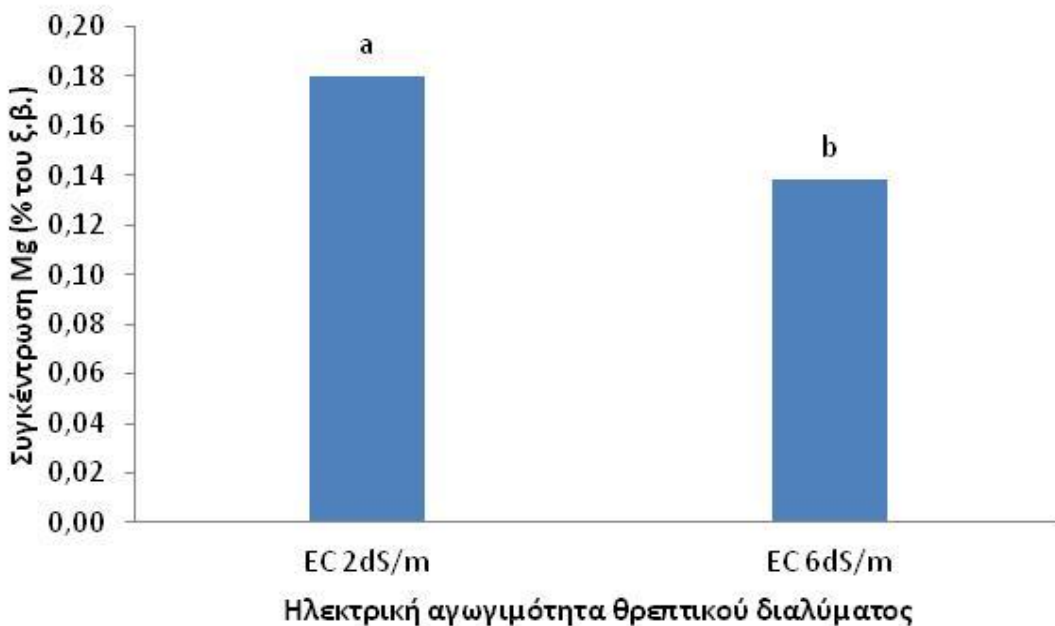
Εικόνα 6.32. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του καλίου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα της κορκολεκανίδας επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών (Εικόνα 6.32). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση του καλίου είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dS/m σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dS/m.

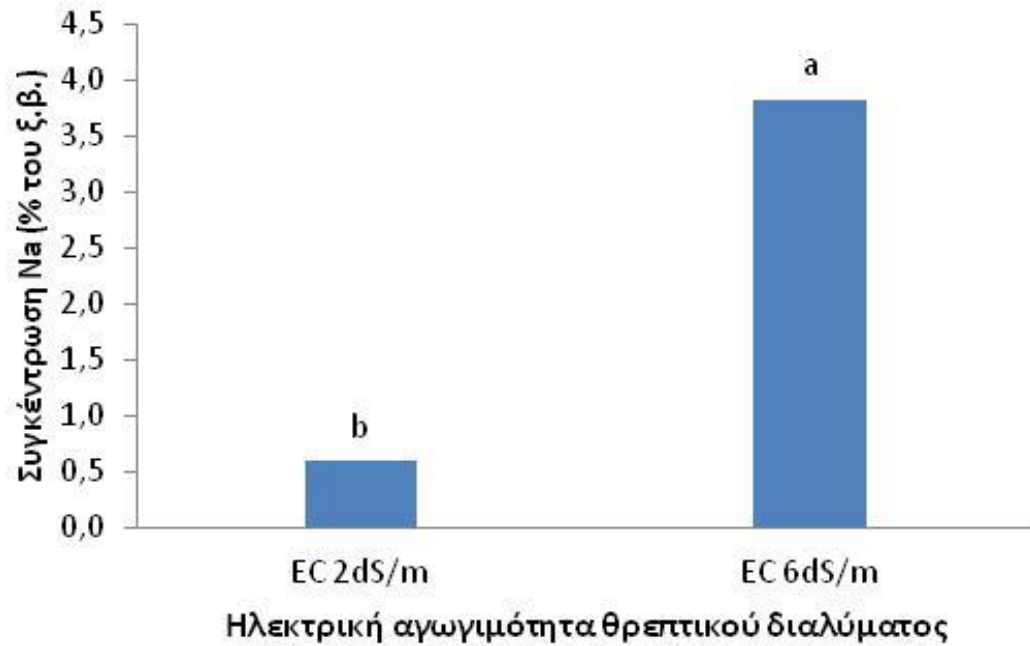
Επίσης, η συγκέντρωση του ασβεστίου (Εικόνα 6.33) και του μαγνησίου (Εικόνα 6.34) είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dS/m σε σύγκριση με τη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dS/m.



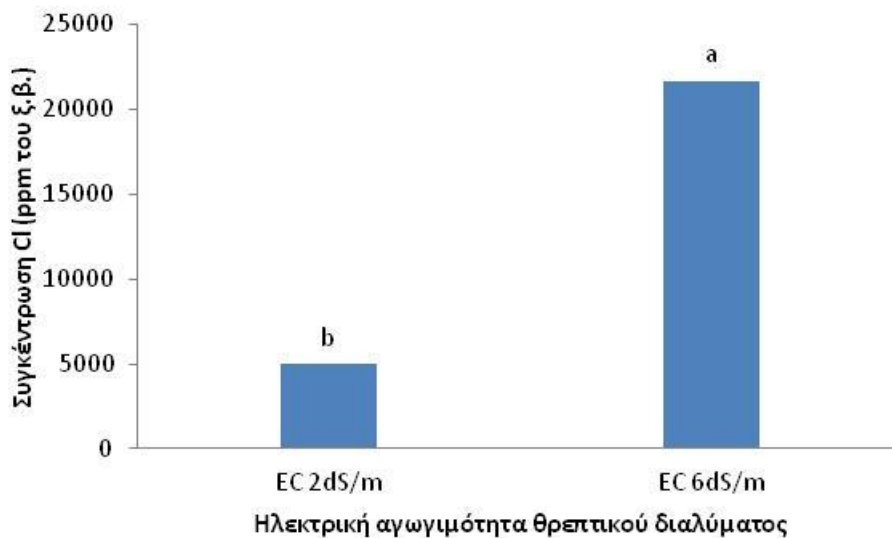
Εικόνα 6.33. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του ασβεστίου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



Εικόνα 6.34. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του μαγνησίου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

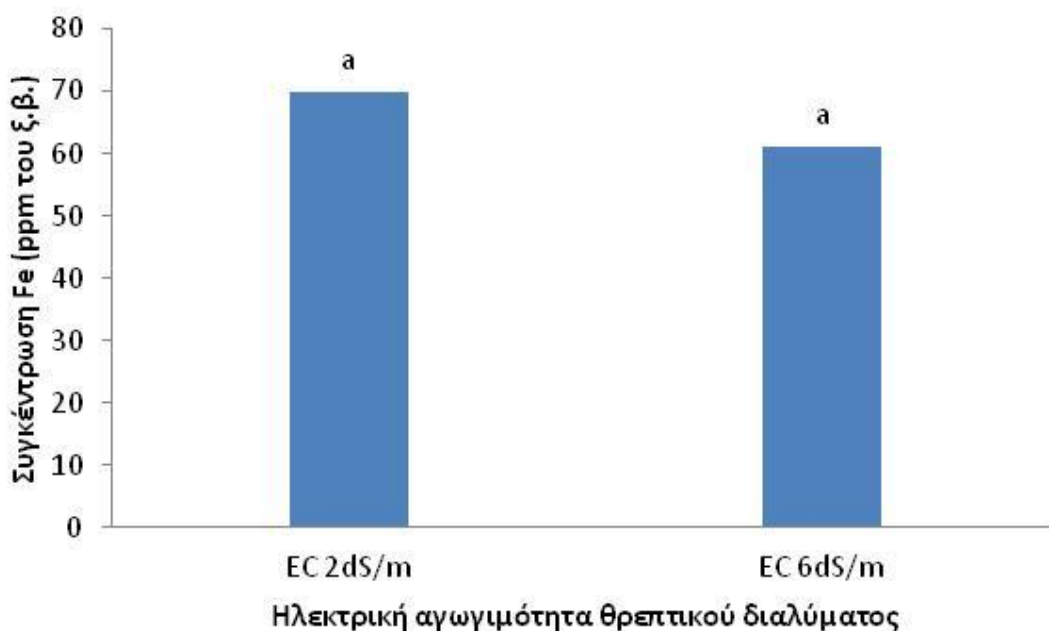


Εικόνα 6.35. Συγκέντρωση (% του ξηρού βάρους) του νατρίου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



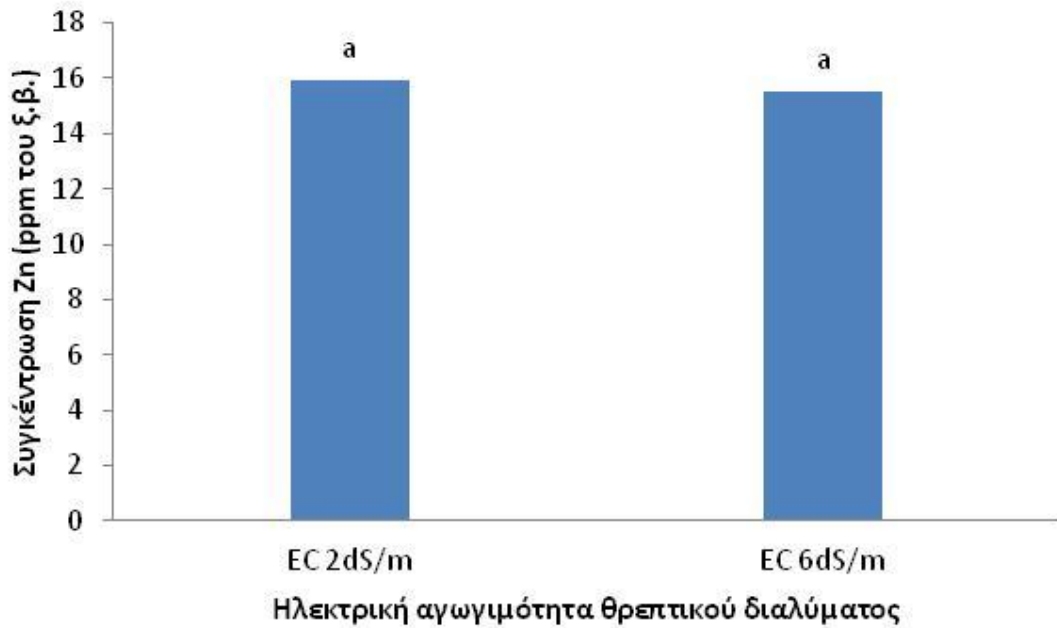
Εικόνα 6.36. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του χλωρίου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Στα φύλλα των φυτών κορκολεκανίδας, που αναπτύχθηκαν σε διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dS/m παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση νατρίου (Εικόνα 6.35) και χλωρίου (Εικόνα 6.36), σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dS/m.

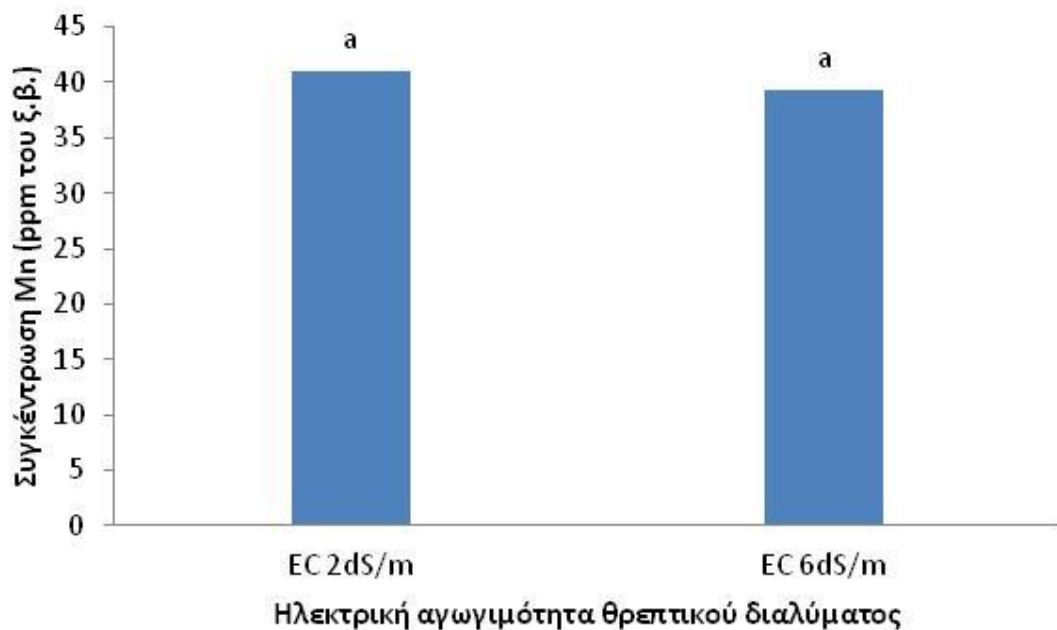


Εικόνα 6.37. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του σιδήρου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του σιδήρου (Εικόνα 6.37), του ψευδαργύρου (Εικόνα 6.38) και του μαγγανίου (Εικόνα 6.39) στα φύλλα της κορκολεκανίδας δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών.



Εικόνα 6.38. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του ψευδαργύρου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.



Εικόνα 6.39. Συγκέντρωση (ppm του ξηρού βάρους) του μαγγανίου στα φύλλα της κορκολεκανίδας. Διαφορετικά γράμματα σε κάθε μπάρα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.2 Σιταρήθρα

Η συγκέντρωση αζώτου και φωσφόρου ήταν υψηλότερη στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m, δηλαδή σε συνθήκες αλατότητας.

Γενικά, η αύξηση της αλατότητας του υποστρώματος καλλιέργειας οδηγεί σε μείωση της συγκέντρωσης αζώτου στο υπέργειο μέρος του φυτού (Savvas και Lenz, 1996). Ωστόσο, ορισμένες μελέτες δείχνουν ακριβώς το αντίθετο (Feigin, 1985). Η σχέση αλατότητας – αζώτου είναι επομένως πολύπλοκη και δύσκολα κατανοητή για το σύνολο των καλλιεργούμενων φυτών (Grattan και Grieve, 1999).

Παρόμοια είναι και η σχέση αλατότητας – φωσφόρου. Ενώ γενικά, αύξηση της αλατότητας του υποστρώματος καλλιέργειας οδηγεί σε μείωση της συγκέντρωσης φωσφόρου στους βλαστούς (Marschner, 1995), σε μελέτες στις οποίες έχει, αντίθετα, παρατηρηθεί αύξηση, αυτό φαίνεται ότι οφείλεται στην απώλεια ελέγχου από το φυτό του μηχανισμού πρόσληψης του φωσφόρου και γρήγορης διακίνησης του από τις ρίζες προς το υπέργειο μέρος (Roberts et al., 1984).

Σε ότι αφορά το κάλιο και το ασβέστιο, μελέτες έχουν δείξει ότι αυξανόμενη αλατότητα στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος καλλιεργούμενων φυτών οδηγεί σε μείωση της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών στο στοιχείο αυτό, κυρίως λόγω ανταγωνισμού στην πρόσληψη τους με άλλα ιόντα και κυρίως το Na^+ (Francois, 1995). Και για τα δύο αυτά στοιχεία, η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος δεν είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας πρόσληψης τους από τη σιταρήθρα, υποδεικνύοντας αντοχή του φυτού στην αλατότητα, μέχρι του επιπέδου των 6 dS/m.

Η προσθήκη χλωριούχου νατρίου στο θρεπτικό διάλυμα, του οποίου η ηλεκτρική αγωγιμότητα με τον τρόπο αυτό ρυθμίστηκε στα 6 dS/m, είχε σαν αποτέλεσμα την αυξημένη πρόσληψη των ιόντων χλωρίου και νατρίου από τα φυτά σιταρήθρας που καλλιεργήθηκαν σε αυτό.

Για τα ιχνοστοιχεία Mg, Zn, Fe, Mn, παρατηρήθηκαν αυξομειώσεις στους ιστούς των φύλλων της σιταρήθρας, με μείωση της συγκέντρωσης Fe και Zn στα

φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m. Η συμπεριφορά των φυτών σε σχέση με την πρόσληψη των ιχνοστοιχείων κάτω από συνθήκες αλατότητας, είναι και σε αυτή την περίπτωση περίπλοκη και λίγο κατανοητή (Grattan και Grieve, 1999).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η ανόργανη θρέψη των φυτών της σιταρήθρας δεν επηρεάζεται σημαντικά, όταν η καλλιέργεια πραγματοποιείται σε συνθήκες αυξημένης συγκέντρωσης αλάτων.

7.2 Αδραλίδα

Γενικά, εκτός από το άζωτο, η συγκέντρωση των άλλων μακροστοιχείων (P, K και Ca) στα φύλλα του φυτού μειώθηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Σε ότι αφορά τα ιχνοστοιχεία Mg, Zn, Fe, Mn, παρατηρήθηκαν και πάλι αυξομειώσεις στη συγκέντρωσή τους στα φύλλα, ενώ το χλώριο και το νάτριο μετρήθηκαν να έχουν πολύ υψηλή συγκέντρωση στα φύλλα των φυτών αδραλίδας που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα που είχε προστεθεί αλάτι (6 dS/m).

Φαίνεται επομένως, ότι η ανόργανη θρέψη των φυτών αδραλίδας επηρεάστηκε πιο έντονα από την αύξηση της αλατότητας.

7.3 Γαλατσίδα

Η συγκέντρωση των μακροστοιχείων N, P, και Ca στα φύλλα της γαλατσίδας, ήταν μεγαλύτερη στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dS/m, ενώ η συγκέντρωση καλίου δεν διέφερε ανάμεσα στις δύο μεταχειρίσεις. Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν ότι πιθανότατα η ανόργανη θρέψη της γαλατσίδας δεν επηρεάζεται αρνητικά από την αλατότητα.

Σε ότι αφορά τα ιχνοστοιχεία Mg, Zn, Fe, Mn, η αύξηση της αλατότητας του θρεπτικού διαλύματος επηρέασε αρνητικά τη συγκέντρωσή τους, εκτός από το μαγνήσιο.

7.4 Κορκολεκανίδα

Η συγκέντρωση των μακροστοιχείων N, P, και K στα φύλλα της κορκολεκανίδας δεν επηρεάστηκε από την αύξηση της αλατότητας του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών, υποδεικνύοντας αντοχή του φυτού στην αλατότητα.

Η συγκέντρωση Ca ήταν μειωμένη στην υψηλή αλατότητα. Μειωμένη πρόσληψη ασβεστίου από τα φυτά, όταν αυτά καλλιεργούνται σε περιβάλλον αλατότητας, έχει βρεθεί ότι οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή και υποβάθμιση της ποιότητας, ειδικά σε φυλλώδη λαχανικά όπως το μαρούλι και το αντίδι (Bangerth, 1979).

Γενικά, αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος καλλιέργειας μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.) σε σύστημα επίπλευσης (floating) πάνω από τα 2 dSm⁻¹, μείωσε την παραγωγή, πολύ περισσότερο όταν δεν γινόταν αερισμός του θρεπτικού διαλύματος (Tesi κ.ά., 2003). Αντίστοιχα, στο αντίδι (*Cichorium endivia* L.) η προσθήκη χλωριούχου νατρίου σε διάλυμα NFT αγωγιμότητας 8 mScm⁻¹ προκάλεσε μείωση της παραγωγής και υποβάθμιση της ποιότητας (Kowalczyk κ.ά., 2012).

Παράλληλα, και η συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων, εκτός του Mg, δεν επηρεάστηκε από την της αλατότητας του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών κορκολεκανίδας.

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι γενικά, η ανόργανη θρέψη της κορκολεκανίδας δεν επηρεάζεται αρνητικά από την αλατότητα.

7.5 Γενικά

Η σχέση ανάμεσα στην επίδραση της αλατότητας και την ανόργανη θρέψη των καλλιεργούμενων φυτών είναι αρκετά περίπλοκη, εξαιτίας του πλήθους των αλληλοεπιδράσεων που παρατηρούνται. Η απόδοση των καλλιεργειών που αναπτύσσονται κάτω από αυξημένη αλατότητα του εδάφους ή του υποστρώματος, μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά, εξαιτίας της έλλειψης θρεπτικών στοιχείων. Η ελλείψεις αυτές σε θρεπτικά στοιχεία μπορεί να οφείλονται στην επίδραση της

αλατότητας στη διαθεσιμότητά τους, στον ανταγωνισμό της πρόσληψής τους από τα φυτά και στη μετακίνηση και συσσώρευσή τους εντός των φυτικών ιστών (Grattan και Grieve, 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Bangerth, F. (1979). Calcium-related physiological disorders of plants. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17, 97-122.

Feigin, A. (1985). Fertilization management of crops irrigated with saline water. *Plant Soil* 89, 285 - 299.

Francois, L.E. (1995). Salinity effects on bud yield and vegetative growth of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Hort. Sci.* 30, 69-71.

Grattan, S.R. & Grieve, C.M. (1999). Salinity - mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hort.* 78, 127-157.

Kowalczyk, K., Gajc-Wolska, J. & Rutkowska, M. (2012). Effect of the nutrient solution electrical conductivity (EC) on the growth, development and quality of endive (*Cichorium endivia* L.) cultivated under covers. *Acta Hort.* 927, 339-344.

Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 889 pp.

Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environment* 16, 15-24.

Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environment* 25(2), 239-250.

Munns, R., Husain, S., Rivelli, A.R., James, R.A., Condon, A.G., Lindsay, M.P., Lagudah, E.S., Schachtman, D.P. & Hare, R.A. (2002). Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. *Plant and Soil* 247, 93-105.

Roberts, J.K.M., Linker, C.S., Benoit, A.G., Jardetzky, O. & Nieman, R.H. (1984). Salt stimulation of phosphate uptake in maize root tips studied by ³¹P nuclear magnetic resonance. *Plant Physiol.* 75, 947-950.

Savvas, D. & Lenz, F., 1996. Influence of NaCl concentration in the nutrient solution on mineral composition of eggplants grown in sand culture. *Angew. Bot.* 70, 124 - 127.

Tesi R., Lenzi A. & Lombardi P. (2003). Effect of salinity and oxygen level on lettuce grown in a floating system. *Acta Hort.* 609, 58.

Βιβλιογραφία στην Ελληνική γλώσσα

- Ακουμιανάκης, Κ., (2010). Συμβολή των λαχανευόμενων στη βιολογική καλλιέργεια κηπευτικών - το παράδειγμα του σταμναγκαθιού. ΔΗΩ, 55: 22-26.
- Βλάχου, Γ. (2011). *Επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της μπάμιας σε υδροπονική καλλιέργεια*. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Θερίος Ι. (2005). *Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Καββάδας, Δ., (1956). *Εικονογραφημένον βοτανικόν φυτολογικόν λεξικόν*. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα.
- Κλάδος, Ε. (2009). *Επίδραση υποστρώματος και αλατότητας σε υδροπονική καλλιέργεια σταμναγκαθιού*. Πτυχιακή Εργασία, Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο Κρήτης.
- Κόντης (2011). Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας. Μεταπτυχιακή μελέτη Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Κοντίδου, Α. (2010). Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην ανάπτυξη, παράγωγη και ποιότητα φράουλας ποικιλίας Festival. Πτυχιακή Εργασία, Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, Καλαμάτα.
- Μενδώνη Ε. (2015). *Επίδραση της εποχής σποράς στην ανάπτυξη και την ποιότητα αυτοφώνων λαχανευόμενων ειδών*. Πτυχιακή Μελέτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Μισοπολινός, Ν. (1991). *Προβληματικά εδάφη. Μελέτη, πρόβλεψη, Βελτίωση*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Παππά Ε. (2016). *Καταγραφή της διαχρονικής εξέλιξης των μορφολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών δέκα λαχανευόμενων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης*. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Σάββας Δ. (2011). *Καλλιέργειες εκτός εδάφους, Υδροπονία, Υποστρώματα*. Εκδόσεις