



**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ**  
**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: «ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ**  
**ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ**  
**ΤΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ»**



**ΓΙΑΚΟΥΜΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012**



**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ**  
**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: «ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ  
ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ  
ΤΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ»**

**ΓΙΑΚΟΥΜΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ολοκληρώνοντας τις σπουδές μου στο Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας σύμφωνα με το νόμο για τη λήψη του πτυχίου προβλέπεται κατάθεση Πτυχιακής Εργασίας. Ύστερα από σχετική διαδικασία απευθύνθηκα στο καθηγητή κύριο Αλέξη Αλεξόπουλο, ο οποίος με δέχτηκε πρόθυμα και κατόπιν συζητήσεως μου ανάθεσε το θέμα: «Η επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα του μπρόκολου» .

Μετά τον ορισμό του θέματος και αφού πραγματοποίησα την πειραματική άσκηση ανέτρεξα σε σχετική βιβλιογραφία τόσο σ' έντυπα βιβλία όσο και στο διαδίκτυο. Αφού συνέλεξα το υλικό έκανα καταγραφή, ταξινόμηση και αμέσως μετά συνέταξα την εργασία.

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον προαναφερθέντα καθηγητή μου, ο οποίος μου έδωσε τη δυνατότητα να εμπλουτίσω τις γνώσεις μου και ν' αποκτήσω πολλές εμπειρίες με αφορμή τη σύνταξη της πτυχιακής εργασίας. Πιστεύω ότι ανταποκρίθηκα κατά δύναμη στο θέμα που μου ανατέθηκε.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	1
---------------	---

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΜΠΡΟΚΟΛΟ

1.1. Προέλευση.....	2
1.2. Καταγωγή.....	2
1.3. Βοτανικά Χαρακτηριστικά μπρόκολου.....	3
1.3.1. Ριζικό σύστημα – Βλαστός.....	3
1.3.2. Φύλλα – Ανθοκεφαλή.....	3
1.4. Διακίνηση και Παραγωγή μπρόκολου.....	4
1.4.1. Διακίνηση.....	4
1.4.2. Παραγωγή.....	4
1.5. Διατροφικά στοιχεία για το μπρόκολο – Κατανάλωση.....	5
1.6. Ποικιλίες μπρόκολου.....	9
1.7. Προετοιμασία εδάφους – Απαιτήσεις καλλιέργειας.....	11
1.7.1. Προετοιμασία του εδάφους.....	11
1.7.2. Απαιτήσεις καλλιέργειας.....	11
1.8. Πολλαπλασιασμός – Σπορά – Μεταφύτευση.....	12
1.8.1. Πολλαπλασιασμός.....	12
1.8.2. Σπορά.....	12
1.8.3. Μεταφύτευση.....	12
1.9. Κλιματολογικές συνθήκες.....	13
1.10. Φυτοπροστασία.....	14
1.10.1. Εντομολογικοί εχθροί.....	14
1.10.2. Βακτηριολογικές Ασθένειες.....	14
1.10.3. Μυκητολογικές ασθένειες.....	15
1.11. Συγκομιδή.....	16
1.12. Συσκευασία.....	17
1.13. Συντήρηση – Αποθήκευση.....	18

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ

2.1. Λίπανση.....	20
2.2. Ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων.....	21
2.3. Ο ρόλος των μακροθρεπτικών στοιχείων.....	21
2.3.1. Το Άζωτο (N).....	21
2.3.2. Ο Φώσφορος (P).....	22
2.3.3. Το Κάλιο (K).....	23
2.3.4. Το Ασβέστιο (Ca).....	24
2.3.5. Το Μαγνήσιο (Mg).....	25
2.3.6. Το Θείο (S).....	26
2.4. Ο ρόλος των μικροθρεπτικών στοιχείων.....	26
2.4.1. Ο Σίδηρος (Fe).....	26
2.4.2. Ο Ψευδάργυρος (Zn).....	27
2.4.3. Το Μαγγάνιο (Mn).....	28
2.4.4. Ο Χαλκός (Cu).....	28
2.4.5. Το Μολυβδαίνιο (Mo).....	29
2.4.6. Το Βόριο (B).....	30
2.4.7. Το Χλωρίου (Cl).....	30

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. Σκοπός της εργασίας.....	31
-------------------------------	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Υλικά.....	32
4.2. Χημικές αναλύσεις.....	35
4.2.1 Μέθοδος αποδιοργάνωσης με οξέα των δειγμάτων φυτικών ιστών.....	36
4.2.2 Αρχή της μεθόδου.....	36
4.2.3 Μέτρηση Αζώτου.....	37

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο ΑΤΕΙ Καλαμάτας με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και στην παραγωγή του μπρόκολου της ποικιλίας Marathon.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από τον Φεβρουάριο του 2009 έως τον Ιούνιο του 2009 και η εργασία ολοκληρώθηκε το Σεπτέμβριο του 2009. Αναλυτικότερα, έγινε σπορά την 4 Φεβρουαρίου 2009 και στη συνέχεια ακολούθησε μεταφύτευση των νεαρών σπορόφυτων την 10 Μαρτίου 2009 σε γλάστρες όγκου 10 L με υπόστρωμα έδαφος.

Στη συνέχεια εξετάστηκε η επίδραση τεσσάρων διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, σε δυο διαφορετικά επίπεδα βασικής λίπανσης του εδάφους με φώσφορο και κάλιο. Η επίδραση αυτών των μεταχειρίσεων εξετάστηκε σε δύο επίπεδα εδαφικής υγρασίας (40% και 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους). Πρόκειται λοιπόν για πείραμα με 18 επεμβάσεις με τέσσερις επαναλήψεις ανά επέμβαση και 2 φυτά ανά επανάληψη.

Από τα αποτελέσματα του πειράματος φαίνεται ότι η συγκέντρωση του αζώτου και του καλίου στα φύλλα αλλά και στην ανθοκεφαλή εξαρτάται κυρίως από την προσθήκη αυτών των ανόργανων στοιχείων με τη λίπανση αλλά δεν επηρεάζεται από τη συγκέντρωση στην οποία θα χρησιμοποιηθούν. Αντίθετα, η συγκέντρωση του φωσφόρου τόσο στα φύλλα όσο και στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζονται τόσο από την προσθήκη του ίδιου του στοιχείου όσο και από την προσθήκη των άλλων ανόργανων στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία.

## **1. ΜΠΡΟΚΟΛΟ**

### **1.1 Προέλευση**

Το μπρόκολο ήταν δημοφιλές λαχανικό των Ιταλών από την Ρωμαϊκή εποχή, οι οποίοι το καταλάωναν ωμό ή μαγειρεμένο, αλλά κυρίως για φαρμακευτικούς σκοπούς. Ένα από τα λίγα λαχανικά τα οποία απέκτησαν μεγάλη δημοτικότητα παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια (Ολύμπιος, 2009).

### **1.2. Καταγωγή**

Το όνομα broccoli, προέρχεται από το πληθυντικό της Ιταλικής λέξης broccoli, που σημαίνει η ανθισμένη κορυφή ενός λάχανου. Το μπρόκολο προήλθε από φυτό άγριου λάχανου και αναπτύχθηκε στην Ευρώπη. Υπάρχουν ενδείξεις ότι το μπρόκολο είναι γνωστό εδώ και 2000 χρόνια. Από την εποχή της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, οι Ιταλοί τιμούσαν ιδιαίτερα το μπρόκολο και το συμπεριελάμβαναν στη διαίτά τους ([www.kouzinokalismata.com](http://www.kouzinokalismata.com)).

Το μπρόκολο είναι ένα είδος λάχανου που προήλθε μετά από καλλιέργεια που είχε σαν βάση την εξέλιξη των ταξιανθιών. Συγγενεύει με το κουνουπίδι αν και υπάρχει διαφορά στην ταξιανθία τους . Δηλαδή στο κουνουπίδι η ταξιανθία έχει χρώμα λευκό και είναι πιο πυκνή, ενώ στο μπρόκολο, η ταξιανθία έχει χρώμα σκούρο πράσινο ή μελιτζανί και είναι ελαφρώς αραή.

### **1.3. Βοτανικά Χαρακτηριστικά μπρόκολου**

#### **1.3.1. Ριζικό σύστημα - Βλαστός**

Το μπρόκολο ανήκει στα Σταυρανθή λαχανικά, πράγμα που σημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά του γνωρίσματα είναι κοινά με τα υπόλοιπα φυτικά είδη που ανήκουν σε αυτή την οικογένεια. Δηλαδή, καλλιεργείται σε ψυχρή εποχή και αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες. Μπορεί να αναπτυχθεί σε ικανοποιητικό μέγεθος μια φορά το χρόνο ή και περισσότερες ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο τόπο που καλλιεργείται. Ο βλαστός του μπορεί να φτάσει σε ύψος από 50 – 90 cm από το έδαφος. Το ριζικό του σύστημα είναι επιφανειακό με κεντρική ρίζα και άλλες πλάγιες πλευρικές ρίζες.

#### **1.3.2. Φύλλα - Ανθοκεφαλή**

Έχει χαρακτηριστικά φύλλα, χοντρά τα οποία έχουν μίσχο, επιμήκη και μερικά φέρουν βαθιές εγκολπώσεις. Η γονιμοποίηση γίνεται με τα έντομα αλλά κυρίως με τις μέλισσες.

Το μπρόκολο σε σχέση με το κουνουπίδι διαφέρει στο ότι το φαγώσιμο μέρος είναι η ανθοκεφαλή η οποία αποτελείται από τους ανώριμους, πλήρως διαφοροποιημένους οφθαλμούς και από τρυφερά μέρη του άνω βλαστού. Τα φύλλα έχουν ισχυρό κεντρικό νεύρο και έχουν χρώμα γκριζοπράσινο. Στο κέντρο του φυτού αναπτύσσεται η κεντρική ανθοκεφαλή στο μη διακλαδισμένο κεντρικό βλαστό.

Η ανθοκεφαλή όμως εμφανίζεται με διακλαδώσεις και σχηματίζεται μια συμπαγής ημισφαιρική κεφαλή. Το χρώμα της ανθοκεφαλής είναι πράσινο ή ιώδες ανάλογα με την ποικιλία και περιβάλλεται από φύλλα χωρίς να καλύπτεται πλήρως απ' αυτά. Οι κεφαλές του μπρόκολου είναι λιγότερο συμπαγείς σε σύγκριση με το κουνουπίδι και είναι εκτεθειμένες καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής τους.

Το φυτό, εκτός από την κεντρική κεφαλή και μετά την ανάπτυξή της σχηματίζει και δευτερεύουσες κεφαλές μικρότερου μεγέθους, στις βάσεις των κατώτερων φύλλων. Η ανάπτυξη των δευτερευόντων κεφαλών επηρεάζεται



από την κυριαρχία της κορυφαίας κεφαλής και μετά τη συγκομιδή αυτής αναπτύσσονται και αποτελούν και αυτές προϊόν συγκομιδής (Ολύμπιος, 2009).

#### **1.4. Διακίνηση και Παραγωγή μπρόκολου**

Σχετικά με την παραγωγή του μπρόκολου στην Ελλάδα και στο εξωτερικό αλλά και την εισαγωγή του σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή και αλλού, τα στοιχεία τα οποία υπάρχουν είναι πολύ ικανοποιητικά. Αυτό το γεγονός είναι ενθαρρυντικό διότι αποδεικνύει την αξία του μπρόκολου και τη θέση του στη διατροφή του ανθρώπου τόσο στη χώρα μας όσο και σ' άλλες χώρες του κόσμου.

##### **1.4.1. Διακίνηση**

Συγκεκριμένα, οι εισαγωγές του μπρόκολου που σημειώθηκαν τα έτη 2002 – 2007, το Ηνωμένο Βασίλειο πραγματοποιεί κατά μέσο όρο ετησίως το 18% (115.737 τόνοι) των συνολικών παγκόσμιων εισαγωγών σε κουνουπίδι και μπρόκολο και ακολουθείται από τη Γερμανία με εισαγωγές που φτάνουν τους 71.255 τόνους και τον Καναδά με 71.075 τόνους. Ο Καναδάς όμως αποτελεί τη χώρα η οποία σύμφωνα με στοιχεία του FAO παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δυναμική όσον αφορά τις εισαγωγές σε μπρόκολο και σε κουνουπίδι (Βαχαμίδης, 2009).

##### **1.4.2. Παραγωγή**

Η καλλιέργεια του μπρόκολου στην Ελλάδα αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια διότι αυξήθηκε η ζήτηση με συνέπεια ν' αυξηθεί κι η καλλιέργεια του. Βέβαια σε σχέση με το κουνουπίδι, η παραγωγή εμπορεύσιμων ανθοκεφαλών είναι αρκετά χαμηλότερη και επιπλέον το μπρόκολο αφήνει περισσότερα φυτικά υπολείμματα στο χωράφι σε σχέση με το κουνουπίδι (Βαχαμίδης, 2009).

Επίσης, σύμφωνα με στατιστικές που έγιναν μεταξύ των χωρών που παράγουν μπρόκολο, τη μεγαλύτερη παραγωγή στο κόσμο έχουν οι Η.Π.Α., μετά ακολουθεί η Ιταλία και μετά η Ισπανία.

### **1.5. Διατροφικά στοιχεία για το μπρόκολο - Κατανάλωση**

Από την έναρξη της καλλιέργειας του μπρόκολου στους ρωμαϊκούς χρόνους και ακολούθως στις άλλες χώρες του κόσμου και με την πρόοδο της επιστήμης διαπιστώθηκε ότι το μπρόκολο περιέχει αρκετά θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο. Αν και το 91% είναι νερό, παρ' όλα αυτά είναι πλούσιο σε μια σειρά βιταμινών.

Σήμερα, είναι γενικώς αποδεχτό ότι η υγεία του ανθρώπου είναι το πιο πολύτιμο πράγμα στον κόσμο γι' αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή από τον άνθρωπο της σημερινής εποχής ούτως ώστε με τη διατροφή του να συνεισφέρει προς αυτή τη κατεύθυνση. Αν και η παραπάνω διαπίστωση είναι γεγονός όμως οι περισσότεροι άνθρωποι ενδιαφέρονται γι' αυτή μόνο όταν τη χάσουν. Περιμένουν δηλαδή ν' αρρωστήσουν για να δώσουν κάποια σημασία στην υγεία τους, που ποτέ βέβαια δεν αγοράζεται παρά μόνο αποκτάται γιατί βασίζεται στις διάφορες συνθήκες της ζωής με τις οποίες ζει ο άνθρωπος (Πέτρου, 1993).

Σύμφωνα με σύγχρονες μελέτες έχει αποδειχθεί ότι το μπρόκολο προσφέρει προστασία στον άνθρωπο δημιουργώντας προϋποθέσεις για μια καλή υγεία, ιδιαίτερα όταν συνεισφέρει στη πρόσληψη ορισμένων μορφών καρκίνου, ([www.kouzinokalismata.com](http://www.kouzinokalismata.com)) επειδή είναι πλούσιο σε βιταμίνες A, C και E. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μπρόκολο είναι πλούσιο σε σελήνιο (Se) και μάλιστα σε μορφή Se-μεθυλ-σεληνιοκυστεΐνης (Se- methyl selenocysteine), η οποία έχει διαπιστωθεί ότι έχει ισχυρή προστατευτική δράση κατά του καρκίνου και ιδιαίτερα του καρκίνου του παχέος εντέρου. Επιπλέον, το μπρόκολο είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε γλυκοσινολικά οξέα, στα οποία αποδίδονται αντικαρκινικές ιδιότητες ([www.piperoriza.com](http://www.piperoriza.com)).

Παράλληλα το μπρόκολο περιέχει ορισμένες χημικές ουσίες που μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο του καρκίνου του παχέος εντέρου ή άλλων μορφών καρκίνου, αν και δεν είναι σαφές ποιες ενώσεις μπορεί να είναι υπεύθυνες για την προστατευτική του δράση. Γι αυτό λοιπόν, για να μειωθεί ο κίνδυνος του καρκίνου καλό θα ήταν να συμπεριλαμβάνονται καθημερινώς

στη διατροφή του ανθρώπου μια ευρεία ποικιλία λαχανικών. Σ' αυτά τα πλαίσια, είναι λογικό να περιλαμβάνουν το μπρόκολο, ως μέρος μιας ισορροπημένης διατροφής» ([www.nutrimed.gr](http://www.nutrimed.gr)).

Ειδικότερα, το μπρόκολο αποτελεί πολλαπλό όπλο κατά του καρκίνου. Ως σκουροπράσινο λαχανικό σε πολλές εργαστηριακές μελέτες αποδεικνύεται ιδανικό λόγω της αντικαρκινικής του δράσης. Είναι πρώτο στη λίστα των λαχανικών που καταναλώνουν τα άτομα με χαμηλά ποσοστά καρκίνου και συγκεκριμένα καρκίνου του μαστού, του προστάτη, της ουροδόχου κύστης, του πνεύμονα, του οισοφάγου, του στομάχου, του λάρυγγα, του στόματος και του φάρυγγα ([www.neostupos.gr](http://www.neostupos.gr)).

Σχετικά με τον καρκίνο του μαστού υπάρχουν ελληνικές και ξένες μελέτες που τεκμηριώνουν την επίδραση μιας ουσίας της σουλφοραφάνης, η οποία παρεμποδίζει τα βλαστικά κύτταρα του καρκίνου του μαστού και γενικότερα έχει την ικανότητα να προλαμβάνει ή και να θεραπεύει τον καρκίνο ([www.medlook.net](http://www.medlook.net), [www.philenews.com](http://www.philenews.com)).

Ακόμη λοιπόν μ' αυτή την ουσία(σουλφοραφάνη) το μπρόκολο θεωρείται «Ο καθαριστής των πνευμόνων» γιατί εμπεριέχεται σ' αυτό και βοηθά το ανοσοποιητικό σύστημα και «καθαρίζει» τους πνεύμονες από βλαβερά βακτήρια ιδιαίτερα στους καπνιστές. Ένας βασικός παράγοντας που εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία των πνευμόνων είναι μια ομάδα λευκών αιμοσφαιρίων, τα μακροφάγα κύτταρα τα οποία αναλαμβάνουν το ρόλο του «καθαριστή». Τα κύτταρα αυτά απομακρύνουν υπολείμματα και βακτήρια που συγκεντρώνονται στους πνεύμονες και προκαλούν λοιμώξεις ([www.sugarfree.gr](http://www.sugarfree.gr)).

Επιπροσθέτως, το μπρόκολο βοηθάει στη καλή λειτουργία της καρδιάς και μειώνει τον κίνδυνο απ' τις καρδιοπάθειες. Κι αυτό γιατί με την κατανάλωση λαχανικών όπως το μπρόκολο, η κράμβη και το κουνουπίδι, συσχετίζονται με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, καλύτερη υγεία για τη καρδιά και μειωμένο κίνδυνο θανάτου από καρδιοπάθειες ([www.newspathfinder.gr](http://www.newspathfinder.gr), [www.healthyliving.gr](http://www.healthyliving.gr)).

Συμπερασματικά, είναι ανάγκη ο άνθρωπος στις μέρες μας να καταλάβει την αξία που έχουν τα λαχανικά και ιδιαίτερα το μπρόκολο και να το εντάξει στη διατροφή του σαν ασπίδα σε ορισμένες μορφές του καρκίνου. Είναι απαράδεχτο η καλλιέργεια λαχανικών να μας προστατεύει από ορισμένες αρρώστιες και ο άνθρωπος ν' αρνείται την κατανάλωση υγιεινών τροφών.

Πίνακας 1.1. Περιεκτικότητα μπρόκολου (ανά 100 g βρασμένου ιστού ανθοκεφαλής) σε διατροφικά στοιχεία () ([www.ftiaxno.gr](http://www.ftiaxno.gr), [www.team.gr](http://www.team.gr)).

<b>ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ</b>	5g
- Σάκχαρα	1,7 g
- Φυτικές ίνες	6,64 g
<b>Λίπος</b>	0,37 g
<b>Πρωτεΐνη</b>	2,82 g
<b>Θειαμίνη (Βιτ. Β1) 0,071 mg</b>	5%
<b>Ριβοφλαβίνη (Βιτ. Β2) 0,117 mg</b>	8%
<b>Νιασίνη (Βιτ. Β3) 0,639 mg</b>	4%
<b>Παντοθενικό οξύ (Β5) 0,573 mg</b>	11%
<b>Βιταμίνη Β6 0,175 mg</b>	13%
<b>Φολικό οξύ (Βιτ. Β9) 63 mg</b>	16%
<b>Βιταμίνη C 89,2 mg</b>	15%
<b>Ασβέστιο 47 mg</b>	5%
<b>Σίδηρος 0,73 mg</b>	6%
<b>Μαγνήσιο 21 mg</b>	6%
<b>Φώσφορος 66 mg</b>	9%
<b>Κάλιο 316 mg</b>	7%
<b>Ψευδάργυρος 0,41 mg</b>	4%

Το μπρόκολο καταναλώνεται είτε ωμό είτε μαγειρεμένο. Ωμό χρησιμοποιείται σε διάφορα είδη σαλάτας καθώς επίσης και ως τουρσί που γίνεται χρησιμοποιώντας το ξύδι. Πριν γίνει οποιοσδήποτε τρόπος κατανάλωσης ή δηλαδή σερβιριστεί ωμό, ή βραστό, ή ψημένο στον ατμό ή στο ξύδι ή ακόμα ψημένο στο φούρνο, προϋποθέτει πολύ καλό πλύσιμο και ξεχώρισμα των τμημάτων που θα προσφερθούν. Συχνά, το μπρόκολο σερβίρεται ως ορεκτικό σε συνδυασμό μ' άλλες σαλάτες.

Πέρα από τα παραπάνω το μπρόκολο σερβίρεται συνήθως βραστό ή σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προσφερθεί με κρέμα τυριού. Όμως το

βρασμένο μπρόκολο χάνει από τα πολύτιμα συστατικά του λόγω της υψηλής θερμοκρασίας (Πέτρου, 1993).

### **1.6. Ποικιλίες μπρόκολου**

Οι ποικιλίες του μπρόκολου ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

1. πρώιμες,
2. μέσης πρωιμότητας, και
3. όψιμες.

Οι πρώιμες ποικιλίες καλλιεργούνται πρώτες σε σειρά και οι μέσης ωριμότητας δεν απαιτούν χαμηλές θερμοκρασίες γι' αυτό και καλλιεργούνται το χειμώνα. Το σημαντικό είναι ότι όλες οι ποικιλίες ύστερα από καλλιέργεια σε κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες και με την κατάλληλη καλλιεργητική τεχνική μπορούν να οδηγήσουν σε καλή παραγωγή και να προσφέρουν στους καταναλωτές ένα θρεπτικό και υγιεινό προϊόν. Μερικές απ' αυτές είναι (Γεωργία – Κτηνοτροφία, 2009) οι παρακάτω:

1. 15G - 20 – 7019
2. 25 - 59 F1
3. Amalia F1
4. Calabrese “Safety”
5. Calabreze
6. Carusso F1
7. Chios
8. Chronos
9. Cumbal F1 “Clause”
10. Erlado F1
11. Fellow F1
12. FIDEL F1
13. Gentlemen fl “Profit”
14. Golfini F1
15. Green magic
16. Green Rex F1

17. Greenbelt
18. Heraklion
19. Ironman F1
20. Jade F1 Ms
21. Kapten F1
22. Lord F1
23. Marathon
24. Milady F1
25. Mon Top F1
26. Monaco F1
27. Monet F1 MS
28. Monopoly F1
29. NS 13106 F1
30. Olympia
31. Parthenon
32. Panta F1
33. Pharos
34. Poseidon
35. Rumba F1 "Clause"
36. Samson
37. Skiff F1
38. Spiridon
39. Steel F1
40. Varmona F1
41. Violet Queen F1
42. Volta F1
43. Naxos

## **1.7. Προετοιμασία εδάφους – Απαιτήσεις καλλιέργειας**

Κάθε καλλιεργητής που αποφασίζει να φυτεύσει λαχανικά και ιδιαίτερα να καλλιεργήσει μπρόκολο θα πρέπει να λάβει υπόψη του ορισμένες ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν πριν από τη φύτευση και άλλες που η εφαρμογή τους είναι απαραίτητη μετά τη φύτευση ([www.kalliergo.gr](http://www.kalliergo.gr)).

### **1.7.1. Προετοιμασία του εδάφους**

Η προετοιμασία του εδάφους πριν τη φύτευση αφορά τη διαμόρφωσή του ώστε να μην συγκρατεί νερό, το όργωμά του ώστε να παραμένει αφράτο και την προσθήκη λιπασμάτων ή χωνεμένης κοπριάς ώστε να εμπλουτιστεί με ανόργανα θρεπτικά στοιχεία.

Αν επιδιώκεται πρώιμη παραγωγή θα πρέπει να προτιμώνται τα ελαφρά αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη, τα οποία στραγγίζουν καλύτερα και θερμαίνονται γρηγορότερα σε σύγκριση με τα βαριά πηλώδη εδάφη. Εδάφη τα οποία αερίζονται καλά, στραγγίζουν καλά, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, είναι γόνιμα, ασφαλώς δίνουν υψηλές αποδόσεις και προϊόντα καλύτερης ποιότητας. Υψηλά ποσοστά οργανικής ουσίας μπορεί να εξασφαλίζονται με την προσθήκη στο έδαφος άφθονης κοπριάς πριν τη σπορά ή μεταφύτευση και με την εφαρμογή χλωρής λίπανσης. Το φυτό της χλωρής λίπανσης ενσωματώνεται ένα τουλάχιστον μήνα πριν από τη μεταφύτευση. Επίσης, προστίθενται χημικά λιπάσματα (βασική λίπανση) πριν τη σπορά ή τη μεταφύτευση (Σάββας και Παπάζης, 2009).

### **1.7.2. Απαιτήσεις καλλιέργειας**

Μετά τη φύτευση, πραγματοποιείται η προσθήκη λιπασμάτων πλούσια σε άζωτο κάθε τρεις βδομάδες ώστε η ανάπτυξη του μπρόκολου να πραγματοποιηθεί ομαλώς. Για να διατηρηθεί το έδαφος γύρω από τη ρίζα υγρό, τοποθετούμε γύρω από τη ρίζα ξηρά φύλλα, ή χόρτα ή στάχια ([www.kouzinokalismata.com](http://www.kouzinokalismata.com)).



## **1.8. Πολλαπλασιασμός – Σπορά – Μεταφύτευση**

### **1.8.1. Πολλαπλασιασμός**

Το μπρόκολο πολλαπλασιάζεται με σπόρο, ο οποίος σπέρνεται σε σπορεία και στη συνέχεια τα φυτά μεταφυτεύονται στο χωράφι. Βέβαια, μπορεί να γίνει και απευθείας σπορά στους αγρούς που είναι έτοιμοι για φύτεμα. Ο αγρός στον οποίο θα σπαρθούν τα μπρόκολα πρέπει να έχει πολύ ήλιο.

### **1.8.2. Σπορά**

Το βάθος της σποράς πρέπει να είναι 0,5 – 1 cm και να τοποθετούνται τρεις με τέσσερις σπόρους ανά θέση. Όταν φυτρώσουν οι σπόροι και αναπτυχθούν τα νεαρά φυτά, αφαιρούμε τα αδύνατα και κρατάμε τα πιο δυνατά. Στη συνέχεια, η απόσταση από φυτό σε φυτό πρέπει να είναι 60 – 90 cm. Η σπορά μπορεί να γίνει σε πλαστικούς δίσκους ή δίσκους από φελιζόλ ή ατομικά γλαστράκια, ώστε να διασφαλίζεται το ριζικό σύστημα.

Εάν φυτευτούν σπορόφυτα, καλό είναι να γίνει κατά τους μήνες Σεπτέμβριο – Οκτώβριο και ανάλογα με τις συνθήκες της περιοχής θα εξαρτηθεί και η καλλιέργεια. Μπορεί η φύτευση να γίνει ανά τρεις ή τέσσερις εβδομάδες ώστε η παραγωγή να κρατήσει περισσότερο χρόνο.

### **1.8.3. Μεταφύτευση**

Η μεταφύτευση στην Ελλάδα γίνεται συνήθως με το χέρι επειδή η έκταση που φυτεύει ο κάθε καλλιεργητής είναι σχετικά μικρή. Όταν μεγαλώσουν και αποκτήσουν οχτώ πραγματικά φύλλα μπορούν να μεταφυτευτούν στη τελική θέση. Επίσης οποιαδήποτε μέθοδος κι αν ακολουθηθεί το πότισμα είναι αναγκαίο και θα πρέπει να επαναλαμβάνεται συχνά. Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται μεταφυτευτικές μηχανές, όταν η γεωργική εκμετάλλευση είναι μεγάλη και επιδιώκεται η εξοικονόμηση εργατικών.

Κατά τη μεταφύτευση, επιλέγονται ομοιόμορφα, καλά αναπτυγμένα και υγιή φυτά. Η φύτευση γίνεται κατά προτίμηση τις απογευματινές ώρες ή τις νεφосκεπείς ημέρες ή σε ξηρό έδαφος και ακολουθεί αμέσως πότισμα ή προηγείται πότισμα και τα φυτά τοποθετούνται στο έδαφος πριν στραγγίσει το νερό (Ολύμπιος, 2009).

### **1.9. Κλιματολογικές συνθήκες**

Αναμφισβήτητα, οι κλιματολογικές συνθήκες είναι ένας από τους σοβαρούς παράγοντες που επηρεάζουν τις καλλιέργειες, μεταξύ αυτών και το μπρόκολο. Για την ανάπτυξή του απαιτούνται θερμοκρασίες 10 – 20°C . Εάν υπάρξουν μεγαλύτερες θερμοκρασίες από 26°C τότε τα άνθη της ταξιανθίας του μπρόκολου θα ανθίσουν με αποτέλεσμα να μην μπορεί να καταναλωθεί.([www.kouzinoskalismata.com](http://www.kouzinoskalismata.com)). Έχει διαπιστωθεί ότι, το φυτό είναι ευαίσθητο, τόσο στις υψηλές θερμοκρασίες μετά το σχηματισμό των ανθοκεφαλών όσο και στις χαμηλές θερμοκρασίες που προκαλούν παγετό.

Για να παραχθεί καλή ποιότητα προϊόντος η μέση θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται γύρω στις 16°C και λίγο χαμηλότερα. Αν και το μπρόκολο έχει λιγότερες απαιτήσεις σε κλιματικές συνθήκες με το κουνουπίδι, εντούτοις επηρεάζεται σοβαρά από στις κλιματικές συνθήκες που αφορούν είτε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, είτε πολύ χαμηλές.

Για να επιτύχει λοιπόν η καλλιέργεια θα πρέπει να ληφθεί υπόψη, εκτός των προαναφερθέντων, αλλά και η επιλογή κατάλληλων ποικιλιών που θ' ανταποκριθούν καλύτερα στις καιρικές συνθήκες του τόπου που θα καλλιεργηθεί το μπρόκολο.

## 1.10. Φυτοπροστασία

### 1.10.1. Εντομολογικοί εχθροί

**Αφίδες (*Brevicoryne brassicae*, *Lipaphis erysimi*).** Ανήκουν στην οικογένεια Aphididae προκαλούν ζημιές στα φύλλα του μπρόκολου και συγκεκριμένα συστροφή, καρούλιασμα καθώς και νανισμός στα φυτά. Η καταπολέμηση εφαρμόζεται με τη χρήση διασυστηματικών εντομοκτόνων, με εφαρμογή στο έδαφος ή με ψεκασμό των φυτών κατά τη φύτευση.

**Αλευρώδης (*Aleyrodes proletella*).** Ανήκουν στην οικογένεια Aleyrodidae και προκαλούν αναστολή της ανάπτυξης των φυτών λόγω της έκκρισης μελιτωδών ουσιών, η παρουσία των οποίων ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων (καπνιά), μ' αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών. Η αντιμετώπιση γίνεται με την καταστροφή των υπολειμμάτων των καλλιεργειών και την απομάκρυνση των διαχειμαζόντων πληθυσμών καθώς επίσης και με τη χρήση χρωματικών κολλητικών παγίδων και με ψεκασμό με το κατάλληλο εντομοκτόνο.

Άλλοι σημαντικοί εχθροί του μπρόκολου είναι **Λεπιδόπτερα** της οικογένειας Yronomeutidae που προσβάλλουν τα φύλλα και τους βλαστούς των φυτών, **Δίπτερα** της οικογένειας Anthomyiidae που προκαλούν ανάσχεση της ανάπτυξης των φυτών και οδηγούν στην ξήρανσή τους, **Υμενόπτερα** της οικογένειας Tenthredinidae που προσβάλλουν το φύλλωμα των φυτών, καθώς και **Κολεόπτερα** της οικογένειας Chrysomelidae που δημιουργούν οπές στο φύλλωμα. Η καταπολέμηση αυτών γίνεται με την εφαρμογή κατάλληλων εντομοκτόνων στο έδαφος (Παππά κ.ά., 2009).

### 1.10.2. Βακτηριολογικές Ασθένειες

**Μαύρη σήψη ή μελάνωση των νεύρων (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*).** Το παθογόνο προσβάλλει τα φυτά σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής τους. Αρχικά, ξεκινάει την προσβολή της από τις απολήξεις των νεύρων και συγκεκριμένα στη περιφέρεια των φύλλων όπου και παρατηρείται μια μορφή μάρανσης και χλώρωσης σε σχήμα V που στη συνέχεια αποκτούν χρώμα

καστανό ώσπου και ξηραίνονται. Σύμφωνα με τον Παπλωματά (2009) ορισμένα καλλιεργητικά μέτρα που προτείνονται για την αντιμετώπιση της ασθένειας είναι:

- 1) Χρήση υγιούς σπόρου που έχει παραχθεί σε περιοχές με χαμηλή σχετική υγρασία.
- 2) Καταστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας και απομάκρυνση των ζιζανίων που ανήκουν στην οικογένεια των σταυρανθών.
- 3) Ψεκασμός των φυτών με χαλκούχα κατά την έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου.
- 4) Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών.

### 1.10.3. Μυκητολογικές ασθένειες

**Αλτερναρίωση (*Alternaria brassicae*, *A. Brassicicola*).** Η αλτερναρίωση δεν προκαλεί κυρίως υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων ανθοκεφαλών μπρόκολου, οι οποίες αρχικά εμφανίζουν μια υδαρή σήψη η οποία στην συνέχεια εξελίσσεται σε σκούρα καστανή έως μαύρη. Για την καταπολέμηση της ασθένειας προτείνονται ορισμένα καλλιεργητικά μέτρα (Παπλωματάς, 2009), όπως είναι:

- 1) Επιλογή υγιούς σπόρου ή απολύμανσή του με μυκητοκτόνα.
- 2) Απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας μετά τη συγκομιδή.
- 3) Αποφυγή άρδευσης της καλλιέργειας του μπρόκολου με τεχνητή βροχή.
- 4) Ψεκασμοί των φυτών με κατάλληλα μυκητοκτόνα.

**Καρκίνωση ή όγκοι των ριζών (*Plasmodiophora brassicae*).** Χαρακτηριστικό γνώρισμα της ασθένειας είναι οι παραμορφώσεις των ριζών και η εμφάνιση όγκων με αποτέλεσμα να μειώνεται η ικανότητά τους να απορροφήσουν από το έδαφος νερό και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Έτσι τα φυτά παρουσιάζουν χλωρώσεις και είναι καχεκτικά με αποτέλεσμα να παράγουν πολύ μικρού μεγέθους ανθοκεφαλές. Το πρόβλημα εμφανίζεται έντονα σε περιοχές με ψυχρό κλίμα, κακή στράγγιση και όξινη χημική

αντίδραση του εδάφους. Προτείνεται, αμειψισπορά με φυτά μη ξενιστές του παθογόνου για 7 χρόνια (Παπλωματάς, 2009).

**Σκληρωτινίαση (*Sclerotinia sclerotiorum*).** Συνήθως η προσβολή παρατηρείται σε φύλλα που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, στα οποία σχηματίζεται μια υδατώδης περιοχή όπως και στο στέλεχος. Αργότερα η ανθοκεφαλή καλύπτεται από λευκό βαμβακώδες μυκήλιο που δημιουργούνται σκληρώτια μαύρα, μεγάλα και με ακανόνιστο σχήμα. Για την καταπολέμηση εφαρμόζονται προληπτικά μέτρα και καλλιεργητικές τεχνικές, όπως είναι: καλός αερισμός των φυτών, καλή αποστράγγιση του αγρού, απομάκρυνση των κατεστραμμένων φυτών, απολύμανση του εδάφους με χημικά μέσα ή με ατμό ή με τον ήλιο (ηλιοαπολύμανση) (Παπλωματάς, 2009).

**Περονόσπορος (*Peronospora parasitica*).** Η ασθένεια προκαλεί προβλήματα στο υπέργειο τμήμα (ανθοκεφαλές και φύλλωμα). Αρχικά εμφανίζεται στα κατώτερα φύλλα με τη μορφή ανοικτών κίτρινων κηλίδων αλλά αργότερα προκαλεί διασυστηματικές μολύνσεις λόγω της εγκατάστασης στα αγγεία του ξύλου και οποίες οδηγούν στο μαρασμό και στη νέκρωση των φυταρίων. Για την αντιμετώπιση της ασθένειας προτείνεται ψεκασμός των φυτών με τα κατάλληλα μυκητοκτόνα ανά 7 – 10 ημέρες, καταστροφή των ζιζανίων - ξενιστών (Παπλωματάς, 2009).

### **1.11. Συγκομιδή**

Η συγκομιδή των ανθοκεφαλών γίνεται συνήθως 60-110 μέρες μετά την εγκατάσταση των φυτών στον αγρό, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την ποικιλία όσο και τις κλιματολογικές συνθήκες. Επίσης, διαφορετικός χρόνος απαιτείται εάν φυτευτούν σπόροι και εάν φυτευτούν σπορόφυτα. Συγκεκριμένα, στη πρώτη περίπτωση μεσολαβεί χρονικό διάστημα 11-15 βδομάδες ενώ στη δεύτερη 8-12 βδομάδες.

Σημαντικό είναι οι ανθοκεφαλές να συλλεχθούν πριν ανοίξουν τα άνθη, όσο οι ταξιανθίες δηλαδή είναι ανώριμες. Συνήθως κόβεται η μεγάλη, κεντρική ταξιανθία η οποία είναι και η πρώτη που αναπτύσσεται (Ολύμπιος, 2009). Η ανθοκεφαλή συγκομίζεται με τμήμα του στελέχους που φτάνει τα 10-15 cm.

### **1.12. Συσκευασία**

Τελευταία έγινε δημοσίευμα για μια καινοτόμο συσκευασία που συνιστάται σε πολυστερίνη η οποία συντηρεί τα ευαίσθητα κηπευτικά. Το δημοσίευμα αυτό έγινε στο περιοδικό «Φρουτονέα» το Δεκέμβριο του 2009. Η παραπάνω συσκευασία χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό από τον αγροτικό συνεταιρισμό κοινής γεωργικής εκμετάλλευσης, «Άρδας». Ο συνεταιρισμός αυτός βρίσκεται στον Έβρο, οι υπάλληλοί του τοποθετούν σε μια νάιλον συσκευασία τα μπρόκολα και στη συνέχεια ένα κιβώτιο από φελιζόλ που περιέχει πάγο. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται η θερμοκρασία στο εσωτερικό του κιβωτίου σε χαμηλά επίπεδα για πολλές ώρες ακόμα κι αν η θερμοκρασία έξω είναι υψηλή.

Η ιδέα για τη δημιουργία αυτής της συσκευασίας προήλθε από κάποιο αντίστοιχο προϊόν που είδαν ορισμένα μέλη του συνεταιρισμού όταν ταξίδεψαν στη χώρα της Ολλανδίας. Έτσι, εφαρμόστηκε στο συνεταιρισμό ο οποίος καλλιεργεί πεντακόσια περίπου στρέμματα κυρίως μπρόκολα και άλλα λαχανικά και παράγει το χρόνο πάνω από τριακόσιους τόνους. Βέβαια, η παραπάνω η συσκευασία ανεβάζει το κόστος αλλά ταυτόχρονα διασφαλίζει και την ποιότητα.

Σχετικά με την επιβάρυνση της τιμής αλλά και την προστασία του καταναλωτή, η συσκευασία με το φελιζόλ και τον πάγο επιβαρύνει αρκετά το κόστος, συγκριτικά με την αντίστοιχη κλασική συσκευασία. Αυτό συμβαίνει γιατί και τα νέα υλικά είναι και πιο ακριβά, αλλά και το εργατικό κόστος, καθώς επίσης και τα μεταφορικά, από τη στιγμή που τα κιβώτια είναι πλέον πιο ογκώδη και περιέχουν λιγότερο προϊόν.

Ωστόσο, το συσκευασμένο προϊόν είναι σαφώς ανώτερο ποιοτικά απ' ό,τι το γνωρίζαμε μέχρι σήμερα καθώς και η διαλογή στο συσκευαστήριο του συνεταιρισμού είναι πολύ αυστηρή και η συσκευασία του δίνει επιπλέον χρόνο ζωής μέχρι να φτάσει στα χέρια του καταναλωτή. Έτσι, τα μπρόκολα του συνεταιρισμού φτάνουν στον προορισμό τους φρέσκα, ακόμα κι αν έχουν περάσει πολλές ώρες κι έχουν διανύσει εκατοντάδες χιλιόμετρα για να φτάσουν έως την Κρήτη ή τη Ρόδο (Γεωργία – Κτηνοτροφία, 2009).

### **1.13. Συντήρηση – Αποθήκευση**

Μεγάλη σημασία παίζει στη διασφάλιση της ποιότητας και η συντήρηση – αποθήκευση του μπρόκολου μέχρι την κατανάλωση. Αυτό συμβαίνει διότι εάν δεν συντηρηθεί και δεν αποθηκευτεί κάτω από ορισμένες συνθήκες χάνει τις βιταμίνες που περιέχει και γενικά την αξία του. Το έντονο πράσινο χρώμα και οι ανθοκεφαλές οι οποίες μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με το είδος (πράσινες, μωβ ή σκούρο πορτοκαλί) είναι απαραίτητο να συντηρούνται και ν' αποθηκεύονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην καταστρέφονται οι βιταμίνες που περιέχουν.

Συγκεκριμένα, το μπρόκολο αποτελεί ένα ιδιαίτερα φθαρτό προϊόν παρουσιάζοντας κιτρινίσματα των κεφαλών, άνοιγμα των ανθιδίων, σκλήρυνση των στελεχών, ανάπτυξη ανεπιθύμητων οσμών, μαλακής σήψης και μούχλας κατά την αποθήκευσή του. Λόγω της πολύ υψηλής αναπνευστικής του δραστηριότητας, το μπρόκολο απαιτεί πρόψυξη αμέσως μετά τη συγκομιδή, αλλιώς οι κεφαλές του κιτρινίζουν λόγω παραγωγής αιθυλενίου εντός τριών ημερών. Σε αντίθεση με το κουνουπίδι (που είναι ευαίσθητο σ' αυξημένες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα), το μπρόκολο μπορεί να τυλιχθεί σε πλαστικό ώστε να μειωθεί η απώλεια υγρασίας (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2009).

Μια δεύτερη λύση είναι ότι το μπρόκολο μπορεί ν' αποθηκευτεί σε χώρους μ' ελεγχόμενες ατμόσφαιρες ώστε να διατηρηθούν το χρώμα και οι βιταμίνες του. Σε ατμόσφαιρες υψηλού CO<sub>2</sub> (5 – 10%) μπορούν να επιμηκύνουν τη διατήρηση του πράσινου χρώματος και τη τρυφερότητα του μπρόκολου που αποθηκεύεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (0°C). Ατμόσφαιρα με 10% CO<sub>2</sub> και 1% O<sub>2</sub> μπορεί ν' αυξήσει τη μετασυλλεκτική ζωή του μπρόκολου που αποθηκεύεται σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 5°C αλλά γενικότερα για την αποφυγή οποιασδήποτε φυσιολογικής ανωμαλίας κατά την αποθήκευση του μπρόκολου συστήνεται ατμόσφαιρα με 6% O<sub>2</sub> και 2,5% CO<sub>2</sub> για διατήρηση του προϊόντος ικανοποιητικά για περισσότερες από τρεις βδομάδες σε θερμοκρασία 1°C (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2009).

Η συντήρηση και η αποθήκευση του μπρόκολου , μπορεί να γίνει και με κατάνυξη του για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Βέβαια, χρειάζεται στη συνέχεια πριν καταναλωθεί σχετική διαδικασία προκειμένου να αποψυχθεί και να καταναλωθεί. Συγκεκριμένα, μετά από καλό πλύσιμο οι ανθοκεφαλές του μπρόκολου ζεματίζονται για την απενεργοποίηση των καταλασών και των υπεροξειδασών, ώστε να διατηρηθεί το χρώμα των κεφαλών που αποτελεί το κυριότερο κριτήριο ποιότητας του κατεψυγμένου μπρόκολου. Το ζεμάτισμα των κεφαλών του μπρόκολου μπορεί να γίνει είτε στον ατμό είτε στο νερό σε θερμοκρασία 96°C για τρία λεπτά, σε συνδυασμό με εμβάπτισή τους για πέντε λεπτά υπό κενό (635 mm Hg) σε διαλύματα χημικών ουσιών, όπως disodium ethylene diamine tetra-acetic acid (EDTA), μηλικό οξύ NaHCO<sub>3</sub> ή NaCl.

Το ζεμάτισμα στον ατμό στη περίπτωση του μπρόκολου υπερτερεί έναντι του νερού περιορίζοντας στο 2% την απώλεια των διαλυτών στερεών σε σχέση με 8 – 9% με το νερό, ενώ διατηρεί καλύτερα την περιεκτικότητα των κεφαλών σε βιταμίνη C και σε άλλες υδατοδιαλυτές βιταμίνες όπως το B6 και το φολικό οξύ. Ακολουθεί ψύξη στους -10° έως -15°C, για να αποφευχθεί απώλεια χρώματος και αρώματος, συσκευασία και αποθήκευση στους -20°C ([www.ftiaxno.gr](http://www.ftiaxno.gr)).



## 2. Η ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ

### 2.1. Λίπανση

Η λίπανση του μπρόκολου διακρίνεται σε **βασική** και **επιφανειακή**. Η βασική λίπανση γίνεται κατά το στάδιο της προετοιμασίας του εδάφους και πριν την εγκατάσταση των φυτών σε αυτό, ενώ η επιφανειακή λίπανση πραγματοποιείται σε δύο ή και περισσότερες δόσεις μετά την εγκατάσταση των φυτών στο χωράφι, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας (Σάββας και Παπάζης, 2009).

Αναγκαία ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το θείο, το βόριο, ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, το μαγγάνιο, ο χαλκός, το μολυβδαίνιο και χλώριο, που βρίσκονται συνήθως στο έδαφος και στην εδαφική ζώνη σε βάθος 0 – 60 cm. Υπάρχουν ειδικές μελέτες (Σάββας και Παπάζης, 2009) στις οποίες παρουσιάζεται ο ρόλος των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, η πρόσληψη, η μεταχείριση και η συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων στο φυτό, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων στην ανάπτυξη των φυτών και άλλοι παράγοντες που συμβάλουν στη θρέψη τους.

Οι βασικές αρχές της ορθολογικής λίπανσης, προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση στην καλλιέργεια συνδέονται με την πραγματοποίηση χημικής ανάλυσης του εδάφους καθώς και με ιδιαίτερες γνώσεις τόσο των αναγκών της καλλιέργειας, όσο και του ρυθμού πρόσληψης των θρεπτικών από την καλλιέργεια, την εφαρμογή χημικών αναλύσεων στους φυτικούς ιστούς, κ.ά.

Ο ρυθμός πρόσληψης των στοιχείων, η διαθεσιμότητά τους και οι φυσικές απώλειες είναι στοιχεία σημαντικά. Η μηχανική σύσταση, η περιεκτικότητα σε άργιλο, τα ορυκτά της αργίλου, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία καθορίζουν την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί θρεπτικά, την εναλλακτική και ρυθμιστική του ικανότητα. Μαζί με το pH επηρεάζουν τη συμπεριφορά και διαθεσιμότητα των θρεπτικών. Όλα αυτά θα πρέπει να συνεκτιμούνται ώστε να καθίσταται δυνατή η εκπόνηση ενός

προγράμματος ορθολογικής λίπανσης, το οποίο πολλές φορές στηρίζεται σε διορθωτικές επεμβάσεις ([www.tsapikounis.com](http://www.tsapikounis.com)).

## **2.2. Ο ρόλος των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων**

Για την ανάπτυξη των φυτών είναι απαραίτητο να υπάρχουν θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος. Αυτά χωρίζονται κυρίως σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά. Στη πρώτη ομάδα ανήκουν το Άζωτο (N), ο Φώσφορος (P), το Κάλιο (K), το Ασβέστιο (Ca) και το Μαγνήσιο (Mg). Στη δεύτερη κατηγορία το Μαγγάνιο (Mn), ο Ψευδάργυρος (Zn), ο Σίδηρος (Fe), ο Χαλκός (Cu), το Βόριο (B), το Μολυβδαίνιο (M) και το Χλώριο (Cl). Υπάρχει και μια ακόμα κατηγορία που ονομάζεται «ωφέλιμα στοιχεία». Σ' αυτήν ανήκουν το Νάτριο (Na), το Πυρίτιο (Si) και το Κοβάλτιο (Co). Τέλος, υπάρχει και η τέταρτη ομάδα η οποία είναι απαραίτητη για τον άνθρωπο και τα ζώα. Σ' αυτήν υπάγονται το Σελήνιο (Se) και το Κοβάλτιο (Co). Ο ρόλος των προαναφερθέντων θρεπτικών στοιχείων είναι σημαντικός διότι μέσω των βιοχημικών αντιδράσεων που δημιουργούνται στα φυτά, παράγονται ένζυμα απολύτως ωφέλιμα για την αύξησή τους (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

## **2.3. Ο ρόλος των μακροθρεπτικών στοιχείων**

### **2.3.1. Το Άζωτου (N)**

Συμμετέχει στη δημιουργία αμινοξέων που παράγουν τις πρωτεΐνες, οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν το κύριο υλικό των κυττάρων και του πρωτοπλάσματος, ενώ αποτελεί και το βασικό συστατικό της χλωροφύλλης.

Το άζωτο συναντάται σε οργανική και σε ανόργανη μορφή που το βρίσκουμε κυρίως στα φύλλα και στα αγγεία του ξύλου. Η τυχόν έλλειψή του αναστέλλει τη φωτοσύνθεση, μειώνει την παραγωγή της χλωροφύλλης με συνέπεια τη δημιουργία προβλημάτων στην ανάπτυξη των φυτών.

Το άζωτο βρίσκεται σε συγκεντρώσεις 1,5 – 6% της ξηρής ουσίας των φυτικών ιστών και κατά μέσο όρο θεωρείται ότι βρίσκεται σε επάρκεια όταν η

συγκέντρωση του κυμαίνεται στα 2,5 – 3,5%. Πάντως παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ των καλλιεργούμενων φυτών. Έτσι για παράδειγμα στα ψυχανθή φυτά μπορεί να κυμαίνεται σε συγκέντρωση 4,80 – 5,50%, ενώ σε δενδρώδεις καλλιέργειες σε συγκέντρωση 1,80 -2,20%.

Η πρόσληψη του αζώτου πραγματοποιείται κυρίως υπό νιτρική μορφή ( $\text{NO}_3$ ) και λιγότερο υπό την αμμωνιακή μορφή ( $\text{NH}_4$ ), ανάλογα βέβαια και με το pH του εδάφους, τη θερμοκρασία κ.ά. Σχετικά με τον τρόπο πρόσληψης αυτός μπορεί να γίνει παθητικά και ενεργητικά αλλά και στις δυο περιπτώσεις η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο.

Όταν το άζωτο χορηγείται υπό την αμμωνιακή του μορφή ( $\text{NH}_4$ ) τότε παρατηρούνται αλληλεπιδράσεις με άλλα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία όπως είναι το Κάλιο (K), το Ασβέστιο (Ca), και το Μαγνήσιο (Mg) και σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε τροφοπενίες των παραπάνω στοιχείων. Όταν το άζωτο χορηγείται υπό τη νιτρική του μορφή, τότε παρατηρείται ανταγωνισμός με το Θείο (S) και το Φώσφορο (P).

Συμπτώματα τροφοπενίας Αζώτου συνήθως εμφανίζονται στα φύλλα των φυτών, στην αρχή στα μεγάλα και αργότερα στα μικρά. Με την πάροδο του χρόνου η χλωρόση γενικεύεται και ξεραίνεται όλο το έλασμα και μερικές φορές τα φύλλα πέφτουν ενώ παρατηρείται και μείωση της παραγωγής. Στην περίπτωση που η τροφοπενία προχωρήσει τότε έχουμε αναστολή σ' όλες τις λειτουργίες του φυτού δηλαδή στην ανάπτυξη της ρίζας, στο σχηματισμό νέων βλαστών, ανθέων και καρπών (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

### **2.3.2. Ο Φώσφορος (P)**

Ο Φώσφορος είναι συστατικό αρκετών χημικών ενώσεων και επηρεάζει, μέσω των βιοχημικών αντιδράσεων στις οποίες συμμετέχει, το μεταβολισμό των υδατανθράκων και τη μεταφορά ενέργειας. Παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του pH των κυττάρων.

Ο Φώσφορος βρίσκεται σε μικρότερες συγκεντρώσεις στους φυτικού ιστούς σε σύγκριση με το Άζωτο και οι οποίες κυμαίνονται στο 0,15 – 1,00% της ξηράς ουσίας τους (συνήθως 0,20 – 0,40%). Η επάρκεια στη συγκέντρωση

του Φωσφόρου εξαρτάται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το είδος του φυτού. Η πρόσληψη του Φωσφόρου και η συσσώρευσή του γίνεται κατά τρόπο ενεργητικό αλλά και παθητικό και η κίνησή του μέσα στο φυτό γίνεται από τα παλαιότερα προς στα νεότερα φύλλα.

Ο Φώσφορος αλληλεπιδρά με άλλα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία παρουσιάζοντας είτε συνεργιστική είτε ανταγωνιστική δράση. Για παράδειγμα όταν το Άζωτο προστίθεται σε αμμωνιακή μορφή τότε ο Φώσφορος δρα συνεργιστικά. Αντίθετα, ο Φώσφορος ενεργεί ανταγωνιστικά με τον Άργιλο και το Σίδηρο.

Τα συμπτώματα από την έλλειψη του Φωσφόρου εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα και κατόπιν στα νεότερα. Μερικές φορές, όταν υπάρχουν χαμηλές θερμοκρασίες τα συμπτώματα έλλειψης Φωσφόρου είναι πιο έντονα ενώ όταν αυξάνεται η θερμοκρασία τα συμπτώματα υποχωρούν.

Έχει παρατηρηθεί ότι σε τροφοπενία Φωσφόρου το φυτό έχει σκουροπράσινο χρώμα στο φύλλωμα, μπλε χρώμα στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος. Επιπρόσθετα παρατηρείται αναστολή της αύξησης, μείωση της παραγωγής και υποβάθμιση της ποιότητας της παραγωγή (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

### **2.3.3. Το Κάλιο (K)**

Το Κάλιο συμμετέχει στη ρύθμιση της υδατικής ισορροπίας στους φυτικούς ιστούς γιατί παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της λειτουργίας των στομάτων στα φύλλα. Ο ρόλος του λοιπόν είναι σημαντικός καθώς επηρεάζει τη συγκράτηση νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους ξηρασίας. Η μεταφορά του στους ιστούς του φυτού γίνεται εύκολα και γρήγορα και συμβάλλει στη μεταφορά υδατανθράκων στα διάφορα μέρη του φυτού καθώς συμμετέχει στη σύνθεση και στην ενεργοποίηση πολλών ενζύμων.

Η συγκέντρωση του Καλίου κυμαίνεται στα 1,00 – 5% της ξηράς ουσίας (συνήθως 1,50 – 3%) των φυτικών ιστών αλλά σε ορισμένα φυτικά όργανα μπορεί να φτάσει μέχρι και το 10%. Η πρόσληψη του Καλίου εξαρτάται από την περατότητα των κυτταρικών μεμβρανών και συνήθως

προσλαμβάνεται με υψηλούς ρυθμούς από του φυτικούς ιστούς. Η πρόσληψη και η συσσώρευση του Καλίου μπορεί να γίνει ενεργητικά αλλά και παθητικά. Η κατανομή του μέσα στα φυτικά κύτταρα εξαρτάται κυρίως από το είδος του οργανιδίου του κυττάρου.

Το Κάλιο παρουσιάζει αλληλεπίδραση με το Μαγνήσιο και το Άζωτο. Πιο συγκεκριμένα δρα ανταγωνιστικά με το Μαγνήσιο για αυτό και η αναλογία της παρεχόμενης συγκέντρωσης αυτών των στοιχείων στο έδαφος κυμαίνεται συνήθως σε 3:1 για πολλά λαχανικά. Όταν το Άζωτο προστίθεται υπό νιτρική μορφή ευνοείται η συσσώρευση Καλίου στα φύλλα ενώ δρα ανταγωνιστικά όταν βρίσκεται υπό αμμωνιακή μορφή. Ανάλογη ανταγωνιστική δράση έχει παρατηρείται και για το Ασβέστιο.

Επειδή η κίνηση και μεταφορά του Καλίου μέσα στο φυτό γίνεται με ταχύτητα, η έλλειψή του εμφανίζεται γρήγορα στα φυτά, αρχικά στο έλασμα των παλαιών φύλλων. Συγκεκριμένα, εμφανίζεται χλώρωση η οποία σταδιακά μετατρέπεται σε νέκρωση ενώ τα κυτταρικά τοιχώματα γίνονται αδύνατα και είναι πιο εύκολη η είσοδος παθογόνων μικροοργανισμών και εντόμων. Τέλος η έλλειψη Καλίου οδηγεί σε υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

#### **2.3.4. Το Ασβέστιο (Ca)**

Το Ασβέστιο απαντάται στα φυτικά κύτταρα ιδιαίτερα στους χώρους ανάμεσα στο κυτόπλασμα ενός κυττάρου (καινοτόπια) και στο κυτταρικό τοίχωμα (αποπλάστες). Διαδραματίζει το ρόλο της συνδετικής ουσίας μεταξύ των κυτταρικών τοιχωμάτων, συμβάλλει στην ενεργοποίηση ενζύμων, συμβάλει στη γονιμοποίηση των ανθέων και συμμετέχει ενεργά στην επιμήκυνση των κυττάρων και ιδιαίτερα των βλαστών.

Η συγκέντρωση του Ασβεστίου στου φυτικούς ιστούς και κυρίως στα φύλλα, κυμαίνεται στα 0,20-5% της ξηράς ουσίας τους (συνήθως για πολλά φυτά 0,30-3%). Τα λαχανικά θεωρούνται γενικά από τα πιο πλούσια μεταξύ των φυτικών ειδών σε συγκέντρωση Ασβεστίου.

Το Ασβέστιο ανταγωνίζεται το Μαγνήσιο, το Κάλιο και το Νάτριο στους φυτικούς ιστούς. Από την άλλη πλευρά δρα συνεργιστικά με το Βόριο καθώς και με το Φώσφορο σε συνθήκες χαμηλών τιμών του pH. Το ίδιο συμβαίνει και με το Άζωτο όταν βρίσκεται σ' ανόργανη μορφή κ. Αντίθετα, δρα ανταγωνιστικά με τον Άργιλο, τον Ψευδάργυρο, τον Σίδηρο και τον Χαλκό.

Η έλλειψη Ασβεστίου παρατηρείται συνήθως στις κορυφές των βλαστών όπου παρατηρείται χλώρωση, στρέβλωση των φύλλων και σε προχωρημένο στάδιο νέκρωση. Η έλλειψη Ασβεστίου μπορεί να ευνοηθεί από συνθήκες συννεφιάς και υψηλής υγρασίας (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

#### 2.3.5. Το Μαγνήσιο (Mg)

Το Μαγνήσιο είναι απαραίτητο συστατικό της χλωροφύλλης και συνδέεται άμεσα με τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού ενώ επηρεάζει και τη δραστηριότητα ορισμένων ενζύμων συμμετέχοντας στη μεταβολική δραστηριότητα των φυτικών ιστών.

Η συγκέντρωση του Μαγνησίου στα φύλλα κυμαίνεται στα 0,15 - 1% της ξηράς ουσίας τους (συνήθως 0,15 - 0,30%) και επηρεάζεται σημαντικά από τη διαθεσιμότητα του Καλίου το οποίο σε υψηλές συγκεντρώσεις δεν επιτρέπει την απορρόφηση Μαγνησίου από τους φυτικούς ιστούς.

Το Μαγνήσιο δρα ανταγωνιστικά με το Κάλιο και το Ασβέστιο καθώς επίσης και με το Μαγγάνιο και τον Άργιλο. Συνήθως οι σχέσεις Ca: Mg = 2:1 και K: Mg = 8:1 θεωρούνται οι πιο κατάλληλες αλλά αυτό εξαρτάται σημαντικά από το φυτικό είδος.

Τα συμπτώματα τροφопενίας Μαγνησίου εμφανίζονται στην αρχή στα μεγάλα και ώριμα φύλλα και αργότερα στα μικρά και λιγότερο ώριμα φύλλα. Πάνω σ' αυτά δημιουργείται είτε μια μεσονεύρια χλώρωση είτε ένα ελαφρό κιτρίνισμα με κηλίδες στους χώρους μεταξύ των νεύρων. Σε υπερβολική έλλειψη Μαγνησίου οι κηλίδες αυξάνονται και τα ελάσματα των φύλλων γίνονται έθραυστα και στρεβλώνουν (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

### **2.3.6. Το Θείο (S)**

Το Θείο αποτελεί συστατικό των αμινοξέων (κυστίνη, θειαμίνη, μεθειονίνη), του συνενζύμου A, της Βιταμίνης Β<sub>1</sub> και της φερεδοξίνης καθώς και γλυκοζιδίων στα οποία οφείλεται η ξεχωριστή οσμή και γεύση σ' ορισμένα φυτά, όπως είναι τα Σταυρανθή.

Το Θείο δρα συνεργιστικά με το Άζωτο και συμμετέχει στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Αντίθετα, το Θείο ανταγωνίζεται το Βόριο, το Μολυβδαίνιο και το Σίδηρο.

Η έλλειψη Θείου προκαλεί την εμφάνιση συμπτωμάτων που μοιάζουν με εκείνα της έλλειψης Αζώτου λόγω του ρόλου που έχουν και τα δύο αυτά θρεπτικά στοιχεία στη σύνθεση πρωτεϊνών και χλωροφύλλης. Σε συνθήκες έλλειψης Θείου τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά στα παλαιότερα και ώριμα φύλλα. Η τροφοπενία σε Θείο δημιουργεί αρχικά ένα κιτρίνισμα ενώ αργότερα μπορεί να εμφανίσει κοκκινωπά στίγματα ή ιώδη. Από την άλλη μεριά σημαντικό πρόβλημα μπορεί να παρατηρηθεί και την υπερβολική συγκέντρωση (μεγαλύτερη από 0,050 – 0,070% της ξηράς ουσίας) (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

## **2.4. Ο ρόλος των μικροθρεπτικών στοιχείων**

### **2.4.1. Ο Σίδηρος (Fe)**

Ο σίδηρος είναι συστατικό ενζύμων και κύριο στοιχείο της πρωτεΐνης που ονομάζεται φερεδοξίνη και συμμετέχει έμμεσα στη παραγωγή της χλωροφύλλης, στον έλεγχο της αλανίνης και στη σύνθεση των πρωτεϊνών.

Ο σίδηρος περιέχεται στα φύλλα των καλλιεργούμενων φυτών κυμαίνεται στα 10 – 1000 ppm της ξηράς ουσίας τους (συνήθως 50 - 75 ppm). Ο Σίδηρος δεν είναι ευκίνητος κάτι που ευνοεί την εμφάνιση συμπτωμάτων τροφοπενίας.

Ο Σίδηρος δρα ανταγωνιστικά με το Άζωτο κάτι που παρατηρείται και όταν προστίθενται στο έδαφος υλικά ασβέστωσης και Φώσφορος. Η άριστη

αναλογία μεταξύ Φωσφόρου και Σιδήρου κυμαίνεται περίπου στο 29:1. Αντίθετα, η σχέση του Σιδήρου με το Κάλιο και το Χλώριο είναι συνεργηστική και η πρόσληψή του ευνοείται παρουσία αυτών των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων.

Τα συμπτώματα έλλειψης Σιδήρου μοιάζουν με αυτά της έλλειψης Μαγνησίου γιατί και τα δύο στοιχεία σχετίζονται με τη παραγωγή της χλωροφύλλης. Επειδή όμως ο Σίδηρος είναι δυσκίνητος η τροφοπενία εμφανίζεται στα νεαρά φύλλα, ενώ το Μαγνήσιο είναι ευκίνητο και η τροφοπενία εμφανίζεται στα παλαιότερα φύλλα. Τα συμπτώματα τροφοπενίας Σιδήρου παρατηρούνται με μεσονεύρια χλώρωση η οποία εκτείνεται σε όλη την επιφάνεια του ελάσματος (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

#### **2.4.2. Ο Ψευδάργυρος (Zn)**

Ο Ψευδάργυρος σχετίζεται με το μεταβολισμό των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και του RNA των φυτών, ενώ παίζει σημαντικό ρόλο σαν μεταλλικό συστατικό ενζύμων ή σαν ρυθμιστικός παράγοντάς της δραστηριότητάς τους, αφού λαμβάνει μέρος στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. Η έλλειψή του οδηγεί σε έλλειψη αμύλου στο φυτό.

Ο Ψευδάργυρος βρίσκεται σε συγκέντρωση που κυμαίνεται στα 15 – 50 ppm της ξηράς ουσίας των φυτικών ιστών. Προσλαμβάνεται και με τους δυο τρόπους ενεργητικά και παθητικά και είναι δυσκίνητος.

Ο Ψευδάργυρος αλληλεπιδρά με το Φώσφορο και η σχέση τους είναι ανταγωνιστική καθώς ο τελευταίος επηρεάζει το μεταβολισμό του Ψευδάργυρου. Επίσης, ανταγωνιστική αλληλεπίδραση σημειώνεται μεταξύ του Ψευδάργυρου και του Σιδήρου που ορισμένες φορές μπορεί να δημιουργήσει συμπτώματα τροφοπενίας στα φυτά.

Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα έλλειψης του Ψευδάργυρου είναι η δημιουργία χλωρωτικών λωρίδων, οι οποίες αργότερα γίνονται κίτρινες και τέλος λευκές (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).



### **2.4.3. Το Μαγγάνιο (Mn)**

Το Μαγγάνιο εμπλέκεται στην αύξηση και στην ανάπτυξη των φυτών επειδή παράγει ηλεκτρόνια εξαιτίας των μεταβολών του σθένους του και έτσι εμπλέκεται στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο φυτό. Ξεχωριστό ρόλο παίζει επίσης στη φωτοσύνθεση.

Το Μαγγάνιο βρίσκεται σε συγκέντρωση που κυμαίνεται στα 10- 1380 ppm (συνήθως 10-50 ppm) επί της ξηράς ουσίας των φύλλων των φυτών. Σε ορισμένα φυτικά είδη κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα, όπως για παράδειγμα στη σόγια: 600 ppm, στο βαμβάκι: 700 ppm και στη γλυκοπατάτα: 1380 ppm. Το Μαγγάνιο, κινείται μέσα στο φυτό με τη δισθενή του μορφή και μεταφέρεται συνήθως στους μεριστωματικούς ιστούς.

Το Μαγγάνιο έχει συνεργιστική δράση με το Άζωτο ανάλογα με τη μορφή του, και η απορρόφησή του ευνοείται από τη νιτρική μορφή του αζώτου. Συνεργιστική επίσης είναι η σχέση του Μαγγανίου με το Φώσφορο ενώ ανταγωνιστική είναι η σχέση του με το Μαγνήσιο. Επιρόσθετα, όταν το pH κυμαίνεται σε υψηλές τιμές (αλκαλικό περιβάλλον) η πρόσληψη του Μαγγανίου παρεμποδίζεται.

Τα συμπτώματα τροφопενίας του Μαγγανίου μοιάζουν αρκετά μ' εκείνα του Μαγνησίου. Το Μαγγάνιο είναι σχετικά δυσκίνητο και η έλλειψή του εμφανίζεται αρχικά στα νεότερα φύλλα με χλώρωση η οποία αποδυναμώνει το φυτό και σ' ορισμένα απ' αυτά δημιουργεί κηλίδες (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

### **2.4.4. Ο Χαλκός (Cu)**

Ο Χαλκός λαμβάνει μέρος σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, συμβάλει στη φωτοσύνθεση, συμμετέχει στους χλωροπλάστες και αποτελεί συστατικό ενζύμων που συνδέονται με την αύξηση των φυτών. Επιρόσθετα, ο Χαλκός επηρεάζει το μεταβολισμό των υδατανθράκων και του Αζώτου στο φυτό.

Η συγκέντρωση του Χαλκού στα φύλλα κυμαίνεται στα 3-7 ppm της ξηράς ουσίας τους. Ο Χαλκός αν και δεν είναι ιδιαίτερα ευκίνητος, στα φυτά

εντούτοις προσλαμβάνεται απ' αυτά και μπορεί να μετακινείται απ' τα παλαιότερα στα νεότερα φύλλα.

Ο Χαλκός δρα ανταγωνιστικά με το Φώσφορο, όπου δηλαδή έχουμε υψηλά επίπεδα Φωσφόρου, σημειώνεται μείωση στη συγκέντρωση του Χαλκού. Ανάλογο γεγονός μπορεί να συμβεί σε υψηλές συγκεντρώσεις Σιδήρου, Μολυβδαίνιου και Αργιλίου οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν έλλειψη του Χαλκού ιδιαίτερα τα φυτά που ανήκουν στη κατηγορία των ψυχανθών. Αντίθετα, ο Χαλκός δρα συνεργιστικά με το Κάλιο και το Μαγγάνιο που ευνοούν την πρόσληψή του.

Αν και οι τροφοπενία Χαλκού είναι σπάνια, τα συμπτώματα τροφοπενίας εμφανίζονται στα φύλλα, στους νεαρούς βλαστούς και στις κορυφές όπου παρατηρείται στρέβλωση, παραμόρφωση, νέκρωση και αναστολή όλων των λειτουργιών με τις ανάλογες επιπτώσεις στη παραγωγή (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

#### **2.4.5. Το Μολυβδαίνιο (Mo)**

Το Μολυβδαίνιο συμμετέχει σε δύο ενζυμικά συστήματα που ονομάζονται νιτρογενάση και νιτρική ρεδοκτάση. Και τα δύο συνδέονται με την αναγωγή της νιτρικής μορφής του Αζώτου σε  $\text{NH}_4$  και σε  $\text{NO}_2$ , αντίστοιχα.

Εξαιτίας των μικρών αναγκών του φυτού σε Μολυβδαίνιο η συγκέντρωσή του στα φύλλα κυμαίνεται στο 1 ppm (συνήθως 0,35-0,50 ppm) της ξηράς ουσίας τους. Σε περίπτωση που η ποσότητα σε Μολυβδαίνιο ξεπεράσει κατά πολύ την παραπάνω τιμή τότε μπορούν να προκληθούν δυσμενείς επιπτώσεις στο φυτό (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

#### **2.4.6. Το Βόριο (B)**

Το Βόριο θεωρείται πολύ σημαντικό για τη δημιουργία των αζωτούχων βάσεων, τη σύνθεση των πρωτεϊνών μέσω του RNA. Επιπρόσθετα, συμβάλλει στις κυτταροδιαιρέσεις και στην αύξηση.

Η συγκέντρωση του Βορίου κυμαίνεται στα 1-6 ppm της ξηράς ουσίας των φύλλων. Στα δικοτυλήδονα, μπορεί να φτάσει σε υψηλότερα επίπεδα (10-20 ppm). Εκτός από τα φύλλα, το Βόριο εντοπίζεται στους ανθήρες, στο στύλο και στις ωοθήκες όπου η περιεκτικότητά του είναι πολύ υψηλή. Προσλαμβάνεται απ' τα φυτά είτε παθητικά είτε ενεργητικά. Αναφορικά με το βαθμό της κινητικότητας του χαρακτηρίζεται ως δυσκίνητο.

Το Βόριο δρα συνεργιστικά με το Φώσφορο διότι συμβάλλει στη συσσώρευσή του στα νουκλεϊκά οξέα. Μερικές φορές η έλλειψη Βορίου συνδέεται με μειωμένη πρόσληψη Φωσφόρου. Η σχέση του Βορίου με το Κάλιο είναι ανταγωνιστική, διότι κάθε φορά που εφαρμόζονται υψηλές δόσεις Καλίου προκαλείται μείωση της συγκέντρωσης του Βορίου.

Η έλλειψη του Βορίου είναι πολύ συνηθισμένη, παρά το ότι το στοιχείο αυτό είναι δυσκίνητο και συνήθως εμφανίζεται στα νεαρά φύλλα και στις κορυφές. Αποτέλεσμα της τροφοπενίας είναι να παραμορφώνονται τα φύλλα, σε προχωρημένο στάδιο να νεκρώνονται οι κορυφές και να καταστρέφεται η παραγωγή (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

#### **2.4.7. Το Χλώριο (Cl)**

Σαν μικροθρεπτικό στοιχείο το Χλώριο συμμετέχει στη διάσπαση του νερού, στη φωτοσύνθεση, στη φωσφοριλίωση και στην έκκλιση του οξυγόνου. Επειδή είναι ευκίνητο στοιχείο επηρεάζει συνολικά τις λειτουργίες αύξησης και ανάπτυξης των φυτών (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003).

### **3. Σκοπός της εργασίας**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης των επιπέδων αζωτούχου λίπανσης υπό την επήρεια δύο διαφορετικών συνδυασμών φωσφόρου – καλίου και δύο διαφορετικών συνδυασμών εδαφικής υγρασίας στην συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα και στις παραγόμενες ανθοκεφαλές μπρόκολου.

## 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 4.1. Υλικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας από τον Φεβρουάριο του 2009 έως τον Ιούνιο του 2009 και η εργασία ολοκληρώθηκε το Σεπτέμβριο του 2009. Αναλυτικότερα, έγινε σπορά την 4 Φεβρουαρίου 2009 και στη συνέχεια ακολούθησε μεταφύτευση των νεαρών σπορόφυτων την 10 Μαρτίου 2009 σε γλάστρες.

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι της ποικιλίας Marathon και η σπορά έγινε σε δίσκους σποράς με ατομικές θέσεις και υπόστρωμα εμπλουτισμένη τύρφη (Klansmann TS2). Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε βάθος περίπου 0,5 – 1cm και μετά την ανάδυση των νεαρών φυταρίων παρέμειναν στους δίσκους σποράς μέχρι την εμφάνιση 5-6 πραγματικών φύλλων. Η μεταφύτευση έγινε σε γλάστρες όγκου 10 L με υπόστρωμα έδαφος από τον αγρό του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας η χημική σύσταση και οι φυσικές ιδιότητες του οποίου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους.

Μηχανική σύσταση	Άμμος	Ίλύς	Άργιλος	Αμμοαργιλώδες
pH (1:1)	6,39 (ελαφρά όξινο έως ουδέτερο)			
Αγωγιμότητα (EC)%	454ms/cm			
CaCO <sub>3</sub>	11,07			
Οργανική ουσία %	4,20			
Αφομοιώσιμος P	46,44 ppm			
Ανταλλάξιμα K	0,6 meq/100g εδάφους			
“ Na	0,16 meq/100g εδάφους			
Ολικά ιχνοστοιχεία Fe	1,653			
“ Cu	2,78			
“ Zn	3,311			
“ Mn	3,45			
Βαριά μέταλλα Cd	0			
“ Pb	4,528			

Πριν την μεταφύτευση αναμιχθηκαν στο έδαφος οι κατάλληλες ποσότητες λιπασμάτων που αφορούσαν στις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν με άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Για την εφαρμογή των λιπάνσεων χρησιμοποιήθηκαν οι κατάλληλες κάθε φορά ποσότητες από τα λιπάσματα νιτρική αμμωνία (33,5-0-0), τριπλό υπερφωσφορικό (0-48-0) και θειικό κάλιο (0-0-50). Οι λιπαντικές επεμβάσεις στο πείραμα περιελάμβαναν:

(α) τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (0, 150, 300, 450 mg N ανά kg εδάφους),

(β) 2 συνδυασμούς επιπέδων φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (150 mg P/150 mg K, 300 mg P/300 mg K ανά kg εδάφους), και

(γ) μία μεταχείριση χωρίς κανένα λίπασμα (N0-P0-K0 / μάρτυρας)

Η επίδραση των παραπάνω συνδυασμών λιπαντικών επεμβάσεων μελετήθηκε (α) σε φυτά που δεχόντουσαν πότισμα μέχρι η υγρασία του εδάφους να φτάνει στο 60% της υδατοϊκανότητας και (β) σε φυτά που δεχόντουσαν πότισμα μέχρι η υγρασία του εδάφους να φτάνει στο 40% της υδατοϊκανότητας. Έτσι το πείραμα περιελάμβανε τις επεμβάσεις όπως φαίνονται στον πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2. Οι συνδυασμοί των λιπαντικών επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν στα δύο επίπεδα υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	Εδαφική υγρασία 60% της υδατοϊκανότητας		Εδαφική υγρασία 40% της υδατοϊκανότητας	
	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	N: 0 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 0 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.	N: 0 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 0 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.
<i>N0,15</i>	N: 150 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 150 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.	N: 150 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 150 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.
<i>N0,30</i>	N: 300 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 300 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.	N: 300 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 300 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.
<i>N0,45</i>	N: 450 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 450 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.	N: 450 mg /kg εδ. P: 150 mg/kg εδ. K: 150 mg/kg εδ.	N: 450 mg /kg εδ. P: 300 mg/kg εδ. K: 300 mg/kg εδ.
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	N: 0 mg /kg εδ. P: 0 mg/kg εδ. K: 0 0 mg/kg εδ.	N: 0 mg /kg εδ. P: 0 mg/kg εδ. K: 0 0 mg/kg εδ.	N: 0 mg /kg εδ. P: 0 mg/kg εδ. K: 0 0 mg/kg εδ.	N: 0 mg /kg εδ. P: 0 mg/kg εδ. K: 0 0 mg/kg εδ.

Αμέσως μετά τη μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε πότισμα που επαναλαμβανόταν συχνά για να διατηρείται το έδαφος στα επίπεδα της υγρασίας που αναφέρθηκε δηλ. είτε 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους είτε στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους. 100 ημέρες μετά τη μεταφύτευση ημερών στις 20 Ιουνίου 2009 ολοκληρώθηκε η καλλιέργεια και πραγματοποιήθηκε η συλλογή των φύλλων και των ανθοκεφαλών των φυτών.

Στη συνέχεια οι φυτικοί ιστοί τοποθετήθηκαν για ξήρανση σε ξηραντήριο με θερμοκρασία 72°C για χρονικό διάστημα που κυμάνθηκε από τέσσερις έως έξι μέρες, ανάλογα με τον ιστό που χρησιμοποιήθηκε και με κριτήριο τη σταθεροποίηση του βάρους του.

Το πείραμα ήταν διπαραγοντικό με τους δύο παράγοντες να είναι:

(α) η συγκέντρωση του αζώτου με τέσσερα επίπεδα (0, 150, 300, 450 mg N ανά kg εδάφους)

(β) ο συνδυασμός φώσφορου-καλίου με δύο επίπεδα (150 mg P/150 mg K, 300 mg P/300 mg K ανά kg εδάφους).

Η επίδραση των δύο αυτών παραγόντων εξετάστηκε σε δύο επίπεδα εδαφικής υγρασίας: 40% και 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Έτσι πραγματοποιήθηκαν συνολικά 18 επεμβάσεις με 4 επαναλήψεις των 2 φυτών η καθεμία. Το πείραμα ακολούθησε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο και λόγω της στατιστικά σημαντικής αλληλεπίδρασης των δύο παραγόντων, σε κάθε επίπεδο εδαφικής υγρασίας χωριστά, η ανάλυση της σημαντικότητας των διασπορών έγινε χωριστά για κάθε έναν από τους παράγοντες και η σημαντικότητα των διαφορών εκτιμήθηκε με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς όταν πρόκειται για τη σύγκριση 5 επεμβάσεων και με το κριτήριο του T-test όταν πρόκειται για τη σύγκριση 2 επεμβάσεων, σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ . για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα StatGraphics 5.1.

#### 4.2 Χημικές αναλύσεις

**Προσδιορισμός ιχνοστοιχείων με τη μέθοδο αποτέφρωσης και υπόλοιπων θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς.**

Η μέθοδος αυτή είναι γρήγορη και ακίνδυνη, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να χρησιμοποιηθούν δείγματα μεγάλου βάρους (1-2 g) τα οποία περιορίζουν τα σφάλμα των αναλύσεων. Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζονται τα περισσότερα μικροστοιχεία. Η αποτέφρωση γίνεται στη μικρότερη δυνατή θερμοκρασία και σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρόνο για τον προσδιορισμό των παραπάνω στοιχείων. Κατά τη μέθοδο αυτή κονιοποιημένα δείγματα βάρους 0,5-1 g τοποθετούνται σε χωνευτήρια από πορσελάνη Νο 102/40. Τα χωνευτήρια τοποθετούνται σε φούρνο υψηλής θερμοκρασίας και τα δείγματα αποτεφρώνονται στους 600°C για όσες ώρες απαιτούνται ώστε να έχει γίνει τέλεια αποτέφρωση.

Μετά την καύση τα δείγματα αφήνονται να επανέρθουν σε κανονική θερμοκρασία και στην συνέχεια συμπληρώνεται 1-2 mL νερό και 3-4 mL διαλύματος HCL 1:1 κατ' όγκο. Το χωνευτήρι καλύπτεται με ύαλο ωρολογίου και τοποθετείται σε ατμόλουτρο για 15 λεπτά. Ακολούθως διηθείται το δείγμα με ηθμό Νο 44, ο οποίος προηγουμένως έχει εκπλυθεί με διάλυμα HCL. Το διήθημα συλλέγεται σε ογκομετρικές φιάλες των 50 mL. Μετά τη διήθηση του δείγματος, το χωνευτήρι και ο ηθμός ξεπλένονται 3-4 φορές με νερό. Τέλος, γίνεται αναγωγή του όγκου του διηθήματος στα 50 mL με την προσθήκη νερού. Το διάλυμα που παρασκευάζεται με τον τρόπο αυτό θεωρείται κατάλληλο για τον προσδιορισμό των N, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al, Zn και Cu, εκ των οποίων προσδιορίστηκαν το N και το K.



#### 4.2.1 Μέθοδος αποδιοργάνωσης με οξέα των δειγμάτων φυτικών

##### ιστών

- ✓ Ζυγίζω 0,2-0,5 g φυτικού ιστού (ξηρού σε 105°C) και το τοποθετώ προσεκτικά στη φιάλη Kjeldahl.
- ✓ Προσθέτω 1 ταμπλέτα 5 g από το καταλύτη
- ✓ Προσθέτω 6 mL πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> με τρόπο ώστε να διαβρέχονται τα τοιχώματα του σωλήνα
- ✓ Μεταφέρουμε τη φιάλη στη συσκευή πέψης. Η συσκευή έχει προηγουμένως μπει σε λειτουργία ώστε η θερμοκρασία πέψης να φτάσει στο μέγιστο. Για τη συσκευή πέψης Büchi ο διακόπτης πρέπει να είναι στην αρχή στην κλίμακα 10 για 20 λεπτά και μετά στην 8.
- ✓ Κατά την διάρκεια της υγρής καύσης το δείγμα χρωματίζεται βεραμάν και από τη στιγμή αυτή το αφήνουμε για άλλα 20 λεπτά οπότε ολοκληρώνεται η διαδικασία της καύσης.
- ✓ Το μεταφέρουμε σε ογκομετρικές φιάλες των 100mL από όπου παίρνουμε 1 mL και κάνουμε τη μέτρηση του αζώτου.

#### 4.2.2 Αρχή της μεθόδου

Σκοπός της μεθόδου είναι ο προσδιορισμός του αζώτου στους φυτικούς ιστούς σε μορφή νιτρικών (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ή ακόμα και νιτρωδών (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) αλάτων. Η μέθοδος περιλαμβάνει κατεργασία ενός δείγματος, που το διαλύουμε με πυκνό θειικό οξύ (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 95% σε μια φιάλη Kjeldahl. Νιτρικά και νιτρώδη αντιδρούν και σχηματίζουν ενώσεις αζώτου. Με την καύση διασπάται η ένωση αζώτου και παράγεται η αμμωνία, η οποία δεν πρέπει να μείνει σ' αυτή τη μορφή γιατί είναι πτητική. Έτσι η αμμωνία παραμένει μέσα στη φιάλη με το H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> μετατρέπεται σε (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Μέσα στη φιάλη το θειικό αμμώνιο (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> αντιδρά με το καυστικό νάτριο (NaOH). Το NH<sub>4</sub>OH διασπάται εύκολα σε αμμωνία και νερό. Η αμμωνία πριν φύγει, μετατρέπεται πάλι σε αμμώνιο και αντιδρά με το βορικό οξύ.

### 4.2.3 Μέτρηση Αζώτου

Η μέτρηση του αζώτου έγινε με τη μέθοδο της ινδοφαινόλης.  
Αντιδραστήρια:

1. **Stock solution:** Διαλύουμε 0,191 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  σε 500 mL απιονισμένο νερό. Η περιεκτικότητα σε  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ανά mL είναι 0,1 mg.

2. **Working solution:** Ετοιμάζεται μόνο την ημέρα της μέτρησης και δεν φυλάσσεται. Αραιώνουμε το **stock solution** σε αναλογία 1 προς 5 με απιονισμένο νερό, έτσι η περιεκτικότητα του working solution σε  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  είναι 0,02 mg/mL.

3. **Παράγοντας:** Διαλύουμε 35 g Sodium potassium tartrate, 17.5 g sodium salicylate και 0.5 g Sodium nitroprusside σε περίπου 400mL απιονισμένο νερό. Προσθέτουμε 40 mL 50% NaOH (35 g NaOH σε 35 mL νερό) και αναδεύουμε. Συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τον όγκο του ενός λίτρου, αναδεύουμε καλά και αποθηκεύουμε σε 2°C.

4. **Διάλυμα NaOCl:** Χρησιμοποιούμε χλωρίνη εμπορίου με περιεκτικότητα 4,8%. Επειδή χρειαζόμαστε διάλυμα Υποχλωριώδους νατρίου 0,15% διαλύουμε 7,81 mL χλωρίνης σε 250 mL απιονισμένο νερό.

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών σε ολικό N γίνεται με απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο στα 660 nm. Για την δημιουργία της καμπύλης αναφοράς φτιάχνουμε ένα τυφλό δείγμα και μια σειρά από standards με γνωστή περιεκτικότητα σε  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ . Το τυφλό και τα standards φτιάχνονται σε ογκομετρικές φιάλες των 50mL με την εξής διαδικασία:

**Τυφλό:** Τοποθετούμε 1 mL από το τυφλό της υγρής καύσης, 40 mL παράγοντα, 4 mL NaOCl και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι του τελικού όγκου των 50 mL.

**Standard 1:** Τοποθετούμε 1 mL working solution στην φιάλη και προσθέτουμε 40 mL παράγοντα, 4 mL NaOCl και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι του τελικού όγκου των 50 mL (0,02 mg  $\text{NH}_4^+\text{-N/mL}$ ).

**Standard 2:** Τοποθετούμε 2 mL working solution στην φιάλη και προσθέτουμε 40 mL παράγοντα, 4 mL NaOCl και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι του τελικού όγκου των 50 mL (0,04 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/mL)

**Standard 3:** Τοποθετούμε 3 mL working solution στην φιάλη και προσθέτουμε 40 mL παράγοντα, 4 mL NaOCl και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι του τελικού όγκου των 50 mL (0,06 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/mL)

**Standard 4:** Τοποθετούμε 4 mL working solution στην φιάλη και προσθέτουμε 40 mL παράγοντα, 4 mL NaOCl και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι του τελικού όγκου των 50 mL (0,08 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/mL)

**Standard 5:** Τοποθετούμε 5 mL working solution στην φιάλη και προσθέτουμε 40 mL παράγοντα, 4 mL NaOCl και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι του τελικού όγκου των 50 mL (0,10 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/mL)

**Δείγματα:** Την ίδια διαδικασία ακολουθούμε και για τα δείγματα, τοποθετούμε δηλαδή 1 mL από το διάλυμα της υγρής καύσης τους στην ογκομετρική φιάλη των 50 mL και προσθέτουμε 40 mL παράγοντα, 4 mL NaOCl και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι του τελικού όγκου των 50 mL.

Η προετοιμασία των δειγμάτων αλλά και των standards πρέπει να γίνει όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Μετά από την προσθήκη κάθε αντιδραστηρίου πρέπει να γίνεται ισχυρή ανάδευση. Τοποθετούμε τα δείγματα, τα standards και το τυφλό σε υδατόλουτρο σε 40°C για 10 λεπτά και μετράμε στο φασματοφωτόμετρο στα 660nm. Ονομάζοντας το τυφλό 0,00, το standard 1 0,02, το standard 2 0,04 κ.ο.κ. έως το standard 5 0,10, τα αποτελέσματα δίνουν τη περιεκτικότητα των δειγμάτων σε mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N. Για να υπολογιστεί η περιεκτικότητα σε N % χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο: N% = C (mg) X αρχ. διαλύματος υγρής καύσης (όπου 0,2 g ξ.ο. εκχυλ. σε 100 mL) / 10 X mL δείγματος από δ. υγρής καύσης X βάρος ξηράς ουσίας δείγματος.

Στη συγκεκριμένη μέθοδο τα mL αρχικού διαλύματος από υγρή καύση είναι 100, τα mL διαλύματος που τοποθετήθηκαν στην φιάλη είναι 1 και το βάρος δείγματος που χρησιμοποιήθηκε για την υγρή καύση είναι 0,2 g. Έτσι ο τύπος μετατρέπεται ως εξής: N% = C (mg) \* 100 / 2

#### 4.2.4 Μέτρηση Φωσφόρου

Ο προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου γίνεται με την μέθοδο Olsen. Αντιδραστήρια.

- **Διάλυμα NaOH 5N:** Διαλύουμε 40 g. NaOH σε 800 mL αποσταγμένο νερού και συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000 mL.

- **Διάλυμα NaHCO<sub>3</sub> 0.5N:** Διαλύουμε 42 g. NaHCO<sub>3</sub> σε 800 mL αποσταγμένο νερό και συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000 mL. Τέλος ρυθμίζουμε το pH στο 8,5 με διάλυμα NaOH 5N. Εάν η αποθήκευση γίνεται σε γυάλινο δοχείο θα πρέπει να ανανεώνεται το διάλυμα κάθε μήνα. Εάν η αποθήκευση γίνεται σε φιάλη πολυαιθυλενίου το διάλυμα διατηρείται επί μακρόν, αρκεί να ελέγχεται το pH κάθε μήνα.

- **Διάλυμα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N:** διαλύουμε 141 mL πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% σε 800 mL αποσταγμένο νερό και μετά την ψύξη του διαλύματος συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000 mL.

- **Μολυβδαινικό αμμώνιο (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>MO<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 4H<sub>2</sub>O**

- **Τρυγικό καλιοαντιμόνιο KsbO C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>**

- **Διάλυμα A:** διαλύουμε 12 g (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>MO<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 4H<sub>2</sub>O με 250 mL αποσταγμένο νερό, σε ποτήρι ζέσεως 500 mL καθώς και 0,291 g KsbO C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> με 100 mL αποσταγμένο νερό, σε ποτήρι ζέσεως 200 mL. Μεταφέρουμε τα παραπάνω διαλύματα σε ογκομετρική φιάλη 2000 mL προσθέτουμε 1000 mL διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N και συμπληρώνουμε με νερό μέχρις όγκου 2000 mL. Το διάλυμα A το φυλάσσουμε σε σκοτεινή φιάλη, σε δροσερό και σκιερό μέρος.

- **Ασκορβικό οξύ (L(+)-Ascorbio Acid)**

- **Διάλυμα B:** διαλύουμε 0,528 g ασκορβικό οξύ σε 100 mL διαλύματος A. Το διάλυμα αυτό δεν πρέπει να παραμείνει περισσότερο από 24 ώρες. Η ποσότητα του διαλύματος B εξαρτάται από τον αριθμό των ογκομετρικών φιαλών 50 mL που θα χρησιμοποιήσουμε αφού σύμφωνα με την διαδικασία προσθέτουμε σε κάθε φιάλη 8 mL.

- **Δείκτης p- νιτροφαινόλη:** διαλύουμε 0,25 g p- νιτροφαινόλη σε 100 mL αποσταγμένο νερό.

- **Ενεργός άνθρακας:** MERCK, Art 2184, Aktivkohle gepulvert reinst ή Fluka 05120.

- **Stock standard P (500 mg/L):** ζυγίζουμε 2, 1964 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  και τα διαλύουμε σε 500 mL αποσταγμένο νερό. Προσθέτουμε 4 mL πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$  και συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1 L.

- **Standard P (3 mg/L  $\text{NaHCO}_3$ ):** παρασκευάζεται με αραιώση 3 mL από το stock standard P (500 mg/L) μέχρις όγκου 500 mL.

- **Standard διάλυμα P (0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 ppm):** παρασκευάζονται με αραιώση 5, 10, 15 και 20 mL από το standard P (3 ppm) μέχρις όγκου 50 mL αφού προστεθούν τα αντιδραστήρια για την ανάπτυξη του χρώματος.

- *Το διάλυμα των 0 ppm παρασκευάζεται με απιονισμένο νερό.*

**Προσδιορισμός στον φυτικό ιστό.** Μετά την ξηρή καύση των δειγμάτων από κάθε δείγμα ( μπουκαλάκι ) παίρνουμε 0,5 - 2 mL δείγμα και το μεταφέρουμε σε μια ογκομετρική φιάλη των 50 mL, προσθέτουμε 15 mL αποσταγμένο νερό και 8 mL αντιδραστήριο Β. Συμπληρώνουμε με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή και το ανακινούμε 5-6 φορές. Μετά από παραμονή 40 λεπτών μετράμε σε φασματοφωτόμετρο 880 nm με κυψελίδα 1 cm και ταυτόχρονα εκτελείται και τυφλός προσδιορισμός. Δεν χρησιμοποιούμε δείκτη p- νιτροφαινόλη.

$$[P] (\%, \xi. \beta.) = [(A-T) * \Sigma A * 50] / W * 10000.$$

Όπου : A= συγκέντρωση P του δείγματος σε mg / L, T= συγκέντρωση P του τυφλού σε mg / L, W= g Βάρος φυτικού ξηρού δείγματος και  $\Sigma A$ = συντελεστής αραιώσης.

#### **4.2.5. Μέτρηση Καλίου**

Η μέτρηση του καλίου γίνεται σε με τον εξής τρόπο: Από τα δείγματα (μπουκαλάκια) για κάθε φυτό γίνεται λήψη 1 mL και αναμιγνύεται με 10 mL απιονισμένου νερού. Με την αραιώση αυτή, κάνουμε χρήση του μηχανήματος ατομικής απορρόφησης και το μηχάνημα μας δίνει την ένδειξη περιεκτικότητας σε κάλιο. Για να γίνει σωστά η μέτρηση, πρέπει να τοποθετηθεί η κατάλληλη λάμπα στο μηχάνημα ατομικής απορρόφησης.

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 5.1. Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα

Πίνακας 5.1. Συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα (% επί της ξηράς ουσίας των φύλλων) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	0,159 b (a)	0,373 b (a)
<i>N150</i>	0,842 a (a)	0,655 a (a)
<i>N300</i>	1,106 a (a)	0,771 a (a)
<i>N450</i>	1,293 a (a)	0,750 a (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	0,157 b	0,157 b

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις *N150*, *N300* και *N450* σε σύγκριση με τη μεταχείριση *N0* και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (*P1K1* και *P2K2*) καθώς και με το μάρτυρα (*N0-P0-K0*) (πίνακας 5.1).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) που εφαρμόστηκαν (πίνακας 5.1).

Πίνακας 5.2. Συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα (% επί της ξηράς ουσίας των φύλλων) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	0,281 b (a)	0,443 b (a)
<i>N150</i>	0,438 b (a)	0,379 b (a)
<i>N300</i>	0,938 a (a)	1,318 a (a)
<i>N450</i>	1,172 a (a)	0,959 a (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	0,340 b	0,340 b

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις *N300* και *N450* σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις *N0* και *N150* και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (*P1K1* και *P2K2*) καθώς και με το μάρτυρα (*N0-P0-K0*) (πίνακας 5.2).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) που εφαρμόστηκαν (πίνακας 5.2).



Πίνακας 5.3. Συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα (% επί της ξηράς ουσίας των φύλλων) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	0,172 a (a)	0,211 a (a)
<i>N150</i>	0,159 a (a)	0,164 a (a)
<i>N300</i>	0,199 a (a)	0,167 a (a)
<i>N450</i>	0,161 a (a)	0,126 b (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	0,200 a	0,200 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση P1K1 (πίνακας 5.3). Όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση P2K2 η συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερη στη μεταχείριση N450 σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης (N0, N150 και N300) και το μάρτυρα (N0-P0-K0) (πίνακας 5.3).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης (N0, N150, N300 και N450) που εφαρμόστηκαν (πίνακας 5.3).

Πίνακας 5.4. Συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα (% επί της ξηράς ουσίας των φύλλων) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	0,144 a (a)	0,181 a (a)
<i>N150</i>	0,139 a (a)	0,161 a (a)
<i>N300</i>	0,116 a (a)	0,134 a (a)
<i>N450</i>	0,110 a (a)	0,156 a (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	0,170 a	0,170 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (*P1K1* και *P2K2*) (πίνακας 5.4).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) που εφαρμόστηκαν (πίνακας 5.4).

Πίνακας 5.5. Συγκέντρωση καλίου στα φύλλα (% επί της ξηράς ουσίας των φύλλων) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	1,872 a (a)	1,969 b (a)
<i>N150</i>	2,161 a (a)	2,257 b (a)
<i>N300</i>	1,936 a (b)	2,931 a (a)
<i>N450</i>	2,674 a (b)	3,315 a (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	2,129 a	2,129 b

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*), όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση *P1K1* (πίνακας 5.5). Όταν όμως εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση *P2K2*, οι μεταχειρίσεις *N300* και *N450* προκαλούν στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα, σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις *N0*, *N150* και το μάρτυρα (*N0-P0-K0*) (πίνακας 5.5).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση στις μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης *N0* και *N150* καθώς και στο μάρτυρα (πίνακας 5.5). Στις μεταχειρίσεις *N300* και *N450* η φώσφορο-καλιούχος λίπανση *P2K2* προκαλεί στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα σε σύγκριση με τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση *P1K1* (πίνακας 5.5).

Πίνακας 5.6. Συγκέντρωση καλίου στα φύλλα (% επί της ξηράς ουσίας των φύλλων) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	1,595 b (a)	1,667 b (a)
<i>N150</i>	1,546 b (b)	2,417 a (a)
<i>N300</i>	2,193 a (a)	2,457 a (a)
<i>N450</i>	2,578 a (a)	2,135 ab (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	1,904 ab	1,904 b

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης N300 και N450 σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις N0 και N150 όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση P1K1 (πίνακας 5.6). Σε αυτό το επίπεδο φώσφορο-καλιούχου λίπανσης ο μάρτυρας (N0-P0-K0) δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά τόσο από τις μεταχειρίσεις N0 και N150 όσο και από τις μεταχειρίσεις N300 και N450 (πίνακας 5.6). Όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση P2K2, οι μεταχειρίσεις N150 και N300 προκαλούν στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα, σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις N0 και το μάρτυρα (N0-P0-K0) (πίνακας 5.6). Σε αυτό το επίπεδο φώσφορο-καλιούχου λίπανσης η μεταχείριση N450 δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά τόσο από τις μεταχειρίσεις N150 και N300 όσο και από τη μεταχείριση N0 και το μάρτυρα (N0-P0-K0) (πίνακας 5.6).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχοι λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση στις μεταχειρίσεις αζωτούχοι λίπανσης N0 και N150 καθώς και στο μάρτυρα (πίνακας 5.5). Στις μεταχειρίσεις N300 και N450 η φώσφορο-καλιούχοι λίπανση P2K2 προκαλεί στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα σε σύγκριση με τη φώσφορο-καλιούχοι λίπανση P1K1 (πίνακας 5.5).

### 5.2. Συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στην ανθοκεφαλή

Πίνακας 5.7. Συγκέντρωση αζώτου στην ανθοκεφαλή (% επί της ξηράς ουσίας της ανθοκεφαλής) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	0,231 b (a)	0,428 b (a)
<i>N150</i>	1,157 a (a)	0,854 a (a)
<i>N300</i>	1,019 a (a)	1,035 a (a)
<i>N450</i>	1,267 a (a)	0,941 a (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	0,247 b	0,247 b

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχοι λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στην ανθοκεφαλή είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις με αζωτούχοι λίπανση N150, N300 και N450 σε σύγκριση με τη μεταχείριση N0

και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (P1K1 και P2K2) καθώς και με το μάρτυρα (N0-P0-K0) (πίνακας 5.7).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης (N0, N150, N300 και N450) που εφαρμόστηκαν (πίνακας 5.7).

Πίνακας 5.8. Συγκέντρωση αζώτου στην ανθοκεφαλή (% επί της ξηράς ουσίας της ανθοκεφαλής) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	P1K1	P2K2
N0	0,349 b (a)	0,266 bc (a)
N150	0,242 b (b)	0,577 b (a)
N300	0,269 b (b)	0,403 b (a)
N450	1,249 a (b)	1,679 a (a)
Μάρτυρας (N0-P0-K0)	0,135 b	0,135 c

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στην ανθοκεφαλή είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στη μεταχείριση N450 σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (N0, N150 και N300) καθώς και το μάρτυρα (N0-P0-K0) όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση P1K1 (πίνακας 5.8). Όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση P2K2, η μεταχείριση N450 προκαλεί στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στην ανθοκεφαλή ενώ ο μάρτυρας (N0-P0-K0) αν και δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη μεταχείριση N0,

υπολείπεται στατιστικά σημαντικά των μεταχειρίσεων N150 και N300 (πίνακας 5.8).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του αζώτου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση στη μεταχείριση αζωτούχου λίπανσης N0 (πίνακας 5.8). Στις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση N150, N300 και N450 η φώσφορο-καλιούχος λίπανση P2K2 προκαλεί στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στην ανθοκεφαλή σε σύγκριση με τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση P1K1 (πίνακας 5.8).

Πίνακας 5.9. Συγκέντρωση φωσφόρου στην ανθοκεφαλή (% επί της ξηράς ουσίας της ανθοκεφαλής) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	P1K1	P2K2
N0	0,377 a (a)	0,342 a (a)
N150	0,353 a (a)	0,378 a (a)
N300	0,329 a (a)	0,359 a (a)
N450	0,314 a (a)	0,269 a (a)
Μάρτυρας (N0-P0-K0)	0,252 a	0,252 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (N0, N150, N300 και N450) και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (P1K1 και P2K2) (πίνακας 5.9).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (πίνακας 5.9).

Πίνακας 5.10. Συγκέντρωση φωσφόρου στην ανθοκεφαλή (% επί της ξηράς ουσίας της ανθοκεφαλής) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	0,354 a (a)	0,348 a (a)
<i>N150</i>	0,329 a (a)	0,214 a (a)
<i>N300</i>	0,334 a (a)	0,208 a (a)
<i>N450</i>	0,329 a (a)	0,200 a (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	0,333 a	0,333 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (*P1K1* και *P2K2*) (πίνακας 5.10).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του φωσφόρου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (πίνακας 5.10).



Πίνακας 5.11. Συγκέντρωση καλίου στην ανθοκεφαλή (% επί της ξηράς ουσίας της ανθοκεφαλής) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	2,362 a (a)	1,634 a (a)
<i>N150</i>	3,283 a (a)	1,748 a (b)
<i>N300</i>	2,698 a (a)	1,589 a (b)
<i>N450</i>	2,719 a (a)	1,659 a (b)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	1,441 b	1,441 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) αλλά είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερη στο μάρτυρα (*N0-P0-K0*) όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανσης *P1K1* (πίνακας 5.11). Όταν όμως εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανσης *P2K2*, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση του καλίου στην ανθοκεφαλή τόσο μεταξύ των μεταχειρίσεων με αζωτούχο λίπανση (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) όσο και με το μάρτυρα (*N0-P0-K0*) (πίνακας 5.11).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση στη μεταχείριση με αζωτούχο λίπανση *N0* αλλά στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (*N150*, *N300* και *N450*) είναι στατιστικά σημαντικά

μεγαλύτερη όταν εφαρμόζεται φώσφορο-καλιούχος λίπανση P1K1 σε σύγκριση με τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση P2K2 (πίνακας 5.11).

Πίνακας 5.12. Συγκέντρωση καλίου στην ανθοκεφαλή (% επί της ξηράς ουσίας της ανθοκεφαλής) όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μεταχείριση	<i>P1K1</i>	<i>P2K2</i>
<i>N0</i>	2,593 a (a)	2,848 a (a)
<i>N150</i>	2,481 a (a)	2,422 a (a)
<i>N300</i>	3,462 a (a)	2,862 a (a)
<i>N450</i>	2,600 a (a)	2,851 a (a)
<i>Μάρτυρας (N0-P0-K0)</i>	0,956 b	0,956 b

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

**Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) αλλά είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερη στο μάρτυρα (*N0-P0-K0*) και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης (*P1K1* και *P2K2*) (πίνακας 5.12).

**Επίδραση της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης.** Η συγκέντρωση του καλίου στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση σε όλες τις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (*N0*, *N150*, *N300* και *N450*) (πίνακας 5.12).

## 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 6.1. Επίδραση της αζωτούχου και φώσφορο-καλιούχου λίπανσης στη συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα

Όπως αναμενόταν, η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα του φυτού ήταν μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις όταν εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση σε συγκέντρωση 300 και 450 mg ανά kg εδάφους και στους δύο συνδυασμούς φώσφορο-καλιούχου λίπανσης και στα δύο επίπεδα εδαφικής υγρασίας και συμφωνεί με την άποψη των ΝΚοα et. al. (2003) σύμφωνα με τους οποίους συγκέντρωση του αζώτου, μπορεί πάντοτε να αυξάνεται μέσα στον φυτικό ιστό του μπρόκολου, όσο υπάρχει δυνατότητα χορήγησης μέσω της λίπανσης έως ένα όριο. Επιπρόσθετα, η φώσφορο-καλιούχος λίπανση δεν επηρέασε τη συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα. Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας συμφωνούν με αυτά της εργασίας του Δημητρακόπουλου (2011). Παρόλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι όταν η εδαφική υγρασία διατηρήθηκε σε στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους η συγκέντρωση του αζώτου βρέθηκε επίσης υψηλότερη και όταν εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση σε συγκέντρωση 150 mg ανά kg εδάφους κάτι που δεν παρατηρήθηκε στην υψηλότερη εδαφική υγρασία (60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους). Η συγκέντρωση του αζώτου κυμάνθηκε σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα από αυτά που αναφέρει ο Δημητρακόπουλος (2011) και αυτό συνδέεται με το ότι στην παρούσα εργασία δεν εφαρμόστηκε επιφανειακή λίπανση με άζωτο, αλλά η συνολική ποσότητα προστέθηκε κατά τη βασική λίπανση.

Σε γενικές γραμμές η συγκέντρωση του **φωσφόρου** στα φύλλα δεν επηρεάστηκε τόσο από την αζωτούχο λίπανση όσο και από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι όταν η εδαφική υγρασία διατηρήθηκε στο επίπεδο του 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους και εφαρμόστηκε φώσφορο-καλιούχος λίπανση 300 mg P και 300 mg K ανά kg εδάφους παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα της μεταχείρισης με 450 mg N ανά kg εδάφους, παρατήρηση την οποία αναφέρει και ο Δημητρακόπουλος (2011) σε μεσαία φύλλα όταν η φώσφορο-καλιούχος

λίπανση ήταν 300 mg P και 300 mg K ανά kg εδάφους. Πάντως ο ίδιος συγγραφέας αναφέρει ότι όταν φώσφορο-καλιούχος λίπανση ήταν 150 mg P και 150 mg K ανά kg εδάφους η συγκέντρωση του φωσφόρου μειώθηκε στα μεσαία φύλλα του φυτού όταν εφαρμόστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου.

Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση μόνο όταν εφαρμόστηκε φώσφορο-καλιούχος λίπανση 300 mg P και 300 mg K ανά kg εδάφους, όπου ήταν υψηλότερη στα φύλλα των φυτών των μεταχειρίσεων με υψηλές συγκεντρώσεις σε αζωτούχο λίπανση (300 και 450 mg N ανά kg εδάφους) ενώ παρατηρήθηκε και όταν εφαρμόστηκε φώσφορο-καλιούχος λίπανση 150 mg P και 150 mg K ανά kg εδάφους και η εδαφική υγρασία διατηρήθηκε στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους. Στην εργασία του Δημητρακόπουλου (2011) δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα αλλά θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι συγκεντρώσεις καλίου που ανιχνεύθηκαν κυμάνθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα. Πάντως όπως παρατηρήθηκε και σε αυτή την εργασία η φώσφορο-καλιούχος λίπανση 300 mg P και 300 mg K ανά kg εδάφους ευνόησε τη συσσώρευση καλίου στα φύλλα του φυτού στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση (300 ή 450 mg N ανά kg εδάφους).

## **6.2. Επίδραση της αζωτούχου και φώσφορο-καλιούχου λίπανσης στη συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στην ανθοκεφαλή**

Η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης ευνόησε, όπως ήταν αναμενόμενο, τη συσσώρευση αζώτου στην ανθοκεφαλή αλλά δε διέφερε μεταξύ των 150 και των 450 mg N ανά kg εδάφους όταν η εδαφική υγρασία κυμάνθηκε στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους (ανεξάρτητα από τη φώσφορο-καλιούχο λίπανση). Πάντως όταν η εδαφική υγρασία κυμάνθηκε στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους και εφαρμόστηκε φώσφορο-καλιούχο λίπανση 300 mg P και 300 mg K ανά kg εδάφους ήταν μεγαλύτερη στα 450 mg N ανά kg εδάφους. Επιπρόσθετα, η φώσφορο-καλιούχο λίπανση 300 mg P και 300 mg K ανά kg εδάφους ευνόησε τη συσσώρευση αζώτου στα φύλλα όταν

εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση (150, 300 ή 450 mg N ανά kg εδάφους) και η εδαφική υγρασία κυμάνθηκε στο 60% της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Η συγκέντρωση του **φωσφόρου** στην ανθοκεφαλή κυμάνθηκε σε επίπεδα παρόμοια ή και λίγο υψηλότερα από αυτά που αναφέρονται στην εργασία του Δημητρακόπουλου (2011), ο οποίος επίσης παρατήρησε ότι δεν επηρεάστηκε από το επίπεδο της αζωτούχου λίπανσης και το συνδυασμό της φώσφορο-καλιούχου λίπανσης, και στα δύο επίπεδα της εδαφικής υγρασίας που εξετάστηκαν σε αυτή την εργασία.

Η συγκέντρωση του **καλίου** στην ανθοκεφαλή δεν επηρεάστηκε από το επίπεδο της αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόστηκε και ήταν πάντοτε μεγαλύτερη από αυτή που παρατηρήθηκε στις ανθοκεφαλές του μάρτυρα (N0-P0-K0) όπου δεν είχε εφαρμοστεί καλιούχος λίπανση. Επιπρόσθετα, όταν η εδαφική υγρασία κυμάνθηκε στο 40% της υδατοϊκανότητας του εδάφους, η φώσφορο-καλιούχος λίπανση στη χαμηλή συγκέντρωση (150 mg P και 150 mg K ανά **kg** εδάφους) ενόησε τη συγκέντρωση καλίου στην ανθοκεφαλή στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση (150, 300 ή 450 **mg** N ανά kg εδάφους) σε σύγκριση με την υψηλότερη συγκέντρωση (300 mg P και 300 **mg** K ανά kg εδάφους). Τα αποτελέσματα αυτά δε συμφωνούν με αυτά που αναφέρονται στην εργασία του Δημητρακόπουλου (2011) και αυτό είναι πιθανό να συνδέεται με το ότι συγκεντρώσεις του καλίου σε αυτή την εργασία κυμάνθηκαν περίπου στο μισό αυτών που αναφέρονται από τον παραπάνω συγγραφέα. Αυτές οι διαφορές είναι πολύ πιθανό να συνδέονται με τη διαφορετική καλλιεργητική τεχνική που ακολουθήθηκε στην εργασία του Δημητρακόπουλου (2011), όπως είναι για παράδειγμα η εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης με άζωτο καθώς και στη διαφορετική εποχή καλλιέργειας των φυτών.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι στις συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες που πραγματοποιήθηκε στο πείραμα αυτό, η αζωτούχος και η φώσφορο-καλιούχος λίπανση επηρεάζουν τη συγκέντρωση του αζώτου καθώς και τη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα και στην

ανθοκεφαλή του μπρόκολου αλλά δεν επηρεάζουν τη συγκέντρωση του φωσφόρου στα φύλλα και στην ανθοκεφαλή.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Βαχαμίδης Π. (2009).** Η παραγωγή και εμπορία σταυρανθών λαχανικών στον κόσμο, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* **10**: 10.
- Γιαννοπολίτης Κ. Ν. (2009).** Τα ζιζάνια και η αντιμετώπισή τους στα σταυρανθή λαχανικά. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* **10**: 38 -45.
- Δημητρακόπουλος Ι. (2011).** *Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή του μπρόκολου.* Πτυχιακή Μελέτη ΑΤΕΙ Καλαμάτας.
- Καραπάνος Ι. και Πάσσαμ Χ. (2009).** Μετασυλλεκτική μεταχείριση και αποθήκευση σταυρανθών λαχανικών. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* **10**: 70-86.
- Κουκουλάκης Π.Χ. και Παπαδόπουλος Α.Η. (2003).** *Η ερμηνεία της φυλλοδιαγνωστικής.* Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα. σελ. 515.
- Nkoa R., Desjardins Y., Treblay N., Querrec L., Baana M. and Nkoa B. (2003).** A mathematical model for nitrogen demand quantification and a link to broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) glutamine synthetase activity. *Journal of Experimental Botany* **52**:821-827.
- Ολύμπιος Χ. (2009).** Τα λαχανικά της οικογένειας των σταυρανθών: χαρακτηριστικά, απαιτήσεις και καλλιεργητική τεχνική. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* **10**: 14-28.
- Παπλωματάς Ε. (2009).** Ασθένειες σταυρανθών λαχανικών. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* **10**: 60 - 69.
- Παππά Μ.Α., Μπρούφας Γ.Δ. και Κωβαίος Δ.Σ. (2009).** Οι κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί των καλλιεργούμενων σταυρανθών και η αντιμετώπισή τους. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* **10**: 48-56.
- Πέτρου Η. (1993).** Τροφή και Υγεία: 15
- Σάββας Δ. και Παπάξης Γ. (2009).** Θρέψη και λίπανση σταυρανθών λαχανικών. *Γεωργία και Κτηνοτροφία* **10**: 30 – 36.

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

[www.advasvegetables.com](http://www.advasvegetables.com)

[www.bioportal.gr](http://www.bioportal.gr)

[www.ftiaxno.gr](http://www.ftiaxno.gr)

[www.greenmed.gr](http://www.greenmed.gr)

[www.healthyliving.gr](http://www.healthyliving.gr)

[www.kalliergo.gr](http://www.kalliergo.gr)

[www.kouzinokalismata.gr](http://www.kouzinokalismata.gr)

[www.medlook.gr](http://www.medlook.gr)

[www.neostypos.gr](http://www.neostypos.gr)

[www.newspathfinder.gr](http://www.newspathfinder.gr)

[www.nutrimed.gr](http://www.nutrimed.gr)

[www.sugarfree.gr](http://www.sugarfree.gr)

[www.tanea.gr](http://www.tanea.gr)

[www.team.gr](http://www.team.gr)

[www.tsapikounis.gr](http://www.tsapikounis.gr)