

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

Πτυχιακή μελέτη

Θέμα: Μελέτη επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξη του αυτοφυούς
Hedysarum creticum L. σε φθινοπωρινή καλλιέργεια

Του Καλογρίδη Ιωάννη-Παντελεήμων
Α.Μ. 2013062

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

Πτυχιακή μελέτη

Θέμα: Μελέτη επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξη του αυτοφυούς
Hedysarum creticum L. σε φθινοπωρινή καλλιέργεια.

Του Καλογρίδη Ιωάννη-Παντελεήμων
Α.Μ. 2013062

Επιβλέπων καθηγητής: Αλεξόπουλος Αλέξιος

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(με κεφαλαία γράμματα):

ΚΑΛΟΓΡΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ-ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΩΝ.....

Υπογραφή (ολογράφως, χωρίς μονογραφή):

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	σελ.6
Περίληψη.....	σελ.7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΣΙΤΑΡΗΘΡΑ (<i>Hedypnois cretica</i>)	
1.1. Καταγωγή – ιστορικό.....	σελ.8
1.2. Βοτανική ταξινόμηση.....	σελ.8
1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	σελ.9
1.4. Διατροφική αξία – χρήσεις.....	σελ.10
1.5. Εδαφοκληματικές απαιτήσεις.....	σελ.11
1.6. Καλλιεργητικές τεχνικές.....	σελ.11
1.6.1. Καταπολέμηση ζιζανίων.....	σελ.12
1.6.2. Άρδευση – λίπανση.....	σελ.12
1.6.3. Ασθένειες και εχθροί.....	σελ.13
1.6.4. Συγκομιδή – αποδόσεις.....	σελ.13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΦΥΤΑ.	
2.1. Το φαινόμενο της αλατότητας.....	σελ.14
2.2. Αλατούχα εδάφη.....	σελ.14
2.3. Η γεωγραφική ή τοπογραφική θέση ως παράγοντας αύξησης της αλατότητας των εδαφών.....	σελ.15
2.4. Η επίδραση της ποιότητας του νερού άρδευσης στη συσσώρευση αλάτων στο έδαφος.....	σελ.15
2.5. Η λίπανση ως παράγοντας αύξησης της αλατότητας του εδάφους.....	σελ.16
2.6. Τρόπος δράσης των αλάτων στο φυτό.....	σελ.17
2.7. Επίδραση αλατότητας στα φυτά.....	σελ.18
2.7.1. Επίδραση της αλατότητας στα αγορανομικά χαρακτηριστικά.....	σελ.18
2.7.2. Επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή.....	σελ.18
2.7.3. Επίδραση της αλατότητας στην συγκέντρωση της προλίνης.....	σελ.19
2.7.4. Επίδραση της αλατότητας στα ανατομικά χαρακτηριστικά.....	σελ.19
2.7.5. Επίδραση της αλατότητας στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή.....	σελ.19
2.8. Μηχανισμοί αντοχής των φυτών στην αλατότητα.....	σελ.20

2.9. Αντιμετώπιση προβλημάτων της αλατότητας – καλλιεργητικές πρακτικές..σελ.20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ.

3.1. Η υδροπονία – καλλιέργεια εκτός εδάφους.....σελ.22

3.2. Υποστρώματα υδροπονικής καλλιέργειας.....σελ.22

3.3. Είδη υδροπονικών συστημάτων.....σελ.23

3.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους.....σελ.24

3.5. Συστήματα υδροπονίας.....σελ.26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

4. Σκοπός της εργασίας.....σελ.32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Υλικά.....σελ.33

5.2. Μέθοδοι.....σελ.33

5.3. Μετρήσεις και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.....σελ.37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6. Αποτελέσματα.....σελ.39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7. Συζήτηση – συμπεράσματα.....σελ.47

Βιβλιογραφία.....σελ.49

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης παρέχουν στοιχεία σχετικά με την επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη του λαχανευόμενου είδους σιταρήθρα (*Hedypnois cretica*). Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Πελοποννήσου και συγκεκριμένα στο εργαστήριο Γεωργίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον Καθηγητή εφαρμογών κ. Γεωργιόπουλο Γεώργιο για την αδιάκοπη βοήθεια του, τον χρόνο που αφιέρωσε και το ενδιαφέρον του που ήταν πολύ σημαντικά για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Δούνα Ιωάννη, Ηλιόπουλο Γεώργιο και Μραβίλη Έντι για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια του πειράματος. Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή μου Αλεξόπουλο Αλέξιο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας και την πολύτιμη καθοδήγηση που μου παρείχε. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την εμπιστοσύνη και την στήριξη που μου έδειξε κατά τα χρόνια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο γεωργίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου με σκοπό την μελέτη της επίδρασης τριών διαφορετικών επιπέδων αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών της σιταρήθρας (*Hedynois cretica*, οικ. Asteraceae). Τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης (floating), σε τρία διαφορετικά θρεπτικά διαλύματα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2, 6, και 12 dSm⁻¹, αντίστοιχα. Η αγωγιμότητα των θρεπτικών διαλυμάτων ρυθμίστηκε με την προσθήκη κατάλληλης ποσότητας χλωριούχου νατρίου (NaCl) στις δύο μεταχειρίσεις (6 και 12 dSm⁻¹). Τα φυτά καλλιεργήθηκαν από τον Σεπτέμβριο του 2016 (σπορά) έως και τον Ιανουάριο του 2017 (συγκομιδή). Κατά τη συγκομιδή, μετρήθηκε ο αριθμός φύλλων και η διάμετρος των φυτών, καθώς και το νωπό και ξηρό βάρος τους. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας λαμβάνονταν μετρήσεις, κάθε 15 μέρες, του αριθμού των φύλλων και της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τόσο ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό, όσο και η διάμετρος της ροζέτας, ήταν μικρότερα, όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε διάλυμα υψηλής αγωγιμότητας (12 dSm⁻¹). Το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού και των φύλλων καθώς και η περιεκτικότητα των φύλλων σε ξηρά ουσία ήταν υψηλότερα όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε διάλυμα χαμηλής αγωγιμότητας (2 dSm⁻¹). Τέλος, στην ανάπτυξη και την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του ριζικού συστήματος των φυτών στα τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Συμπερασματικά, η καλλιέργεια της σιταρήθρας δεν προτείνεται να γίνεται σε επίπεδα υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος άρδευσης ή του εδαφικού διαλύματος. Παρόλα αυτά φαίνεται ότι πρόκειται για φυτό που μπορεί να έχει ικανοποιητικές αποδόσεις σε σχετικά υψηλά επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας, όπως για παράδειγμα είναι τα 6 dSm⁻¹.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΣΙΤΑΡΗΘΡΑ (*Hedypnois cretica*)



Εικόνα 1.1. Ανθισμένο φυτό σιταρήθρας (<http://www.smmflowers.org>).

1.1 Καταγωγή-ιστορικό

Η σιταρήθρα (*Hedypnois cretica* L.) είναι επίσης γνωστή με την κοινή ονομασία στρουμπούλι σε περιοχές της Κρήτης και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας. Σε χώρες του εξωτερικού είναι γνωστή ως ζιζάνιο της Κρήτης (Cretanweed). Η σιταρήθρα φύεται κυρίως σε περιοχές γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου και της νοτιοδυτικής Ασίας (Μενδώνη, 2015) αλλά έχει εισαχθεί και απαντάται ως ζιζάνιο σε περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Καλιφόρνια, Αριζόνα, Τέξας και Νέο Μεξικό) (<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=HECR2>).

1.2 Βοτανική ταξινόμηση

Η βοτανική ταξινόμηση της σιταρήθρας είναι η ακόλουθη (Καββάδας, 1956):

- Βασίλειο: Φυτά (Plantae)
- Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
- Ομοταξία: Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
- Τάξη: Αστερώδη (Asterales)
- Οικογένεια: Σύνθετα (Asteraceae)
- Γένος: *Hedypnois*
- Είδος: *cretica*

1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η σιταρήθρα (*Hedypnois cretica*) είναι δικότυλο, φυτό της οικογένειας Asteraceae, στην οποία κατατάσσονται εκτός από πολλά φυτά που αυτοφύονται στη χώρα μας, και ορισμένα καλλιεργούμενα φυτά όπως το μαρούλι (*Lactuca sativa*), το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*), η αγκινάρα (*Cynara scolymus*) και το ραδίκι (*Cichorium intybus*). Η οικογένεια Asteraceae αποτελεί την δεύτερη μεγαλύτερη οικογένεια των Σπερματόφυτων και απαριθμεί περίπου 23.000 είδη, έχει παγκόσμια εξάπλωση σε όλες τις ηπείρους εκτός της Ανταρκτικής.

Η σιταρήθρα είναι ετήσιο ποώδες φυτό, χαμηλού ύψους (5-40 cm). Είναι τριχωτό φυτό, με τα κατώτερα φύλλα έμμισχα, ελλειπτικά ή αντιλογχοειδή, αντωειδή ή επιμήκη, ακέραια και οδοντωτά (Σφήκας, 1999). Τα ανώτερα φύλλα του φυτού είναι επιφυή, άμισχα και χωρίς παράφυλλα (Ψαρουδάκη, 2012). Ωστόσο, σύμφωνα με τον Καββάδα (1956), το φυτό παρουσιάζει γενικά πολυμορφισμό.

Η ταξιανθία είναι κεφάλιο μονό ή μπορεί να υπάρχουν και στελέχη που φέρουν πολλά κεφάλια. Το κεφάλιο αποτελείται από άνθη κίτρινα, γλωσσοειδή διαστάσεων 12-15 mm. Το περίβλημα της ταξιανθίας έχει σχήμα κυλινδρικό ή κωδωνοειδές. Τα φυλλάρια είναι τοποθετημένα σε δύο σειρές, τα εξωτερικά είναι λεπτά ενώ τα εσωτερικά μεγαλύτερα, σκληρά και κοίλα με τρίχες και περιβάλουν μετά τη γονιμοποίηση τους καρπούς (αχαίνια).

Ο καρπός είναι γωνιώδης με λεπτές ραβδώσεις και φέρει πάππο. Τα εξωτερικά αχαίνια είναι κυρτά ενώ τα εσωτερικά είναι επιμήκη (Ψαρουδάκη, 2012).



Εικόνα 1.2. Αχαίνια με πάππο σιταρήθρας.



Εικόνα 1.3. Ταξιανθία σιταρήθρας (<http://www.americansouthwest.net>).

Η σιταρήθρα φύεται σε ξερές και άγονες περιοχές, περιοχές με υψόμετρο μέχρι 400 m, ακαλλιέργητα, ξηρά και πετρώδη εδάφη, αμπελώνες και σε παραθαλάσσιες περιοχές (Turland *et al.*, 1993). Επιπρόσθετα, εμφανίζεται σε υγρές περιοχές με βαριά αργιλώδη εδάφη που συγκρατούν υπερβολική υγρασία (Μενδώνη, 2015). Ανθίζει κυρίως νωρίς την άνοιξη (Μάρτιο) και διαρκεί αρκετούς μήνες, μέχρι νωρίς το καλοκαίρι (Polunin, 1990).

1.4 Διατροφική αξία και χρήσεις

Η σιταρήθρα έχει βρεθεί να έχει σημαντικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και αποτελεί άριστη τροφή σαν λαχανοφάγο. Στη σιταρήθρα έχουν απομονωθεί χημικά συστατικά-ενώσεις που έχουν εξαιρετική διατροφική αξία. Τέτοιες είναι οι λακτόνες και σεσκιτερπενικές (Παππά, 2016). Επιπρόσθετα, στα φύλλα του φυτού

έχουν βρεθεί τέσσερις συγγενείς ενώσεις της γκουανίνης (υδροξυ-υποκρετενολίδες), φλαβονοειδή και ένα εξαιρετικά σπάνιο είδος φλαβόνης η ισοετίνη (Ψαρουδάκη, 2012). Αυτές τα χαρακτηριστικά μπορούν να αποδώσουν στο φυτό αυτό σημαντικές φαρμακευτικές ιδιότητες.

Σαν αυτοφυές λαχανευόμενο, συλλέγεται πριν την άνθηση και καταναλώνεται το υπέργειο τμήμα του φυτού. Συνήθως καταναλώνεται μετά από βρασμό, μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλα αυτοφυή λαχανευόμενα.

1.5 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Η σιταρήθρα αυτοφύεται σε περιοχές οι οποίες βρίσκονται γύρω από τη Μεσόγειο αλλά και σε άλλες ηπείρους. Δεν έχει σημαντικές απαιτήσεις σε έδαφος αφού φύεται σε ξηρές περιοχές, σε άγονα, ακαλλιέργητα, πετρώδη εδάφη αλλά και σε παραθαλάσσιες περιοχές, στη θαλάσσια άμμο και σε αμπελώνες. Φύεται κυρίως έως τα 400 m υψόμετρο, και σε υψηλές θερμοκρασίες παρουσιάζει ταχύτερη ανάπτυξη, ανθίζοντας από τα μέσα της άνοιξης έως και το καλοκαίρι.

1.6 Καλλιεργητικές τεχνικές

Σχετικά με την καλλιέργεια της σιταρήθρας δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία. Έτσι η τεχνική που μπορεί να ακολουθηθεί θα μπορούσε να είναι παρόμοια με την τεχνική άλλων φυλλωδών λαχανικών και κατά προτίμηση λαχανικών που ανήκουν στην οικογένεια Asteraceae, όπως το ραδίκι (*Cichorium intybus*).

Η σπορά μπορεί να γίνει σε δίσκους σποράς ή ατομικών θέσεων είτε σε σπορείο. Γίνεται ομοιόμορφη κατανομή των σπόρων και γίνεται κάλυψη σε μικρό βάθος λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου. Ακολουθούν τακτικά ποτίσματα κατά περιόδους ώστε να υπάρχει διαθέσιμη υγρασία, ιδιαίτερα κατά τις ζεστές και ξηρές περιόδους. Αφού το φυτό έχει αποκτήσει τέσσερα έως έξι φύλλα, φυτεύεται στην τελική του θέση στον αγρό, αφού πρώτα έχει προηγηθεί όργωμα ώστε να έχουν απομακρυνθεί τα ζιζάνια και να είναι καλύτερες οι συνθήκες ανάπτυξης των φυτών. Μετά τη φύτευση ακολουθούν τακτικά ποτίσματα και αφαίρεση των ζιζανίων (Δημητράκης, 1998).

1.6.1 Καταπολέμηση ζιζανίων

Τα ζιζάνια φυτρώνουν ανάμεσα σε καλλιεργούμενα φυτά, με αποτέλεσμα να υπάρχει ανταγωνισμός στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων μειώνοντας έτσι την αναμενόμενη ποσότητα και ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να γίνει με σκαλίσματα τα οποία παράλληλα εξασφαλίζουν και βελτιώνουν τον αερισμό του εδάφους. Ακόμη μπορεί να γίνει με την χρήση κατάλληλων προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (Δημητράκης, 1998). Θα πρέπει πάντως να αναφερθεί ότι δεν υπάρχουν εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα για χρήση σε καλλιέργεια σιταρήθρας.

1.6.2 Άρδευση – Λίπανση

Σύμφωνα με την τεχνική που εφαρμόζεται στη καλλιέργεια του ραδικιού και του αντιδιού που ανήκουν στην ίδια οικογένεια θα αναλυθούν οι ανάγκες του φυτού σε άρδευση. Τα ποτίσματα είναι αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών και ειδικά κατά την σπορά και μέχρι να φυτρώσουν τα φυτά, μετά από μεταφυτεύσεις αλλά και κατά τις ζεστές και ξηρές περιόδους ενώ δεν είναι αναγκαία σε περιόδους βροχοπτώσεων όπου υπάρχει αυξημένη εδαφική υγρασία (Δημητράκης, 1998). Η άρδευση των φυτών πρέπει να είναι ομοιόμορφη έτσι ώστε τα φύλλα τους να έχουν τρυφερή υφή. Προτιμούνται τακτικά και συχνά ποτίσματα ώστε να υπάρχει διαθέσιμη εδαφική υγρασία στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Σε ελαφριά και αμμώδη εδάφη ενδείκνυται η εφαρμογή συχνότερων αρδεύσεων με μικρότερη ποσότητα νερού ανά πότισμα (Χα κ.ά., 2014).

Η λίπανση γίνεται ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία. Πριν από τη φύτευση των φυτών ενσωματώνεται στο έδαφος καλά χωνεμένη κοπριά και λιπάσματα που περιέχουν φώσφορο και κάλι, με άροση σε βάθος 30-40 cm. Η ενσωμάτωση αζώτου γίνεται με επιφανειακές λιπάνσεις κάθε 20 ημέρες και οι επιφανειακές λιπάνσεις μπορούν να συνδυάζονται με τα σκαλίσματα (Δημητράκης, 1998). Ωστόσο, όπως και σε πολλά φυλλώδη λαχανικά θα πρέπει να αποφεύγονται υπερβολικές ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων για την αποφυγή της συσσώρευσης νιτρικών στα φύλλα τους.

1.6.3 Ασθένειες και εχθροί

Στην βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με τους εχθρούς και τις ασθένειες στην καλλιέργεια των φυτών της σιταρήθρας. Έτσι αναφέρονται εχθροί και ασθένειες που μπορεί να προκαλέσουν ζημιές σε φυλλώδη λαχανικά της οικογένειας Asteraceae.

- Ασθένειες: Περονόσπορος, ανθράκωση, κηλίδωση των φύλλων, αλτερναρίωση, σεπτορίωση, κερκοσπορίωση, οΐδιο, ασκόχυτα, βοτρυτής, σκληρωτινίαση, σκωρίαση, αδρομυκώσεις, υγρή βακτηριακή σήψη, βακτηριακή σήψη, ιώσεις.
- Εχθροί: Αφίδες, αλευρώδης, τετράνυχος, λεπιδόπτερα, πράσινο σκουλήκι, έντομα εδάφους, γρυλλοτάλη, θρίπας, νηματώδεις, σαλιγκάρια και γυμνοσάλιακλες.

Φυσιολογικές ασθένειες: Ζημιές από φυτοτοξική ρύπανση του αέρα, ζημιές από λιπάσματα, φυσιολογικό κάψιμο, περιθωριακό κάψιμο, υάλωση, κοκκινόμαυρη κηλίδωση των φύλλων, καστανόμαυρη κηλίδωση των φύλλων (Χα κ.ά., 2014).

1.6.4 Συγκομιδή – αποδόσεις

Η συγκομιδή των φυτών γίνεται με το χέρι. Με τη βοήθεια ενός μαχαιριού κόβεται το φυτό στην επιφάνεια του εδάφους. Απορρίπτονται τα φύλλα τα οποία έχουν υποστεί ζημιές, έχουν συμπτώματα προσβολών και αποχρωματισμούς, καθώς και ξένα σώματα όπως χώματα ή σαλιγκάρια. Η συγκομιδή γίνεται τμηματικά και αρχίζει πρώτα από τα φυτά που έχουν ωριμάσει ήδη.

Η απόδοση της καλλιέργειας εξαρτάται από την εποχή της καλλιέργειας, τις κλιματολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, την κατάσταση του εδάφους, τις διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες και από την παρουσία εχθρών και προσβολών στην καλλιέργεια (Χα κ.ά., 2014). Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τη στρεμματική απόδοση της σιταρήθρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΦΥΤΑ

2.1 Το φαινόμενο της αλατότητας

Ως αλατότητα εκφράζεται το σύνολο των υδατοδιαλυτών αλάτων στο έδαφος, όπως είναι τα ανθρακικά, δισανθρακικά, θειϊκά, χλωριούχα, βορικά και νιτρικά άλατα με Ca, Mg, Na, K και NH₄ κυρίως.

Το φαινόμενο της αλατότητας, δηλαδή η συσσώρευση αλάτων σε καλλιεργούμενα εδάφη, αποτελεί πλέον ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο με το πέρασμα του χρόνου αυξάνεται περισσότερο λόγω διαφόρων παραγόντων που θα αναλυθούν παρακάτω. Η καλλιέργεια φυτών σε αλατούχα εδάφη δημιουργεί προβλήματα και έχει αρνητικές συνέπειες, όπως μείωση της ποσότητας και υποβάθμιση της ποιότητας της παραγωγής (Κόντης, 2009).

2.2 Αλατούχα εδάφη

Αλατούχα καλούνται τα εδάφη των οποίων η ηλεκτρική αγωγιμότητα στο νερό κορεσμού είναι μεγαλύτερη από 2 mS/cm. Σε περιπτώσεις όπου η αλατότητα είναι σε αυξημένα επίπεδα, δηλαδή πάνω από αυτά τα όρια, τότε δημιουργούνται προβλήματα στην ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών, ιδιαίτερα στα πιο ευπαθή, τα οποία παρουσιάζουν προβλήματα και σε χαμηλότερα επίπεδα.

Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, με σημαντικότερους τη γεωγραφική θέση της περιοχής, η ύπαρξη καλλιεργούμενων εκτάσεων που ποτίζονται και την ποιότητα νερού άρδευσης. Ιδιαίτερα, η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων στο νερό ποτίσματος μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη συσσώρευση τους στο έδαφος είτε λόγω κακής στράγγισης είτε λόγω ανεπαρκούς ποσότητας νερού άρδευσης (Μισοπολινός, 1991).

Συνήθως η συσσώρευση αλάτων στο έδαφος, σε περίπτωση που δεν αρδεύονται οι καλλιέργειες, είναι εντονότερη σε περιοχές με ημίξηρο και ξηρό κλίμα όπου η εξατμισοδιαπνοή είναι μεγάλη ενώ η ποσότητα του νερού της βροχής δεν επαρκεί για την έκπληση των αλάτων από το έδαφος. Στα αλατούχα εδάφη το pH ποικίλει. Εδάφη με ESP μεγαλύτερο του 15 ονομάζονται αλατούχα-νατριωμένα και έχουν pH>7 (Βλάχου, 2011).

2.3. Η γεωγραφική ή τοπογραφική θέση ως παράγοντας αύξησης της αλατότητας των εδαφών

Οι περιοχές με τη συχνότερη εμφάνιση του φαινομένου της υψηλής συσσώρευσης αλάτων στο έδαφος είναι το δέλτα των ποταμών, οι παραθαλάσσιες περιοχές, οι περιοχές που λόγω ανάγλυφου βρίσκονται σε χαμηλότερο σημείο μιας περιοχής ή λεκάνης, οι περιοχές με εδάφη περιορισμένης υδατοπερατότητας (Μισοπολινός, 1991).

- Δέλτα ποταμών ή παραθαλάσσιες περιοχές: Στις περιοχές αυτές τα επίπεδα αλατότητας είναι αυξημένα εξαιτίας της συνεχούς επαφής τους με θαλασσινό νερό. Ακόμη από την επαφή τους με το θαλασσινό νερό στα εδάφη συγκεντρώνονται σημαντικές ποσότητες βορίου, το οποίο απομακρύνεται πολύ δύσκολα.

- Περιοχές που λόγω ανάγλυφου βρίσκονται στα χαμηλότερα σημεία: Στα σημεία αυτά συγκεντρώνονται όλα τα απορρέοντα νερά από τα υπόλοιπα σημεία της λεκάνης και σε περίπτωση που δεν υπάρχει φυσικός τρόπος απορροής τους σε κάποιο ποτάμι ή στην θάλασσα τότε με την εξάτμιση τους μένουν στο έδαφος σημαντικές ποσότητες αλάτων.

- Εδάφη περιορισμένης υδατοπερατότητας: Στα εδάφη αυτά λόγω της χαμηλής περατότητας τους, εξαιτίας της εξάτμισης συγκεντρώνονται στο έδαφος μεγάλες ποσότητες αλάτων.

2.4 Η επίδραση της ποιότητας του νερού άρδευσης στη συσσώρευση αλάτων στο έδαφος

Το νερό με το οποίο ποτίζονται τα φυτά, περιέχει ένα ποσοστό αλάτων σε αιώρηση ή διάλυση τα οποία μπορεί να είναι ευδιάλυτα ή δυσδιάλυτα. Σε νερό υψηλής αλατότητας συνήθως περιέχονται άλατα ασβεστίου (όξινα ανθρακικά, θειικά, χλωριούχα, ανθρακικά), ενώ σε μικρότερο ποσοστό περιέχονται και άλατα του Mg, του K, του Na ή τοξικά όπως του B. Ένα ποσοστό των αλάτων αυτών αποτίθεται στο έδαφος με αποτέλεσμα τη μετατροπή του σε αλλατούχο έδαφος (Μισοπολινός, 1991).

Τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την άρδευση των φυτών είναι η συγκέντρωση των

υδατοδιαλυτών αλάτων, η συγκέντρωση Na και ο λόγος $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$, η συγκέντρωση HCO_3^- , και η συγκέντρωση B.

Εάν η περιεκτικότητα του νερού σε υδατοδιαλυτά άλατα είναι μεγαλύτερη από 3 mmhos/cm, τότε δημιουργούνται προβλήματα και το έδαφος οδηγείται σε αλάτωση. Αν το νερό περιέχει μεγάλες ποσότητες νατρίου παρατηρείται αλκαλίωση, η αναλογία Na/Ca+Mg είναι υψηλή, κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα τα εδάφη να εμφανίζουν κακή αποστράγγιση και μειωμένη περατότητα. Επιπρόσθετα, μεγάλες ποσότητες HCO_3^- στο νερό άρδευσης αυξάνουν το πρόβλημα της αλκαλίωσης των εδαφών, ενώ η υψηλή συγκέντρωση B δημιουργεί προβλήματα τοξικότητας (Θεριός, 1996).

Τα άλατα, που οδηγούν το έδαφος σε αλάτωση είναι ευδιάλυτα και μεταφέρονται σε αυτό με το νερό άρδευσης. Τα συμπτώματα της επίδρασης της αλατότητας του εδάφους στα φυτά είναι όμοια με τα συμπτώματα που παρατηρούνται στα φυτά από την έλλειψη νερού. Τέτοια συμπτώματα είναι η μείωση της παραγωγής, μάρανση των φυτών, σκούρο κυανοπράσινο χρώμα και πάχυνση φύλλων με κηρώδεις επιφάνειες. Στις αρδευόμενες περιοχές ένα ακόμη πρόβλημα αλατότητας που παρατηρείται είναι η υψηλή υπόγεια στάθμη νερού στην οποία εξαιτίας της εξατμισοδιαπνοής υπάρχει συνεχής αλάτωση, η οποία ενισχύεται με την έκπλυση των αλάτων με την υπερβολική άρδευση ή την βροχή. Η σταδιακή ανύψωση της υπόγειας στάθμης των νερών επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών (Μισοπολινός, 1991).

2.5 Η λίπανση ως παράγοντας αύξησης της αλατότητας του εδάφους

Τα λιπάσματα προστίθενται στις καλλιέργειες με σκοπό την αύξηση της παραγωγής και την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών παρέχοντας τους θρεπτικές ουσίες. Σε περίπτωση όμως που χορηγηθούν μεγαλύτερες ποσότητες από τις συνιστώμενες ή σε ακατάλληλη χρονική περίοδο τότε είναι πιθανό να αυξηθεί το πρόβλημα της αλατότητας. Κάθε λίπασμα έχει διαφορετικό δείκτη αλατότητας. Δηλαδή, η χρήση συγκεκριμένης ποσότητας ενός λιπάσματος έχει διαφορετική επίδραση στο φαινόμενο της αλατότητας. Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης αυτός τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος εμφάνισης προβλημάτων. Έτσι σε κάθε λίπανση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο δείκτης αλατότητας του λιπάσματος που θα χρησιμοποιηθεί (Κόντης, 2009).

2.6 Τρόπος δράσης των αλάτων στο φυτό

Σε αυξημένα επίπεδα αλατότητας οι περιοριστικοί παράγοντες της ανάπτυξης του φυτού είναι:

- 1) η έλλειψη νερού (ωσμωτική καταπόνηση)
- 2) η τοξικότητα ιόντων
- 3) η ανισορροπία ιόντων (ανισορροπία στην ανόργανη θρέψη)

Συνήθως, ο τρόπος της αρνητικής επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξης των φυτών είναι δύσκολο να διαχωριστεί, λόγω της ταυτόχρονης ύπαρξης και των τριών παρεμποδιστικών παραγόντων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Επιπρόσθετα, εξαιτίας των κύριων περιοριστικών παραγόντων, προκαλούνται και δευτερογενείς επιδράσεις, όπως για παράδειγμα η οξειδωτική καταπόνηση.

Το συνηθέστερο σύμπτωμα της αυξημένης αλατότητας στα φυτά είναι η μάρανση των φύλλων, παρά την ύπαρξη εδαφικής υγρασίας. Η κυριότερη επίδραση όμως των αλάτων στα φυτά δεν είναι η μάρανση, αλλά η μείωση της ανάπτυξης τους.

Η έλλειψη νερού ως περιοριστικός παράγοντας σχετίζεται με την μείωση του υδατικού δυναμικού των φύλλων. Το υδατικό δυναμικό των φύλλων μειώνεται όταν ο ρυθμός απώλειας νερού λόγω της διαπνοής είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό απορρόφησης νερού από τις ρίζες, είτε λόγω μειωμένης διαθεσιμότητας στο έδαφος είτε λόγω αδυναμίας πρόσληψης του από το φυτό λόγω υψηλής συγκέντρωσης αλάτων στο νερό και κατά συνέπεια το φυτό οδηγείται σε ξήρανση.

Η τοξικότητα των ιόντων που είναι διαλυμένα στο εδαφικό νερό σχετίζεται με την εμφάνιση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων στα φυτά. Το Cl^- είναι απαραίτητο για την θρέψη των αλόφυτων και των C_4 φυτών, ενώ το Na^+ εμπλέκεται στην ωσμωτική και ιοντική ισορροπία των φυτών. Σε συνθήκες αλατότητας οι συγκεντρώσεις του Cl^- είναι πολύ μεγαλύτερες από τις ανάγκες των φυτών και οδηγούν σε τοξικότητα. Χαρακτηριστικά συμπτώματα τις τοξικότητας του Cl^- είναι η μείωση της ανάπτυξης, χλωρώσεις στην περιφέρεια του ελάσματος και νεκρώσεις στα παλαιότερα φύλλα. Πολλά είδη αντιμετωπίζουν την τοξικότητα του Na^+ με την απελευθέρωση του στο περιβάλλον με την συμβολή αδένων. Ακόμα, σε συνθήκες κακού αερισμού του εδάφους πραγματοποιείται μαζική μεταφορά Na^+ και Cl^- στα φύλλα και στους βλαστούς που οδηγεί σε τοξικότητα (Βλάχου, 2011).

2.7 Επίδραση αλατότητας στα φυτά

2.7.1 Επίδραση της αλατότητας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά

Η πρώτη επίπτωση της αλατότητας στα φυτά είναι η μείωση του ρυθμού της ανάπτυξής τους. Η μείωση αυτή οφείλεται αρχικά στην μείωση του υδατικού δυναμικού και αργότερα στην συσσώρευση τοξικών ιόντων στους φυτικού ιστούς. Λόγω χαμηλού υδατικού δυναμικού στο έδαφος η μείωση της αύξησης κατευθύνεται από τη ρίζα και μεταβιβάζεται στο βλαστό μέσω του αμπισισικού οξέος (ABA). Οι αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών λόγω αλατότητας επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ο χρόνος έκθεσης των φυτών στην αλατότητα, η συγκέντρωση των αλάτων, ο γονότυπος των φυτών και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Σε συνθήκες αλατότητας η αναστολή της εμφάνισης νέων φύλλων και η παρεμπόδιση της αύξησης του μεγέθους των φύλλων και των μεσογονατίων διαστημάτων καθώς και η απώλεια της υπάρχουσας φυλλικής επιφάνειας οδηγούν στη μείωση της αύξησης της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών.

Σε συνθήκες αλατότητας προκαλείται μείωση του αριθμού φύλλων ανά φυτό και κατά συνέπεια μείωση της φυλλικής επιφάνειας. Η ταχεία μείωση της αύξησης των φύλλων μπορεί να οφείλεται και στην μείωση της σπαργής ενώ η μείωση της φυλλικής επιφάνειας σχετίζεται και με την αύξηση του αριθμού των νεκρών φύλλων. Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας αντιμετωπίζεται ως τρόπος προσαρμογής των φυτών σε υψηλά επίπεδα αλατότητας, επειδή η μείωση της φυλλικής επιφάνειας έχει ως αποτέλεσμα την μείωση απώλειας νερού μέσω των στοματίων που βρίσκονται στα φύλλα των φυτών (Βλάχου, 2011).

2.7.2 Επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή

Σε αυξημένα επίπεδα αλατότητας ο βαθμός μείωσης της παραγωγής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως τη συνολική συγκέντρωση των αλάτων στην περιοχή των ριζών, το είδος των αλάτων, το είδος του φυτού ή την ποικιλία, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, τον τρόπο άρδευσης, την διάρκεια έκθεσης των φυτών σε συνθήκες αλατότητας και τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες.

Σε καλλιέργειες φυλλωδών λαχανικών η μείωση της παραγωγής σχετίζεται με την μείωση της φυλλικής επιφάνειας και του αριθμού φύλλων ανά φυτό. Σε καλλιέργειες καρποδοτικών λαχανικών η μειωμένη απόδοση οφείλεται είτε στην

μείωση του βάρους των καρπών είτε στην μείωση του αριθμού των καρπών ή και στα δύο. Η αλατότητα έχει ως αποτέλεσμα τόσο την μείωση του νωπού όσο και του ξηρού βάρους των καρπών (Βλάχου, 2011).

2.7.3 Επίδραση της αλατότητας στην συγκέντρωση της προλίνης

Σε διάφορες περιβαλλοντικές καταπονήσεις, όπως είναι η αλατότητα, τα φυτά ως αντίδραση συσσωρεύουν διάφορες ουσίες με «ωσμωπροστατευτικές» ιδιότητες όπως η προλίνη, με σκοπό την προστασία και την επιβίωση των φυτών. Σκοπός της συσσώρευσης αυτής είναι η προστασία των κυτταρικών μεμβρανών, η απομάκρυνση των δραστικών μορφών οξυγόνου, η προστασία της δομής των πρωτεϊνών, η σταθεροποίηση των ενζύμων και η μείωση του ωσμωτικού δυναμικού. Ο ρόλος της προλίνης είναι να ελαχιστοποιηθούν οι ζημιές που προκαλούνται από αφυδάτωση, είτε λόγω έλλειψης νερού είτε λόγω αλατότητας. Η προλίνη βοηθάει τα κύτταρα να ξεπεράσουν τη βλάβη που προκαλείται από έλλειψη νερού. Το ποσοστό συγκέντρωσης προλίνης εξαρτάται από την διάρκεια καθώς και την ένταση της καταπόνησης (Βλάχου, 2011).

2.7.4 Επίδραση της αλατότητας στα ανατομικά χαρακτηριστικά

Η αλατότητα επηρεάζει το πάχος των φύλλων και την πυκνότητα και τον αριθμό των στοματίων στα φύλλα. Τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε περιβάλλοντα με αυξημένα επίπεδα αλατότητας είναι συνήθως παχύτερα και υδαρή δηλαδή έχουν αυξημένη περιεκτικότητα νερού. Η αντίδραση αυτή των φυτών συνδέεται με μια ρύθμιση του ωσμωτικού δυναμικού των φυτικών ιστών η οποία έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται η εσωτερική επιφάνεια στην οποία γίνεται διάχυση του CO₂ σε σχέση με την επιφάνεια του φύλλου και μειώνεται η εσωτερική αντίσταση του φύλλου στην απορρόφηση του CO₂ (Βλάχου, 2011).

2.7.5 Επίδραση της αλατότητας στην φωτοσύνθεση και στη διαπνοή

Στα φυτικά εκείνα είδη που εμφανίζουν μικρή αντοχή σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας στη ριζόσφαιρα παρατηρείται μείωση στο ρυθμό της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Η μείωση της φωτοσύνθεσης λόγω αλατότητας οφείλεται κυρίως στην τοξική επίδραση των ιόντων και λιγότερο στην έλλειψη νερού (Μπουλμπούλ, 2011).

2.8 Μηχανισμοί αντοχής των φυτών στην αλατότητα

Οι μηχανισμοί αντοχής των φυτών στην αλατότητα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- α) ο αποκλεισμός των αλάτων και
- β) η απορρόφηση και συγκέντρωση τους στο φυτό.

Στην πρώτη περίπτωση τα φυτά θα πρέπει να αναπτύξουν και μηχανισμούς αντοχής στην περιορισμένη απορρόφηση νερού. Στην δεύτερη περίπτωση τα φυτά θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στις υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων Na^+ και Cl^- .

Στα γλυκόφυτα, όπου ανήκουν τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά ο κυριότερος μηχανισμός προστασίας των φυτών από τα άλατα είναι ο αποκλεισμός των αλάτων, όπου η απορρόφηση των αλάτων από τη ρίζα και η μεταφορά προς τα φύλλα και το ακραίο μερίστωμα είναι μειωμένη. Οι μηχανισμοί των φυτών για την μείωση απορρόφησης αλάτων εντοπίζονται κυρίως στο ριζικό σύστημα. Υπάρχουν διαφορές στην αντοχή στα άλατα τόσο μεταξύ των ειδών αλλά και μεταξύ των ποικιλιών κάθε είδους (Βλάχου, 2011).

2.9 Αντιμετώπιση των προβλημάτων της αλατότητας-καλλιεργητικές πρακτικές

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της αλατότητας μπορούν να ληφθούν διάφορα μέτρα όπως η στράγγιση των εδαφών, η απομάκρυνση των αλάτων και η επιλογή ανθεκτικών φυτικών ειδών ή γονοτύπων. Υπάρχουν όμως και άλλες πρακτικές που θα πρέπει να ακολουθηθούν σε περιπτώσεις πρόσκαιρων αυξήσεων της αλατότητας όπως συχνότερες αρδεύσεις, βελτίωση της δομής του εδάφους, εφαρμογή κατάλληλης λιπαντικής αγωγής και επιλογή του κατάλληλου χρόνου σποράς.

Σε περίπτωση που η αλατότητα του εδάφους δεν οφείλεται στο νερό άρδευσης τότε θα πρέπει να εγκατασταθεί ένα πρόγραμμα αποστράγγισης και βελτίωσης της δομής του εδάφους, καθώς και προσωρινή αλλαγή των καλλιεργειών.

Μία καλή λύση είναι η κατασκευή ενός αποστραγγιστικού δικτύου στην περιοχή. Με το αποστραγγιστικό δίκτυο τα άλατα απομακρύνονται, συνήθως σε βαθύτερα στρώματα του εδαφικού ορίζοντα ή ακόμη καλύτερα μετακινούνται στο υπέδαφος.

Μια άλλη πρακτική είναι η έκπλυση των αλάτων. Για να γίνει έκλυση πρέπει η αλατότητα να φτάσει στα όρια ανοχής της καλλιέργειας σε άλατα. Μεταξύ των

καλλιεργητικών περιόδων, πριν τη φύτευση, το νερό της βροχής αν είναι αρκετό ή σε συνδυασμό με αρδεύσεις μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην έκπλυση των αλάτων.

Σε περιπτώσεις περιορισμένων βροχοπτώσεων, όταν δηλ. το νερό της βροχής δεν επαρκεί για έκπλυση, απλά γίνεται μεταφορά των αλάτων από τα άνω τμήματα του ριζοστρώματος σε βαθύτερα, γεγονός που επιδράει θετικά στην ανάπτυξη των φυτών. Ανάλογα με το πρόβλημα που δημιουργείται θα γίνεται επιπλέον χορήγηση νερού στην καλλιέργεια, είτε ανά άρδευση είτε λιγότερο συχνά.

Σε μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων απαιτούνται μεγάλες ποσότητες νερού ώστε να απομακρυνθούν τα άλατα οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα διήθησης. Υπάρχουν τεχνικές οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη αποτελεσματικότητα της έκπλυσης, μερικές από τις οποίες είναι: η έκπλυση σε ψυχρές περιόδους λόγω μειωμένων απωλειών της εξατμισοδιαπνοής, άρδευση με καταϊωνισμό με ρυθμό μικρότερο από τη διηθητικότητα του εδάφους ώστε να υπάρχει συνεχής ροή, εάν είναι δυνατόν οι εκπλύσεις να γίνονται όταν το φυτό έχει μικρές ανάγκες σε νερό ή το τέλος της καλλιέργειας, εφαρμογή άρδευσης πριν από την έναρξη των βροχοπτώσεων όταν αυτές δεν προβλέπονται επαρκείς.

Μια ακόμη λύση είναι η ισοπέδωση του εδάφους ώστε να υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή του νερού και να μην υπάρχουν τμήματα στην επιφάνεια του εδάφους που συγκρατούν μεγάλες ή μικρές ποσότητες νερού και επιτρέπουν μεγαλύτερη εξάτμιση νερού και μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων (Μισοπολινός, 1991).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

3.1 Η υδροπονία – καλλιέργεια εκτός εδάφους

Η υδροπονία είναι σύστημα καλλιέργειας όπου το ριζικό σύστημα του φυτού αναπτύσσεται εκτός εδάφους, είτε σε πορώδη αδρανή υποστρώματα, ανόργανα ή οργανικά, στα οποία γίνεται προσθήκη θρεπτικού διαλύματος είτε μόνο με την προσθήκη θρεπτικού διαλύματος χωρίς να γίνεται χρήση αδρανών υποστρωμάτων. Το θρεπτικό διάλυμα είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα στο οποίο περιέχονται όλα τα θρεπτικά στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, διαλυμένα στο νερό ως ιόντα ανόργανων αλάτων.

Ως υπόστρωμα, μπορεί να θεωρηθεί κάθε πορώδες υλικό φυσικό ή προερχόμενο από βιομηχανική επεξεργασία, εκτός από ο φυσικό χώμα. Το υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών, χάρις στην ύπαρξη των πόρων του έχει την ιδιότητα να συγκρατεί σε κατάλληλες αναλογίες θρεπτικό διάλυμα και αέρα για την σωστή ανάπτυξη των φυτών υποκαθιστώντας έτσι το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης των φυτών. Τα περισσότερα υποστρώματα είναι αδρανή υλικά και δεν αποδίδουν θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα και ούτε δεσμεύουν ιόντα από αυτό.

Η καλλιέργεια των φυτών σε υδροπονικά υποστρώματα περιορίζει σημαντικά τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών και παθογόνων εδάφους. Με αυτόν τον τρόπο περιορίζονται σημαντικά οι ποσότητες φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια. Σε περιπτώσεις όπου τα υποστρώματα ξαναχρησιμοποιούνται, τότε μπορούν να απολυμανθούν ευκολότερα και αποτελεσματικότερα από ότι το έδαφος και με χαμηλότερο κόστος. Ακόμη στα κλειστά υδροπονικά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται, δηλαδή το διάλυμα το οποίο απορρέει από την καλλιέργεια συλλέγεται και επαναχρησιμοποιείται και έτσι δεν απορρέει στο περιβάλλον. Με αυτά τα χαρακτηριστικά η καλλιέργεια καθίσταται φιλική προς το περιβάλλον (Σάββας, 2011).

3.2 Υποστρώματα υδροπονικής καλλιέργειας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν ως υπόστρωμα στις καλλιέργειες εκτός εδάφους πρέπει να είναι αδρανή πορώδη υλικά, ώστε να μην επηρεάζουν την θρέψη των φυτών. Τα υποστρώματα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να έχουν κάποια επιθυμητά χαρακτηριστικά ώστε να είναι κατάλληλα ως

μέσον καλλιέργειας των φυτών. Το πρώτο χαρακτηριστικό για ένα υπόστρωμα είναι η απουσία παθογόνων μικροοργανισμών, ζωικών εχθρών και σπόρων ζιζανίων. Σε ότι αφορά την καλλιεργητική συμπεριφορά, θα πρέπει το υπόστρωμα να συγκρατεί επαρκεί ποσότητα νερού μετά το πότισμα και στη συνέχεια να το αποδίδει εύκολα στα φυτά αλλά και να υπάρχει επάρκεια αέρα. Ένα καλό υπόστρωμα θα πρέπει να έχει ομοιομορφία και σταθερή δομή ώστε να μην αποσυντίθεται στην διάρκεια της καλλιέργειας. Ακόμη ένα άλλο χαρακτηριστικό ενός υποστρώματος είναι η ευκολία χρήσης του από τον καλλιεργητή. Τέλος ένα χαρακτηριστικό που κρίνεται σημαντικό για την αξιολόγηση ενός υποστρώματος είναι το κόστος του, το οποίο θα πρέπει να είναι χαμηλό.

Τα υποστρώματα κατατάσσονται σε ανόργανα και οργανικά. Τα ανόργανα χωρίζονται σε χημικά αδρανή που είναι η άμμος, το χαλίκι, ο πετροβάμβακας, ο υαλοβάμβακας, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα, η διογκωμένη άργυλος και σε χημικά ενεργά ανόργανα υποστρώματα όπως ο βερμικουλίτης, ο ζεόλιθος και η σκωρία. Τα οργανικά χωρίζονται σε οργανικά συνθετικής προέλευσης όπως η πολυουρεθάνη, η διογκωμένη πολυστερίνη, ο πολυεστέρας και σε οργανικά φυσικής προέλευσης όπως η τύρφη, η κομπόστα, το κοκώωμα, οι φλοιοί δένδρων και το πριονίδι. Συχνά τα υλικά αυτά δεν χρησιμοποιούνται αυτούσια ως υποστρώματα αλλά σε μείγματα μεταξύ τους (Σάββας, 2011).

3.3 Είδη υδροπονικών συστημάτων

Τα συστήματα διακρίνονται με κριτήριο των τρόπων διαχείρισης των απορροών τους σε ανοιχτά και κλειστά.

Ανοιχτό είναι το σύστημα στο οποίο το κλάσμα απορροής, δηλαδή το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει από μία καλλιέργεια, δεν συλλέγεται ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί. Όλα τα ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας είναι συστήματα καλλιέργειας σε υποστρώματα. Η ποσότητα θρεπτικού διαλύματος που παρέχεται σε καλλιέργειες σε υποστρώματα είναι μεγαλύτερη από αυτή που μπορεί να συγκρατηθεί στο πορώδες τους, ώστε να διασφαλιστεί η επάρκεια θρεπτικού διαλύματος και η έκπλυση των αλάτων και κάποιων θρεπτικών ιόντων που δεν απορροφώνται εύκολα από τα φυτά. Η περρίσεια θρεπτικού διαλύματος που δεν συγκρατείται από το υπόστρωμα απορρέει. Το κύριο μειονέκτημα των ανοιχτών συστημάτων είναι η σπατάλη θρεπτικού διαλύματος δηλαδή νερού και λιπασμάτων και η απόρριψη του κλάσματος απορροής στο περιβάλλον, κάτι που επιβαρύνει

οικονομικά τον παραγωγό και οικολογικά το περιβάλλον μολύνοντας τον υδροφόρο ορίζοντα με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα (Σάββας, 2011).

Κλειστό είναι το σύστημα στο οποίο γίνεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, δηλαδή το κλάσμα απορροής συλλέγεται και επαναχρησιμοποιείται. Το συλλεγόμενο θρεπτικό διάλυμα επιστρέφει ξανά στην κεφαλή του συστήματος παροχής θρεπτικού διαλύματος, ώστε να ξαναχρησιμοποιηθεί, μέσω ενός δικτύου συλλογής αποτελούμενο από ανοιχτούς και κλειστούς αγωγούς. Με την επαναχρησιμοποίηση του θρεπτικού διαλύματος αποτρέπεται η μόλυνση του περιβάλλοντος και μειώνεται το κόστος της λίπανσης της καλλιέργειας. Το μειονέκτημα των κλειστών συστημάτων είναι η πιθανή διάδοση προσβολών στην καλλιέργεια μέσω της επαναχρησιμοποίησης του θρεπτικού διαλύματος (Σάββας, 2011).

3.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους

Η υδροπονία επιλέγεται ως τρόπος καλλιέργειας των φυτών λόγω των πλεονεκτημάτων που εμφανίζει ως προς την αποφυγή προβλημάτων του εδάφους αλλά και στις διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι καλλιεργείες εκτός εδάφους είναι τα εξής:

1. Η αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούνται στις θερμοκηπιακές καλλιεργείες από τις μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες και παράλληλα η μείωση χρήσης φυτοφαρμάκων μειώνοντας έτσι το κόστος και την περιβαλλοντική ρύπανση.

2. Αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίων είτε λόγω της υπερεντατικής τους εκμετάλλευσης ή της μονοκαλλιέργειας είτε λόγω φυσικών ειδικοτήτων.

3. Έχει αποδειχθεί ότι με την υδροπονική καλλιέργεια έχουμε σημαντική πρωΐμιση της πρώτης παραγωγής.

4. Αντιμετώπιση του προβλήματος σε περιπτώσεις όπου το νερό που χρησιμοποιείται για άρδευση έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα με καλλιεργείες σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα.

5. Με την υδροπονική καλλιέργεια ο καλλιεργητής απαλλάσσεται από τις εργασίες προετοιμασίας του εδάφους μειώνοντας έτσι τα έξοδα της καλλιέργειας

αλλά και τον χρόνο εγκατάστασης μια καλλιέργειας αξιοποιώντας έτσι συνεχώς το θερμοκήπιο.

6. Στις καλλιέργειες εκτός εδάφους το κόστος θέρμανσης του θερμοκηπίου είναι μειωμένο λόγω του ότι η καλλιέργεια δεν εξαρτάται από την θερμοκρασία του εδάφους και λόγω της αμελητέας εξάτμισης του νερού από την επιφάνεια του εδάφους, αφού στην περίπτωση του υποστρώματος είναι καλυμμένο με φύλλο πλαστικό πολυαιθυλενίου.

7. Στις υδροπονικές καλλιέργειες η θρέψη των φυτών μπορεί να ελέγχεται καλύτερα και πιο αξιόπιστα και να διορθώνεται ταχύτερα. Επομένως η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής και εύκολη.

8. Στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι αυξημένες οι δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών.

9. Ακόμη, στις καλλιέργειες σε υδροπονικά συστήματα η αποδόσεις είναι αυξημένες σε σχέση με τις καλλιέργειες στο έδαφος λόγω της ακριβούς θρέψης και των υψηλών θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά τις ψυχρές περιόδους.

10. Με την αριστοποίηση της θρέψης και την αποφυγή προβλημάτων όπως οι ασθένειες εδάφους έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή ποιοτικότερων προϊόντων με υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C και μειωμένη περιεκτικότητα σε νιτρικά. Ακόμη, μέσω της κατάλληλης ρύθμισης της θρέψης και της αγωγιμότητας του διαλύματος μπορούν να επηρεασθούν χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος του καρπού, η περιεκτικότητα του καρπού σε ξηρά ουσία και η διάμετρος των ανθέων.

11. Τέλος, με τη χρήση κλειστών υδροπονικών συστημάτων είναι πιο αποτελεσματική η προστασία του περιβάλλοντος αφού το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται και δεν απορρέει στο περιβάλλον (Σάββας, 2011).

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι καλλιέργειες εκτός εδάφους είναι τα εξής:

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι υψηλότερο από το κόστος της καλλιέργειας στο έδαφος, κυρίως για την αγορά και εγκατάσταση των εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος και της προμήθειας του υποστρώματος, εάν η καλλιέργεια γίνεται σε υποστρώματα. Από την άλλη όμως εξοικονομούνται τα έξοδα κατεργασίας, προετοιμασίας και απολύμανσης του εδάφους που θα ήταν απαραίτητα σε μια καλλιέργεια στο έδαφος και ένα σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος θα ήταν

απαραίτητο σε καλλιέργεια στο έδαφος σε περίπτωση που θα θέλαμε να εφαρμόσουμε υδρολίπανση.

2. Η εφαρμογή υδροπονικών καλλιεργειών προϋποθέτει ένα επίπεδο γνώσεων από τον καλλιεργητή πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

3. Σε περίπτωση όπου γίνουν λανθασμένες πρακτικές ή χειρισμοί σε μια υδροπονική καλλιέργεια η εμφάνιση των δυσμενών επιπτώσεων θα είναι ταχύτερη από ότι στις καλλιέργειες στο έδαφος.

4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα είναι αυξημένος ο κίνδυνος εξάπλωσης μιας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Βέβαια ο κίνδυνος αυτός είναι μικρός και στην περίπτωση εμφάνισης μικρής ποσότητας μολύσματος με την εφαρμογή κατάλληλων φυτοφαρμάκων περιορίζεται σημαντικά. Μια άλλη λύση είναι και η απολύμανση του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος με διάφορους τρόπους.

5. Σύμφωνα με ορισμένους καλλιεργητές στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα υπάρχει υπερκατανάλωση λιπασμάτων σε σχέση με το έδαφος. Όμως στην πραγματικότητα το μόνο λίπασμα που χορηγείτε επιπλέον από την καλλιέργεια στο έδαφος είναι το υδατοδιαλυτό νιτρικό ασβέστιο το οποίο όμως έχει μικρό κόστος. Συνεπώς πραγματικό πρόβλημα παρουσιάζεται μόνο στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα και μόνο στην περίπτωση που το χορηγούμενο θρεπτικό διάλυμα είναι περισσότερο από τις ανάγκες της καλλιέργειας (Σάββας, 2011).

3.5 Συστήματα υδροπονίας

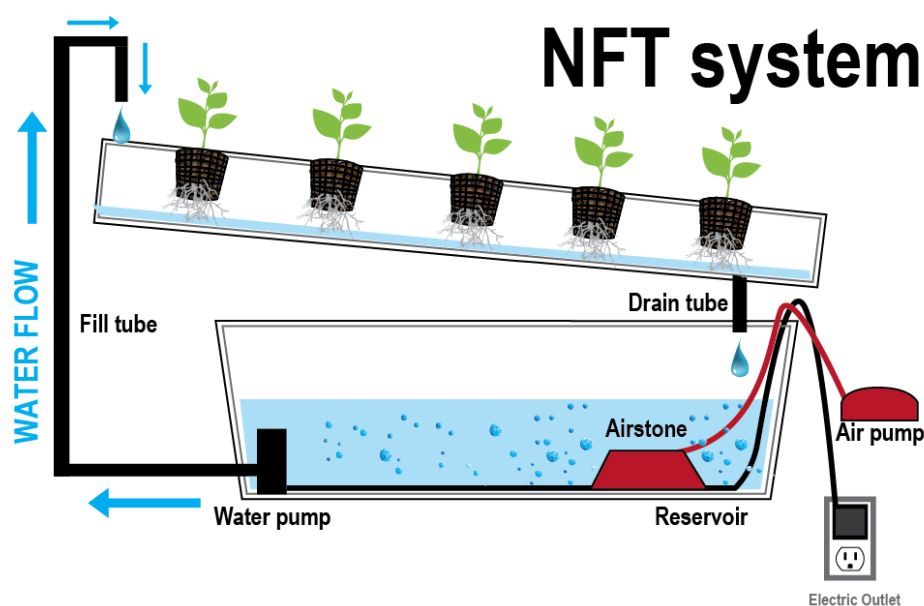
Σύστημα επίπλευσης (floating). Το σύστημα επίπλευσης είναι ένα κλειστού τύπου υδροπονικό σύστημα. Τα φυτά τοποθετούνται σε αυτοσχέδιες σχεδίες οι οποίες είναι πλάκες από ελαφρύ υλικό, συνήθως πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης, που φέρουν οπές κατάλληλου μεγέθους σε προκαθορισμένες αποστάσεις. Οι πλάκες τοποθετούνται πάνω στο θρεπτικό διάλυμα το οποίο περιέχεται μέσα σε ειδικές λεκάνες καλλιέργειας και επιπλέουν. Μέσω των οπών διέρχονται οι ρίζες των φυτών οι οποίες αναπτύσσονται μέσα στο θρεπτικό διάλυμα. Το ύψος του θρεπτικού διαλύματος πρέπει να είναι τουλάχιστον 15-20 cm. Κάθε λεκάνη διαθέτει ένα σύστημα διατήρησης σταθερής στάθμης του θρεπτικού διαλύματος, ενώ το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος διατηρούνται σταθερά με την βοήθεια της κεφαλής υδρολίπανσης.

Η καλλιέργεια ξεκινάει με την σπορά των φυτών σε υπόστρωμα. Αφού φυτρώσει τοποθετείτε στη σχεδία η οποία τοποθετείτε στην λεκάνη με το θρεπτικό διάλυμα. Τα σπορόφυτα μπορούν να παραχθούν με επιτυχία και στο σύστημα επίπλευσης με τη χρήση δίσκων σποράς ατομικών θέσεων από διογκωμένη πολυστερίνη στους οποίους τοποθετείται κατάλληλο υπόστρωμα. Τα πλεονεκτήματα της παραγωγής σπορόφυτων με το σύστημα επίπλευσης είναι το χαμηλό κόστος, η μειωμένη εμφάνιση ασθενειών επειδή το φύλλωμα των φυτών παραμένει στεγνό, η καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των λιπασμάτων και η αποφυγή νιτρορύπανσης λόγω ελαχιστοποίησης της έκπλυσης θρεπτικών στοιχείων. Με το σύστημα επίπλευσης μπορούν να καλλιεργηθούν με επιτυχία τόσο λαχανοκομικά όσο και ανθοκομικά φυτά (Σάββας, 2011). Επιπρόσθετα, έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα με επιτυχία στην παραγωγή σποροφύτων τόσο για τον καπνό όσο και για πολλά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά.



Εικόνα 3.1. Ριζικό σύστημα φυτών μαρουλιού σε σύστημα επίπλευσης (<http://www.loukfarm.gr>).

Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT). Η καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT) είναι μία υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε θρεπτικό διάλυμα, το οποίο ρέει σε κανάλια, και σε αντίθεση με το σύστημα επίπλευσης ρέει συνεχώς ενώ το βάθος του θρεπτικού διαλύματος μέσα στα κανάλια δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2-4 mm ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη οξυγόνωση του ριζικού συστήματος. Το μήκος των καναλιών δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 20 μέτρα διότι δημιουργούνται προβλήματα οξυγόνωσης του ριζικού συστήματος. Τα κανάλια έχουν σχήμα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο και πρέπει να έχουν κλίση 1-2% ώστε να είναι δυνατή η ροή του θρεπτικού διαλύματος. Με το συγκεκριμένο σύστημα έχουμε κατάλληλες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών αφού λαμβάνουν την κατάλληλη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος και οξυγόνου (Σάββας, 2011).



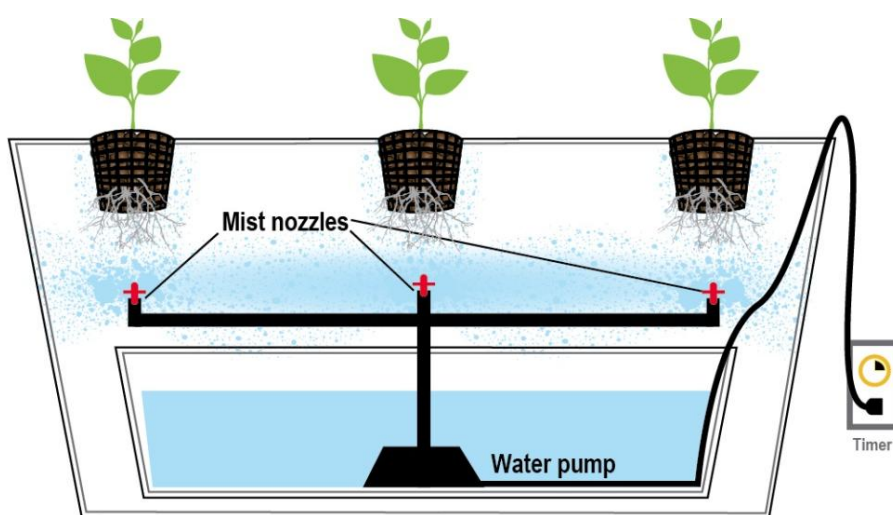
Εικόνα 3.2. Απεικόνιση του συστήματος NFT

(<https://homehydroponicvegetables.com>).

Αεरोπονία. Η αεροπονία μια παραλλαγή των υδροπονικών συστημάτων καλλιέργειας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς την χρήση υποστρώματος. Στην μέθοδο της αεροπονίας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια στο ριζικό σύστημα των φυτών το οποίο αιωρείται μέσα σε κενά κιβώτια ή φυτοδοχεία με τέτοιο τρόπο ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος με υγρασία. Έτσι η ρίζα του φυτού

παραμένει συνεχώς υγρή και απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται της απαραίτητες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του. Τα κιβώτια στα οποία αναπτύσσονται οι ρίζες είναι τελείως κλειστά αλλά θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα να ανοιχτούν από τον καλλιεργητή όταν χρειαστεί. Στο ανώτερο τμήμα των κιβωτών ή φυτοδοχείων ανοίγονται οπές μέσα από τις οποίες διέρχονται γυμνές οι ρίζες των φυτών ώστε να αιωρούνται στο εσωτερικό τους.

Κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχία μιας καλλιέργειας με την μέθοδο της αεροπονίας είναι το μέγεθος της σταγόνας το οποίο δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 40-50 μm και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται κατάλληλα ακροφύσια. Η συχνότητα του ψεκασμού ανέρχεται συνήθως περίπου σε 2-3 λεπτά και η διάρκεια σε μερικά δευτερόλεπτα. Τα πλεονεκτήματα της αεροπονίας είναι ο πολύ καλός αερισμός του ριζικού συστήματος, η απαλλαγή από το κόστος της αγοράς υποστρωμάτων, η απομόνωση του ριζικού συστήματος από το εξωτερικό περιβάλλον ελαχιστοποιώντας τις προσβολές του από παθογόνα και ευκολία ρύθμισης της θερμοκρασίας του ριζοστρώματος μέσω ρύθμισης της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος που χορηγείται (Σάββας, 2011).



Εικόνα 3.3. Απεικόνιση του συστήματος αεροπονίας

(<https://www.jenistanaman.com>).

Καλλιέργεια σε σάκους. Το ριζικό σύστημα του φυτού αναπτύσσεται σε υπόστρωμα το οποίο τοποθετείται μέσα σε σάκους. Οι σάκοι είναι κατασκευασμένοι από μαλακό πολυαιθυλένιο λευκού χρώματος και η εσωτερική τους επιφάνεια είναι

μαύρη ώστε να παρεμποδίζεται πλήρως η διέλευση φωτός στο εσωτερικό τους. Οι σάκοι συνήθως έχουν μήκος 1 m και πλάτος 15-20 cm για φύτευση σε μονή σειρά ή παραπάνω όταν πρόκειται για φύτευση σε διπλή σειρά. Τα σπορόφυτα που πρόκειται να φυτευθούν στους σάκους συνήθως αναπτύσσονται σε κύβους πετροβάμβακα. Για την εγκατάσταση καλλιέργειας σε σάκους το θερμοκήπιο ισοπεδώνεται πλήρως και καλύπτεται με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλαίνιου. Πάνω στο δάπεδο του θερμοκηπίου απλώνονται πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης ή κανάλια συλλογής της απορροής αν πρόκειται η εγκατάσταση να λειτουργήσει ως κλειστό υδροπονικό σύστημα. Στη συνέχεια τοποθετούνται οι σάκοι και γίνονται ανοίγματα με ειδικά εργαλεία ώστε να τοποθετηθούν οι κύβοι με τα σπορόφυτα. Οι τρύπες έχουν διαστάσεις ανάλογες με τις διαστάσεις των κύβων. Στη συνέχεια στερεώνονται οι σταλάκτες που διανέμουν το θρεπτικό διάλυμα. Στο κάτω μέρος των σάκων ανοίγονται δύο σχισμές με στόχο την απορροή του θρεπτικού διαλύματος (Σάββας, 2011).



Εικόνα 3.4. Καλλιέργεια τομάτας σε σάκους σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου.



Εικόνα 3.5. Καλλιέργεια ντομάτας σε σάκους σε θερμοκήπιο της εταιρίας Agris.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης τριών διαφορετικών επιπέδων αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης των φυτών, στην ανάπτυξη και παραγωγή του αυτοφυούς λαχανεύομενου σιταρήθρα.

Φυτά σιταρήθρας καλλιεργήθηκαν σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (floating) με θρεπτικό διάλυμα που είχε τρεις διαφορετικές αγωγιμότητες 2, 6 και 12 dSm^{-1} .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 Υλικά

Το πειραματικό μέρος της εργασίας μας, πραγματοποιήθηκε σε θερμοκήπιο του εργαστηρίου Γεωργίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου, ενώ αρχικά χρησιμοποιήθηκε και ο θάλαμος προβλάστησης του εργαστηρίου. Η συνολική διάρκεια της πειραματικής εργασίας ήταν 6 μήνες, από το Σεπτέμβριο του 2016 έως και το Φεβρουάριο του 2017. Κατά την πειραματική εργασία καλλιεργήθηκαν φυτά σιταρήθρας (*Hedysarum cretica*) σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης.

5.2 Μέθοδοι

Κατά τη σπορά των σπόρων σιταρήθρας χρησιμοποιήθηκαν δίσκοι σποράς (Εικόνα 5.2) οι οποίοι γεμίστηκαν με μη εμπλουτισμένη τύρφη (Klasmann-Deilmann GmbH-BaseSubstrate) (Εικόνα 5.1). Οι σπόροι της σιταρήθρας τοποθετήθηκαν στους δίσκους ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνειά τους και καλύφθηκαν με μικρή ποσότητα της ίδιας τύρφης στις 16 Σεπτεμβρίου 2016. Στη συνέχεια οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε θάλαμο προβλάστησης ελεγχόμενων συνθηκών, σταθερής θερμοκρασίας 20°C και σταθερής φωτοπεριόδου με διάρκεια ημέρας 16 ώρες και διάρκεια νύχτας 8 ώρες (Εικόνα 5.3). Πραγματοποιήθηκε καθημερινός έλεγχος των δίσκων και τακτικό πότισμα ώστε να υπάρχει επαρκής υγρασία στο υπόστρωμα για την βλάστησή τους.



Εικόνα 5.1. Η τύρφη που χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα στους δίσκους σποράς.



Εικόνα 5.2. Δίσκοι που χρησιμοποιήθηκαν για τη σπορά της σιταρήθρας σε υπόστρωμα με μη εμπλουτισμένη τύρφη.



Εικόνα 5.3. Ο θάλαμος προβλάστησης στον οποίο τοποθετήθηκαν οι δίσκοι.

Στη συνέχεια 15 ημέρες μετά την σπορά (30/9/2016) και αφού τα φυτά είχαν βλαστήσει και είχαν αποκτήσει 2 πραγματικά φύλλα, έγινε μεταφύτευσή τους σε δίσκους ατομικών θέσεων (εικόνα 5.4), στους οποίους τοποθετήθηκε υπόστρωμα μη εμπλουτισμένης τύρφης. Οι δίσκοι σποράς τοποθετήθηκαν σε θερμοκήπιο το οποίο δεν διέθετε πρόσθετο σύστημα θέρμανσης και είχε ως υλικό κάλυψης γυαλί.



Εικόνα 5.4. Δίσκοι ατομικών θέσεων όπου μετά την 1^η μεταφύτευση αναπτύχθηκαν τα φυτά της σιταρήθρας στο θερμοκήπιο.

Δύο μήνες μετά τη μεταφύτευση των φυτών σε δίσκους, δηλαδή 78 ημέρες μετά την σπορά και ενώ τα φυτά είχαν 8-10 φύλλα, μεταφέρθηκαν στις δεξαμενές επίπλευσης, αφού απομακρύνθηκε η περίσσεια ποσότητα υποστρώματος από το ριζικό σύστημα των φυτών. Οι δεξαμενές περιείχαν υδατικό θρεπτικό διάλυμα και ως μέσο στήριξης των φυτών χρησιμοποιήθηκαν φύλλα φελιζόλ. Στα φύλλα φελιζόλ ανοίχθηκαν τρύπες οι οποίες αποτέλεσαν τις θέσεις των φυτών ενώ στο κάτω μέρος των φελιζόλ κολλήθηκε διάτρητο πλαστικό πλέγμα ώστε οι ρίζες να περνούν και να αναπτύσσονται χωρίς πρόβλημα μέσα στο θρεπτικό διάλυμα. Ακόμη έγινε αρίθμηση των θέσεων των φυτών ώστε να γίνεται καλύτερη παρατήρηση τους κατά την καταγραφή μετρήσεων.

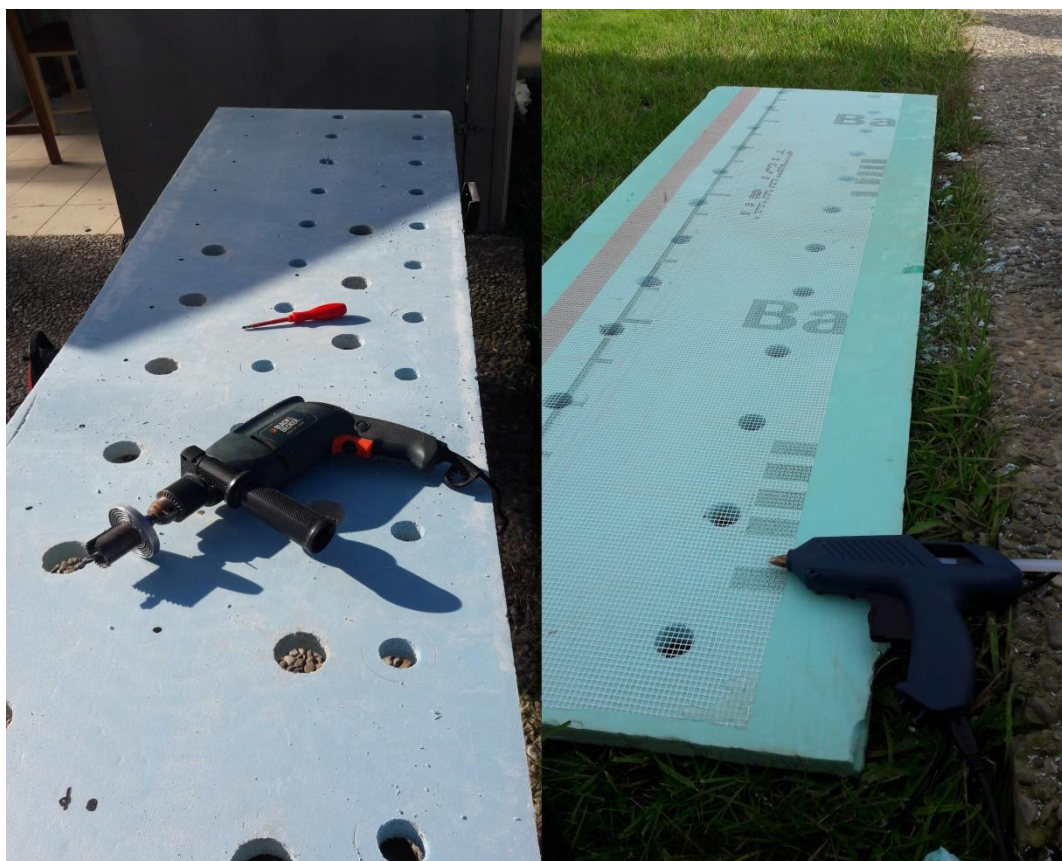
Για να μπορέσουμε να παρατηρήσουμε την ανάπτυξη των φυτών σε 3 διαφορετικά επίπεδα αλατότητας προσθέσαμε σε δύο δεξαμενές χλωριούχο νάτριο σε κατάλληλη περιεκτικότητα σε κάθε μια ώστε να έχουμε 3 διαφορετικά επίπεδα 2, 6 και 12 dSm^{-1} . Το θρεπτικό διάλυμα είχε ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dSm^{-1} οπότε στη μια δεξαμενή δεν έγινε προσθήκη χλωριούχου νατρίου. Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος γινόταν τακτικός έλεγχος της στάθμης του διαλύματος στις δεξαμενές και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χωρίς να υπάρχει κάποια μεταβολή.

Πίνακας 5.1. Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στο υδατικό θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε στις δεξαμενές.

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



Εικόνα 5.5. Δεξαμενή επίπλευσης. Διακρίνεται η κεφαλή ανάμιξης διαλυμάτων και τα δοχεία θρεπτικών στοιχείων.



Εικόνα 5.6. Άνοιγμα θέσεων φυτών στο φελιζόλ (αριστερά) και τοποθέτηση πλαστικού πλέγματος στο κάτω μέρος του φελιζόλ (δεξιά).

5.3 Μετρήσεις και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Σε κάθε δεξαμενή με διαφορετικό επίπεδο αλατότητας εφαρμόστηκαν 3 επαναλήψεις από 10 φυτά η κάθε μια. Πραγματοποιήθηκε καθημερινή παρατήρηση των φυτών και ανά 14 ημέρες μέτρησης αριθμού νοπών φύλλων των φυτών και διαμέτρου της ροζέτας του φυτού.

Στις 27/1/17, δηλαδή μετά από 58 ημέρες από τη μεταφύτευση στις δεξαμενές πραγματοποιήθηκε χειρονακτική συγκομιδή των φυτών τα οποία είχαν φτάσει στο κατάλληλο στάδιο για συγκομιδή.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, καθώς και την ημέρα της συγκομιδής, μετρήθηκαν:

1. ο αριθμός των νοπών φύλλων ανά φυτό
2. η διάμετρος της ροζέτας του φυτού

Μετά τη συγκομιδή ακολούθησαν μετρήσεις που αφορούν:

1. το νοπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού,

2. το νωπό βάρος των φύλλων του φυτού,
3. το νωπό βάρος της ρίζας του φυτού,
4. την περιεκτικότητα των φύλλων σε ξηρά ουσία,
5. την περιεκτικότητα της ρίζας σε ξηρά ουσία.

Για την μέτρηση της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών σε ξηρά ουσία, τα φυτικά δείγματα τοποθετήθηκαν σε δισκάκια αλουμινίου μίας χρήσης και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στο ξηραντήριο σε θερμοκρασία 72°C όπου παρέμειναν για 4 ημέρες μέχρι και την σταθεροποίηση του βάρους τους.

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



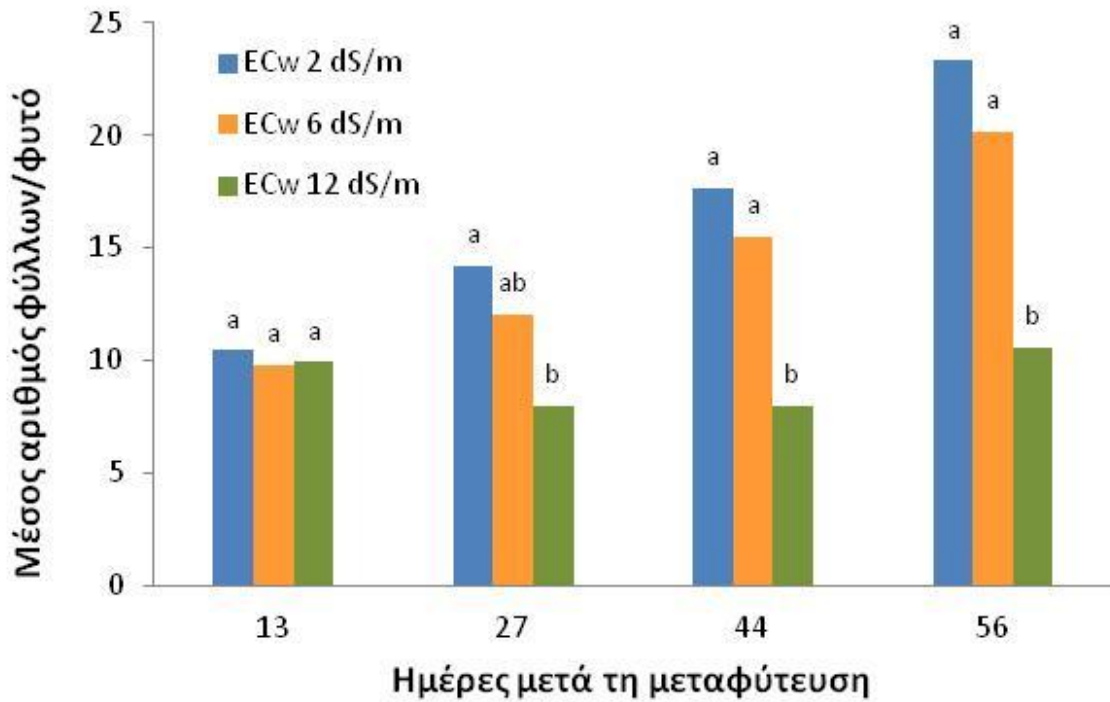
Εικόνα 5.6: Φυτά σιταρήθρας μετά τη μεταφύτευση στην δεξαμενή επίπλευσης.



Εικόνα 5.7: Διαχωρισμός τμημάτων φυτών για την μέτρηση νωπού βάρους και ξηρής ουσίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος στο οποίο καλλιεργήθηκαν τα φυτά σιταρήθρας επηρέασε το ρυθμό ανάπτυξής τους, όπως καταγράφηκε από τον αριθμό φύλλων και τη διάμετρο της ροζέτας των φυτών.



Εικόνα 1. Μέσος αριθμός νωπών φύλλων ανά φυτό κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών σιταρήθρας, σε θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητα διαλύματος (2, 6 και 12 dSm^{-1}). Κατακόρυφες στήλες με το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

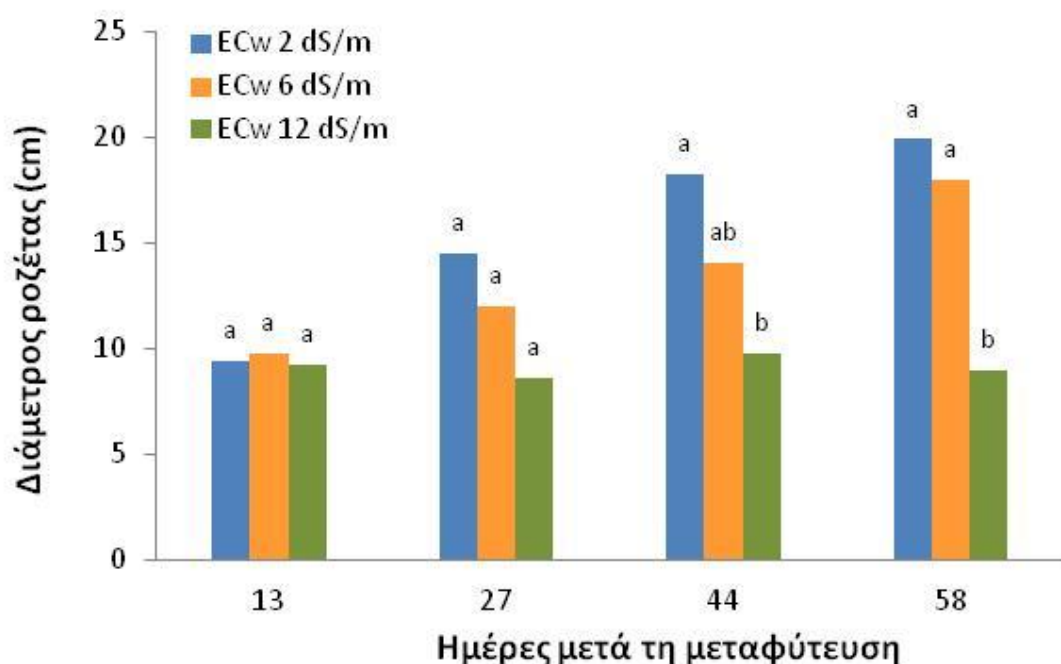
Την 13^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την αλατότητα (ηλεκτρική αγωγιμότητα) του θρεπτικού διαλύματος ανάπτυξης του φυτού (Εικόνα 6.1).

Σε αντίθεση, την 27^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dSm^{-1} σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 12 dSm^{-1} , ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό

μεταξύ των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dSm^{-1} και αυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dSm^{-1} , καθώς και ανάμεσα στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα αγωγιμότητας 6 dSm^{-1} και εκείνα που αναπτύχθηκαν σε διάλυμα με αγωγιμότητα 12 dSm^{-1} (Εικόνα 6.1).

Την 44^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 και 6 dSm^{-1} σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 12 dSm^{-1} (Εικόνα 6.1).

Επίσης, την 56^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε εκείνα που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 και 6 dSm^{-1} , σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 12 dSm^{-1} (Εικόνα 6.1).

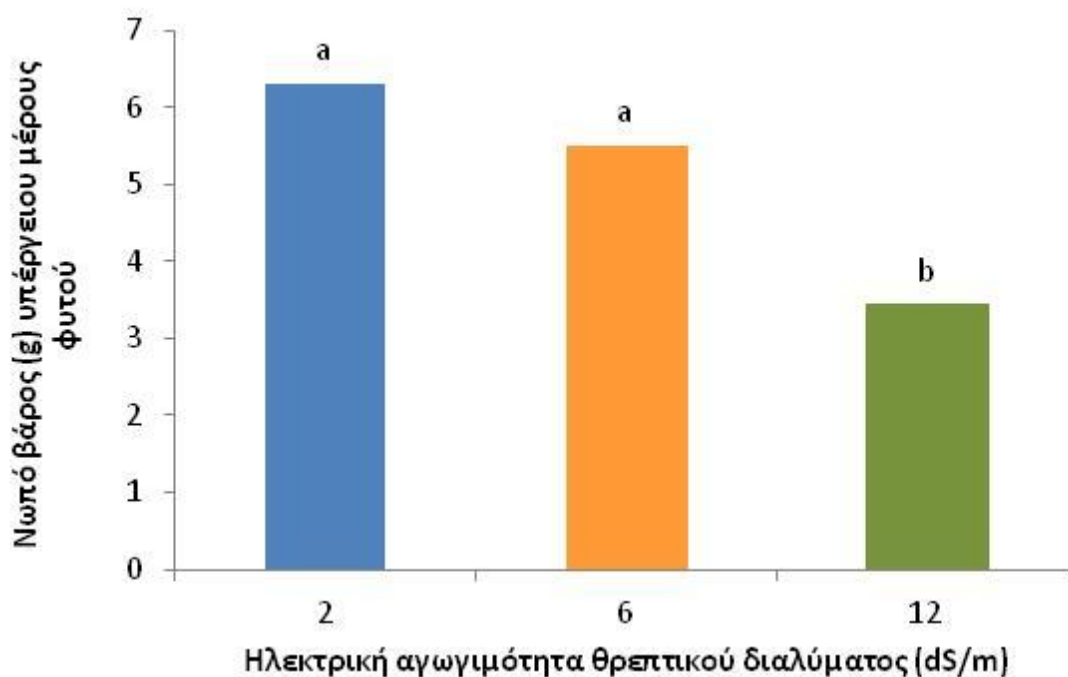


Εικόνα 6.2. Μέση διάμετρος (cm) της ροζέτας του φυτού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών σιταρήθρας, σε θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2 , 6 και 12 dSm^{-1}). Κατακόρυφες στήλες με το ίδιο γράμμα, για κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Την 13^η και την 27^η ημέρα μετά τη μεταφύτευση δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε ότι αφορά τη διάμετρο της ροζέτας των φυτών (Εικόνα 6.2).

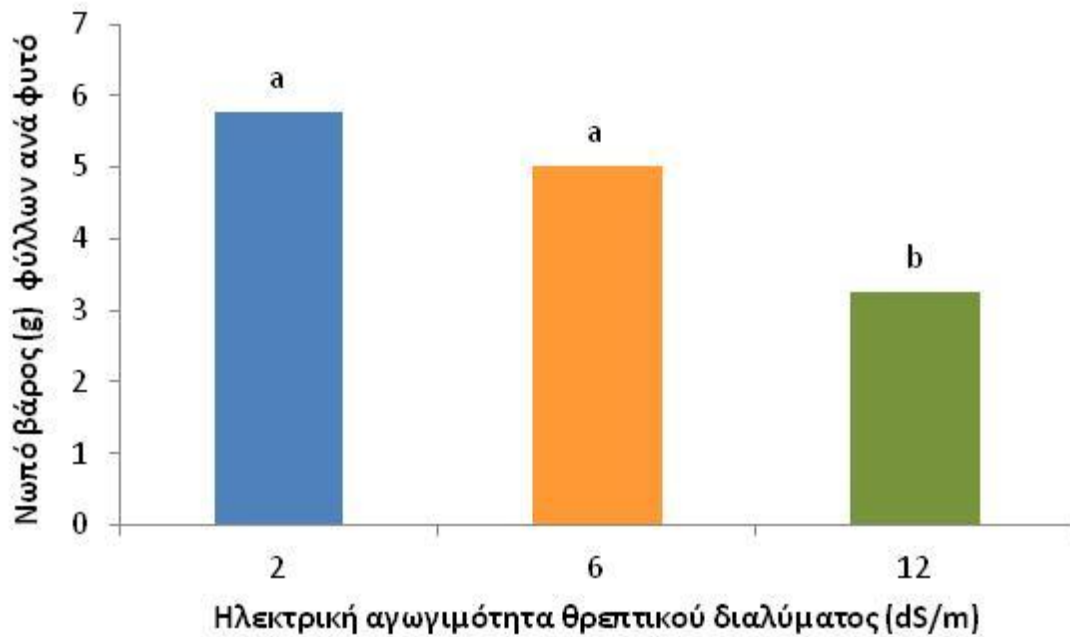
Την 44^η μετά τη μεταφύτευση, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 12 dSm⁻¹ είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερη διάμετρο από τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dSm⁻¹, ενώ δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά της μέσης διαμέτρου των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dSm⁻¹, από εκείνα που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dSm⁻¹, καθώς και ανάμεσα στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dSm⁻¹ και σε εκείνα που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 12 dSm⁻¹ (Εικόνα 6.2).

Τέλος, 56 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 12 dSm⁻¹ είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερη διάμετρο από τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dSm⁻¹ και 6 dSm⁻¹. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμετρο της ροζέτας, ανάμεσα στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 dSm⁻¹, από εκείνα που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 6 dSm⁻¹.



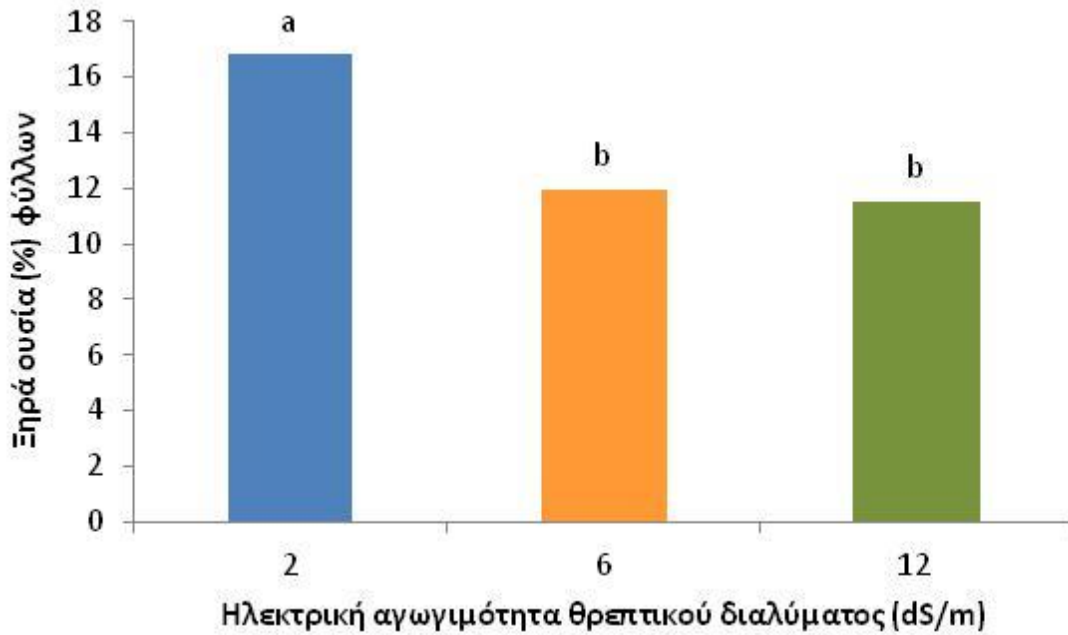
Εικόνα 6.3. Μέσο νωπό βάρος (g) του υπέργειου μέρους του φυτού την ημέρα της συγκομιδής (58 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dSm^{-1}). Κατακόρυφες στήλες με το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Το μέσο νωπό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dSm^{-1} σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 12 dSm^{-1} (Εικόνα 6.3). Ωστόσο, το νωπό βάρος των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dSm^{-1} δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από το νωπό βάρος των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dSm^{-1} .



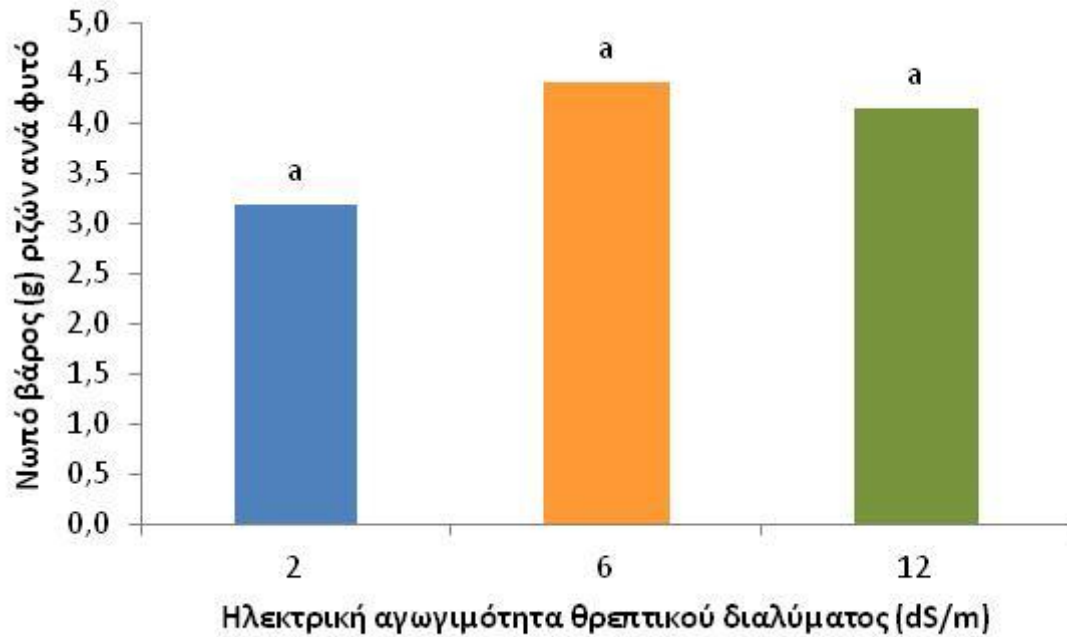
Εικόνα 6.4. Μέσο νωπό βάρος (g) φύλλων ανά φυτό την ημέρα της συγκομιδής (58 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητα διαλύματος (2, 6 και 12 dSm^{-1}). Κατακόρυφες στήλες με το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Το μέσο νωπό βάρος των φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dSm^{-1} και 6 dSm^{-1} , σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 12 dSm^{-1} (Εικόνα 6.4).



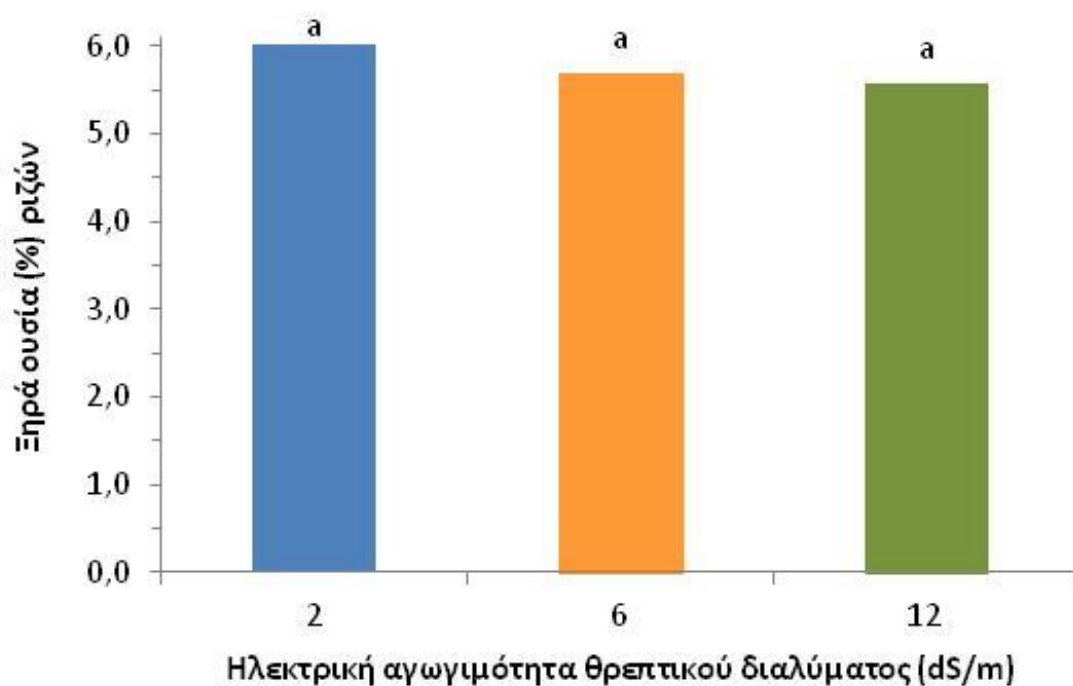
Εικόνα 6.5. Μέση συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στα φύλλα την ημέρα της συγκομιδής (58 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dSm^{-1}). Κατακόρυφες στήλες με το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η μέση συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα φύλλα ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 dSm^{-1} σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 και 12 dSm^{-1} (Εικόνα 6.5). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στα φύλλα μεταξύ των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 6 dSm^{-1} και των φυτών που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 12 dSm^{-1} .



Εικόνα 6.6. Μέσο νωπό βάρος (g) ριζών ανά φυτό την ημέρα της συγκομιδής (58 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητα διαλύματος (2, 6 και 12 dSm^{-1}). Κατακόρυφες στήλες με το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους 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 6.6).



Εικόνα 6.7. Μέση συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στις ρίζες την ημέρα της συγκομιδής (58 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) στα θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος (2, 6 και 12 dSm^{-1}). Κατακόρυφες στήλες με το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους 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 η σιταρήθρα δεν εμφανίζει ιδιαίτερα υψηλή αντοχή στη συγκέντρωση των αλάτων. Πιο συγκεκριμένα, σε υψηλή αλατότητα (ηλεκτρική αγωγιμότητα 12 dSm^{-1}) παρατηρείται σημαντική μείωση στον αριθμό των φύλλων, τη διάμετρο της ροζέτας και στο νωπό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού και των φύλλων, σε σχέση με τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα με αγωγιμότητα 2 και 6 dSm^{-1} .

Έτσι, μετά τη μεταφύτευση και κατά την ανάπτυξη των φυτών στο σύστημα επίπλευσης, όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 12 dSm^{-1} , παρουσίασαν μικρή αύξηση του αριθμού των φύλλων (κατά περίπου 30%). Αντίθετα, όταν τα φυτά σιταρήθρας καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 και 6 dSm^{-1} ο αριθμός των φύλλων τους περίπου τριπλασιάστηκε, σε σύγκριση με τον αριθμό τους κατά τη μεταφύτευση.

Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι σημαντικά μικρότερος από αυτόν που παρατήρησε ο Γεωργιόπουλος (αδημοσίευτα στοιχεία), σύμφωνα με το οποίο η εποχή καλλιέργειας μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τόσο το ρυθμό ανάπτυξης του φυτού όσο και την τελική παραγωγή.

Επίσης, σε ότι αφορά την επίδραση της αλατότητας στην αύξηση της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση αυτής, στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε διάλυμα με αγωγιμότητα 12 dSm^{-1} και ήταν περίπου η μισή, συγκρινόμενη με τη διάμετρο των φυτών, που καλλιεργήθηκαν σε διαλύματα αγωγιμότητας 2 και 6 dSm^{-1} .

Παρόμοια, το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού και των φύλλων καθώς και η περιεκτικότητα των φύλλων σε ξηρά ουσία ευνοούνται από τη χαμηλή συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης, υποδηλώνοντας ότι η αντοχή του φυτού σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, όπως αυτές που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία, είναι σχετικά μικρή.

Και σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η τελική παραγωγή (νωπό βάρος των φυτών) είναι πολύ χαμηλή, ανεξάρτητα από τη μεταχείριση, πιθανόν λόγω της σημαντικά αρνητικής επίδρασης της εποχής καλλιέργειας (Γεωργιόπουλος, αδημοσίευτα στοιχεία), υποδηλώνοντας ότι η καλλιέργεια της σιταρήθρας φαίνεται να εξαρτάται σημαντικά από την επιλογή της κατάλληλης εποχής.

Σε ότι αφορά την επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού δεν παρατηρείται διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, κάτι που έχει παρατηρηθεί και σε άλλα φυτικά είδη καθώς το υπέργειο μέρος των φυτών φαίνεται να παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία στην επίδραση των υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η καλλιέργεια της σιταρήθρας ευνοείται όταν πραγματοποιείται σε συνθήκες μικρής συγκέντρωσης αλάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βλάχου Γ. (2011). *Επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της μπάμιας σε υδροπονική καλλιέργεια*. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γ.Π.Α., σελ.17-32.
- Δημητράκης Κ.Γ. (1998). *Λαχανοκομία*. Εκδόσεις ΑΓΡΟΤύπος ΑΕ, Αθήνα, σελ.318-320.
- Θεριός Ι. (2005). *Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ.192,193.
- Καββάδας Δ. (1956). *Εικονογραφημένον βοτανικόν φυτολογικόν λεξικόν*. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα.
- Κόντης Μ. (2009). *Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας*. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γ.Π.Α., σελ. 11,21.
- Μενδώνη Ε. (2015). *Επίδραση της εποχής σποράς στην ανάπτυξη και την ποιότητα αυτοφυών λαχανευόμενων ειδών*. Πτυχιακή Μελέτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ.38.
- Μισοπολινός Ν. (1991). *Προβληματικά εδάφη. Μελέτη, πρόβλεψη, Βελτίωση*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ.43-46, 85-91.
- Μπουλμπούλ Σ. (2011). *Επίδραση της αλατότητας του νερού της άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή σπόρου της πιπεριάς σε συνθήκες δοχείου*. Πτυχιακή Μελέτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ.28.
- Παππά Ε. (2016). *Καταγραφή της διαχρονικής εξέλιξης των μορφολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών δέκα λαχανευόμενων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης*. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Γ.Π.Α., σελ.37.
- Σάββας Δ. (2011). *Καλλιέργειες εκτός εδάφους, Υδροπονία, Υποστρώματα*. Εκδόσεις ΑΓΡΟΤύπος ΑΕ, Αθήνα, σελ.13-16, 20-27, 31-33, 73-115, 176-178, 202-229.
- Σφήκας Γ. (1999). *Τα αγριολούλουδα της Κρήτης*. Εκδόσεις Efstathiadis group, Αθήνα, σελ. 255,256.
- Χα Ι.Α, Πετρόπουλος Σ. (2014). *Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ.429-433,436-453.
- Ψαρουδάκη Α. (2012). *Καταγραφή, βοτανική ταυτοποίηση, γενετική ποικιλότητα και ιδιότητες αυτοφυών εδάδιμων φυτών της Κρήτης συμμετοχή τους στο σύγχρονο διατροφικό πρότυπο*. Διδακτορική Διατριβή, Γ.Π.Α., σελ.157,158.

Turland N J, Chilton L, Press J R. (1993). *Flora of the Cretan area, Annotated checklist and atlas*, Εκδόσεις HMSO, Λονδίνο, σελ.66

Pollunin O., Huxley A. (1990) *Flowers of the Mediterranean*, Εκδόσεις Chatto and Windus, London, σελ.194

<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=HECR2>