

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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Συγκριτική μελέτη της επίδρασης του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών στη  
συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στην αδραλίδα και στο  
σταμναγκάθι**

**της σπουδάστριας**  
**ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΥ ΚΑΛΛΙΟΠΗΣ**

**Καλαμάτα 2014**

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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Συγκριτική μελέτη της επίδρασης του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών στη  
συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στην αδραλίδα και στο  
σταμναγκάθι**

**της σπουδάστριας  
ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΥ ΚΑΛΛΙΟΠΗΣ**

**Επιβλέπων Καθηγητής:  
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ**

**Καλαμάτα 2014**

## **Πρόλογος**

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου μελέτης για την απόκτηση του πτυχίου της Φυτικής Παραγωγής του ΑΤΕΙ Καλαμάτας.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στους καθηγητές μου κ. Αλεξόπουλο Αλέξιο και κ. Κώτσιρα Αναστάσιο για τις χρήσιμες συμβουλές τους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος καθώς και για τη βοήθειά τους για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον συνάδελφό μου Γουργούρα Οδυσσέα για τη συνεργασία μας κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	2
1 ΑΝΔΡΑΛΙΔΑ-ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ.....	2
1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	2
1.2 ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΟ.....	2
1.3 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ASTERACEAE.....	2
1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΝΟΥΣ HYMENONEMA.....	3
1.5 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΝΟΥΣ CICHORIUM.....	3
1.6 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ.....	4
1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ .....	5
1.8 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	11
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	13
2. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	13
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ.....	13
2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	13
2.3 ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ- ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	16
3. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΑΔΡΑΛΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙΟΥ... ..	16
3.1 ΑΖΩΤΟ.....	16
3.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ.....	17
3.3 ΚΑΛΙΟ.....	18
3.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ.....	19
3.5 ΜΑΓΝΗΣΙΟ.....	20
3.6 ΘΕΙΟ.....	20
3.7 ΣΙΔΗΡΟΣ.....	21
3.8 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ.....	21
3.9 ΜΑΓΓΑΝΙΟ.....	22
3.10 ΧΑΛΚΟΣ.....	23
3.11 ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ.....	23
3.12 ΒΟΡΙΟ.....	24

3.13 ΧΛΩΡΙΟ.....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>	25
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	25
4.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	26
4.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	28
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	28
5.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΔΡΑΛΙΔΑ.....	28
5.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ.....	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	44
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	44
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	47

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Πελοποννήσου με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης της τεχνικής της καλλιέργειας στις αδραλίδας και του σταμναγκαθιού στη συγκέντρωση ανόργανων στοιχείων (Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn) στα φύλλα τους. Πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο με υπόστρωμα εμπλουτισμένη τύρφη και περλίτη (1:1) και σε σύστημα επίπλευσης, σε δύο εποχές. Συγκεκριμένα έγινε σπορά αδραλίδας και σταμναγκαθιού την 15 Ιανουαρίου 2009 και την 15 Μαρτίου 2009. Τα σπορόφυτα μεταφυτεύτηκαν στην τελική θέση 50 ημέρες μετά τη σπορά και η συγκομιδή (συλλογή των φύλλων) πραγματοποιήθηκε 90 ημέρες μετά τη σπορά.

Στην αδραλίδα, η συγκέντρωση ασβεστίου και καλίου στα φύλλα δεν επηρεάστηκε από την τεχνική της καλλιέργειας. Ωστόσο, η καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης του μαγνησίου, του νατρίου και του ψευδαργύρου στα φύλλα, μόνο στα φυτά της Α σποράς. Όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση σιδήρου στα φύλλα, μόνο κατά την Β σπορά καθώς και υψηλότερη συγκέντρωση μαγγανίου και στις δύο εποχές καλλιέργειας. Αντίθετα, η καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο είχε σαν αποτέλεσμα τη μικρότερη συγκέντρωση χαλκού στα φύλλα των φυτών κατά την Α σπορά. Στη Β σπορά η συγκέντρωση του ασβεστίου ήταν υψηλότερη στα φύλλα των φυτών, ανεξάρτητα από την τεχνική της καλλιέργειας. Σε ότι αφορά το μαγνήσιο, το νάτριο και τον ψευδάργυρο οι συγκεντρώσεις τους ήταν υψηλότερες στα φύλλα των φυτών της Β σποράς μόνο όταν αυτά αναπτύσσονται στο σύστημα επίπλευσης.

Στο σταμναγκαθί, η συγκέντρωση ασβεστίου, μαγνησίου και σιδήρου δεν επηρεάστηκε από την τεχνική της καλλιέργειας και στις δύο εποχές καλλιέργειας. Η συγκέντρωση καλίου, νατρίου, ψευδαργύρου και χαλκού δεν επηρεάστηκε από την τεχνική της καλλιέργειας στην Α σπορά, ενώ στη Β σπορά ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης. Το μαγγάνιο είχε υψηλότερη συγκέντρωση στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν φυτοδοχείο στη Β σπορά. Στη Β σπορά η συγκέντρωση ασβεστίου ήταν υψηλότερη από αυτή στην Α σπορά (ανεξάρτητα από την τεχνική της καλλιέργειας) και η συγκέντρωση μαγνησίου, νατρίου, ψευδαργύρου και χαλκού ήταν μεγαλύτερη μόνο όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1. ΑΔΡΑΛΙΔΑ- ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ

#### 1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

*Αδραλίδα*. Σύμφωνα με τον Καββάδα (1956) η αδραλίδα κατατάσσεται στην Κλάση *Magnoliophida*, Τάξη *Asterales*, οικογένεια *Compositae (Asteraceae)*, Γένος *Hymenonema* και Είδος *graecum*.

*Σταμναγκάθι*. Σύμφωνα με την Στεφανάκη-Νικηφοράκη (1999) το σταμναγκάθι κατατάσσεται στην Κλάση *Magnoliophida*, Τάξη *Asterales*, οικογένεια *Compositae (Asteraceae)*, Γένος *Cichorium* και Είδος *spinosum*.

#### 1.2 ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η *αδραλίδα* σύμφωνα με τον Καββάδα (1956) είναι φυτό που αυτοφύεται σε πετρώδεις περιοχές σε νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, καθώς επίσης και στην Κρήτη. Ωστόσο, το κέντρο καταγωγής του φυτού αυτού θεωρείται ότι είναι τα νησιά του Αιγαίου Πελάγους.

Το *σταμναγκάθι* απαντάται σε παραθαλάσσιες περιοχές της Στερεάς Ελλάδας, της Πελοποννήσου, των Κυκλάδων και κυρίως της Κρήτης. Στις διαφορετικές περιοχές που αυτοφύεται είναι γνωστό και με άλλα ονόματα, όπως για παράδειγμα γιαλοράδικο, ραδίκι της θάλασσας, αλιφός, ραδικοστοιβίδα ή ραδικοστοιβιά (Καββάδας, 1956).

#### 1.3 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ASTERACEAE

Η οικογένεια *Asteraceae* συμπεριλαμβάνει μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών (περισσότερα από 23.000 είδη) τα οποία κατατάσσονται σε περίπου 1.500 γένη και είναι σε 3 υποοικογένειες, τις *Asteroideae*, *Cichorioideae* και *Barnadesioideae*. Η βοτανική ταξινόμηση των ειδών της οικογένειας γίνεται με τη βοήθεια μεγάλου αριθμού χαρακτηριστικών των φυτών, όπως για παράδειγμα χαρακτηριστικά που

σχετίζονται με την ανατομία, τη μορφολογία, την ανάπτυξη του εμβρύου, των γυρεόκοκκων κ.ά. (Bremer et al., 1994).

Τα φυτά που ανήκουν στην οικογένεια Asteraceae είναι ετήσια φυτά, θάμνοι, πολυετείς πόες, καθώς και δέντρα. Σε ότι αφορά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών της οικογένειας ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι η ύπαρξη νευρώσεων και ακάνθων στα φύλλα, ενώ ο τύπος των τριχών (μονοκύτταρες, πολυκύτταρες) χρησιμοποιείται για τη διάκριση των γενών και των ειδών της οικογένειας.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται σε χαρακτηριστικά των ανθέων, τα οποία είτε εμφανίζονται μονήρη (συνήθως) είτε εμφανίζονται σε ταξιανθίες (κόρυμβοι, φόβες) (Μωραΐτης, 2008). Οι στήμονες διαρρηγνύονται στο εσωτερικό του άνθους και ενώνονται σχηματίζοντας ένα σωλήνα ή ελεύθερα νήματα. Κύριο χαρακτηριστικό της οικογένειας αυτής είναι ότι σε ορισμένα γένη οι ανθήρες φέρουν προεκβολές ενώ μερικοί και απολήξεις. Άλλα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για την διάκριση των διαφόρων ειδών της οικογένειας είναι το πάχος του στύλου. Οι καρποί είναι ξηροί και μονόσπερμοι, ονομάζονται συνήθως αχαίνιο, και η μορφολογία τους βοηθάει στον προσδιορισμό γένους και είδους.

#### **1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΝΟΥΣ *HYMENONEMA***

Τα φυτά του γένους *Hymenonema* είναι ποώδη ετήσια ή πολυετή. Τα φυτά του γένους *Hymenonema* φέρουν φύλλα πτεροσχιδή, κίτρινα άνθη και κωνοειδή καρπό (Καββάδα, 1956), ενώ συνήθως έχουν μικρό αριθμό βλαστών, και σε πολλές περιπτώσεις ένα μόνο βλαστό (Tutin et al., 1976). Στο γένος *Hymenonema* περιλαμβάνονται 8 αυτοφυή είδη από τα οποία στην Ελλάδα συναντάται το *H. graecum*. Πρόκειται για πολυετές φυτό το οποίο έχει όρθια ανάπτυξη (Tutin et al., 1976). Το πλάτος των φύλλων του δεν ξεπερνά το 1 cm (Blamey and Grey-Wilson, 1973) και τα άνθη του φέρουν χαρακτηριστικές κηλίδες (Polunin, 1980).

#### **1.5 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *CICHORIUM***

Το γένος *Cichorium* περιλαμβάνει τα είδη *C. spinosum*, *C. intybus*, *C. endivia*, *C. pumilum*, *C. calvum* και *C. bottae*. Τα είδη αυτά εντοπίζονται στη Μεσόγειο, Β. Αφρική, Ευρώπη, Νοτιοδυτική Ασία (Bremer et al., 1994).



Το σταμναγκάθι (*C. spinosum*) φέρει κοντούς βλαστούς με διακλαδώσεις και τα άνθη εμφανίζονται μετά την ανάπτυξη των βλαστών στα οποία φέρονται χαρακτηριστικά αγκάθια (Gemeinholzer and Bachmann, 2005). Συνήθως εμφανίζονται 5-6 ανθίδια σε κάθε διακλαδιζόμενο βλαστό του φυτού. Ωστόσο, παρατηρείται σημαντική ποικιλομορφία στο σχήμα των φύλλων, των καρπών και των τριχών, η οποία εκτός από το γονότυπο επηρεάζεται σημαντικά και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού (Kiers et al., 2000).

Το είδος *Cichorium spinosum* είναι πολυετής θάμνος με ύψος που συνήθως φτάνει τα 15-40 cm. Οι βλαστοί του φυτού είναι λείοι και φέρουν επιμήκεις αυλακώσεις. Ωστόσο, στο ανώτατο τμήμα των βλαστών δεν σχηματίζονται φύλλα αλλά φέρονται αγκάθια.

Το μήκος των φύλλων των φυτών που ανήκουν στο γένος *Cichorium* κυμαίνεται συνήθως στα 3-15 cm. Τα φύλλα είναι συνήθως οδοντωτά και το σχήμα τους διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση τους στο φυτό. Έτσι, τα εξωτερικά φύλλα έχουν σχήμα ωοειδές (μήκος 2,5-4 mm και πλάτος 2 mm) και η επιφάνειά τους είναι λεία. Αντίθετα, τα εσωτερικά φύλλα είναι πιο επιμήκη και το μήκος φτάνει στα 8-9 mm. Στις διακλαδώσεις των βλαστών (πλευρικά) εμφανίζονται τα άνθη και μετά τη γονιμοποίηση σχηματίζεται ο καρπός που έχει χρώμα ωχρό καφέ, με μήκος 2-2,5 mm και πλάτος 1,2-1,5 mm, στον οποίο φέρονται οι σπόροι (Καββάδας, 1956; Meikle, 1985; Bremer et al., 1994).

## 1.6 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ

Τα δύο αυτά φυτά (αδραλίδα, σταμναγκάθι) ανήκουν στα λαχανευόμενα. Πρόκειται για ένα όρο που χρησιμοποιείται για να περιγράψει όλα εκείνα τα φυτικά είδη που αυτοφύονται στην ελληνική επικράτεια και τα οποία συλλέγονται και καταναλώνονται από τους ανθρώπους λόγω της υψηλής διατροφικής τους αξίας.

Ωστόσο, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες πληροφορίες για την χημική σύσταση και τη διατροφική αξία της αδραλίδας. Αντίθετα, για το σταμναγκάθι έχουν γίνει αρκετές ερευνητικές εργασίες που αφορούν την χημική του σύσταση και τη διατροφική του αξία, όπως αναφέρει ο Μωραΐτης (2008). Μεταξύ αυτών σε μία ερευνητική εργασία που έγινε στη Σικελία παρατηρήθηκε ότι εκτός από ουσίες που ανήκουν στην ομάδα των κουμαρινών, περιέχονται και ουσίες που ανήκουν στην

ομάδα των σεσκιτερπενικών λακτονών, εκ των οποίων μια αποτελεί μια πολύ σπάνια λακτόνη, η οποία συναντάται στο υπέργειο μέρος των φυτών (Michalska and Kisiel, 2007).

## 1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

Η αδραλίδα ως αυτοφυές φυτό δεν καλλιεργείται συστηματικά και γι' αυτό το λόγο οι καλλιεργητικές απαιτήσεις και φροντίδες είναι περιορισμένες όπως και του σταμναγκαθιού. Ωστόσο, όταν πρόκειται τα φυτά αυτά να ενταχθούν σε συστήματα επιχειρηματικής γεωργίας, απαιτείται η εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων ώστε να εξασφαλίζονται σταθερά υψηλές αποδόσεις και παραγωγή προϊόντων με σταθερά καλή ποιότητα. Τα τελευταία χρόνια η διάδοση της κατανάλωσης του σταμναγκαθιού έχει οδηγήσει στην αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Η καλλιέργεια του σταμναγκαθιού γίνεται τόσο στην ύπαιθρο όσο και υπό κάλυψη, όπου έχει αναπτυχθεί σε εμπορική κλίμακα η καλλιέργειά του σε υδροπονικά συστήματα.

Η καλλιεργητική τεχνική για αυτοφυή φυτικά είδη, τα οποία καταναλώνονται μόνο στις περιοχές που φύονται, καλό είναι, όταν εισάγονται σε προγράμματα εντατικοποίησης της καλλιέργειας να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μη διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες που αναπτύσσονται στο φυσικό τους περιβάλλον (Αλεξόπουλος, αδημοσίευτο). Έτσι, σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχουν αναφορές ότι η εντατικοποίηση της καλλιέργειας αυτοφύων φυτών έχει οδηγήσει σε μείωση της συγκέντρωσης ουσιών και της θρεπτικής αξίας.

Επιπρόσθετα, η εντατικοποίηση της καλλιέργειας ενδέχεται να οδηγήσει στη μη ορθολογική χρήση χημικών λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων ή ακόμα και μηχανημάτων βαρέως τύπου, παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν μεγάλη και άσκοπη αύξηση του κόστους καλλιέργειας. Για τους παραπάνω λόγους, κρίνεται αναγκαίο να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι απαιτούμενες εισροές, με έμφαση στην εφαρμογή των επιβεβλημένων καλλιεργητικών φροντίδων, έτσι ώστε να επιτευχθεί η καλλιέργεια του φυτού σε ένα σύστημα αειφορικής γεωργίας. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα για καλλιέργεια της αδραλίδας και του σταμναγκαθιού σε μια ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής ή και στην εφαρμογή οργανικής-βιολογικής καλλιέργειας (Ακουμιανάκης, 2007).

Η κατεργασία του εδάφους γίνεται με σκοπό τη βελτίωση της παραγωγής (ποσότητα, ποιότητα) και θα πρέπει να εφαρμόζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται το επιπρόσθετο κόστος καλλιέργειας. Η κατεργασία του εδάφους σε μεγάλο βάθος (υπεδαφοκαλλιέργεια) συνιστάται να γίνεται κάθε 4-5 χρόνια, ιδιαίτερα σε εδάφη βαριά και συνεκτικά. Με αυτή την καλλιεργητική τεχνική επιτυγχάνεται η χαλάρωση του συμπίεσμένου στρώματος του εδάφους και αποφεύγεται η δημιουργία αδιαπέραστου ορίζοντα σε βάθος 40-70 cm, κάτι που μπορεί να συμβεί λόγω του βάρους των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή άλλων καλλιεργητικών φροντίδων, της συσσώρευσης αλάτων και της εφαρμογής επιφανειακής κατεργασίας του εδάφους (π.χ. φρεζάρισμα).

Η κύρια μηχανική κατεργασία του εδάφους για την προετοιμασία του εδάφους είναι το όργωμα. Το φθινοπωρινό όργωμα θεωρείται το καλύτερο από άποψη χρόνου εκτέλεσης λόγω της κατάλληλης ποσότητας υγρασίας που βρίσκεται στο έδαφος. Το βάθος του οργώματος δεν ξεπερνά τα 25-30 cm και με αυτό τον τρόπο καταστρέφονται τα ζιζάνια (Ακουμιανάκης, 2007).

Η προετοιμασία της σποροκλίνης, με κατεργασία του εδάφους με φρέζα, έχει μεγάλη σημασία για την καλλιέργεια φυτικών ειδών όπως είναι η αδραλίδα και το σταμναγκάθι γιατί το μέγεθος του σπόρου τους είναι μικρό. Έτσι, απαιτείται ψιλοχωμάτισμα του επιφανειακού στρώματος του εδάφους ώστε να έρχεται σε καλύτερη επαφή ο σπόρος με το έδαφος και να διευκολύνεται το φύτεμα των σπόρων και η ανάδυση των νεαρών φυταρίων (Μωραΐτης, 2008).

Για την ανάπτυξη των φυτών και για την εγκατάσταση της φυτείας είναι απαραίτητη η προσθήκη οργανικής ουσίας και ανόργανων χημικών λιπασμάτων. Η κατάλληλη ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στο έδαφος εξαρτάται από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους και από τις απαιτήσεις του φυτού ανάλογα το στάδιο ανάπτυξης, το κλίμα, τη μορφή και το κόστος των λιπασμάτων. Για τον προσδιορισμό της ποσότητας του λιπάσματος πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη η χημική ανάλυση του εδάφους, καθώς και η εφαρμογή της φυλλοδιαγνωστικής κατά την οποία προσδιορίζεται η συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών.

Κατά τη βασική λίπανση στο έδαφος προστίθενται οργανική ουσία (κοπριά ή τύρφη ή άλλες μορφές), φωσφορούχα λιπάσματα, καλιούχα λιπάσματα. Επιπρόσθετα, προτείνεται να προστίθενται στο έδαφος και αζωτούχα λιπάσματα, συνήθως έως το 1/3 της συνολικής ποσότητας αζώτου που έχει αποφασιστεί να προστεθεί σε

ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο. Το άζωτο της βασικής λίπανσης προστίθεται κατά προτίμηση μέσω της ενσωμάτωσης στο έδαφος αμμωνιακών λιπασμάτων. Η βασική λίπανση εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους και ενσωματώνεται με το όργωμα. Το υπόλοιπο άζωτο προστίθεται αργότερα (συνήθως σε νιτρική μορφή), κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών, με τη μορφή επιφανειακής λίπανσης σε δύο ή περισσότερες δόσεις. Ωστόσο, το άζωτο μπορεί να προστίθεται και με το νερό ποτίσματος, οπότε δίνεται στα φυτά σε περισσότερες δόσεις αλλά σε μικρότερες ποσότητες ανά δόση.

Η εγκατάσταση μιας νέας φυτείας αδραλίδας ή σταμναγκαθιού μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικές τεχνικές. Η πρώτη τεχνική είναι με απευθείας σπορά στον αγρό. Λόγω του μικρού μεγέθους των σπόρων των φυτών αυτών η σπορά γίνεται στα πεταχτά με το χέρι σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον τρόπο εφαρμογής της σποράς έτσι ώστε να έχει όσο το δυνατό πιο ομοιόμορφο χαρακτήρα και να μην υπάρχουν περιοχές με πυκνή και περιοχές με αραιή φύτευση. Αμέσως μετά θα πρέπει να γίνει κάλυψη του σπόρου έτσι ώστε αυτός να βρίσκεται σε βάθος 0,5-1 cm. Σε αυτό το σημείο πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή καθώς το μικρό μέγεθος του σπόρου δεν επιτρέπει την πιο βαθιά σπορά.

Ο δεύτερος τρόπος εγκατάστασης μια νέας καλλιέργειας αυτών των φυτών είναι με σπορά και μεταφύτευση. Η σπορά γίνεται σε σπορείο όπου ο σπόρος τοποθετείται σε παλέτες σποράς με υπόστρωμα συνήθως τύρφη ή μίγμα τύρφης και περλίτη. Σε κάθε θέση της παλέτας τοποθετούνται 2-3 σπόροι. Ακολουθεί η μεταφύτευση των φυτών σε οριστικές θέσεις στο χωράφι όταν αυτά έχουν αποκτήσει 9-12 πραγματικά φύλλα.

Οι αποστάσεις φύτευσης των φυτών στον αγρό κυμαίνονται στα 30-50 cm μεταξύ των γραμμών φύτευσης και στα 20-30 cm μεταξύ των φυτών επάνω στη γραμμή φύτευσης. Ωστόσο, οι αποστάσεις φύτευσης εξαρτώνται και από τον τύπο του εδάφους καθώς και από τον τρόπο εφαρμογής των καλλιεργητικών φροντίδων. Έτσι, όταν χρησιμοποιούνται μηχανικά μέσα για την καλλιέργεια του εδάφους οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών πρέπει να είναι τέτοιες που να επιτρέπουν την απρόσκοπτη κίνησή τους.

Η τεχνική της σποράς σε σπορείο δίνει τη δυνατότητα στα φυτά να αναπτυχθούν σε πιο ευνοϊκές συνθήκες. Ωστόσο, το κόστος εγκατάστασης της νέας καλλιέργειας είναι υψηλότερο λόγω των μεγαλύτερων απαιτήσεων σε εργατικά.

Για το σταμναγκάθι, η εποχή σποράς ή φύτευσης μπορεί να είναι από το φθινόπωρο (Οκτώβριο), όταν το χωράφι έχει την κατάλληλη ποσότητα νερού, μέχρι και την άνοιξη (Μάρτιο). Ο σπόρος του σταμναγκαθιού συγκομίζεται συνήθως από τα μέσα μέχρι και το τέλος του καλοκαιριού. Για την αδραλίδα η σπορά μπορεί να γίνει από τον Ιανουάριο μέχρι και την άνοιξη.

Το αραίωμα γίνεται μόνο όταν η φυτεία παρουσιάζει ανομοιομορφία στο φύτρωμα δηλαδή στα σημεία που η πυκνότητα των φυτών είναι μεγάλη ώστε να μειωθεί ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών και να αποκτήσουν την οριζόντια επιθυμητή ανάπτυξη.

Όταν πραγματοποιείται αραίωμα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών, περίπου στα 4-6 πραγματικά φύλλα, υπάρχει το μειονέκτημα της αφαίρεσης μικρού μεγέθους φυτών, αλλά τα φυτά που παραμένουν στο χωράφι έχουν μικρότερο ανταγωνισμό και αναπτύσσονται πιο γρήγορα, αποκτώντα μεγαλύτερο μέγεθος. Επιπρόσθετα, δεν προκαλούνται ζημιές στις ρίζες των φυτών που παραμένουν στο χωράφι.

Όταν το αραίωμα των φυτών γίνεται αργότερα, σε μεγαλύτερο στάδιο ανάπτυξης των φυτών, ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών περιορίζει την ανάπτυξή τους, αλλά τα φυτά που αφαιρούνται έχουν μεγαλύτερο μέγεθος και μπορούν να προωθηθούν για κατανάλωση (Μωραΐτης, 2008).

Το σκάλισμα είναι απαραίτητη καλλιεργητική φροντίδα καθώς τα νεαρά φυτάρια είναι ευαίσθητα στον ανταγωνισμό με τα ζιζάνια, ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους. Ο χρόνος εφαρμογής του σκαλίσματος εξαρτάται από την ανάπτυξη των φυτών, την παρουσία και την ανάπτυξη των ζιζανίων, τον τύπο του εδάφους, καθώς και την ύπαρξη επιφανειακής κρούστας που μπορεί να σχηματιστεί από τις βροχοπτώσεις ή την άρδευση του χωραφιού.

Ιδιαίτερα σε ότι αφορά στο πρώτο σκάλισμα θα πρέπει να εφαρμόζεται όσο νωρίτερα γιατί τα φυτά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης δεν είναι εύκολο να ανταγωνιστούν τα ζιζάνια. Σε κάθε καλλιεργητική περίοδο, ιδιαίτερα σε αρδευόμενες φυτείες όπου ευνοείται η ανάπτυξη των ζιζανίων, απαιτείται η εφαρμογή 2-4 σκαλισμάτων.

Τα σκαλίσματα γίνονται με δύο τρόπους, είτε με το χέρι χρησιμοποιώντας διάφορων ειδών σκαλιστήρια, είτε με μηχανικά σκαλιστήρια όταν οι αποστάσεις των φυτών είναι κατάλληλες για τη λειτουργία τους ώστε να μην υπάρχουν ζημιές. Τα μηχανικά μέσα για σκάλισμα (φρεζάκια) χρησιμοποιούνται για τις κυρίως σε

πολυετείς καλλιέργειες και όταν οι αποστάσεις των φυτών να υπερβαίνουν τα 50-60 cm (Μωραΐτης, 2008).

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα φυτά της αδραλίδας και του σταμναγκαθίου για το φως, το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία και αυτό έχει πολύ συχνά σαν αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής καθώς και ποιοτική υποβάθμιση του παραγόμενου προϊόντος. Ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια εξαρτάται από το είδος των ζιζανίων (πλατύφυλλα, αγρωστώδη), την ταχύτητα ανάπτυξής τους και τον πληθυσμό τους.

Για τον έλεγχο των ζιζανίων εφαρμόζονται και άλλες τεχνικές. Οι περισσότερες αφορούν στη λήψη προληπτικών μέτρων, όπως η χρησιμοποίηση καθαρού σπόρου των φυτών, η χρησιμοποίηση κοπριάς στην οποία δεν περιέχονται σπόροι ή όργανα αγενούς αναπαραγωγής των ζιζανίων, καθώς και επιμελής καθαρισμός των μηχανημάτων από ζιζάνια, όταν αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί σε άλλες περιοχές.

Τα βαθιά οργώματα συμβάλλουν στην καταστροφή των υπόγειων πολλαπλασιαστικών οργάνων των ζιζανίων. Ωστόσο, για την αντιμετώπιση των ζιζανίων εφαρμόζεται σε ορισμένες περιπτώσεις προετοιμασία του εδάφους του αγρού για σπορά χωρίς όμως να πραγματοποιηθεί σπορά. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα και ο χρόνος στα ζιζάνια να βλαστήσουν και να καταπολεμηθούν πριν την σπορά ή τη μεταφύτευση των φυτών. Όπως είναι αναμενόμενο, τεχνική της σπορά και μεταφύτευσης των σποροφύτων πλεονεκτεί της απευθείας σποράς και σε ότι αφορά την αντιμετώπιση των προβλημάτων που μπορεί να προκληθούν από τα ζιζάνια, καθώς τα νεαρά φυτά μεταφέρονται στο έδαφος του αγρού σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης και μπορούν να ανταγωνιστούν πιο αποτελεσματικά τα ζιζάνια (Ακουμινάκης, 2007).

Άλλο ένα μέτρο το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί για την αντιμετώπιση των ζιζανίων είναι η αμειψισπορά (εναλλαγή καλλιεργειών). Η επιτυχία του μέτρου αυτού προϋποθέτει (α) να εναλλάσσονται φθινοπωρινές με ανοιξιάτικες καλλιέργειες, (β) να εναλλάσσονται πυκνές καλλιέργειες που σκιάζουν τα ζιζάνια με λιγότερο πυκνές, (γ) να εναλλάσσονται ετήσιες με πολυετείς καλλιέργειες, και (δ) να εφαρμόζεται μεγάλη ποικιλία καλλιεργητικών τεχνικών που εναλλάσσονται κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων.

Στην αδραλίδα και στο σταμναγκάθι δεν χρησιμοποιούνται χημικά ζιζανιοκτόνα, καθώς οι καλλιέργειες αυτές δεν είναι ευρέως διαδεδομένες και δεν έχει προβλεφθεί η έγκριση κάποιου χημικού ζιζανιοκτόνου.

Για την καλή ποιότητα του προϊόντος είναι απαραίτητη η διατήρηση της υγρασίας του εδάφους σε ικανοποιητικά επίπεδα, γι' αυτό στην περίπτωση που η υγρασία του εδάφους δεν είναι κατάλληλη λόγω έλλειψης βροχοπτώσεων, τότε η άρδευση είναι απαραίτητη. Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής καλλιέργειας, η μηχανική σύσταση, οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους, το ύψος της υπόγειας στάθμης του νερού και η τεχνική καλλιέργειας είναι οι σημαντικότεροι από τους παράγοντες που επηρεάζουν τις απαιτήσεις των φυτών σε νερό.

Τόσο η αδραλίδα όσο και το σταμναγκάθι παρουσιάζουν σημαντική αντοχή στην έλλειψη εδαφικής υγρασίας. Ωστόσο, η εφαρμογή άρδευσης και η ανάπτυξη των φυτών σε συνθήκες μη έλλειψης υγρασίας ευνοεί την αύξηση της παραγωγής. Τα προβλήματα από την έλλειψη νερού παρατηρούνται αρχικά κατά τις μεσημεριανές ώρες όπου παρατηρείται προσωρινή μάρανση των φύλλων και στη συνέχεια διακοπή τις ανάπτυξής τους. Η έλλειψη νερού λοιπόν, φέρει προσωρινή μάρανση των φύλλων το μεσημέρι και διακοπή ανάπτυξης νέων φύλλων.

Η άρδευση μπορεί να γίνει με τη μέθοδο του καταιονισμού κατά την οποία χρησιμοποιούνται μπεκ μικρής διαμέτρου και με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται καλύτερη κατανομή του νερού. Σε πολυετείς καλλιέργειες μπορεί να γίνει άρδευση με σταγόνες. Με την στάγδην άρδευση επιτυγχάνεται οικονομία στην κατανάλωση νερού και, σε αντίθεση με τον καταιονισμό, δεν επηρεάζεται από ανέμους.

Η έναρξη, η διάρκεια και η ολοκλήρωση της συγκομιδής καθορίζονται από την ανάπτυξη της φυτείας και από τις συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η συγκομιδή γίνεται όταν τα φυτά αποκτήσουν εμπορεύσιμο μέγεθος το οποίο προσδιορίζεται από τη διάμετρο των ροζετών και πριν την εμφάνιση ανθικού στελέχους.

Η συγκομιδή της αδραλίδας γίνεται με το χέρι, 3-6 μήνες μετά τη σπορά ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες και την εντατικοποίηση της καλλιέργειας.

Όσον αφορά τη συγκομιδή του σταμναγκαθιού εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας. Στις ετήσιες καλλιέργειες το σταμναγκάθι συγκομίζεται με το χέρι, 3-6 μήνες μετά τη σπορά εφόσον οι ροζέτες αποκτήσουν το επιθυμητό μέγεθος. Κατά τη διαδικασία της συγκομιδής αφαιρούνται τα φυτά μεγαλύτερου μεγέθους και πυκνότερης φύτευσης ώστε τα μικρότερα φυτά να έχουν καλύτερη ανάπτυξη.

Στην περίπτωση των πολυετών καλλιεργειών η συγκομιδή γίνεται συλλέγοντας μόνο τις ροζέτες προσέχοντας το ριζικό σύστημα του φυτού και το

λαιμό να παραμείνουν άθικτα ώστε να δώσουν νέες ροζέτες την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Οι ροζέτες συλλέγονται με τη χρήση διαφόρων ειδών εργαλείων κοπής και η συγκομιδή γίνεται, σε αντιστοιχία με τα παραπάνω, με το χέρι σε 3-5 συγκομιδές.

Κατά τη διάρκεια της συγκομιδής της αδραλίδας και του σταμναγκαθιού είναι απαραίτητο να αφαιρούνται τα κιτρινωμένα και ασθενικά φύλλα από τις ροζέτες.

Η αδραλίδα και το σταμναγκάθι δεν μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε υψηλές θερμοκρασίες λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας τους σε νερό. Έτσι για τη διατήρησή του για μεγάλο χρονικό διάστημα ενδείκνυται η εφαρμογή: (α) χαμηλών θερμοκρασιών ως ένα συγκεκριμένο όριο με στόχο τη μείωση του ρυθμού μεταβολισμού και (β) υψηλής σχετικής υγρασίας στο περιβάλλον αποθήκευσης για μείωση του ρυθμού απώλειας νερού του φυτού.

Οι συνθήκες συντήρησης για την αδραλίδα και το σταμναγκάθι είναι θερμοκρασία κοντά στους 0°C και υψηλή σχετική υγρασία 90-95%. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες και σε χαμηλότερα επίπεδα σχετικής υγρασίας παρουσιάζεται απώλεια θρεπτικής αξίας, γρήγορη μάρανση με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος.

## **1.8 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

Για την προστασία των φυτών χρειάζεται παρακολούθηση ώστε να αποφεύγονται οι ζημιές από τους εντομολογικούς εχθρούς. Οι προσβολές μπορεί να εμφανίζονται στις άκρες των χωραφιών ή διάσπαρτες σ' όλη την έκταση του χωραφιού ή κηλίδες όταν τα έντομα έρχονται από διπλανές καλλιέργειες. Οι πιο σημαντικοί εχθροί των φυτών που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στην ανάπτυξή τους είναι:

### **Σιδηροσκώληκες (*Agriotes* spp., Οικ. Elateridae)**

Η ζημιά προκαλείται από το προνυμφικό στάδιο των εντόμων τα οποία κόβουν τις ρίζες των νεαρών φυταρίων και στις πιο ανεπτυγμένες ρίζες παρατηρούνται μικρές στοές κοντά στο λαιμό. Οι προνύμφες έχουν κίτρινο χρώμα και δραστηριοποιούνται την άνοιξη με την άνοδο των θερμοκρασιών όπου και προκαλούν τις ζημιές στα φυτά. Σε περιοχές με ήπιο χειμώνα παρατηρούνται πιο έντονες προσβολές από σιδηροσκώληκες.



### **Αγρότιδες (*Agrotis spp.*, Οικ. Noctuidae)**

Έχουν προνύμφες πολυφάγες, προσβάλλουν και καταστρέφουν το υπόγειο τμήμα των φυτών (λαιμό και ριζικό σύστημα), έχουν σκούρο γκρίζο χρώμα με ασαφείς σκοτεινόχροες ταινίες. Κινούνται τη νύχτα και προκαλούν ζημιές ενώ την ημέρα βρίσκονται συνεστραμμένες κοντά στο λαιμό ενός μαραμένου φυτού. Διαχειμάζουν με τη μορφή προνύμφης ή πλαγγόνας την περίοδο της άνοιξης.

### **Αφίδες (*Myzus persicae*, Οικ. Aphididae)**

Είναι πολυφάγο είδος και διαδεδομένο γεωγραφικά. Τα φυτά που έχουν προσβληθεί εμφανίζουν μαρασμό, κιτρίνισμα, γήρανση και παραμόρφωση του φυλλώματος, ενώ οι αφίδες όπως είναι γνωστό είναι φορείς ιώσεων.

### **Σαλιγκάρια**

Δημιουργούν προβλήματα στο φυτό των οποίων κατατρώγουν τα βλαστικά μέρη. Η παρουσία πληθυσμών σαλιγκαριών είναι τις περισσότερες φορές επιζήμια για την καλλιέργεια του σταμναγκαθιού και της αδραλίδας.

Επιπρόσθετα, το σταμναγκαθί είναι δυνατόν να αποτελέσει ξενιστή και διαφόρων ειδών ακάρεων.

Για την αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών της αδραλίδας και του σταμναγκαθιού δεν υπάρχει η δυνατότητα χρήσης χημικών εντομοκτόνων ή κάποιου άλλου φυτοπροστατευτικού προϊόντος. Για τους σιδηροσκώληκες και τις αφίδες προτείνονται διάφορα καλλιεργητικά μέσα. Όταν γίνονται οι θερινές αρόσεις, οι προνύμφες, με την αναστροφή και τον θρυμματισμό του εδάφους προωθούνται στα επιφανειακά στρώματα με αποτέλεσμα να καταστρέφονται λόγω της ευαισθησίας των ηλιακών ακτινών που τις διακατέχει (Μωραΐτης, 2008).

Δεν υπάρχουν ως τώρα αναφορές για προσβολή από ασθένειες στην καλλιέργεια της αδραλίδας και του σταμναγκαθιού μόνο στην περίπτωση ανάπτυξης των φυτών στο σπορείο όπου είναι πιθανό να εμφανιστούν μύκητες ( π.χ *Pythium* ή *Rhizoctonia*) και μπορεί να οδηγήσουν στην πλήρη καταστροφή των νεαρών φυταρίων (Παναγόπουλος, 2000).

Τέτοια προβλήματα αντιμετωπίζονται με απολύμανση των σπορείων, με ορθολογική άρδευση, κανονική πυκνότητα φυτών και χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

#### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

Η μέθοδος της καλλιέργειας φυτών κατά την οποία δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη φυσικού εδάφους ονομάζεται ανεδάφιος ή υδροπονική καλλιέργεια. Η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών γίνεται είτε σε αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα είτε σε βαθύ ή αβαθές στρώμα νερού.

Για την κάλυψη των αναγκών των φυτών θα πρέπει να εξασφαλίζεται ικανοποιητική ποσότητα νερού καθώς και η κατάλληλη αναλογία διαλυμένων ανόργανων θρεπτικών στοιχείων. Επιπρόσθετα θα πρέπει να λαμβάνονται όλα εκείνα τα απαραίτητα μέτρα για την εξασφάλιση ικανής ποσότητας οξυγόνου στο ριζικό σύστημα των φυτών.

Όπως είναι γνωστό η παρουσία νερού περιορίζει τη συγκέντρωση του οξυγόνου και για το λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε τόσο το νερό όσο και το οξυγόνο να βρίσκονται διαθέσιμα στις ρίζες των φυτών. Αν και η υδροπονία δεν είναι κατάλληλη για την καλλιέργεια όλων των φυτικών ειδών σε εμπορική κλίμακα, έχει αποδειχθεί ότι σε πολλά φυτικά είδη μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των αποδόσεων καθώς και σε παραγωγή προϊόντων με υψηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

#### 2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών πραγματοποιείται πάνω σε υποστρώματα τα οποία μπορεί να προέρχονται από φυσικές πρώτες ύλες ή μετά από επεξεργασία τους, όπως για παράδειγμα ορισμένα πετρώματα.

Σύμφωνα με τον Μαυρογιαννόπουλος (1994), τα είδη των συστημάτων υδροπονικών καλλιιεργειών μπορούν να ταξινομηθούν σε 6 κατηγορίες:

- Καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα ή υδροκαλλιέργεια (χωρίς αδρανές υπόστρωμα, π.χ. N.F.T)
- Καλλιέργεια σε άμμο, κροκάλες ή άλλα αδρανή υλικά

- Καλλιέργεια σε διογκωμένα ορυκτά (περλίτης, πετροβάμβακας κ.α.)
- Καλλιέργεια σε διογκωμένα συνθετικά οργανικά υλικά (π.χ. πολυστερίνη, ουριοφορμαλδεΰδη)
- Άλλες καλλιεργητικές τεχνικές που δεν σχετίζονται με το φυσικό έδαφος (π.χ. ψεκασμός θρεπτικού διαλύματος στη ρίζα που ονομάζεται και αεροπονία)
- Καλλιέργεια σε οργανικά υποστρώματα (τύρφη, φλοιοί δένδρων κλπ)

### **2.3. ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ- ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας των φυτών είναι:

1. Η απαλλαγή από τις ασθένειες του εδάφους, όπως είναι το φουζάριο, το βερτισίλλιο, το πύθιο, καθώς και από τους εχθρούς των φυτών οι οποίοι ζουν στο έδαφος, όπως είναι έντομα εδάφους, νηματώδεις, κ.ά. Έτσι, είναι δυνατός ο περιορισμός της χρήσης φυτοφαρμάκων καθώς και η μείωση του κόστους παραγωγής.
2. Δεν απαιτείται η εφαρμογή απολύμανσης του εδάφους.
3. Διευκολύνεται η αυτοματοποίηση της άρδευσης και της λίπανσης των φυτών, με αποτέλεσμα τον περιορισμό των απαιτούμενων εργασιών που αφορούν αυτές τις καλλιεργητικές φροντίδες και τη μείωση του κόστους παραγωγής.
4. Υπάρχει επίσης σημαντική εξοικονόμηση θρεπτικών στοιχείων και νερού, καθώς περιορίζονται οι απώλειες λόγω επιφανειακής απορροής ή λόγω διείσδυσης του νερού σε μεγάλο βάθος όπου δεν είναι διαθέσιμο στις ρίζες των φυτών.
5. Παρέχεται η δυνατότητα στον παραγωγό να μην εφαρμόσει κοπιαστικές καλλιεργητικές φροντίδες που απαιτούν σημαντική χειρονακτική εργασία, όπως είναι το όργωμα, το φρεζάρισμα και η βασική λίπανση.
6. Η δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος για τον εργαζόμενο χωρίς την ύπαρξη εδάφους (απουσία σκόνης).
7. Επιτρέπεται η βελτιστοποίηση της θρέψης των φυτών με αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων (μεγαλύτερο μέγεθος, ομοιομορφία, καλύτερο χρώμα φυλλώματος κ.λπ.).

Παρόλα αυτά, η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες και μειονεκτήματα, όπως είναι:

1. Απαιτήσεις ειδικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού οι οποίες έχουν υψηλό κόστος.
2. Δεν υπάρχουν μεγάλες ανοχές στην εμφάνιση δυσλειτουργιών του εξοπλισμού και απαιτείται συνεχής έλεγχος.
3. Απαιτείται καλή γνώση της φυσιολογίας και της θρέψης των φυτών από τον καλλιεργητή.
4. Στην περίπτωση των κλειστών υδροπονικών συστημάτων υπάρχει ο κίνδυνος γρήγορης εξάπλωσης μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Για το λόγο αυτό απαιτείται προσεκτικός έλεγχος της υγιεινής κατάστασης των φυτών και έγκαιρη απομάκρυνση των προσβεβλημένων φυτών.
5. Υπάρχουν μικρές ανοχές στην έλλειψη νερού και λιπασμάτων. Ωστόσο, η υπερβολική κατανάλωση λιπασμάτων γίνεται μόνο σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα και μόνο όταν το χορηγούμενο νερό άρδευσης είναι αρκετά περισσότερο από τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας. Συνεπώς, το μειονέκτημα αυτό της υδροπονίας δεν είναι απόλυτο αλλά σχετικό και μπορεί να αντιμετωπιστεί ικανοποιητικά μέσω προσαρμογής του προγράμματος άρδευσης στις ανάγκες της καλλιέργειας.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η υδροπονική καλλιέργεια αποτελεί μια πραγματικά ουσιαστική λύση για την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων, τα οποία δεν διαφέρουν σε γεύση ή σε άρωμα από τα φυτά που καλλιεργούνται στο έδαφος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΑΔΡΑΛΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙΟΥ

Δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες για τις απαιτήσεις της αδραλίδας και του σταμναγκαθιού σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Ωστόσο, η συγγένειά τους με άλλα φυλλώδη λαχανικά όπως είναι το ραδίκι και το αντίδι μα δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής λίπανσης παρόμοιας με αυτή που εφαρμόζεται σε αυτά τα φυτά όταν καλλιεργούνται σε εμπορική κλίμακα.

Έτσι, σύμφωνα με τον Δημητράκη (1998), οι απαιτήσεις μίας καλλιέργειας ραδικιού κυμαίνονται στους 2,5-4 τόνους χωνευμένης κοπριάς ανά στρέμμα, στα 10-12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ανά στρέμμα (50-60 kg απλού υπερφωσφορικού λιπάσματος 0-20-0), στα 15-20 kg K<sub>2</sub>O ανά στρέμμα (30-40 kg θειικού καλίου 0-0-50) και στα 10-15 kg N ανά στρέμμα (40-60 kg ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας 26-0-0).

Για την καλλιέργεια του αντιδιού ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την παραγωγή προϊόντος 1000 kg ανά στρέμμα απομακρύνονται από το έδαφος περίπου 5 kg N, 1,4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 4,4 kg K<sub>2</sub>O ανά στρέμμα (Δημητράκης, 1998).

Στη συνέχεια γίνεται μια αναφορά στο ρόλο των σημαντικότερων ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στην ανάπτυξη και παραγωγική ικανότητα των φυτών.

#### 3.1 ΑΖΩΤΟ

Το άζωτο συμμετέχει στο σχηματισμό αμινοξέων ή αμιδίων και συμβάλλει σημαντικά συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυτών. Συναντάται στα φυτά σε οργανική μορφή (π.χ. πρωτεΐνες, αμινοξέα) και σε ανόργανη μορφή (NO<sub>3</sub>-N) στα φύλλα και στα αγγεία του ξυλώματος. Η συγκέντρωση του αζώτου στην ανόργανη μορφή χρησιμοποιείται σαν δείκτης για την εκτίμηση του εφοδιασμού των φυτών. Ωστόσο, η συγκέντρωση του αζώτου μεταβάλλεται ανάλογα με την καλλιέργεια, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και το φυτικό όργανο.

Το άζωτο προσλαμβάνεται από τα φυτά είτε παθητικά (αμμωνιακά ιόντα) είτε ενεργητικά (νιτρικά ιόντα). Η πρόσληψη του αζώτου σε αμμωνιακή μορφή εξαρτάται από την ηλικία του φυτού, τη θερμοκρασία, το pH κ.ά. Η θερμοκρασία επηρεάζει

σημαντικά τον τρόπο πρόσληψης των δύο μορφών αζώτου από τα φυτά. Έτσι για παράδειγμα σε ορισμένα φυτά, το αμμωνιακό άζωτο ( $\text{NH}^{+4}$ ) προσλαμβάνεται πιο εύκολα σε χαμηλές θερμοκρασίες όταν τα δύο αυτά ιόντα ( $\text{NO}^{-3}$  και  $\text{NH}^{+4}$ ) χορηγούνται σε ίσες ποσότητες (Clarkson and Warner, 1979). Η μεταφορά του αζώτου μέσω των αγωγών ιστών του φυτού στα διάφορα μέρη του γίνεται κυρίως υπό νιτρική μορφή ( $\text{NO}^{-3}$ ) και υπό μορφή αμινοξέων (Martin, 1970).

Σε περιπτώσεις έλλειψης του αζώτου παρατηρείται χλώρωση των φύλλων που ξεκινά από τα παλαιότερα φύλλα λόγω της μεταφοράς των αμινοξέων σε νεότερα φύλλα με αποτέλεσμα την καταστροφή των χλωροπλαστών και τη μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης.

Όταν το άζωτο χορηγείται στα φυτά υπό αμμωνιακή μορφή παρατηρείται αλληλεπίδραση με το κάλιο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο, ενώ όταν χορηγείται υπό νιτρική μορφή παρατηρείται αλληλεπίδραση με το θείο και το φώσφορο (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

Η έλλειψη αζώτου στα φυτά εκδηλώνεται με τα εξής συμπτώματα:

- χλώρωση στα παλαιότερα μικρά φύλλα
- νεκρωτικές περιοχές στα μεγαλύτερα φύλλα
- ξήρανση ολόκληρου του ελάσματος
- αναστολή της ανάπτυξης των ριζών
- μείωση της παραγωγής των φυτών
- μείωση επιπέδου ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος

Όταν το άζωτο βρίσκεται σε περίσσεια στους φυτικούς ιστούς παρατηρείται έντονη βλαστική ανάπτυξη και είναι πιθανόν να παρατηρηθούν συμπτώματα τοξικότητας λόγω της αλληλεπίδρασής του με άλλα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

### 3.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Ο φώσφορος συμμετέχει στο σχηματισμό φωσφορικών ουσιών «υψηλής ενέργειας» (ATP και ADP), καθώς και στο σχηματισμό νουκλεϊκών οξέων, στη φωσφορυλίωση σακχάρων και λιπιδίων.

Ο φώσφορος αποτελεί το 0,15-1 % της ξηράς ουσίας των φυτών (συνήθως 0,20-0,40 % της ξηράς ουσίας των ώριμων φύλλων – όχι υπερώριμων). Ωστόσο, η

συγκέντρωσή του εξαρτάται από το φυτικό είδος, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τη θερμοκρασία κ.ά. (Benton Jones, 1998).

Παρά το ότι ο φώσφορος είναι δυσκίνητος στο έδαφος, μπορεί και κινείται με ευκολία μέσα στο φυτό και μάλιστα προς κάθε κατεύθυνση (Clarkson et al., 1968). Τα φυτά προσλαμβάνουν το φώσφορο ακόμη και από διαλύματα χαμηλής περιεκτικότητας (Loneragan and Asher, 1967) και οι φυτικοί ιστοί περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις από το εδαφικό διάλυμα (100-1000 φορές μεγαλύτερη). Έτσι, φαίνεται ότι η πρόσληψη του φωσφόρου από τα φυτά γίνεται με τρόπο «ενεργητικό», αλλά η ικανότητα ενεργητικής πρόσληψης διαφέρει από φυτό σε φυτό και από ποικιλία σε ποικιλία (Deane-Drummond and Glass, 1983).

Ο φώσφορος αλληλεπιδρά με το άζωτο όταν αυτό προστίθεται υπό αμμωνιακή μορφή ( $\text{NH}^+4$ ), καθώς και με το κάλιο, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που το έδαφος είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένο. Από την άλλη μεριά έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει συνεργιστική δράση στην απορρόφηση φωσφόρου και μαγνησίου από τα φυτά.

Η έλλειψη φωσφόρου παρατηρείται κυρίως όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και τα συμπτώματα εκδηλώνονται αρχικά στα παλαιότερα φύλλα του φυτού. Τα σημαντικότερα συμπτώματα έλλειψης φωσφόρου είναι η εμφάνιση σκούρου χρώματος στα φύλλα και στου μίσχους τους ή στους βλαστούς, η μείωση της παραγωγής, η καθυστέρηση στην ωρίμανση και υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.

### 3.3 ΚΑΛΙΟ

Το κάλιο εμπλέκεται στη ρύθμιση της υδατικής κατάστασης του φυτού, στη δραστηριότητα των καταφρακτικών κυττάρων και γενικότερα στη ρύθμιση του οσμωτικού δυναμικού των κυττάρων, ενώ συμμετέχει στη σύνθεση πρωτεϊνών και επηρεάζει τη δραστηριότητα πολλών ενζύμων (Καραμπέτσος, 2003).

Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των φυτών κυμαίνεται στο 1-5 % της ξηράς ουσίας (θεωρείται ότι βρίσκεται σε επάρκεια όταν κυμαίνεται στο 1,5-3 % της ξηράς ουσίας των ώριμων φύλλων). Σε ορισμένα φυτικά όργανα όμως η περιεκτικότητα του καλίου μπορεί να ξεπεράσει το 6 % και να φτάσει ακόμη πάνω από το 10 % (π.χ. μίσχοι φύλλων και βλαστοί) (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 1989; Benton Jones, 1998).

Η πρόσληψη του καλίου από τα φυτά γίνεται με ταχύ ρυθμό και επηρεάζεται από το βαθμό περατότητας των φυτικών μεμβρανών, με συνέπεια όταν η περατότητα των κυτταρικών μεμβρανών είναι υψηλή να γίνεται παθητική πρόσληψη του καλίου από τα κύτταρα (Mengel and Pfiuger, 1972). Ωστόσο, η ενεργητική πρόσληψη του καλίου από τα φυτικά κύτταρα είναι δυνατή ακόμη και όταν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο εδαφικό διάλυμα (Cheeseman and Hanson, 1979).

Η συσσώρευση του καλίου στο φυτό σχετίζεται με την παρουσία άλλων κατιόντων και όταν η περιεκτικότητά του είναι χαμηλή στο φυτό παρατηρείται αυξημένη πρόσληψη άλλων κατιόντων (Grimme et al., 1974). Το κάλιο εμφανίζει σημαντική ανταγωνιστική δράση με το ασβέστιο (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003). Επιπρόσθετα, το κάλιο ανταγωνίζεται έντονα το μαγνήσιο και σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να παρεμποδίσει την απορρόφηση του μαγνησίου από το εδαφικό διάλυμα (Koukoulakis et al., 1989).

Τα συμπτώματα τροφопενίας καλίου εκδηλώνονται κυρίως στα παλαιότερα φύλλα των φυτών και είναι:

- χλωρωτικά στίγματα και νεκρωτικές κηλίδες στην κορυφή και στα περιθώρια των φύλλων καθώς και μεταξύ των νεύρων,
- αδύναμα στελέχη, ρίζες περισσότερο επιδεκτικές σε ασθένειες, και
- υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.

### **3.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ**

Το ασβέστιο λειτουργεί ως συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων και συμμετέχει στην ακεραιότητα των μεμβρανών και στην περατότητα των κυττάρων. Επηρεάζει την επιμήκυνση των κυττάρων και των βλαστών καθώς και των αναπτυσσόμενων κορυφών και ριζών των φυτών. Συμμετέχει στη δραστηριότητα διαφόρων ενζύμων και συμβάλλει στην αύξηση των γυρεόκοκκων, του γυρεοσωλήνα.

Η πρόσληψη του ασβεστίου γίνεται κυρίως στις νεαρές ρίζες και είναι παθητική, καθώς το ασβέστιο μεταφέρεται μέσω του ξυλώματος λόγω της διαπνευστικής δραστηριότητας των φυτικών ιστών. Όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση του ασβεστίου στο ξύλωμα τόσο γρηγορότερα μετακινείται μέσα στο φυτό (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).



Το ασβέστιο ανταγωνίζεται το μαγνήσιο, το νάτριο, το αργίλιο και κυρίως το κάλιο. Επιπρόσθετα, παρατηρείται αλληλεπίδραση με το νιτρικό άζωτο, το βόριο και το φώσφορο σε περίπτωση που το εδαφικό διάλυμα έχει όξινη αντίδραση (ο βαθμός κορεσμού του εδαφικού διαλύματος με ασβέστιο είναι πολύ χαμηλός). Η υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου προκαλεί αύξηση του pH που συμβάλλει στη μειωμένη πρόσληψη ψευδαργύρου και σιδήρου (Mills and Benton Jones, 1996).

Η τροφοπενία ασβεστίου εκδηλώνεται με τα εξής συμπτώματα:

- νέκρωση της κορυφής βλαστού και περιορισμός των μεριστωματικών ιστών,
- παρεμπόδιση της ανάπτυξης της ρίζας,
- χλώρωση νεαρών φύλλων και κάμψη, και
- εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων στους καρπούς.

### **3.5 ΜΑΓΝΗΣΙΟ**

Το μαγνήσιο είναι βασικό συστατικό της χλωροφύλλης και επηρεάζει την δραστηριότητα ενζύμων. Επηρεάζει τη βιοσύνθεση πρωτεϊνών καθώς είναι συστατικό των ριβοσωμάτων (Καράταγλης, 1992 ). Το μαγνήσιο είναι ευκίνητο στοιχείο και η συγκέντρωσή στα φύλλα των φυτών κυμαίνεται στο 0,15-1 % της ξηράς ουσίας.

Το μαγνήσιο ανταγωνίζεται το κάλιο, το ασβέστιο, το μαγγάνιο και το αργίλιο. Η υψηλή ποσότητα καλίου και ασβεστίου μειώνει την πρόσληψη του μαγνησίου από τα φυτά.

Τα συμπτώματα έλλειψης του μαγνησίου εμφανίζονται αρχικά στα μεγάλα και ώριμα φύλλα. Μεταξύ αυτών τα πιο σημαντικά συμπτώματα είναι η μεσονεύρια χλώρωση, η εμφάνιση κόκκινων στιγμάτων στα φύλλα και το στρίψιμο του ιστού των φύλλων προς τα πάνω (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

### **3.6 ΘΕΙΟ**

Το θείο είναι βασικό συστατικό ορισμένων αμινοξέων (κυστίνη, θειαμίνη, μεθειονίνη) καθώς και άλλων βιολογικά δραστικών συστατικών (φερρεδοξίνη, συνένζυμο Α, αιθέρια έλαια σε κρεμμύδι και σινάπι) κ.ά.

Το θείο αλληλεπιδρά με το άζωτο, ενώ με το βόριο, το μολυβδαίνιο, το σίδηρο και άλλα ανόργανα στοιχεία που δεν επηρεάζουν τη θρέψη των φυτών έχουν ανταγωνιστική δράση. Τα συμπτώματα έλλειψης θείου εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα όπου παρατηρούνται κοκκινωπά στίγματα, τα νεύρα παραμένουν πράσινα ενώ ο ιστός μεταξύ αυτών γίνεται ελαφρά πράσινος (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

### 3.7 ΣΙΔΗΡΟΣ

Ο σίδηρος συνδέεται στενά με οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και είναι συστατικό διαφόρων ενζύμων (καταλάσες, περοξειδάσες κ.ά.). Επιπρόσθετα, συμμετέχει στη σύνθεση της χλωροφύλλης, στη σύνθεση πρωτεϊνών και στις αντιδράσεις μετατροπής ενέργειας κατά τη φωτοσύνθεση και τη διαπνοή (Καράταγλης, 1992).

Η πρόσληψη του σιδήρου γίνεται από τις ρίζες των φυτών με τη δισθενή μορφή ( $Fe^{+2}$ ). Έτσι, ο τρισθενής σίδηρος ( $Fe^{+3}$ ) πρώτα ανάγεται σε δισθενή σίδηρο ( $Fe^{+2}$ ) και στη συνέχεια απορροφάται από τα φυτά (Chaney et al., 1972).

Ο σίδηρος ανταγωνίζεται με το άζωτο, το βόριο, το μαγγάνιο και το χαλκό. Αντίθετα ο σίδηρος λειτουργεί συνεργιστικά με το κάλιο και το χλώριο. Μάλιστα, η υψηλή συγκέντρωση καλίου αυξάνει τη διαλυτότητα και το ρυθμό πρόσληψης του σιδήρου.

Τα συμπτώματα έλλειψης σιδήρου εκδηλώνονται στα νεώτερα φύλλα του φυτού λόγω της δυσκολίας μεταφοράς του σιδήρου μέσα στο φυτό. Βασικό σύμπτωμα της τροφοπενίας του σιδήρου είναι η εμφάνιση μεσονεύριας χλώρωσης. Από την άλλη μεριά η αύξηση της συγκέντρωσης του σιδήρου στους φυτικούς ιστούς σε επίπεδα μεγαλύτερα από 300-400 mg ανά kg ξηρά ουσίας μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας (Mills and Benton Jones, 1996).

### 3.8 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

Ο ψευδάργυρος συνδέεται με το μεταβολισμό των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών, των αυξινών και του RNA. Συμμετέχει σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και δρα ως μεταλλικό συστατικό των ενζύμων ενώ αποτελεί και σταθεροποιητικό παράγοντα του κυττοπλάσματος των ριβοσωμάτων (Mills and Benton Jones, 1996).

Η πρόσληψή του ψευδαργύρου από τα φυτά γίνεται ενεργητικά, μέσω διάχυσης, αλλά και παθητικά. Σε ότι αφορά την κινητικότητα του μέσα στο φυτό, αυτή είναι μάλλον μικρή (Mengel and Kirkby, 1987). Η συσσώρευση του ψευδαργύρου μέσα στα φυτικά όργανα εξαρτάται από το φυτικό είδος. Επιπρόσθετα, η συγκέντρωσή του στους φυτικούς ιστούς επηρεάζεται σημαντικά από το φώσφορο. Έτσι, οι υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου παρεμποδίζουν τη μεταφορά του ψευδαργύρου στους φυτικούς ιστούς (Marschner and Schropp, 1977). Ο ψευδάργυρος ανταγωνίζεται με το σίδηρο, το βόριο, το μαγνήσιο και το ασβέστιο (Chaudhry and Lonergan, 1972).

Η έλλειψη ψευδαργύρου στα φυτά εκδηλώνεται με τα εξής συμπτώματα:

- χλώρωση μεταξύ των νευρώσεων στα φύλλα
- μικροφυλλία και μικρό μήκος μεσογονατίων διαστημάτων
- μείωση του αριθμού των ανθοφόρων οφθαλμών

### 3.9 ΜΑΓΓΑΝΙΟ

Το μαγγάνιο συμμετέχει στη φωτοσύνθεση (φωτόλυση του νερού, δομή των μεμβρανών των θυλακοειδών στους χλωροπλάστες). Καθοριστικός είναι ο ρόλος του στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και δρα ως ενεργοποιητής ενζύμων του κύκλου Krebs (Καραμπέτσος, 2003).

Το μαγγάνιο μεταφέρεται κατά προτίμηση στους μεριστωματικούς ιστούς, γι' αυτό οι νεαροί ιστοί είναι πλούσιοι σε μαγγάνιο, παρ' όλο που θεωρείται σχετικά δυσκίνητο (Amberger, 1973).

Το μαγγάνιο έχει συνεργιστική δράση με το άζωτο και το φώσφορο. Αντίθετα, ανταγωνίζεται το μαγνήσιο και η πρόσληψή του επηρεάζεται αρνητικά από την αύξηση του pH.

Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα έλλειψης μαγγανίου εκδηλώνονται με χλώρωση στα νεώτερα φύλλα των φυτών. Επιπρόσθετα, στα μονοκοτυλήδονα φυτά παρατηρούνται γκριζες κηλίδες στο έλασμα των φύλλων, ενώ τα δικοτυλήδονα φυτά εμφανίζουν αδυναμία ανάπτυξης.

### 3.10 ΧΑΛΚΟΣ

Ο χαλκός αποτελεί βασικό συστατικό ενζύμων που συμμετέχουν στη φωτοσύνθεση και της φαινολάσης που συντελεί στην οξειδωση των φαινολών, ενώ συμμετέχει και στη βιοσύνθεση της λιγνίνης. Ωστόσο, οι μεγαλύτερες ποσότητες χαλκού συσσωρεύονται στους χλωροπλάστες.

Ο χαλκός θεωρείται ότι βρίσκεται σε επάρκεια όταν η συγκέντρωσή του στα φύλλα των φυτών κυμαίνεται στα 3-7 mg ανά kg ξηράς ουσίας. Ωστόσο, η συγκέντρωσή του μπορεί να διαφέρει από φυτό σε φυτό και κυμαίνεται από 2 έως 20 mg ανά kg ξηράς ουσίας (Mengel and Kirkby, 1987).

Η πρόσληψη του Cu από τα φυτά γίνεται είτε στη δισθενή του μορφή είτε ως χημικό σύμπλοκο. Πρόκειται για ένα στοιχείο δυσκίνητο μέσα στο φυτό, αλλά μπορεί να μεταφέρεται από τα παλαιότερα προς τα νεότερα φύλλα.

Ο χαλκός ανταγωνίζεται το φώσφορο, το σίδηρο, το μολυβδαίνιο και το αργίλιο. Αντίθετα, έχει συνεργιστική δράση με το κάλιο και το μαγγάνιο. Η έλλειψη χαλκού στα φυτά εκδηλώνεται κυρίως στους νεαρούς βλαστούς και τα σημαντικότερα συμπτώματα είναι ο περιορισμός στην ανάπτυξη και η αύξηση του πλαγιάσματος, η παραμόρφωση των νεαρών φύλλων και η εμφάνιση λευκών κορυφών στα νεαρά φύλλα, η νέκρωση μεριστωματικών περιοχών, αναστολή της ανθοφορίας και κατά συνέπεια της καρποφορίας.

### 3.11 ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ

Το μολυβδαίνιο εμπλέκεται και στο μεταβολισμό του αζώτου και συμμετέχει στα ενζυμικά συστήματα της νιτρογενάσης (Mengel and Kirkby, 1987) και της νιτρικής ρεδουκτάσης (Beevers and Hageman, 1983).

Οι ανάγκες των φυτών σε μολυβδαίνιο είναι μικρές και γενικά η συγκέντρωσή του κυμαίνεται περίπου στο 1 mg ανά kg ξηράς ουσίας του φύλλου (συνήθως 0,35-1,50 mg ανά kg ξηράς ουσίας). Η πρόσληψη του ελέγχεται μεταβολικά και προσλαμβάνεται ως μολυβδαινικό ανιόν ( $\text{MoO}^{4-}$ ) το οποίο μετακινείται κατά προτίμηση προς τα φύλλα.

Η πρόσληψη του μολυβδαινίου παρεμποδίζεται από το θείο και ευνοείται από το φώσφορο. Τα συμπτώματα της έλλειψης μολυβδαινίου έχουν σαν αποτέλεσμα την

εμφάνιση μεσονεύριων χλωρωτικών στιγμάτων στις κορυφές των παράφυλλων με αποτέλεσμα την κύρτωση στα περιθώρια τους, το σχηματισμό φύλλων με πιο στενό έλασμα και την ανθόπτωση με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής (Καραμπέτσος, 2003).

### **3.12 ΒΟΡΙΟ**

Το βόριο είναι ένα στοιχείο απαραίτητο για τη σύνθεση των αζωτούχων βάσεων μεταξύ των οποίων και η ουρακίλη που είναι βασικό συστατικό του RNA. Συμβάλλει στη διαίρεση, στη διαφοροποίηση και στη μεριστωματική λειτουργία, στην ωρίμανση, στην αναπνοή και στην αύξηση των κυττάρων. Επίσης, επιδρά και στην βλάστηση των γυρεοκόκκων, στην αύξηση και βελτίωση της σταθερότητας του γυρεοσωλήνα και εμπλέκεται στο μεταβολισμό των υδατανθράκων.

Η συγκέντρωση του βορίου στα φύλλα των περισσότερων φυτών κυμαίνεται στα 1-6 mg ανά kg ξηράς ουσίας. Το βόριο προσλαμβάνεται από τα φυτά ως βορικό οξύ ( $H_3BO_3$ ), είτε ενεργητικά (μικρές ποσότητες) είτε παθητικά και χαρακτηρίζεται ως δυσκίνητο στοιχείο.

Το βόριο έχει συνεργιστική δράση με το φώσφορο και ανταγωνιστική με το κάλιο και το ασβέστιο. Η έλλειψη βορίου στους φυτικούς ιστούς εκδηλώνεται με παραμόρφωση των κορυφών (ή και νέκρωση) και των νεώτερων φύλλων τα οποία γίνονται πιο παχιά και αποκτούν πιο σκούρο χρώμα, ενώ οι μίσχοι και οι κεντρικές νευρώσεις γίνονται εύθρυπτες

### **3.13 ΧΛΩΡΙΟ**

Το χλώριο συμμετέχει στις αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης που οδηγούν στη φωτόλυση του νερού και την απελευθέρωση του οξυγόνου καθώς επίσης στην διατήρηση της ωσμωτικής ισορροπίας στα φυτικά κύτταρα, ενώ επηρεάζει και την ισορροπία της συγκέντρωσης των υπολοίπων ιόντων (Καραμπέτσος, 2003). Η έλλειψη χλωρίου εκδηλώνεται με χαλκόχροη χλώρωση των φύλλων και μαρασμό των κορυφών των φύλλων (Καραμπέτσος, 2003).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Πελοποννήσου με σκοπό τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα φυτών αδραλίδας και σταμναγκαθιού, τα οποία καλλιεργήθηκαν σε δύο διαφορετικές εποχές και με δύο διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές.

Συγκεκριμένα καλλιεργήθηκαν φυτά αδραλίδας και σταμναγκαθιού το 2009 με σπορά (α) στις 15 Ιανουαρίου και (β) στις 15 Μαρτίου.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε σε δίσκους ομαδικής σποράς και ακολούθησε μεταφύτευση σε δίσκους με ατομικές θέσεις για κάθε φυτό. Η πρώτη μεταφύτευση των φυτών πραγματοποιήθηκε όταν αυτά βρίσκονταν στο στάδιο των 2-4 πραγματικών φύλλων. Τέλος πραγματοποιήθηκε και δεύτερη μεταφύτευση στην τελική θέση ανάπτυξης των φυτών, όταν αυτά είχαν 5-7 πραγματικά φύλλα. Τα φυτά παρέμειναν σε υαλόφρακτο θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου μέχρι τη συγκομιδή τους. Οι ακριβείς ημερομηνίες σποράς, μεταφύτευσης και συγκομιδής φαίνονται στον πίνακα 4.1 για το σταμναγκάθι και την αδραλίδα.

Πίνακας 4.1. Ημερομηνίες σποράς, πρώτης και δεύτερης μεταφύτευσης και συγκομιδής σταμναγκαθιού και αδραλίδας.

	<i>Σταμναγκάθι</i>		<i>Αδραλίδα</i>	
	<i>Α' σπορά</i>	<i>Β' σπορά</i>	<i>Α' σπορά</i>	<i>Β' σπορά</i>
Σπορά	15 Ιανουαρίου	15 Μαρτίου	15 Ιανουαρίου	15 Μαρτίου
1 <sup>η</sup> μεταφύτευση	14 Φεβρουαρίου 30 ΗΜΣ	14 Απριλίου 30 ΗΜΣ	9 Φεβρουαρίου 25 ΗΜΣ	9 Απριλίου 25 ΗΜΣ
2 <sup>η</sup> μεταφύτευση	6 Μαρτίου 50 ΗΜΣ	4 Μαΐου 50 ΗΜΣ	6 Μαρτίου 50 ΗΜΣ	4 Μαΐου 50 ΗΜΣ
Συγκομιδή (40 ΗΜΜ)	15 Απριλίου 90 ΗΜΣ	14 Ιουνίου 90 ΗΜΣ	15 Απριλίου 90 ΗΜΣ	14 Ιουνίου 90 ΗΜΣ

Η καλλιέργεια των φυτών πραγματοποιήθηκε σε όλες τις εποχές και στα δύο έτη τόσο σε φυτοδοχεία όγκου 1 L με υπόστρωμα τύρφη και περλίτη σε αναλογία 1:1, όσο και σε σύστημα επίπλευσης.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών στα φυτοδοχεία γινόταν πότισμα αυτών κάθε 1-3 ημέρες ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε κάθε πότισμα των φυτών χρησιμοποιούταν θρεπτικό διάλυμα το οποίο περιείχε τα εξής λιπαντικά στοιχεία: 162,3 ppm  $\text{Ca}^{2+}$ , 42,8 ppm  $\text{Mg}^{2+}$ , 378,7 ppm  $\text{K}^+$ , 32,0 ppm  $\text{Na}^+$ , 0,03 ppm  $\text{NH}_4^+$ , 829,32 ppm  $\text{NO}_3^-$ , 75,0 ppm  $\text{Cl}^-$ , 73,2 ppm  $\text{HCO}_3^-$ , 50,5 ppm  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 130,0 ppm  $\text{SO}_4^{2-}$ , 0,91 ppm Zn, 2,51 ppm Fe, 0,5 ppm Mn, 0,49 ppm και Cu 0,44 ppm B. Το θρεπτικό διάλυμα είχε pH = 5,98 και η αγωγιμότητα ήταν 2.080  $\mu\text{S} / \text{cm}$ . Το διάλυμα αυτό προερχόταν από το αυτό στο οποίο αναπτύσσονταν τα φυτά στο σύστημα επίπλευσης.

Μετά τη συγκομιδή των φυτών ελήφθησαν φύλλα και ρίζες ώστε να γίνει προσδιορισμός ανόργανων θρεπτικών στοιχείων.

#### **4.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς έγινε προετοιμασία που περιελάμβανε την ξήρανσή τους στους 72° C μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους. Μετά την ξήρανσή τους πραγματοποιήθηκε άλεση με σκοπό την μείωση του όγκου και την διευκόλυνση της ομογενοποίησής τους κατά την χημική ανάλυση. Η άλεση έγινε με την βοήθεια ειδικού μύλου αλέσεως φυτικών ιστών με τη χρήση ανοξειδώτου κόσκινου οπών 1 mm (20-mesh). Μετά την άλεση το μέγεθος των τεμαχιδίων ήταν <1mm.

Στην συνέχεια ζυγίσθηκε 1 g αλεσμένου φυτικού ιστού και τοποθετήθηκε σε ειδική ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες πορσελάνινη κάψα (χωνευτήρι). Η κάψα με το περιεχόμενό της, τοποθετήθηκε στο πυριαντήριο στους 550 °C. Στην θερμοκρασία αυτή το δείγμα παρέμεινε για 4,5 ώρες, μέχρι καύσεως όλης της οργανικής ουσίας του υπό ανάλυση φυτικού ιστού (λευκός χρωματισμός της τέφρας). Μετά την παρέλευση των 4,5 ωρών και αφού κρύωσε ο θάλαμος καύσεως του πυριαντηρίου (την επομένη ημέρα), το δείγμα (τέφρα φυτικού ιστού) υπέστη εκχύλιση με 15 mL HCl 10% (9:1) (1 μέρος HCl 37% και 9 μέρη καθαρό νερό).

Το διάλυμα της τέφρας με το HCl ανακατεύθηκε καλά και στην συνέχεια έγινε διήθηση σε πλαστικό φιαλίδιο των 50 mL με την χρήση καταλλήλου διηθητικού χαρτιού, ξεπλένοντας επανειλημμένως την κάψα και τον ηθμό. Τέλος, μετά την

εκχύλιση πραγματοποιήθηκε συμπλήρωση του φιαλιδίου σε τελικό όγκο 50 mL με καθαρό νερό και το δείγμα (εκχύλισμα) οδηγήθηκε για τις επιμέρους αναλύσεις.

Οι συγκεντρώσεις των Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn and Zn προσδιορίστηκαν μέσω της φασματοφωτομετρίας ατομικής απορρόφησης με τη βοήθεια του οργάνου της ατομικής απορρόφησης (GBC 906A/A Australia). Χρησιμοποιήθηκε φλόγα αέρα-ασετιλίνης υψηλής καθαρότητας. Ειδικότερα, για τον προσδιορισμό των Ca και Mg προστέθηκε διάλυμα συγκέντρωσης  $4.500 \text{ mg L}^{-1}$  La (λανθάνιο) στα δείγματα και στα πρότυπα διαλύματα, για την αποφυγή παρεμβολών από άλλα στοιχεία. Στην περίπτωση των Ca, Mg, K και Na οι συγκεντρώσεις εκφράστηκαν σε % των στοιχείων επί της ξηράς ουσίας, ενώ στην περίπτωση των Fe, Cu, Mn και Zn οι συγκεντρώσεις εκφράστηκαν σε mg των στοιχείων ανά kg ξηράς ουσίας.

#### **4.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

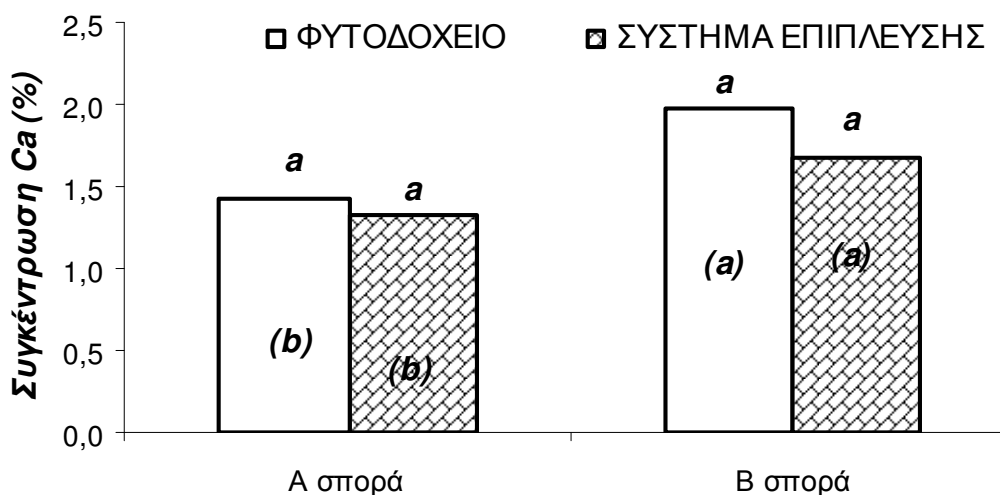
Το πείραμα ακολούθησε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο, και για κάθε εποχή και έτος καλλιέργειας υπήρχαν δύο μεταχειρίσεις (επεμβάσεις) ανάλογα με το μέσο ανάπτυξης των φυτών: (α) σε φυτοδοχεία και (β) σε σύστημα επίπλευσης. Για κάθε μία από τις μεταχειρίσεις χρησιμοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις των δέκα φυτών η κάθε μία. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος StatGraphics 5.1 και η εκτίμηση της σημαντικότητας των διαφορών των μέσων τιμών των δύο μεταχειρίσεων έγινε με το κριτήριο του T-test, σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

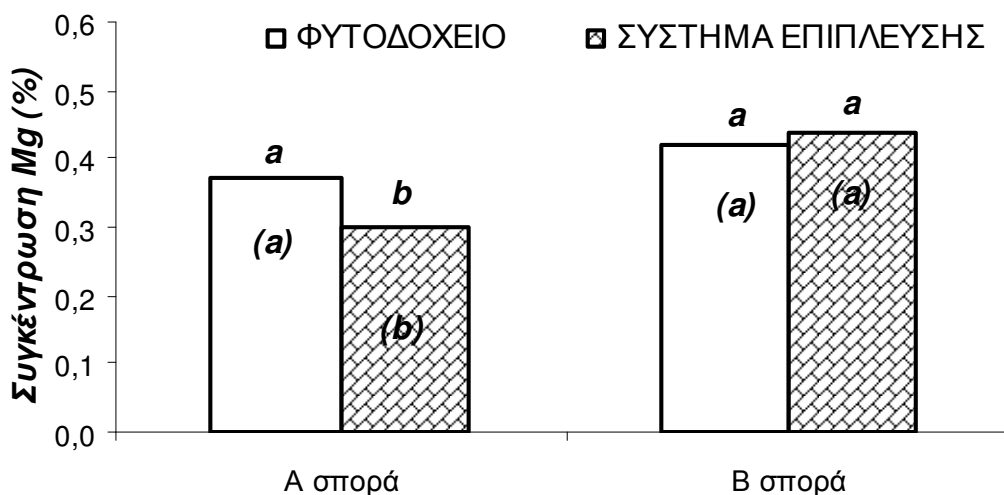
#### 5.1. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΔΡΑΛΙΔΑ



Εικόνα 5.1. Μέση συγκέντρωση ασβεστίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση του ασβεστίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την καλλιεργητική τεχνική που ακολουθήθηκε (Εικόνα 5.1).

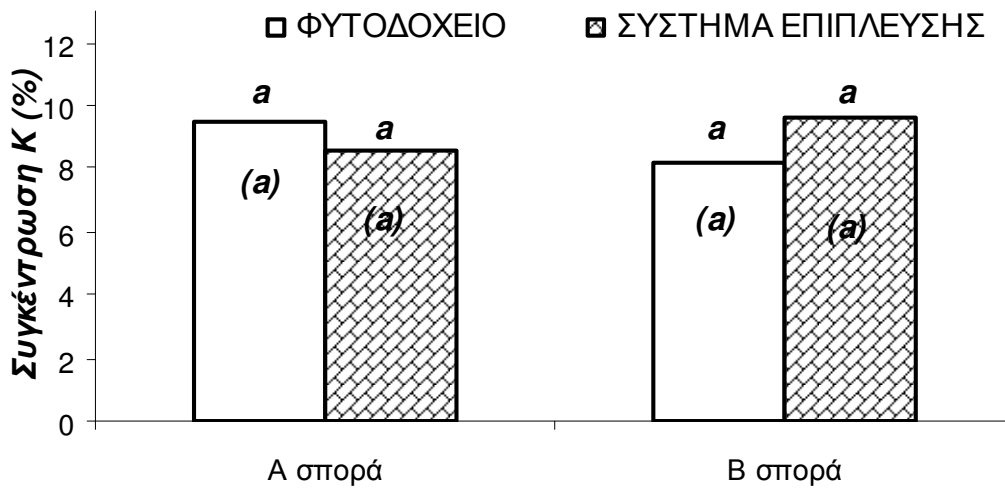
Ωστόσο, η εποχή καλλιέργειας των φυτών επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του ασβεστίου στα φύλλα. Πιο συγκεκριμένα, τόσο στην καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο όσο και στην καλλιέργεια των φυτών στο σύστημα επίπλευσης, η σπορά στις 15 Μαρτίου οδήγησε σε στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του ασβεστίου στα φύλλα σε σύγκριση με την σπορά στις 15 Ιανουαρίου (Εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.2. Μέση συγκέντρωση μαγνησίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

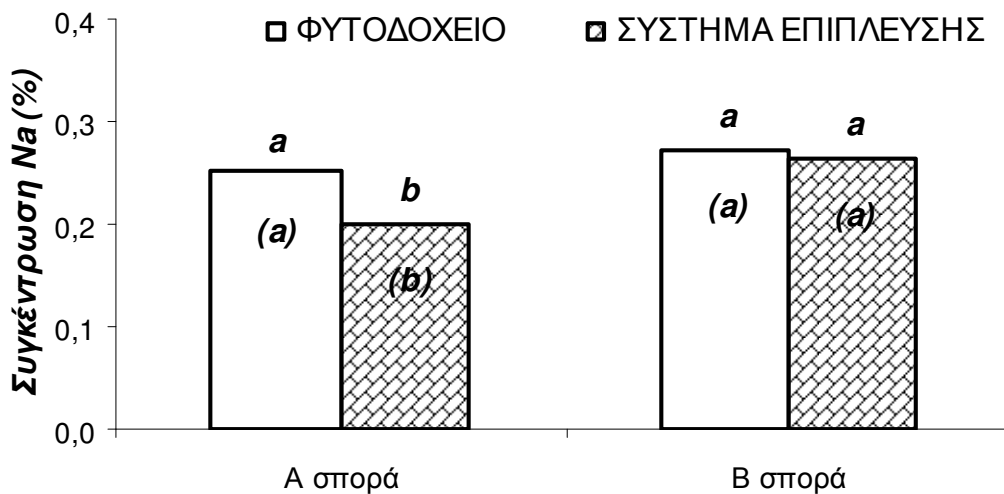
Η συγκέντρωση του μαγνησίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε αυτά που αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχείο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν στο σύστημα επίπλευσης στην Α σπορά. Ωστόσο, στη Β σπορά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα των φυτών μεταξύ αυτών που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο και αυτών που καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.2).

Η εποχή καλλιέργειας των φυτών επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας μόνο όταν αυτά καλλιεργούνται στο σύστημα επίπλευσης. Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση του μαγνησίου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών της Β σποράς σε σύγκριση με τα φύλλα των φυτών της Α σποράς (Εικόνα 5.2).



Εικόνα 5.3. Μέση συγκέντρωση καλίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

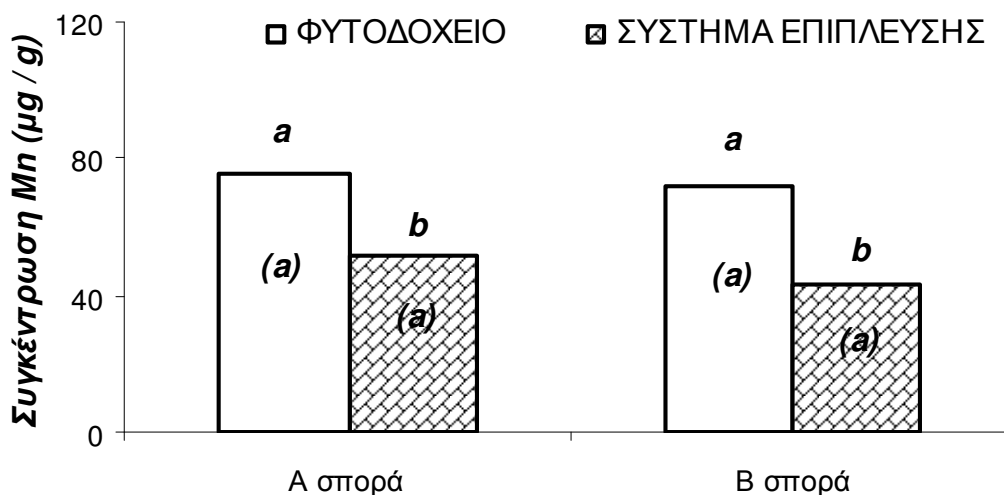
Η συγκέντρωση του καλίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) και από την εποχή καλλιέργειας (Εικόνα 5.3).



Εικόνα 5.4. Μέση συγκέντρωση νατρίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Στην Α σπορά, η συγκέντρωση του νατρίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε αυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης. Ωστόσο, στη Β σπορά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα της αδραλίδας μεταξύ των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης και αυτών που αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχείο (Εικόνα 5.4).

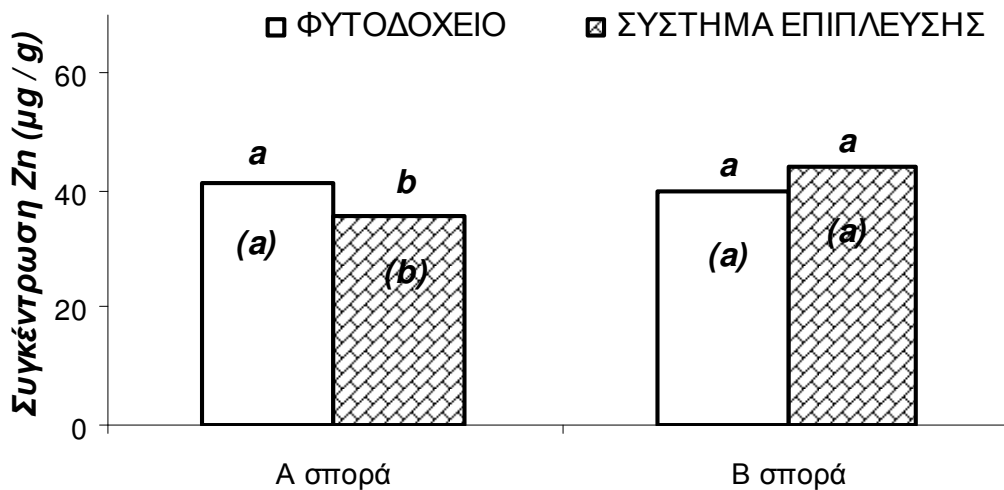
Η εποχή καλλιέργειας των φυτών δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας όταν αυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο. Αντίθετα, όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης, η συγκέντρωση του νατρίου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών της Β σποράς σε σύγκριση με τη Β σπορά (Εικόνα 5.5).



Εικόνα 5.5. Μέση συγκέντρωση μαγγανίου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση μαγγανίου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης, και στις δύο εποχές καλλιέργειας (Εικόνα 5.5).

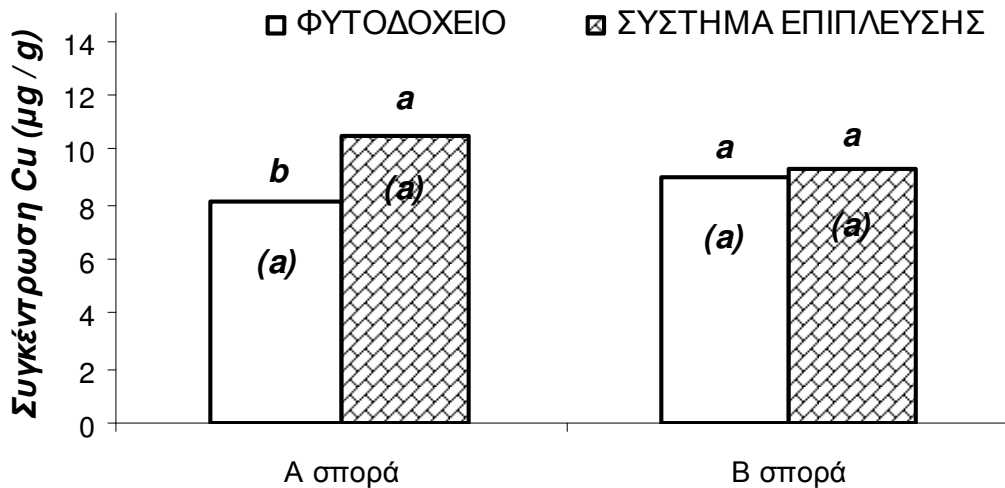
Η εποχή καλλιέργειας των φυτών δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση μαγγανίου στα φύλλα, τόσο όταν καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο όσο και όταν καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.5).



Εικόνα 5.6. Μέση συγκέντρωση ψευδαργύρου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Στην Α σπορά, η συγκέντρωση του ψευδαργύρου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη σε αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο. Ωστόσο, στη Β σπορά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης και σε φυτοδοχείο (Εικόνα 5.6).

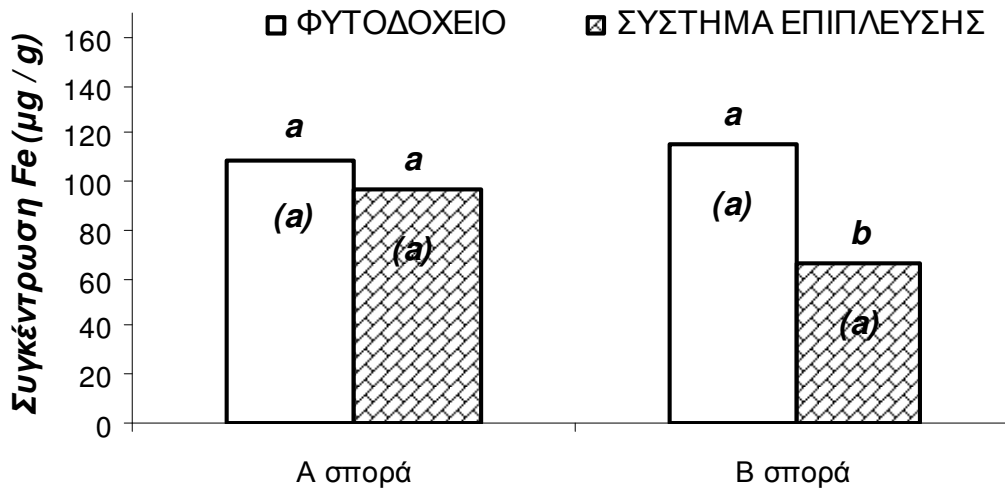
Η εποχή καλλιέργειας των φυτών επηρέασε τη συγκέντρωση του ψευδαργύρου μόνο σε αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης. Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση ψευδαργύρου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φυτά της Α σποράς σε σύγκριση με τα φυτά της Β σποράς (Εικόνα 5.6).



Εικόνα 5.7. Μέση συγκέντρωση χαλκού (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση χαλκού (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) μόνο στην Α σπορά, όπου παρατηρήθηκε ότι ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο (Εικόνα 5.7).

Η εποχή καλλιέργειας δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του χαλκού τόσο στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο όσο και στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.7).



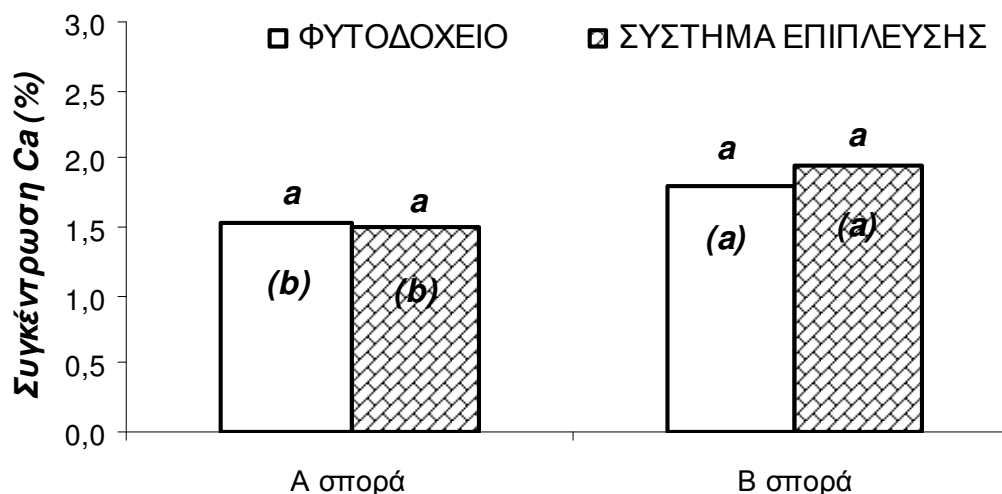
Εικόνα 5.8. Μέση συγκέντρωση σιδήρου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση σιδήρου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας στην Α σπορά. Αντίθετα, στη Β σπορά ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.8).

Η εποχή καλλιέργειας των φυτών επηρέασε στατιστικά τη συγκέντρωση του σιδήρου στα φύλλα των φυτών μόνο στη Β σπορά, όπου παρατηρήθηκε ότι ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.8).



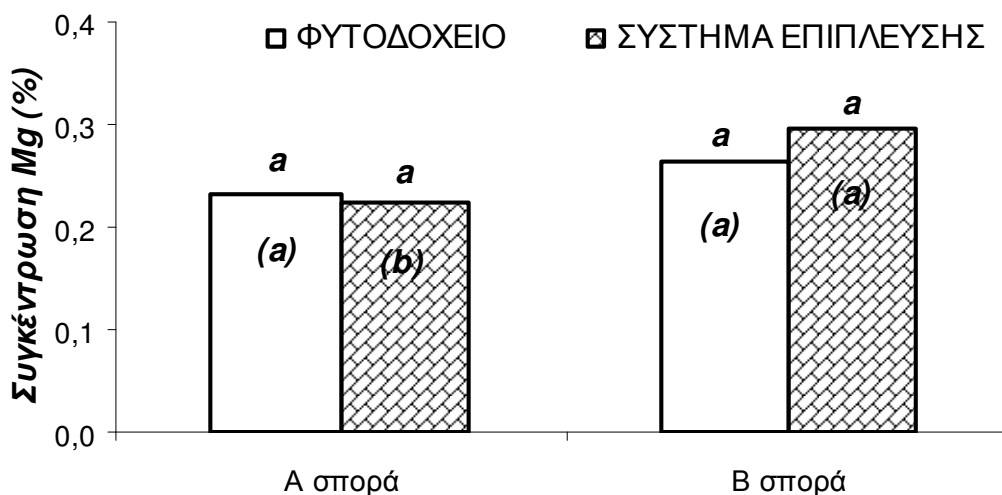
## 5.2. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ



Εικόνα 5.9. Μέση συγκέντρωση ασβεστίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση ασβεστίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) και στις δύο εποχές της καλλιέργειας (Εικόνα 5.9).

Ωστόσο, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της εποχής καλλιέργειας στη συγκέντρωση του ασβεστίου στα φύλλα του σταμναγκαθιού. Συγκεκριμένα, τόσο όταν στα φυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο όσο και σε αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης η συγκέντρωση του ασβεστίου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών της B σποράς σε σύγκριση με αυτά της A σποράς (Εικόνα 5.9).

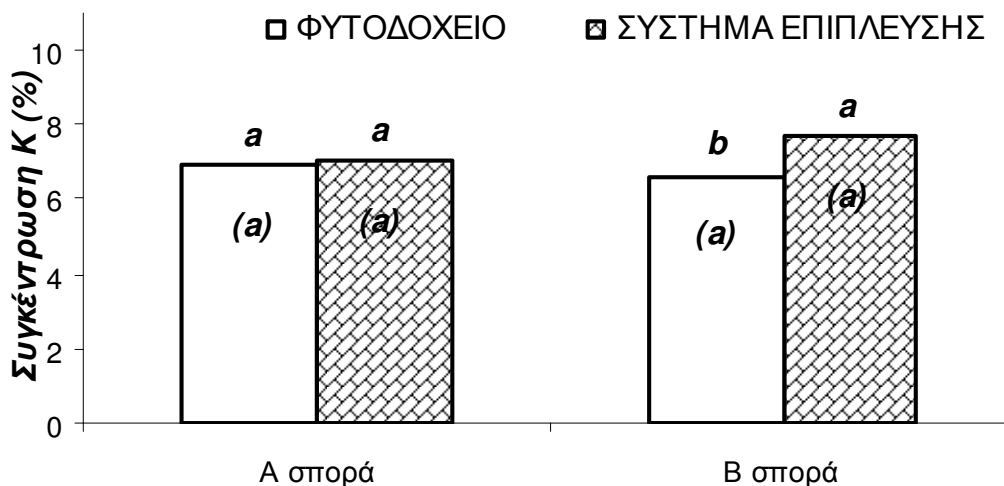


Εικόνα 5.10. Μέση συγκέντρωση μαγνησίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση μαγνησίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) και στις δύο εποχές της καλλιέργειας (Εικόνα 5.10).

Όπως παρατηρήθηκε και με τη συγκέντρωση του ασβεστίου, έτσι και με τη συγκέντρωση του μαγνησίου παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της εποχής καλλιέργειας, αλλά μόνο σε ότι αφορά στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση μαγνησίου ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών σταμναγκαθιού που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης στη Β σπορά σε σύγκριση με την Α σπορά (Εικόνα 5.10).

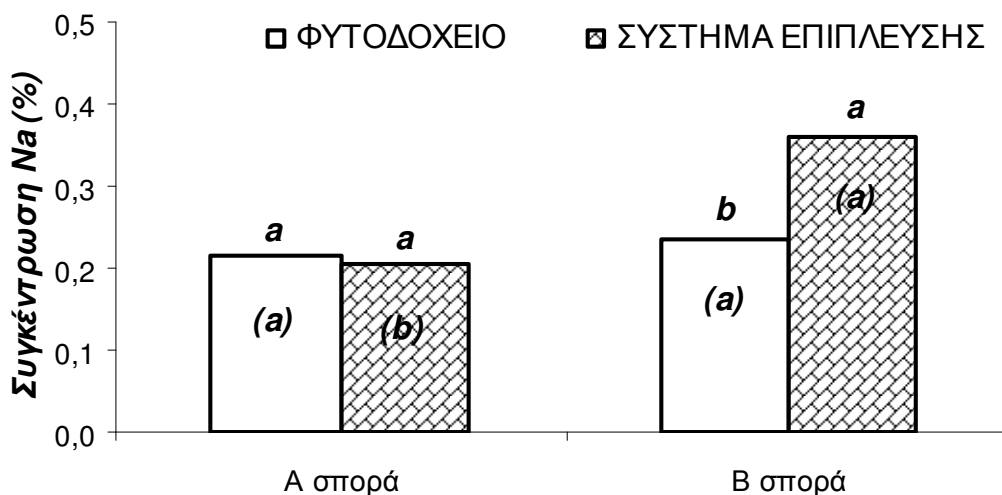
Η εποχή καλλιέργειας δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού, τόσο όταν αυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο όσο και όταν αυτά καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.10).



Εικόνα 5.11. Μέση συγκέντρωση καλίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση καλίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) στην Α σπορά. Αντίθετα, στη Β σπορά η συγκέντρωση καλίου στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης ήταν στατιστικά μεγαλύτερη από αυτή των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο (Εικόνα 5.11).

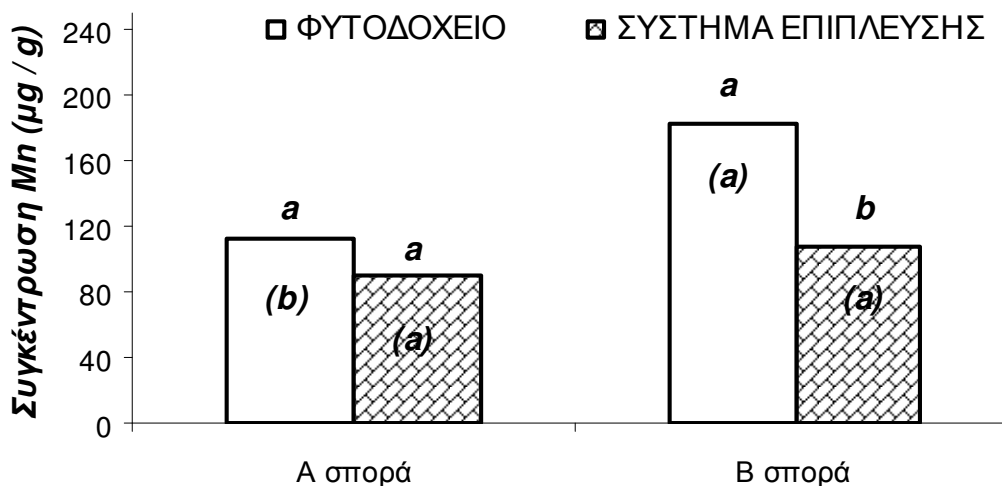
Η εποχή καλλιέργειας δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού, τόσο όταν αυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο όσο και όταν αυτά καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.11).



Εικόνα 5.12. Μέση συγκέντρωση νατρίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση νατρίου (% του ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) στην Α σπορά. Αντίθετα, στη Β σπορά η συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα των φυτών ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο (Εικόνα 5.12).

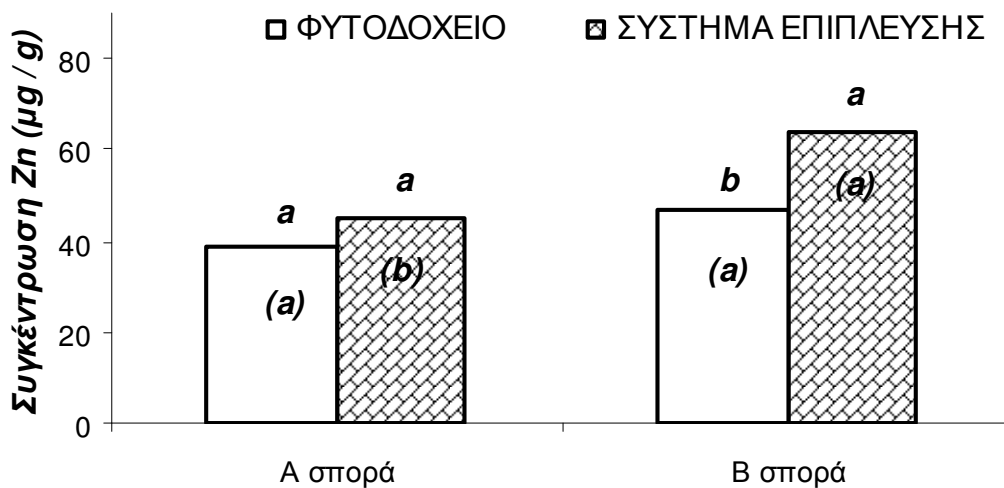
Η εποχή καλλιέργειας δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση νατρίου στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο. Αντίθετα, όταν τα φυτά καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης η συγκέντρωση του νατρίου ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών της Β σποράς σε σύγκριση με αυτή των φυτών της Α σποράς (Εικόνα 5.12).



Εικόνα 5.13. Μέση συγκέντρωση μαγγανίου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση μαγγανίου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) στην Α σπορά. Αντίθετα, στη Β σπορά τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση μαγγανίου σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης (Εικόνα 5.13).

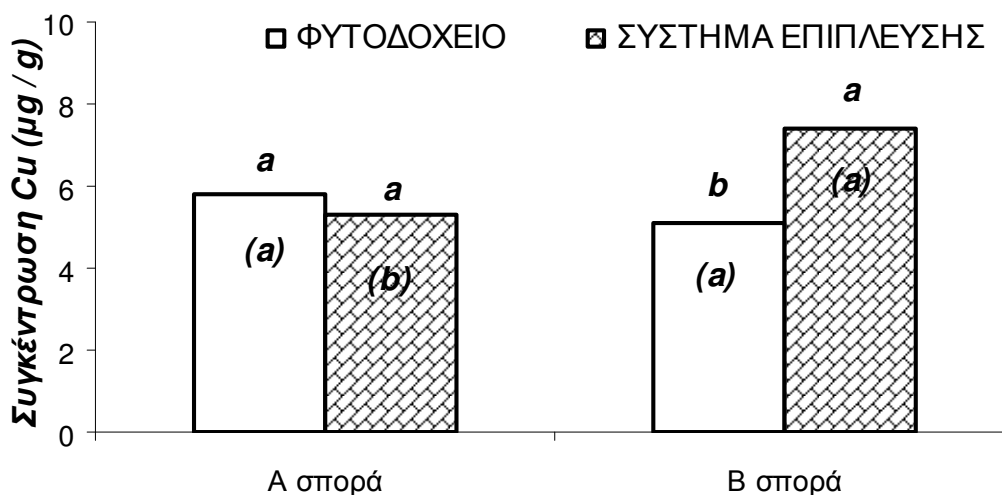
Η εποχή καλλιέργειας δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση μαγγανίου στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης. Σε αντίθεση, στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση μαγγανίου ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στη Β σπορά σε σύγκριση με την Α σπορά (Εικόνα 5.13).



Εικόνα 5.14. Μέση συγκέντρωση ψευδαργύρου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) στην A σπορά δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση ψευδαργύρου στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Αντίθετα, στη B σπορά η συγκέντρωση του ψευδαργύρου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο (Εικόνα 5.14).

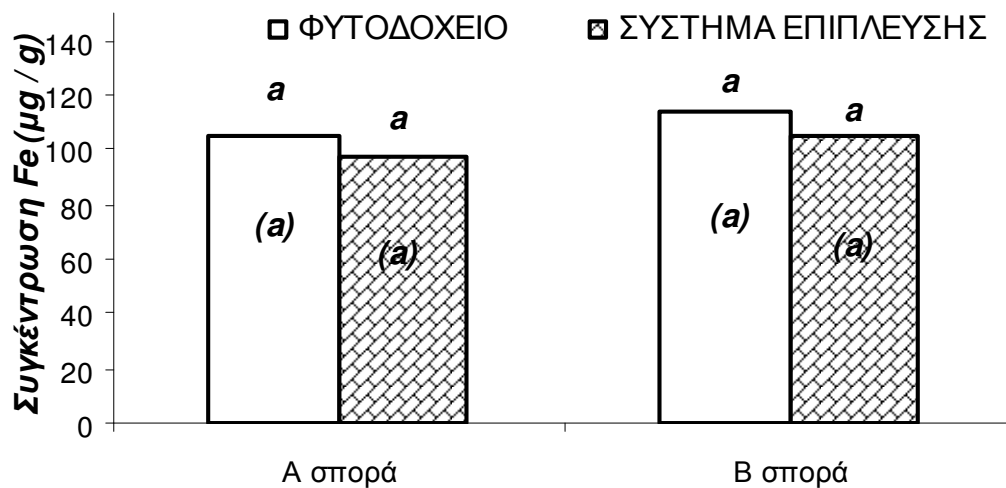
Η εποχή καλλιέργειας των φυτών δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του ψευδαργύρου στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού όταν αυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο. Σε αντίθεση, όταν η καλλιέργεια έγινε στο σύστημα επίπλευσης η συγκέντρωση του ψευδαργύρου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών της B σποράς σε σύγκριση με αυτή των φύλλων στα φυτά της A σποράς (Εικόνα 5.15).



Εικόνα 5.15. Μέση συγκέντρωση χαλκού (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση χαλκού (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) στα φυτά της A σποράς. Αντίθετα, στα φυτά της B σποράς παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση χαλκού ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα αυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης σε σύγκριση με αυτή στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο (Εικόνα 5.15).

Η εποχή καλλιέργειας των φυτών δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση του χαλκού στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού όταν αυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο. Σε αντίθεση, όταν η καλλιέργεια έγινε στο σύστημα επίπλευσης η συγκέντρωση του χαλκού ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών της B σποράς σε σύγκριση με αυτή των φύλλων στα φυτά της A σποράς (Εικόνα 5.15).



Εικόνα 5.16. Μέση συγκέντρωση σιδήρου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού. Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα, για κάθε εποχή καλλιέργειας χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $P \leq 0,05$ .

Η συγκέντρωση του σιδήρου (μg ανά g ξηρού βάρους) στα φύλλα των φυτών του σταμναγκαθιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά τόσο από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) όσο και από την εποχή καλλιέργειας (Εικόνα 5.16).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

**Αδραλίδα.** Από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παρατηρείται ότι η επίδραση της καλλιεργητικής τεχνικής (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης) στη συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της αδραλίδας επηρεάστηκε και από την εποχή της καλλιέργειας.

Σε ότι αφορά την επίδραση της τεχνικής της καλλιέργειας παρατηρείται ότι η συγκέντρωση ασβεστίου και καλίου στα φύλλα των φυτών της αδραλίδας δεν επηρεάζεται από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης).

Η καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του μαγνησίου, του νατρίου και του ψευδαργύρου στα φύλλα, μόνο στα φυτά της Α σποράς. Επιπρόσθετα, όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε φυτοδοχείο παρατηρείται υψηλότερη συγκέντρωση σιδήρου στα φύλλα, μόνο κατά την Β σπορά καθώς και υψηλότερη συγκέντρωση μαγγανίου και στις δύο εποχές καλλιέργειας.

Αντίθετα, η καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο έχει σαν αποτέλεσμα τη μικρότερη συγκέντρωση χαλκού στα φύλλα των φυτών κατά την Α σπορά.

Σύμφωνα με την Λουλουργά (2011) η καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο ευνόησε τη διάμετρο της ροζέτας στα φυτά, αλλά δεν επηρέασε τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό. Επιπρόσθετα, ευνόησε την φυλλική επιφάνεια των φυτών και το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους των φυτών και των φύλλων. Αν και δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα φύλλα των φυτών της Α σποράς, στη Β σπορά η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο φυτοδοχείο. Στην ίδια μελέτη αναφέρεται ότι ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως η συγκέντρωση βιταμίνης C στα φύλλα των φυτών ευνοήθηκε από την καλλιέργεια των φυτών σε φυτοδοχείο.

Από αυτά τα στοιχεία εξάγεται το συμπέρασμα ότι η υψηλότερη παραγωγή που παρατηρήθηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο και αυτό συνδέεται με την υψηλότερη συγκέντρωση των παραπάνω ανόργανων στοιχείων. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η υψηλότερη παραγωγή των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο και στη Β σπορά δεν συνδέεται με την υψηλότερη συγκέντρωση των

παραπάνω ανόργανων στοιχείων, παρά μόνο με την υψηλότερη συγκέντρωση μαγγανίου.

Σε ότι αφορά στην επίδραση της εποχής καλλιέργειας παρατηρείται ότι η συγκέντρωση του ασβεστίου είναι υψηλότερη στα φύλλα των φυτών της Β σποράς, ανεξάρτητα από την τεχνική της καλλιέργειας. Σε ότι αφορά τα υπόλοιπα ανόργανα στοιχεία, το μαγνήσιο, το νάτριο και ο ψευδάργυρος βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στα φύλλα των φυτών της Β σποράς μόνο όταν αυτά αναπτύσσονται στο σύστημα επίπλευσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τη Λουλουργά (2011), τα φυτά της Β σποράς είχαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και μεγαλύτερο νωπό βάρος από αυτά της Α σποράς μόνο στην περίπτωση που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο.

Από τα αποτελέσματα αυτά συμπεραίνεται ότι η καλύτερη απόδοση των φυτών στο φυτοδοχείο συνδέεται με την υψηλότερη συγκέντρωση ορισμένων ανόργανων στοιχείων και στις δύο εποχές σποράς. Ωστόσο, η υψηλότερη συγκέντρωση ορισμένων ανόργανων στοιχείων στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης στη Β σπορά σε σύγκριση με την Α σπορά δεν συνδέεται με αύξηση του νωπού βάρους των φυτών.

**Σταμναγκάθι.** Παρόμοια με την αδραλίδα, η συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων δεν επηρεάστηκε με τον ίδιο τρόπο τόσο από την τεχνική της καλλιέργειας (σε φυτοδοχείο ή στο σύστημα επίπλευσης), όσο και από την εποχή καλλιέργειας.

Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση ασβεστίου, μαγνησίου και σιδήρου δεν επηρεάστηκε από την τεχνική της καλλιέργειας και στις δύο εποχές καλλιέργειας. Επιπρόσθετα, η συγκέντρωση καλίου, νατρίου, ψευδαργύρου και χαλκού δεν επηρεάστηκε από την τεχνική της καλλιέργειας στην Α σπορά. Αντίθετα, στη Β σπορά η συγκέντρωση αυτών των ανόργανων στοιχείων ήταν μεγαλύτερη στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης σε σύγκριση αυτά που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχείο. Μόνο το μαγγάνιο βρέθηκε σε υψηλότερη συγκέντρωση στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν φυτοδοχείο σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης στη Β σπορά.

Σύμφωνα με την Τσαγκλή (2010), τα φυτά σταμναγκαθιού που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης είχαν μεγαλύτερο νωπό βάρος φύλλων στην Α σπορά, ενώ στη Β σπορά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο

διαφορετικών τεχνικών καλλιέργειας. Έτσι, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις των ανόργανων στοιχείων στα φύλλα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης στη Β σπορά δεν συνδέεται με υψηλότερη παραγωγή.

Σε ότι αφορά την επίδραση της εποχής καλλιέργειας στη συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα των φυτών παρατηρείται ότι η Β σπορά υπερτερεί της Α σποράς σε ασβέστιο (ανεξάρτητα από την τεχνική της καλλιέργειας) και σε μαγνήσιο, νάτριο, ψευδάργυρο και χαλκό μόνο στην περίπτωση που τα φυτά καλλιεργούνται στο σύστημα επίπλευσης. Παρόλα αυτά, το νωπό βάρος των φύλλων είναι μικρότερο στη Β σπορά σε σύγκριση με την Α σπορά, είτε τα φυτά καλλιεργούνται στο σύστημα επίπλευσης είτε καλλιεργούνται σε φυτοδοχείο.

Συμπεραίνεται ότι η καλλιέργεια της αδραλίδας ευνοείται σε φυτοδοχείο, όπου παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις ορισμένων ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, ενώ η καλλιέργεια του σταμναγκαθιού ευνοείται στο σύστημα επίπλευσης χωρίς όμως αυτό να συνδέεται με τη συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων που εξετάστηκαν σε αυτή την εργασία. Σημαντικός παράγοντας στη συσσώρευση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων είναι η εποχή καλλιέργειας αλλά και στα δύο φυτικά είδη η υψηλότερη συγκέντρωση αυτών συνδέεται αντιστρόφως ανάλογα με το νωπό βάρος των φύλλων. Ιδιαίτερα για τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο σύστημα επίπλευσης η υψηλότερη συγκέντρωση ορισμένων ανόργανων στοιχείων στη Β σπορά δεν συνδέεται με υψηλότερη παραγωγή πιθανόν λόγω της μειωμένης διαλυτότητας του οξυγόνου στο νερό που έχει υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της Β σποράς και παρεμποδίζει την λειτουργία των ριζών.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ακουμιανάκης Κ. (2007).** *Ειδικά Θέματα Λαχανοκομίας: Αειφορική – Βιολογική Καλλιέργεια Κηπευτικών*. Εκδόσεις Γ.Π.Α. σελ. 178.
- Amberger A. (1973).** The role of manganese in the metabolism of plants. *Agrochimia* **17**: 69-83.
- Beevers L. and Hageman R.H. (1983).** Uptake and reduction of nitrates: bacteria and higher plants. In: *Inorganic plant Nutrition Encyclopedia Plant Physiology New Series vol 15A (Lauchli A. and Bieleski R.L. eds.)*. Springer Verlag, Berlin. p. 351-357.
- Benton Jones J. (1998).** *Plant nutrition manual CRC*. Edition Roca Raton, USA.
- Blamey M. and Grey-Wilson C. (1993).** *Mediterranean Wild Flowers*. Harper Collins Publishers.
- Bowen J.F. (1969).** Absorption of copper, zinc and manganese by sugar cane tissue. *Plant Physiology* **11**: 252-261.
- Bremer K., Anderberg A., Karis P.O., Nordenstam B., Lundberg J. and Rudiing O. (1994).** *Asteraceae Cladistics and Classification*. Timber Press, Portland, Oregon. pp. 13, 24-35, 176-178.
- Chaney R.L., Brown J.C. and Tiffin L.O. (1972).** Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. *Plant Physiology* **50**: 208-213.
- Chaudhry F.M. and Loneragan J.F. (1972).** Zinc absorption in wheat seedlings: Inhibition by micronutrient ions in short term experiments and its relevance to long term zinc nutrition. *Proceedings of the Soil Science. Society of American* **36**: 323-327.
- Cheeseman J.M. and Hanson J.B. (1979).** Energy linked potassium influx as related to cell potential in corn roots. *Plant Physiology* **64**: 842-845.
- Clarkson D.T. and Warner A.J. (1979).** Relation between root temperature and the transport of ammonium and nitrate ions by Italian and perennial rye grasses (*Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*). *Plant Physiology* **64**: 557-561.
- Clarkson D.T., Sanderson J. and Russell R.S. (1968).** Ion uptake and root age. *Nature* **220**: 805-806.
- Deane-Drummond C.E. and Glass A.D.M. (1983).** Short term studies of nitrate uptake into barley plants (*Hordeum vulgare* L. cv. Betzes) using ion specific

- electrodes and  $^{36}\text{ClO}_3$ . I. Control of net uptake  $\text{NO}_3$  efflux. *Plant Physiology* **73**: 100-104.
- Gemeinholzer B. and Bachmann K. (2005)**. Examining morphological and molecular diagnostic character states of *Cichorium intybus* L. (Asteraceae) and *Cichorium spinosum* L. *Plant Systematics and Evolution* **253**: 105-123.
- Grimme H., von Braunschweig L.C. and Nemeth K. (1974)**. Potassium, calcium and magnesium interactions as related to cation uptake and yield. *Landw. Forsch, 30/II Sonderh.* p. 93-100.
- Καββάδας Δ.(1956)**. *Βοτανικό Φυτολογικό Λεξικό*. Αθήνα.
- Καραμπέτσος Ι.Χ (2003)**. *Θρέψη Φυτών*. Εκδόσεις ΤΕΙ Καλαμάτας
- Καράταγλης Σ. (1994)**. *Φυσιολογία Φυτών*. Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη.
- Kiers A.M., Mes T.H.M., van der Meijden R. and Bachmann K. (2000)**. A search for diagnostic AFLP markers in *Cichorium* species with emphasis on endive and chicory cultivar groups. *Genome* **43**: 470-476.
- Κουκουλάκης Π.Χ. και Παπαδόπουλος Α.Η. (2003)**. *Η ερμηνεία της φυλλοδιαγνωστικής*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα. σελ. 515.
- Koukoulakis P.H., Simonis A.D. and Bladenopoulou S. (1989)**. Potassium-magnesium antagonism in tomato and cucumber grown in plastic greenhouse. *Proceedings of the Athens Academy* **63**: 130-139.
- Loneragan J.F. and Asher C.J. (1967)**. Response of plants to phosphate concentration in solution culture. II. Rate of phosphate absorption and its relation to growth. *Soil Science* **103**: 311-318.
- Λουλουργά Β. (2011)**. Συγκριτική μελέτη της επίδρασης του συστήματος επίπλευσης και του φυτοδοχείου στην ανάπτυξη και παραγωγή αδραλίδας (*Hymenoclea siliqua*). Πτυχιακή Μελέτη ΤΕΙ Καλαμάτας.
- Martin P. (1970)**. Pathway of translocation of  $^{15}\text{N}$  from labeled nitrate and ammonium in kidney bean plants. In: *Nitrogen Nutrition of the Plant* (Kirkby E.A. ed). The University of Leeds. p. 104-112.
- Marschner H. and Schropp A. (1977)**. Comparative studies on sensitivity of six rootstock varieties of grapevine to phosphate induced Zn deficiency. *Vitis* **16**: 79-88.
- Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ. (1994)**. *Υδροπονικές Καλλιέργειες και Θρεπτικά Διαλύματα*. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς.

- Meikle R.D. (1985).** *Flora of Cyprus - The Herbarium (vol. 2).* The Bentham - Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew. p. 990-991.
- Mengel K. and Kirkby E.A. (1987).** *Principles of plant nutrition (4<sup>th</sup> edition).* International Potash Institute, Bern, Switzerland.
- Mengel K. and Pfiuger R. (1972).** The release of potassium and sodium from young excised roots of *Zea mays* L. under various efflux conditions. *Plant Physiology* **49**: 16-19.
- Michalska K. and Kisiel W. (2007).** Further sesquiterpene lactones and phenolics from *Cichorium spinosum*. *Biochemical Systematics and Ecology* **35**: 714-716.
- Mills H.A. and Benton Jones J. (1996).** *Plant Analysis Handbook. II-A. Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide.* Micro Macro Publishing Inc., USA.
- Μωραΐτης Η. (2008).** Μελέτη του βιολογικού κύκλου και των χαρακτηριστικών ανάπτυξης, συγκομιδής και μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς του σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.) σε καλλιέργεια στο έδαφος και σε φυτοδοχεία. Πτυχιακή Μελέτη Γ.Π.Α., Αθήνα. σελ. 89.
- Παναγόπουλος Χ.Γ. (2000).** *Ασθένειες Κηπευτικών Καλλιεργειών.* Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- Στεφανάκη-Νικιφοράκη Μ. (1999).** *Συστηματική Βοτανική – Κλείδες.* Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. and Webb D.A. (1976).** *Flora Europea – vol 4.* Cambridge University Press.
- Τσαγκλή Ζ. (2010).** Συγκριτική μελέτη της επίδρασης του συστήματος επίπλευσης και του φυτοδοχείου στην ανάπτυξη και παραγωγή σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum*). Πτυχιακή Μελέτη ΤΕΙ Καλαμάτας.

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. [www.davesqarden.com/guides/ph/go](http://www.davesqarden.com/guides/ph/go)
2. [www.nutrition.met.uoc.gr](http://www.nutrition.met.uoc.gr)
3. <http://en.wikipedia.org>
4. <http://www.agrotypos.gr>