



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ

ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Πτυχιακή μελέτη

Θέμα: “Επίδραση της κοπριάς, του ζεόλιθου και της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή φυτών μπρόκολου”

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΑΜ: 0408006

Εξεταστική Επιτροπή:

ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΛΥΚΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2017

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	4
Περίληψη	5
Abstract	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Καταγωγή-ιστορικό.....	7
1.2 Εξάπλωση της καλλιέργειας του μπρόκολου παγκοσμίως	7
1.3 Εξάπλωση της καλλιέργειας του μπρόκολου στην Ευρώπη	10
1.4 Θρεπτική αξία	11
1.4.1 Φαρμακευτικές ιδιότητες	11
1.5 Βοτανική κατάταξη	14
1.6 Βοτανική ταξινόμηση.....	14
1.7 Απαιτήσεις σε κλίμα-έδαφος.....	16
1.8 Λίπανση.....	17
1.9 Συγκομιδή.....	18
1.10 Ζεόλιθος	19
1.10.1 Ορισμός.....	19
1.10.2 Μελέτες σχετικά με την επίδραση του ζεόλιθου στην αζωτούχο λίπανση	20
1.11 Μελέτες σχετικά με την επίδραση της λίπανσης στο μπρόκολο	21
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	24
2.1 Σπορά	24
2.1.1 Διαδικασία φύτευσης.....	24

2.2 Καλλιεργητικές περιποιήσεις.....	24
2.3 Μεταχειρίσεις λίπανσης.....	26
2.4 Συγκομιδή.....	26
2.4.1 Διαδικασία συγκομιδής.....	26
2.5 Διαδικασία μετρήσεων στο εργαστήριο.....	27
2.5.1 Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών των φυτών	27
2.5.2 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο για τη μέτρηση των ποσοτικών χαρακτηριστικών των φυτών.....	28
2.6 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών των φυτών.....	29
2.6.1 Μέθοδοι ανάλυσης των φυτικών δειγμάτων	29
2.6.2 Μέτρηση Νιτρικού Αζώτου NO ₃ -N.....	32
2.6.3 Μέτρηση διαθέσιμων ιχνοστοιχείων με DTPA	33
2.6.4 Μέτρηση Ανταλλάξιμου Καλίου	33
2.6.5 Προκατεργασία δείγματος εδάφους.....	34
2.7 Στατιστική ανάλυση	34
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	35
3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	35
3.2 Ανόργανα θρεπτικά στο φυτό του μπρόκολου.....	41
3.3 Ανόργανα θρεπτικά στο έδαφος.....	47
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	50
4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του μπρόκολου.....	50
4.2 Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που παρατηρήθηκαν σε ιστούς των φυτών στο μπρόκολο.....	51
4.3 Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που παρατηρήθηκαν στο έδαφος της καλλιέργειας του κουνουπιδιού - μπρόκολου	51

4.4 Γενικά συμπεράσματα.....	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	54
Βιβλία και άρθρα.....	54
Ιστοσελίδες.....	55

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Πετρόπουλο Σ., επιβλέποντα καθηγητή μου και Επίκουρο καθηγητή του εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών, για την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε με την ανάθεση της παρούσας εργασίας και την αφιέρωση πολύτιμου χρόνου ώστε να ολοκληρωθεί.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Αντωνιάδη Β., Επίκουρο Καθηγητή του εργαστηρίου Εδαφολογίας, την κ. Γκόλια Ευαγγελία του εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος και την κ. Μπρόζου Ευαγγελία για την πολύτιμη βοήθεια και παρουσία τους καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Λύκα Χ., Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Ανθοκομίας για τις πολύτιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής μου.

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την στήριξη και την κατανόηση τους τόσα χρόνια, όπως και τους φίλους μου και ιδιαίτερα τον Θεοφανούδη Στυλιανό καθώς πραγματοποιήσαμε μαζί το πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας.

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται η επίδραση της λίπανσης στην ανάπτυξη και την ποιότητα του (*Brassica oleracea var. italica*). Μετά από καλλιέργεια του φυτού μετρήθηκαν τα ποσοτικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Η μελέτη αυτή αφορά στη μελέτη της επίδρασης τεσσάρων διαφορετικών μεταχειρίσεων λίπανσης σε φυτά μπρόκολου και συγκεκριμένα: 1) μάρτυρας (C), 2) ζεόλιθος και συμβατικό λίπασμα (T1), 3) συμβατικό λίπασμα (T2) και 4) κοπριά (T3). Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Στο τελικό στάδιο του πειράματος στο χωράφι συγκομίσθηκε ολόκληρο το υπέργειο τμήμα του μπρόκολου, και στη συνέχεια μετρήθηκε το ολικό νωπό βάρος, ο αριθμός των φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος της κεφαλής, καθώς και το νωπό και το ξηρό βάρος του βλαστού. Ακόμα, μετρήθηκε η περιεκτικότητα των φυτών στα ανόργανα στοιχεία P, K, N, Fe, Zn και του εδάφους στα Zn, Fe, N και K.

Στα πλαίσια της μελέτης αυτής παραθέτονται γενικές πληροφορίες για το μπρόκολο, γίνεται πλήρης περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας τόσο στο αγρόκτημα όσο και στο εργαστήριο και γίνεται στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και των δεδομένων που καταγράφηκαν.

Στο πείραμα που διεξήχθη, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ποιοτική και ποσοτική ανάπτυξη των φυτών. Ειδικότερα, η λίπανση με ζεόλιθο και λίπασμα (T1) αλλά και η λίπανση με συμβατικό λίπασμα (T2) είχαν τη θετικότερη επίδραση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μπρόκολου αλλά και στα ποιοτικά, με σημαντικότερη αυτήν της αύξησης του νωπού βάρους κεφαλής. Τα άνωθεν συμπεράσματα συνυπολογίζοντας το οικονομικό όφελος της καλλιέργειας, καταλήγουμε να προτείνουμε ως βέλτιστη την επέμβαση με συμβατικό λίπασμα.

Abstract

The present study shows the effect of fertilization on the development and quality of broccoli. After the cultivation of broccoli plants, quantitative and qualitative characteristics were measured. The present study examines the effect of five different fertilizers treatments on plants and more specifically: 1) control (no fertilizer added; C), 2) zeolite and conventional fertilizer (T1), 3) conventional fertilizer (T2) and 4) farm yard manure (T3). The experiments were conducted at the experimental farm of the Agricultural University of Thessaly in Velestino.

In the final stage of the experiment, the whole broccoli plants were harvested and the follow data were recorded: total fresh weight, number of leaves, fresh and dry weight of leaves, fresh and dry weight of the head, and the fresh and dry weight of the shoot. Also, the plant tissues content in P, K, N, Fe, Zn as well the soil content in Zn, Fe, N and K were assessed.

As part of this study are given general information about the broccoli, becomes full description of the experimental procedure, both in the farm and in the laboratory, and to statistical analysis of the results and the data that recorded.

In the conducted experiment, statistically significant differences in the qualitative and quantitative growth of plants were observed. In particular, fertilization with zeolite and conventional fertilizer (T1) and also conventional fertilizer (T2) had the most positive effect on morphological and qualitative characteristics of the broccoli, the most important of which was the increase in fresh weight of the plant heads. The above conclusion, in addition with the positive effects of zeolite on the corps is the main reason that this particular treatment is suggested as optimal.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Καταγωγή-ιστορικό

Το μπρόκολο έχει τις ρίζες του στην Ιταλία. Broccolo στα ιταλικά ονομασία σημαίνει «λάχανο βλαστάρι». Στους αρχαίους ρωμαϊκούς χρόνους, εξελίχθηκε από το άγριο λάχανο, ένα φυτό που έμοιαζε τότε περισσότερο με λάχανο παρά με μπρόκολο. Εξαπλώθηκε στην Εγγύς Ανατολή, όπου εκτιμήθηκε για τα βρώσιμα κεφάλια και βλαστούς του και στη συνέχεια επανήλθε στην Ιταλία, και εμφανίστηκε στην Αγγλία στις αρχές του 16^{ου} αιώνα, όπου καλλιεργήθηκε περαιτέρω. Το μπρόκολο εισήχθη στις Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του '30, την εποχή της αποικιοκρατίας, που διαδόθηκε από τους Ιταλούς μετανάστες που έφεραν μαζί τους αυτό το σπουδαίο λαχανικό στο Νέο Κόσμο.

1.2 Εξάπλωση της καλλιέργειας του μπρόκολου παγκοσμίως

Το κουνουπίδι και το μπρόκολο καταλαμβάνουν το 20% της συνολικής παραγωγής σταυρανθών λαχανικών παγκόσμια. Το 2009 σε παγκόσμιο επίπεδο το μπρόκολο μαζί με το κουνουπίδι καλλιεργήθηκαν σε έκταση 11.440.190 στρεμμάτων, με αποδόσεις που ανήλθαν στους 19.822.830 τόνους (πηγή: FAO, ανεπίσημα στοιχεία; 2009).

Πίνακας 1.1 Καλλιεργούμενη έκταση και ποσότητα παραγωγής συνολικά για το μπρόκολο και το κουνουπίδι σε παγκόσμιο επίπεδο (στοιχεία 2009).

Ήπειρος	Έκταση X 1000 στρέμματα	Παραγωγή X 1000 MT	% επί του συνόλου της παραγωγής
Β. και Κ. Αμερική	498	827	4,17
Ν. Αμερική	964	151	0,76
Ασία	8.473	16.175	81,60
Αφρική	146	289	1,46
Ευρώπη	1.319	2.266	11,43
Ωκεανία	40	112	0,57
Σύνολο	11.440*	19.823*	100

*Ανεπίσημα στοιχεία. (Πηγή: FAO)

Πίνακας1.2 Κυριότερες χώρες παραγωγής μπρόκολου και κουνουπιδιού (στοιχεία 2009).

Χώρα	Παραγωγή X 1000 MT	Έκταση X 1000 στρέμματα	% επί του συνόλου της παραγωγής
Κίνα	8.427*	4.180*	42,51
Ινδία	6.532	3.489	32,95
Ισπανία	425	230	2,14
Ιταλία	396	173	2,00
Μεξικό	370*	250*	1,87
Γαλλία	369	257	1,86
Η.Π.Α.	325	156	1,64
Πολωνία	291	156	1,47
Πακιστάν	235	129	1,19
Ηνωμένο Βασίλειο	186	165	0,94
Γερμανία	168	68	0,85
Ιαπωνία	166	148	0,84
Μπανγκλαντ ές	161	162	0,81
Τουρκία	157*	75*	0,79
Αίγυπτος	99	36	0,50

*Ανεπίσημα στοιχεία. (Πηγή: FAO)

1.3 Εξάπλωση της καλλιέργειας του μπρόκολου στην Ευρώπη

Μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι χώρες του νότου (Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, Ελλάδα) είναι σημαντικά κέντρα καλλιέργειας κουνουπιδιού και μπρόκολου, καλύπτοντας το 56% της παραγωγής όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1.3 Έκταση και παραγωγή του κουνουπιδιού και μπρόκολου στις χώρες της Ευρώπης κατά το 2009.

Χώρα	Παραγωγή X 1000 MT	Έκταση X 1000 στρέμματα	% επί του συνόλου της παραγωγής
Γαλλία	400	260	1,54
Ισπανία	429	230	1,87
Πολωνία	291	156	1,86
Γερμανία	155	68	2,28
Ελλάδα	62	33	1,88

(Πηγή: FAO. 2010)

1.4 Θρεπτική αξία

Ανήκει στα πλέον πλούσια σε θρεπτικά συστατικά λαχανικά και είναι πλούσιο, σε αντιοξειδωτικά. Πλούσιο σε φυτικές ίνες, βιταμίνη Α και C, κάλιο, σελήνιο, μέταλλα και ιχνοστοιχεία. Όπως τα περισσότερα, είναι πολύ καλό για δίαιτες αδυνατίσματος, λόγω χαμηλής περιεκτικότητας σε θερμίδες.

1.4.1 Φαρμακευτικές ιδιότητες

Καρκίνος: η κατανάλωση μπρόκολου συμβάλλει στην αντιμετώπιση του καρκίνου. Συγκεκριμένα η κατανάλωση μίας ουσίας που υπάρχει στο μπρόκολο (indole-3-carbinol) και η οποία μετατρέπεται σε μία άλλη ουσία, την 3,3'-diindolylmethane (DIM), θεωρείται από πολλούς επιστήμονες το πιο γνωστό φυσικό αμυντικό όπλο του ανθρώπου κατά του καρκίνου. Η ουσία αυτή έχει ήδη αποδειχθεί από προηγούμενες μελέτες ότι εμποδίζει τη διαίρεση των καρκινικών κυττάρων του μαστού και επίσης εμποδίζει την τεστοστερόνη, την ορμόνη που συμβάλλει στην ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων στον προστάτη. (Riby et al., 2000)

Ανοσοποιητικό σύστημα: Επιπλέον, νέα μελέτη που δημοσιεύεται σε τεύχος του Journal of Nutritional Biochemistry έρχεται να επιβεβαιώσει μία ακόμα ευεργετική δράση της ουσίας DIM. Πιο συγκεκριμένα, η ουσία αυτή ρυθμίζει την έκκριση των κυτοκινών, ορμονών που συμβάλλουν στην αύξηση του αριθμού των κυττάρων του ανοσοποιητικού συστήματος. Παράλληλα, οι επιστήμονες στη συγκεκριμένη έρευνα βρήκαν ότι μπορεί η παρουσία της DIM μπορεί να προκαλέσει έως και τριπλασιασμό της παραγωγής ουσιών που καταστρέφουν τα παθογόνα βακτήρια (και τα καρκινικά κύτταρα). Ο μηχανισμός που αφορά την άμυνα του οργανισμού είναι η ενεργοποίηση των μακροφάγων κυττάρων και η έκκριση των προαναφερόμενων ουσιών όταν το σώμα προσβληθεί από κάποιο βακτήριο. Τέλος, οι ερευνητές τονίζουν ότι οι ευεργετικές αυτές ιδιότητες παρατηρήθηκαν μετά από πρόσληψη της DIM από το στόμα και όχι μετά από έγχυση στο αίμα (Riby et al., 2000).

Διαβήτης: ερευνητές αναφέρουν ότι οι ενώσεις, όπως η σουλφοραφάνη που βρίσκεται στο μπρόκολο μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση της αγγειακής νόσου του διαβήτη (στένωση των αρτηριών) (Xue et al., 2008).

Αντιφλεγμονώδης δράση: Ενώ είναι αλήθεια ότι υπάρχουν περιορισμένες ποσότητες ω-3 λιπαρών οξέων σε λαχανικά όπως το μπρόκολο, είναι επίσης αλήθεια ότι τα επίπεδα των ω-3 λιπαρών οξέων μπορούν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εξισορρόπηση της φλεγμονώδους δραστηριότητας του οργανισμού μας. Τα 2 φλιτζάνια μπρόκολο παρέχουν περίπου 400 χιλιοστόγραμμα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα (με τη μορφή του α-λινολενικού οξέος ή ALA). Επίσης το μπρόκολο περιέχει μια ουσία που ονομάζεται καμπερόλη, η οποία έχει την δυνατότητα, ειδικά στο εσωτερικό του πεπτικού μας σωλήνα, να μειώνει τον αντίκτυπο των αλλεργιών που σχετίζονται με τις αλλεργιογόνες ουσίες, με αποτέλεσμα να μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κίνδυνου μιας χρόνιας φλεγμονής (Yang et al., 2010).

Πεπτικό σύστημα: Το μπρόκολο, χάρη στη σουλφοραφάνη που περιέχει, βοηθά στην προστασία της υγείας του βλεννογόνου του στομάχου μας και φαίνεται ότι καταπολεμά το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού, που ενοχοποιείται για την πρόκληση γαστρίτιδας και πεπτικού έλκους. Επιπλέον, σύμφωνα με την ίδια έρευνα, που δημοσιεύτηκε στην αμερικανική επιστημονική επιθεώρηση «Proceedings of the National Academy of Sciences», η σουλφοραφάνη καταπολεμά και τα βακτήρια που είναι ανθεκτικά στα αντιβιοτικά. Αποτελεί επίσης πολύ καλή πηγή φυτικών ινών, συμβάλλοντας έτσι στην αντιμετώπιση της δυσκοιλιότητας και στη μείωση της LDL-χοληστερόλης (Yanaka et al., 2009).

Αντιοξειδωτική δράση: το μπρόκολο ξεχωρίζει για την διατροφική του αξία και την αντιοξειδωτική του δράση, επειδή είναι εξαιρετικά πλούσιο σε βιταμίνες C, E, A, καθώς και σε λουτεΐνη, ζεαξανθίνη, β-καροτένιο, ασβέστιο, μαγγάνιο και ψευδάργυρο. Το μπρόκολο που παράγεται το χειμώνα περιέχει διπλάσια ποσότητα βιταμίνης C σε σύγκριση με το μπρόκολο του καλοκαιριού, ίσως επειδή το φυτό παράγει περισσότερες αντιοξειδωτικές ουσίες για να αμυνθεί απέναντι στις χαμηλές θερμοκρασίες (Elwan et al., 2011).

Πίνακας 1.4 Διατροφικές πληροφορίες ανά 100g νωπου προϊόντος (Πηγή: Σουηδική Υπηρεσία Ελέγχου Τροφίμων/Livsmedelsverket)

Ουσία	Τιμή
Ενέργεια	147 kJ
Ενέργεια	35 kcal
Πρωτεΐνες	3,5 g
Υδατάνθρακες	3,1 g
Λίπη	0,3 g
Βιταμίνη Ε, (Αλφα-τοκοφερόλη)	0,36 mg
Καροτένιο	920 µg
Θειαμίνη	0,8 mg
Ριβοφλαβίνη	0,12 mg
Βιταμίνη C (Ασκορβικό οξύ)	83 mg
Βιταμίνη Β3 (Νιασίνη)	0,6 mg
Ισοδύναμα Νιασίνης	1,2 mg
Βιταμίνη Β6 (Πυριδοξίνη)	0,21 mg
Βιταμίνη Β9 (Φολικό οξύ)	175 µg
Φωσφόρος P	81 mg
Σίδηρος Fe	0,66 mg
Κάλιο K	332 mg
Ασβέστιο Ca	62 mg
Μαγνήσιο Mg	23 mg
Νάτριο Na	4 mg
Σελήνιο Se	0,5 µg
Ψευδάργυρος Zn	0,4 mg
Ιώδιο	1 µg

1.5 Βοτανική κατάταξη

Βασίλειο: Φυτικό (Plantae, Plants)

Υποβασίλειο: Τραχειόφυτα (Tracheobionta, Vascular plants)

Αθροισμα: Σπερματόφυτα (Spermatophyta, Magnoliophyta)

Κλάση: Magnoliopsida (Δικότυλα)

Τάξη: Brassicales

Οικογένεια: Κραμβοειδή (Brassicaceae)

Επιστημονική ονομασία: *Brassica oleracea* Italica

Κοινή ονομασία: broccoli

1.6 Βοτανική ταξινόμηση

Το μπρόκολο ανήκει στην οικογένεια των σταυρανθών (Brassicaceae), όπως και το κουνουπίδι, το λάχανο, το λαχανάκι Βρυξελλών και το γογγύλι. Είναι αρκετά διαδεδομένο στην Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή και την Ασία. Έχει διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων με $2n=18$. Στην οικογένεια Brassicaceae, που παλαιότερα ήταν γνωστή ως Cruciferae, υπάγονται περίπου 350 γένη και 3000 είδη. Τα λαχανικά που ανήκουν σε αυτή την οικογένεια μπορεί να είναι μονοετή, διετή ή πολυετή, αυτογονιμοποιούμενα ή σταυρογονιμοποιούμενα. Τα είδη του γένους *Brassica* ταξινομούνται σε επτά ομάδες ανάλογα με τη μορφή ανάπτυξής τους.

Το καλλιεργούμενο μπρόκολο (*Brassica oleracea* Italica) διακρίνεται σε τρεις τύπους ή βοτανικές ποικιλίες:

- Το μπρόκολο ή Καλαμπρέζε μπρόκολο [*Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *italica* Plenck]. Είναι ο πιο γνωστός τύπος

μπρόκολου με συμπαγείς, πράσινου χρώματος κεφαλές και χονδρούς μίσχους.

- Το μπρόκολο Ρομανέσκο [*Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *botrytis* f. *botrytis* cv. Romanesco]. Σχηματίζει κιτρινοπράσινες κεφαλές με τους ανθικούς οφθαλμούς να είναι διαχωρισμένοι και να έχουν χαλαρή δομή.
- Το ιώδες μπρόκολο [*Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *botrytis* f. *Erytrobotrys*]. Η κεφαλή αποτελείται από μικρούς ανθικούς οφθαλμούς οι οποίοι φέρουν μια ιώδη απόχρωση



Εικόνα 1.1

1.7 Απαιτήσεις σε κλίμα-έδαφος

Το μπρόκολο είναι λαχανικό ψυχρής εποχής που μπορεί να καλλιεργηθεί την άνοιξη ή το φθινόπωρο, ανάλογα με την ποικιλία. Ευνοείται από θερμοκρασίες μεταξύ 18 και 30 °C. Γενικά προτιμά ψυχρά και ξηρά κλίματα. Είναι ευαίσθητο στο ψύχος, ιδιαίτερα όταν είναι σε νεαρό στάδιο. Είναι ανθεκτικότερο από το κουνουπίδι και στο κρύο και στη ζέστη, ωστόσο η ποιότητα των ανθοκεφαλών είναι καλύτερη, όταν κατά το στάδιο του σχηματισμού τους επικρατούν ψυχρές νύχτες. Το μπρόκολο παρουσιάζει κάποια ευαισθησία και στο φωτοπεριοδισμό. Οι ανθοκεφαλές σχηματίζονται γρηγορότερα όταν κατά την ανάπτυξη των φυτών έχουμε μεγάλης διάρκειας ημέρες σε συνδυασμό με σχετικά υψηλές θερμοκρασίες.

Η διαφοροποίηση των ανθέων στο μπρόκολο ξεκινά μετά το τέλος της νεανικής φάσης και όταν τα φυτά έχουν σχηματίσει 12-30 φύλλα, ανάλογα με την ποικιλία. Για την επαγωγή της άνθησης και το σχηματισμό καλής ποιότητας ανθοκεφαλών απαιτείται έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες νύχτας (10-15 °C) για μια περίοδο 20-30 ημερών. Θερμοκρασίες υψηλότερες από τις ιδανικές κατά τη συγκεκριμένη περίοδο έχουν ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση του σχηματισμού της ανθοκεφαλής, καθώς επίσης το σχηματισμό ανθοκεφαλής ακανόνιστου σχήματος, με βράκτια τα οποία εισχωρούν στο εσωτερικό της. Η πρόωγη ανάπτυξη ανθοκεφαλών με άγρια, κοκκώδη εμφάνιση είναι το αποτέλεσμα της έκθεσης σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των ιδανικών.

Το μπρόκολο καλλιεργείται σε γόνιμα, καλά στραγγιζόμενα και πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη. Η επιθυμητή τιμή του pH είναι 6,5-7,5. Προσθήκη ασβεστόλιθου γίνεται μόνο σε πολύ όξινα εδάφη. Η τιμή του pH πρέπει να διατηρείται στα παραπάνω όρια, διαφορετικά τα φυτά καθίστανται ευαίσθητα σε εχθρούς και ασθένειες και δυσκολεύονται στην αφομοίωση των διάφορων θρεπτικών στοιχείων.

1.8 Λίπανση

Για μια ικανοποιητική απόδοση, το μπρόκολο χρειάζεται κατά στρέμμα:

- 20-25 μονάδες αζώτου (N),
- 25 μονάδες φωσφόρου (P₂O₅),
- 25 μονάδες καλίου (K₂O).

Ένα ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης είναι το ακόλουθο:

A. Κατά την προετοιμασία του εδάφους, πριν τη φύτευση, χορηγούνται με τη βασική λίπανση:

- 500 κιλά/στρέμμα χωνεμένης κοπριάς,
- 125 κιλά/ στρέμμα 0:21:0,
- 50 κιλά/στρέμμα θειικού καλίου.

B. Μετά τη φύτευση και κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, χορηγούνται γύρω στα 60 κιλά νιτρικής αμμωνίας επιφανειακά σε 3 δόσεις:

- 1η δόση, 12 ημέρες μετά τη φύτευση (15 κιλά/στρέμμα).
- 2η δόση, 30 ημέρες μετά τη φύτευση (20 κιλά/στρέμμα).
- 3η δόση, 15 ημέρες από την προηγούμενη (25 κιλά/στρέμμα).

Επίσης, μετά την κοπή και συλλογή των ανθοκεφαλών από τα κεντρικά στελέχη, πρέπει να δοθούν συμπληρωματικά 20 ακόμη κιλά νιτρικής αμμωνίας ανά στρέμμα προκειμένου να ενισχυθεί η ανάπτυξη των πλευρικών βλαστών που θα μας δώσει ένα δεύτερο κύμα παραγωγής.

Η έλλειψη αζώτου στα πρώτα στάδια ανάπτυξης προκαλεί το λεγόμενο “buttoning” όπου τα φυτά είναι καχεκτικά με μικρά φύλλα και οι κεφαλές έχουν μικρή ανάπτυξη. Από τα ιχνοστοιχεία, το Β είναι απαραίτητο για τα μπρόκολα. Για

να μην παρουσιάζεται τροφοπενία στο συγκεκριμένο στοιχείο, πρέπει το έδαφος να περιέχει 0,5 ppm βόριο. Επίσης υπάρχουν αυξημένες ανάγκες σε Mg και Mo. Σε περίπτωση έλλειψης των παραπάνω ιχνοστοιχείων εμφανίζονται διάφορες φυσιολογικές ανωμαλίες όπως το καφέτιασμα της κεφαλής ή ο μη σχηματισμός κεφαλής.

1.9 Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται όταν η ταξιανθία είναι ακόμη κλειστή και τα άνθη δεν έχουν πάρει κίτρινο χρώμα. Χρειάζονται 60-100 ημέρες για τη συγκομιδή, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, ενώ συνήθως αυτή γίνεται σταδιακά και διαρκεί 2-3 εβδομάδες. Εάν η συγκομιδή δε γίνει έγκαιρα ο βλαστός γίνεται σκληρός και ξυλώδης, ενώ αρχίζει η έκπτυξη των ανθικών οφθαλμών. Η ανοιξιάτικη καλλιέργεια θα πρέπει να συγκομίζεται κατά τις πρώτες πρωινές ώρες, ώστε να αποφευχθούν οι υψηλές θερμοκρασίες. Στο μπρόκολο μαζί με την ανθοκεφαλή συγκομίζεται και ένα τμήμα του ανθικού στελέχους μήκους 10-15 εκ. Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι, κόβοντας μαζί με την ανθοκεφαλή και μέρος του ποδίσκου, ενώ συνήθως αφήνονται και ορισμένα φύλλα για να προστατεύεται η ανθοκεφαλή κατά τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Σε μεγάλες εκτάσεις εφαρμόζεται μηχανική συγκομιδή.

Τα μπρόκολα, ιδίως τα υβρίδια, μετά το κόψιμο της ανθοκεφαλής βγάζουν από τις μασχάλες των φύλλων πλευρικούς βλαστούς με μικρότερες ανθοκεφαλές (παραπούλια). Οι ανθοκεφαλές αυτές είναι εμπορεύσιμες και σχηματίζονται 35-45 ημέρες μετά την αφαίρεση της κεντρικής ανθοκεφαλής.

Οι μέσες αποδόσεις κυμαίνονται στους 0,5-1 τόνους/στρέμμα.



Εικόνα 1.2, Ανθοκεφαλή λίγο πριν τη συγκομιδή

1.10 Ζεόλιθος

1.10.1 Ορισμός

Οι ζεόλιθοι είναι μικροπορώδη αργυλοπυριτικά ορυκτά που χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων ως προσροφητικά και καταλύτες. Ο όρος δημιουργήθηκε το 1756 από τον Σουηδό ορυκτολόγο Άξελ Κρόνστεντ, ο οποίος παρατήρησε ότι με την ταχεία θέρμανση του σιλιβίτη παράγεται μεγάλη ποσότητα ατμού από νερό το οποίο είχε απορροφήσει το υλικό. Με βάση αυτή την παρατήρηση ονόμασε το υλικό ζεόλιθος, από τις ελληνικές λέξεις «ζέω» (βράζω) και «λίθος» (πέτρα).

Στη γεωργία, ο κλινοπτιλολίτης (ένας φυσικός ζεόλιθος) χρησιμοποιείται για τη βελτίωση του εδάφους. Παρέχει μια πηγή που απελευθερώνει με αργό ρυθμό κάλιο. Αν στον ζεόλιθο έχει προστεθεί αμμωνία, τότε έχει παρόμοια λειτουργία, αποδεσμεύοντας άζωτο. Οι ζεόλιθοι μπορούν επίσης να δράσουν σαν ρυθμιστές της ποσότητας νερού, καθώς μπορούν να απορροφήσουν μέχρι το 55% του βάρους τους σε νερό και μετά να το απελευθερώσουν ανάλογα με τις ανάγκες του φυτού. Αυτό μπορεί να προλάβει το σάπισμα της ρίζας και να μετριάσει περιόδους ξηρασίας.

1.10.2 Μελέτες σχετικά με την επίδραση του ζεόλιθου στην αζωτούχο λίπανση

Οι Bybordi et al (2013) σε ερευνά τους, μελέτησαν την επίδραση του ζεόλιθου και του αζώτου στην ανάπτυξη, τη νιτρική δραστηριότητα και την θρεπτική σύσταση φυτών canola (*Brassica napus* L. cv. *SLM₀₄₆*). Η διετής τους έρευνα, απέδειξε ότι η χρήση ζεόλιθου και λιπάσματος αύξησε την ανάπτυξη και προήγαγε τη νιτρική δραστηριότητα σημαντικά. Επιπλέον, τα μακροστοιχεία και τα μικροστοιχεία επηρεάστηκαν από την εφαρμογή του N ή του ζεόλιθου με τρόπο τέτοιο όπου μειώθηκε η περιεκτικότητα του P και αυξήθηκε λόγω του N η περιεκτικότητα του N, του Fe και του K. Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα τους παρουσίασαν πως η χρήση ζεόλιθου μπορεί να επιδράσει θετικά στην αύξηση και την παραγωγή, είτε μέσω της αποτελεσματικότερης απορρόφησης του αζώτου είτε λόγω της βελτίωσης των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Σε πείραμα των Bernardi et al (2011), μελετήθηκε η επίδραση του ζεόλιθου και μείγματος ουρίας στην απόδοση όσον αφορά την ξηρά ουσία και τα θρεπτικά συστατικά στο ενσιρωμένο καλαμπόκι. Το πείραμα είχε τέσσερα επίπεδα αζώτου και τέσσερις αναλογίες N και ζεολίθου. Οι επεμβάσεις έλαβαν χώρα 60 μέρες μετά τη φύτευση με επιφανειακή λίπανση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι χρήση συμπυκνωμένου σιλβίτη (650g kg^{-1}) ή (470g kg^{-1}) φυσικού ζεόλιθου με ουρία, αύξησε την παραγωγή ξηράς ουσίας και την περιεκτικότητα των φύλλων σε N.

Οι Yilmaz et al (2014) σε πειραμά τους, μελέτησαν την επίδραση του ζεόλιθου σε διάφορα μείγματα και πως αυτά επηρεάζουν ποιοτικά και ποσοτικά τα θρεπτικά στοιχεία στο αγγούρι (*Cucumis sativus* L. cv. *Mostar F1*). Για την έρευνα χρησιμοποίησαν χλόη, φυσικό ζεόλιθο, περλίτη και διάφορα μείγματα αυτών. Τελικά, μετρήθηκαν το ύψος του φυτού, το νωπό βάρος του καρπού καθώς και η περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία. Τα βέλτιστα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στα μείγματα που περιελάμβαναν ζεόλιθο.

1.11 Μελέτες σχετικά με την επίδραση της λίπανσης στο μπρόκολο

Οι Ciancaleoni et al (2016) σε ερευνά τους, μελέτησαν την ανταπόκριση της απόδοσης του μπρόκολου στους περιβαλλοντικούς παράγοντες, στην αειφόρο γεωργία. Η μελέτη οφείλεται στη γενική έλλειψη στοιχείων σχετικά με τις περιβαλλοντικές μεταβλητές που επηρεάζουν την απόδοση του μπρόκολου. Η περιεκτικότητα σε άζωτο, μαζί με τις βροχοπτώσεις, την ελάχιστη θερμοκρασία και την εδαφική περιεκτικότητα σε άργιλο, ήταν οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές μεταβλητές και εξήγησε το 91% της μεταβλητότητας της μήτρας αλληλεπίδρασης G × E. Ένα ήπιο και πλούσιο σε άζωτο περιβάλλον επέτρεψε την επίτευξη καλών επιδόσεων με όλους τους γονότυπους και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του υβριδίου F1.

Οι Lisiewska et al (1996) μελέτησαν την επίδραση διαφορετικών επιπέδων αζωτούχας λίπανσης στο μπρόκολο και το κουνουπίδι σε σχέση με την περιεκτικότητα βιταμίνης C στους ιστούς των φυτών. Αμέσως μετά τη συγκομιδή, το μπρόκολο περιείχε 116,3-116,4 mg βιταμίνης C σε 100 g φρέσκιας ύλης και το κουνουπίδι περιείχε 60,5-64,7 mg. Η αύξηση της ποσότητας αζωτούχων λιπασμάτων από 80 σε 120 kg/στρ. μείωσε το περιεχόμενο της βιταμίνης C μόνο στο κουνουπίδι (κατά 7%), αυξάνοντας παράλληλα το επίπεδο των νιτρικών αλάτων κατά 44% στο μπρόκολο και κατά 33% στο κουνουπίδι.

Στο πείραμα των Vargas et al (2016), μελετήθηκε η απορροφητικότητα της πράσινης κοπριάς-15N από διαδοχικές καλλιέργειες μπρόκολου και κολοκυθιού. Οι καλλιέργειες μικρού κύκλου χρησιμοποιούν μέρος του N από την πράσινη λίπανση κοπριάς, ενώ το υπόλοιπο εξακολουθεί να είναι διαθέσιμο για τις επόμενες. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα χρήσης N στην καλλιέργεια του *Brassica oleracea* var. *Italica* (Brassicaceae) ακολουθούμενη από κολοκυθάκια, *Cucurbita pepo* L. (Cucurbitaceae). Εκτιμήθηκαν τρεις δόσεις πράσινης κοπριάς 3, 6, και 9 t/στρ, *C. juncea*, κάθε μία από τις οποίες προστέθηκε με 12 t/στρ, οργανικού λιπάσματος. Το συνολικό N που συσσωρεύτηκε στους βλαστούς μπρόκολου και κολοκυθιού με την υψηλότερη δόση του *C. juncea* ήταν 78,25 και 70,42 kg/στρ, αντίστοιχα. Η απόδοση και η ποσότητα ανάκτησης πράσινης κοπριάς-N με τις υψηλότερες δόσεις *C. juncea* στο μπρόκολο ήταν 74,39 και 47,42 kg/στρ και σε κολοκυθάκια 58,82 και 31,95 kg/στρ, αντίστοιχα. Η πράσινη κοπριά-N παρείχε το 28,50% του N για το μπρόκολο και το 16,22% για τα κολοκυθάκια. Η εναπομένουσα επίδραση N από την πράσινη κοπριά *C. juncea* αρκεί για να εξασφαλίσει την καλλιέργεια τουλάχιστον δύο λαχανικών - μπρόκολο ακολουθούμενη από κολοκυθάκια.

Οι Elwan et al (2011) είχαν στόχο να μελετήσουν και να προσδιορίσουν τις επιδράσεις των πηγών αζώτου (N), του θείου (S) στην απόδοση και την περιεκτικότητα νιτρικών και βιταμίνης C στο μπρόκολο (*Brassica oleracea* L. ssp *Italica*). Τρία N λιπάσματα (θεικό αμμώνιο, νιτρικό αμμώνιο και ουρία) και δύο στρώματα θείου (0.0 και 0.5%) ψεκάστηκαν σε φυτά μπρόκολου που καλλιεργήθηκαν τόσο στις ανοιξιάτικες όσο και στις χειμερινές εποχές. Την εποχή του φθινοπώρου-χειμώνα, η απόδοση των "σουλτάνων F1", "Majestic F1" και "Marathon F1" ήταν 21,23%, 128,52% και 88,53% υψηλότερα από την άνοιξη. Επιπλέον, η εφαρμογή S αύξησε την απόδοση κατά μέσο όρο 9% σε σχέση με τις καλλιεργητικές περιόδους, τις ποικιλίες και τις μορφές N. Επίσης, η εφαρμογή ουρίας ως N-πηγή μείωσε την απόδοση κατά περίπου 13-15% από ό,τι άλλες πηγές N. Η υψηλή συσσώρευση νιτρικών αποδόθηκε στην εποχή της άνοιξης και στο "Marathon F1", ωστόσο, μικρότερη συσσώρευση βρέθηκε στην εποχή του φθινοπώρου-χειμώνα και το "Majestic F1". Η υψηλότερη απόδοση με χαμηλή

περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα επιτεύχθηκε όταν χρησιμοποιήθηκε θειικό αμμώνιο σε συνδυασμό με θείο κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου-χειμώνα, ιδιαίτερα στην "Μαραθώνιος F1". Η εφαρμογή N-πηγής και θείου δεν είχε καμία επίδραση στη βιταμίνη C, αντιστρόφως, επηρεάστηκε από την καλλιεργητική περίοδο και τους δοκιμασμένους γονότυπους. Ως εκ τούτου, οι προσθήκες θειικού αμμωνίου και θείου στο πεδίο του μπρόκολου ήταν απαραίτητες για την παραγωγή υψηλότερης απόδοσης.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πειραματικό μέρος της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Βελεστίνου, στους χώρους των εργαστηρίων Κηπευτικών Καλλιεργειών και Εδαφολογίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, κατά την περίοδο Σεπτέμβριος 2013-Ιούνιος 2014.

Σκοπός του πειράματος που πραγματοποιήθηκε είναι να προσδιοριστεί η βέλτιστη εδαφική λίπανση για καλλιέργεια μπρόκολου στον αγρό.

2.1 Σπορά

2.1.1 Διαδικασία φύτευσης

Η καλλιέργεια ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2013 με έτοιμα φυτάρια υβριδίου μπρόκολου της ποικιλίας Grande F1, 35 ημερών τα οποία καλλιεργήθηκαν σε φυτώριο και μεταφυτεύτηκαν στο αγρόκτημα.

2.2 Καλλιεργητικές περιποιήσεις

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών στο αγρόκτημα εφαρμόστηκαν τα κατάλληλα ποτίσματα, η εφαρμογή των απαιτούμενων φυτοπροστατευτικών ουσιών για την καταπολέμηση εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων. Συγκεκριμένα οι ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν χρονικά ήταν :

- 5 Σεπτεμβρίου: Σπορά σε δίσκους σποράς με υπόστρωμα τύρφη
- 10 Οκτωβρίου: Μεταφύτευση των φυταρίων στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.
- 3 Νοεμβρίου: Κοπή και απομάκρυνση ζιζανίων

- 28 Νοεμβρίου: Κοπή και απομάκρυνση ζιζανίων
- 9 Δεκεμβρίου: Χρήση διαφυλλικού εντομοκτόνου Confidor για την αντιμετώπιση κοκκοειδών και αφίδων.
- 19 Δεκεμβρίου: Κοπή και απομάκρυνση ζιζανίων
- 10 Ιανουαρίου: Χρήση Βακίλου Θουριγγίας (BACTOSPEINE) για την αντιμετώπιση της περίδας του λαχάνου.
- 4 Φεβρουαρίου: Κοπή και απομάκρυνση ζιζανίων



Εικόνα 2.1 Φυτά κουνουπιδιού και μπρόκολου στον αγρό 10/11/13

2.3 Μεταχειρίσεις λίπανσης

Για τη λίπανση του αγροτεμαχίου βάλαμε 25 μονάδες N-P-K συνολικά. Εφαρμόστηκαν δυο επιφανειακές λιπάνσεις, την πρώτη στις 13-11-2013 και τη δεύτερη 14-12-2013 με 12,5-12,5-12,5 μονάδες N-P-K ανά στρέμμα. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα 21-0-0, 12-61-0, 0-0-51. Η κοπριά (T3) και ο ζεόλιθος ενσωματώθηκαν πριν τη μεταφύτευση, ενώ η ποσότητα της κοπριάς υπολογίστηκε έτσι ώστε να καλυφθούν οι 25 μονάδες σε άζωτο. Στο μάρτυρα (C) δεν έγινε καμία προσθήκη λιπάσματος.

2.4 Συγκομιδή

Για την συγκομιδή των μπρόκολων από το αγρόκτημα χρησιμοποιήθηκαν:

- 1) Κοπίδι και μαχαίρι
- 2) Πλαστικές σακούλες

2.4.1 Διαδικασία συγκομιδής

Τα φυτά που συγκομίζονταν κάθε φορά ήταν αυτά που έφτασαν στο εμπορικό στάδιο συγκομιδής, δηλαδή φυτά τα οποία είχαν κατάλληλο μέγεθος ανθοκεφαλής, ικανοποιητικό αριθμό φύλλων και ήταν πριν το στάδιο της ανθοφορίας..

Η διαδικασία της συγκομιδής πραγματοποιήθηκε στις παρακάτω ημερομηνίες:

- 12 Φεβρουαρίου 25 φυτά.
- 14 Φεβρουαρίου 17 φυτά.
- 17 Φεβρουαρίου 14 φυτά.
- 18 Φεβρουαρίου 9 φυτά.

- 24 Φεβρουαρίου 46 φυτά.
- 27 Φεβρουαρίου 13 φυτά.
- 5 Μαρτίου 41 φυτά.
- 6 Μαρτίου 50 φυτά.

Τα φυτά συλλέχθηκαν με τη βοήθεια κοπιδιού, πραγματοποιώντας προσεκτική τομή στην χαμηλότερη περιοχή του βλαστού, έτσι ώστε να μην αποκοπούν τα φύλλα. Τα φυτά συλλέγονταν σταδιακά κάθε φορά επιδιώκοντας να έχουν το ίδιο μέγεθος ανθοκεφαλής, αφού ο ρυθμός ανάπτυξής τους ήταν διαφορετικός.

2.5 Διαδικασία μετρήσεων στο εργαστήριο

2.5.1 Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών των φυτών

Μετά την κοπή των μπρόκολων, τα φυτά μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου αρχικά έγιναν οι εξής μετρήσεις :

- Ολικό βάρος του φυτού
- Αριθμός φύλλων του φυτού
- Αριθμός βλαστών 2^{ης} τάξης
- Νωπό βάρος φύλλων
- Νωπό βάρος κεφαλής
- Νωπό βάρος βλαστού
- Ξηρό βάρος φύλλων του φυτού
- Ξηρό βάρος κεφαλής

- Ξηρό βάρος βλαστού

Για να μετρήσουμε το ξηρό βάρος των φύλλων, της κεφαλής και του βλαστού τοποθετήσαμε τα δείγματα των φυτών σε κλίβανο στους 72 °C, όπου αφέθηκαν για αποξήρανση μέχρι το βάρος τους να σταθεροποιηθεί και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά το πέρας της διαδικασίας.

2.5.2 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο για τη μέτρηση των ποσοτικών χαρακτηριστικών των φυτών

- Κλίβανος
- Φλογοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης του οίκου Perkin Elmer, με εξάρτημα Φλόγας (Flame Atomic Absorption Spectrophotometer).
- Φλογοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης των οίκων Sherwood (μοντέλο 410) και Jenway
- Γουδί
- Αναδευτήρας
- Ζυγαριά ακριβείας
- Πορσελάνινες κάψες
- Φιαλίδια τύπου falcon
- Ογκομετρικές φιάλες των 25ml, 50ml, 100ml
- Πλαστικές πιπέτες
- Αυτόματη πιπέτα
- Διηθητικό χαρτί
- Χωνιά
- Υδροχλωρικό οξύ (HCL) 20% v/v

- Αποσταγμένο νερό

2.6 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών των φυτών

Στα φυτικά δείγματα έγιναν μετρήσεις απορρόφησης των ανόργανων στοιχείων που περιέχονται σ'αυτά. Συγκεκριμένα, μετρήθηκε η περιεκτικότητα των φυτικών δειγμάτων στα παρακάτω ανόργανα στοιχεία :

- Άζωτο (N),
- Κάλιο (K),
- Φώσφορος (P),
- Ψευδάργυρος (Zn) και
- Σίδηρος (Fe).

Για κάθε στοιχείο και επανάληψη χρησιμοποιήθηκαν 4 δείγματα για κάθε επέμβαση. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια Εδαφολογίας και Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, όπου χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα το όργανο της ατομικής απορρόφησης με εξάρτημα φλόγας και το φλογοφωτόμετρο.

2.6.1 Μέθοδοι ανάλυσης των φυτικών δειγμάτων

Προετοιμασία και εκχύλιση φυτομάζας

Το φυτικό υλικό πλύθηκε με απιονισμένο νερό, και τοποθετήθηκε σε χάρτινες σακούλες σε φούρνο στους 72 °C στις 10 Μαρτίου για τρεις ημέρες μέχρι τη μη περαιτέρω απώλεια βάρους και έπειτα κονιορτοποιήθηκε σε μύλο άλεσης. Τα κονιορτοποιημένα δείγματα τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και αρχειοθετήθηκαν για τις εκχυλίσεις.

Ακολούθησε αποτέφρωση για να καταστραφεί η οργανική ουσία των φυτικών ιστών ή άλλου βιολογικού δείγματος. Ζυγίστηκαν για το λόγο αυτό 0,5 g από τον κονιορτοποιημένο ιστό των φυτών και τοποθετήθηκαν σε χωνευτήρια πορσελάνης. Η καύση πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρικό φούρνο σε θερμοκρασία 500 °C για 4 ώρες. Όταν οι κάψες αποτέφρωσης κρύωσαν , παραλήφθηκε η τέφρα του φυτικού ιστού με 20 mL 20% HCl και στη συνέχεια την διηθήσαμε με διηθητικό χαρτί σε ογκομετρικές φιάλες των 50 mL. Το εκχύλισμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση των ιχνοστοιχείων Fe και Zn, ενώ αραιώσαμε 20 φορές για την μέτρηση του K και του P.



Εικόνα 2.2 Κάψες πορσελάνης με κονιορτοποιημένο φυτικό δείγμα

Τα δείγματα που αντιπροσώπευαν την κάθε επέμβαση έπρεπε να υποστούν συγκεκριμένη κατεργασία, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση των ανόργανων στοιχείων σε αυτά.

Η μεθοδολογία ανάλυσης των φυτών που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

- Κονιοποίηση των φυτικών δειγμάτων των λαχανουόμενων ειδών αρχικά σε μπλέντερ και έπειτα σε γουδί.
- Ζύγιση ποσότητας ίσης με 0,5 g από το κάθε δείγμα.
- Τοποθέτηση των δειγμάτων στον κλίβανο αρχικά στους 250 °C για 1h και έπειτα στους 500 °C για τουλάχιστον 4 h, για να πραγματοποιηθεί κάψιμο του φυτικού υλικού (υψηλής θερμοκρασίας οξείδωση) και παραλαβή τέφρας.
- Τα κονιοροτοποιημένα δείγματα (τέφρα) τοποθετούνται σε κάψες πορσελάνης.
- Παραμονή των καψών στον κλίβανο μέχρι να κρυώσουν.
- Παραλαβή της τέφρας του φυτικού υλικού και εκχύλιση αυτού μέσω πιπέτας με 20 ml HCL 20%. (Για την παρασκευή αυτού του αντιδραστηρίου διαλύθηκαν σε 1000 ml αποσταγμένου νερού 200ml πυκνού HCL 36%).
- Διήθηση της τέφρας με διηθητικό χαρτί σε ογκομετρικές φιάλες των 50ml.
- Πλήρωση των ογκομετρικών φιαλών με αποσταγμένο νερό έως τη χαραγή και ανακίνηση αυτών για την ομοιόμορφη ανάμειξη του εκχυλίσματος.
- Μεταφορά του εκχυλίσματος σε φιαλίδια τύπου falcon και αποθήκευσή τους.
- Κατόπιν τα εκχυλίσματα αραιώνονται κατά 100 φορές για τη μέτρηση των μακροστοιχείων (Ca, Mg), κατά 20 φορές για τη μέτρηση του K και Na,

ενώ το «πυκνό» εκχύλισμα χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των ιχνοστοιχείων Mn, Fe και Zn.

- Ανάλυση των εκχυλισμάτων σε φλογοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης.

Σκοπός της διαδικασίας της εκχύλισης με αποτέφρωση είναι να γίνει καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών υλικών ή άλλου βιολογικού δείγματος με καύση σε υψηλή θερμοκρασία, ώστε να μετρήσουμε (από το ίδιο εκχύλισμα) όλα τα μη πτητικά συστατικά (πτητικά είναι ο C και το N).

2.6.2 Μέτρηση Νιτρικού Αζώτου NO₃-N

Για την καλύτερη μελέτη και σύγκριση των αποτελεσμάτων απαραίτητη ήταν η δημιουργία των standard για την καμπύλη βαθμολόγησης που έλαβε χώρα στο εργαστήριο Εδαφολογίας. Αρχικά Ζυγίσαμε 0.7216 g KNO₃ σε 1000 mL H₂O, και έτσι δημιουργούμε stock solution 1000 mg NO₃-N L⁻¹ (1000 ppm N). Από αυτό το διάλυμα πήραμε 10 mL και τα αραιώσαμε σε ογκομετρική φιάλη 1000 mL, και έτσι δημιουργήσαμε διάλυμα 10 mg NO₃-N L⁻¹ (10 ppm N). Από το διάλυμα αυτό δημιουργήσαμε τα standard του NO₃-N. Στη συνέχεια σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL προσθέσαμε 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 25 και 30 mL διαλύματος 10 ppm NO₃-N, και φτιάξαμε τους όγκους μέχρι τη χαραγή με 2 M KCl. Έτσι δημιουργήσαμε γνωστά standard διαλύματα με συγκεντρώσεις 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.7, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 και 3.0 mg NO₃-N L⁻¹ (ppm N).

Τα νιτρικά μετρήθηκαν κατόπιν χωρίς ανάπτυξη χρώματος στα 210 nm και στα 270 nm στο υπεριώδες φάσμα στο φασματοφωτόμετρο με κυψελίδες χαλαζία. Η τιμή που λάβαμε στα 270 nm αφαιρέθηκε από την τιμή που λήφθηκε στα 210 nm. Οι υπολογισμοί των αποτελεσμάτων γίνονται με τον εξής τύπο:

$$\text{Νιτρικό N (mg kg}^{-1}\text{)} = A * (\text{φορές αραιώση}) * (\text{mL διαλύματος εκχύλισης / B}).$$

Όπου A είναι η συγκέντρωση όπως μετριέται στο φασματοφωτόμετρο και B το βάρος του εδάφους σε g.

2.6.3 Μέτρηση διαθέσιμων ιχνοστοιχείων με DTPA

Το διάλυμα DTPA (diethylo-triamino-penta-acetic acid, διαίθυλο-τριάμινο-πεντα-οξικό οξύ) παρασκευάζεται με την ανάμιξη 9,835 g DTPA, 7,4 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ και 74.5 g τριαιθανολαμίνης σε 5 L H_2O . Το pH του διαλύματος γίνεται 7,3 με λίγες σταγόνες HCl. Η εκχύλιση έγινε με τη ζύγιση 10 g εδάφους σε πλαστικό μπουκάλι τύπου falcon των 30 mL και την ανάμιξή του με 20 mL διαλύματος DTPA. Στη συνέχεια ακολούθησε ανακίνηση για 2 ώρες, φυγοκέντρηση και διήθηση. Το εκχύλισμα κατόπιν μετρήθηκε σε ατομική απορρόφηση για ιχνοστοιχεία. Οι υπολογισμοί έγιναν με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Fe/Zn (mg kg}^{-1} \text{ εδάφους)} = A * (\text{mL διαλύματος εκχύλισης/B})$$

Όπου A η συγκέντρωση (mg L^{-1}) που λαμβάνεται στην ατομική απορρόφηση, και B το βάρος του εδάφους σε g.

2.6.4 Μέτρηση Ανταλλάξιμου Καλίου

Για την μέτρηση του ανταλλάξιμου καλίου αρχικά παρασκευάσαμε το αντιδραστήριο με συγκέντρωση 1 M $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ και $\text{pH}=7$. Ζυγίζοντας 78,06 g $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ σε 800 mL νερού, ενώ η τιμή του pH ρυθμίζεται στο 7 με λίγες σταγόνες αραιής NH_4OH ή αραιού CH_3COOH . Κατόπιν ο όγκος συμπληρώθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL μέχρι τη χαραγή.

Έπειτα, ζυγίσαμε 3 g εδάφους σε πλαστικές φιάλες τύπου falcon και προσθέσαμε 30 mL οξικό αμμώνιο ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1 M pH 7). Ακολούθησε ανακίνηση για μία ώρα και διηθήσαμε το υπερκείμενο διαυγές σε πλαστικές φιάλες. Κατόπιν έγινε αραιώση 10 φορές αραιώση για τη μέτρηση του K (πχ. 2,5 mL

διήθημα σε 25 mL ογκομετρική φιάλη), Τέλος μετρήσαμε το K στο φλογοφωτόμετρο. Το ανταλλάξιμο κάλιο υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$K, \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1} \text{ εδάφους} = (\text{mL διαλύματος με το οποίο έγινε η διήθηση} * \text{φορές αραίωσης του διηθήματος} / 391) * (A / B)$$

2.6.5 Προκατεργασία δείγματος εδάφους

Τα εδαφικά δείγματα που συλλέξαμε από το χωράφι απλώθηκαν και αφέθηκαν να αεροξηρανθούν 7-8 ημέρες σε χάρτινες σακούλες. Κατόπιν τα δείγματα λειοτρίφθηκαν σε πορσελάνινο γουδί και κοσκινίστηκαν σε κόσκινο με ανοίγματα 2mm. Στη συνέχεια τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε χαρτονένια κουτιά στην αποθήκη μέχρι τη στιγμή των αναλύσεων

2.7 Στατιστική ανάλυση

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν μονοπαραγοντικό και ακολουθήθηκε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων. Για το πείραμα είχαμε τέσσερις διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης με 16 φυτά για κάθε επέμβαση. Για την σύγκριση των επεμβάσεων της λίπανσης στο μπρόκολο χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ελάχιστης Διαφοράς (ΕΣΔ). Για τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics Plus 5.1.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

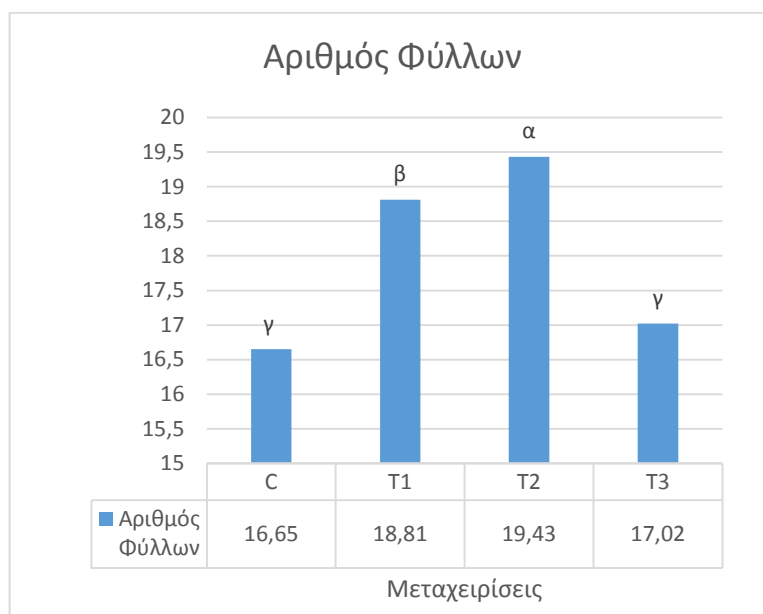
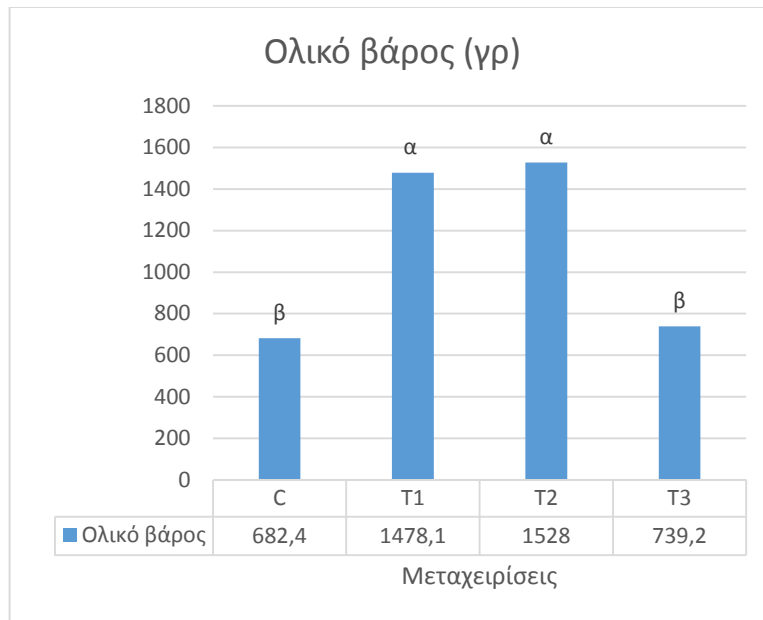
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα των μετρήσεων, που έλαβαν χώρα κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας της παρούσας μελέτης.

3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

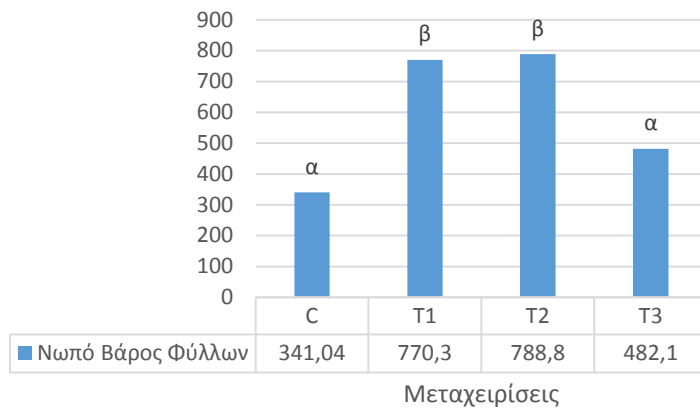
Πίνακας 3.1 Ολικό βάρος, αριθμός φύλλων, νωπό βάρος φύλλων, % Ξηρή ουσία φύλλων και αριθμός βλαστών 2^{ης} τάξης φυτών μπρόκολου.

Μεταχείριση	Ολικό βάρος	Αριθμός Φύλλων	Νωπό Βάρος Φύλλων	% Ξηρή ουσία φύλλων	Αριθμός βλαστών 2 ^{ης} τάξης
C	682,4 β	16,65 γ	341,0 β	11,7 α	7,9 β
T1	1478,1 α	18,81 β	770,3 α	9,1 β	9,5 α
T2	1528,0 α	19,43 α	788,8 α	8,9 β	9,4 α
T3	739,2 β	17,02 γ	482,1 β	12,0 α	7,5 β
ΕΣΔ	112,0	0,52	148,9	0,6	1,0

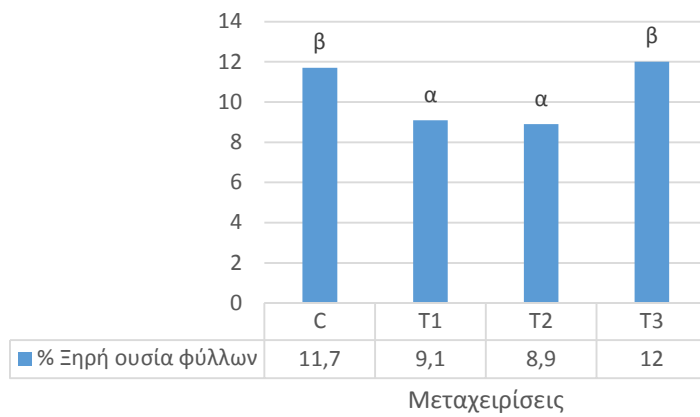
(Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα και για την ίδια στήλη δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το T-test και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).

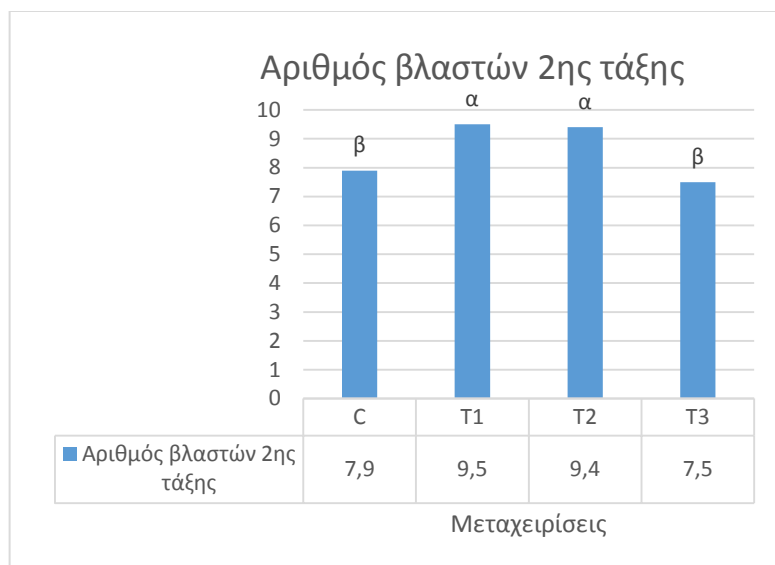


Νωπό Βάρος Φύλλων (γρ)



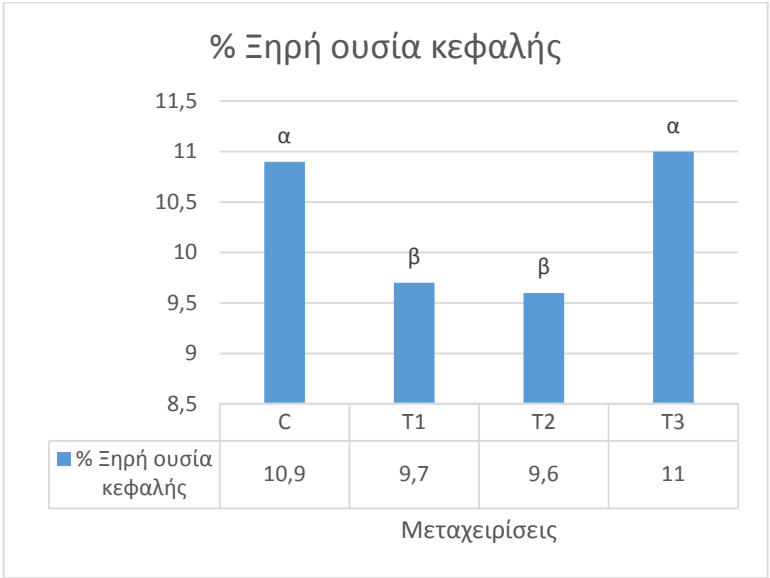
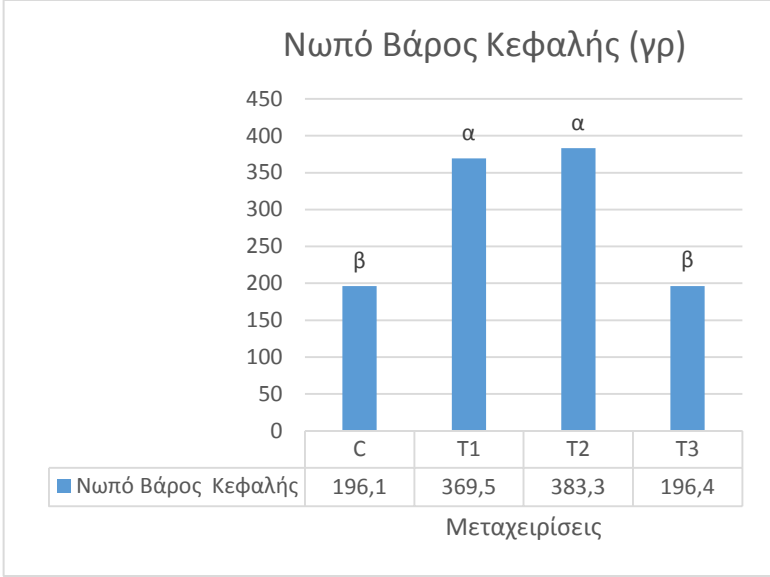
% Ξηρή ουσία φύλλων

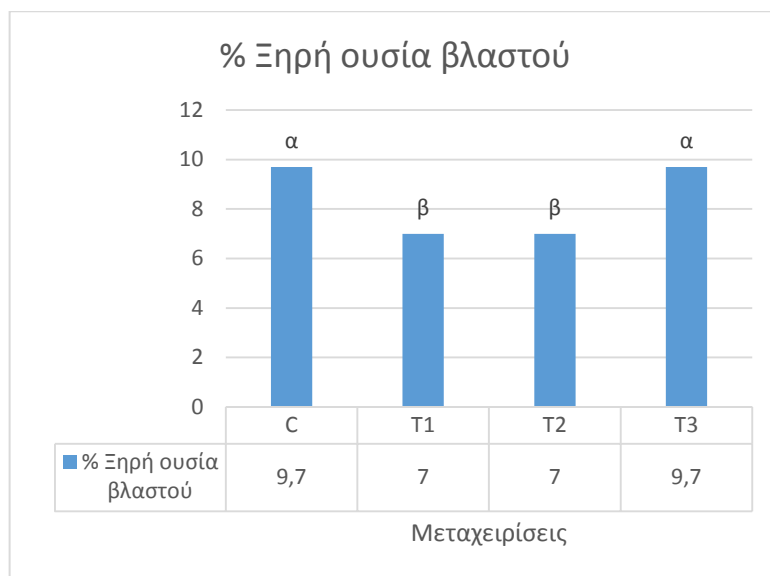
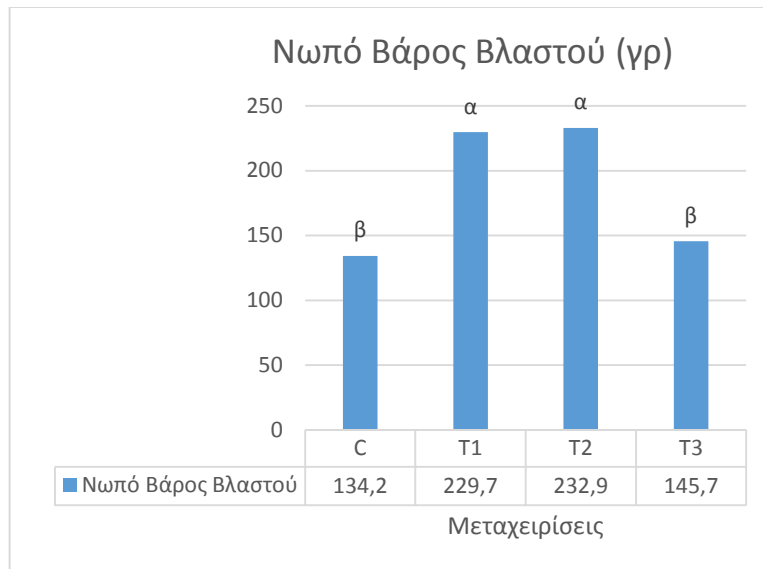




Πίνακας 3.2 Νωπό βάρος κεφαλής, % ξηρή ουσία κεφαλής, νωπό βάρος βλαστού, % ξηρή ουσία βλαστού.

Μεταχείριση	Νωπό Βάρος Κεφαλής	% Ξηρή ουσία κεφαλής	Νωπό Βάρος Βλαστού	% Ξηρή ουσία βλαστού
C	196,1 β	10,9 α	134,2 β	9,7 α
T1	369,5 α	9,7 β	229,7 α	7,0 β
T2	383,3 α	9,6 β	232,9 α	7,0 β
T3	196,4 β	11,0 α	145,7 β	9,7 α
ΕΣΔ	38,9	0,4	14,6	0,4





Σύμφωνα με τους πίνακες και τα διαγράμματα στο μπρόκολο παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού. Για την επέμβαση με συμβατικό λίπασμα (T2) παρατηρούνται μεγαλύτερες μέσες τιμές ολικού βάρους φυτού, συνολικού αριθμού φύλλων, νωπού βάρους φύλλων, νωπού βάρους κεφαλών και νωπού βάρους βλαστών, χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά με την μεταχείριση (T1). Όσον αφορά την ξηρή ουσία φύλλων, κεφαλής και βλαστού οι μεγαλύτερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στην κοπριά (T3) και στο μάρτυρα αντίστοιχα. Επομένως, σε γενικές γραμμές η λίπανση

Σελίδα 40 από 55

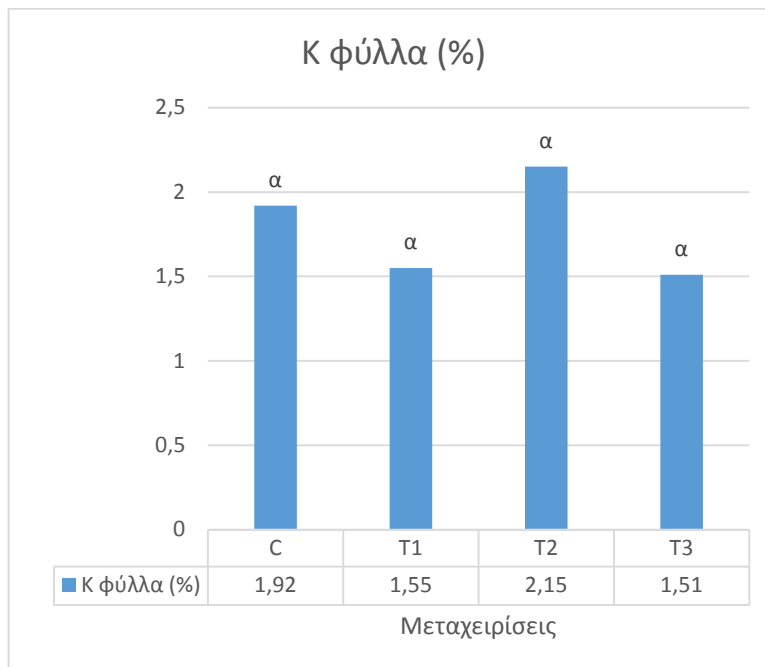
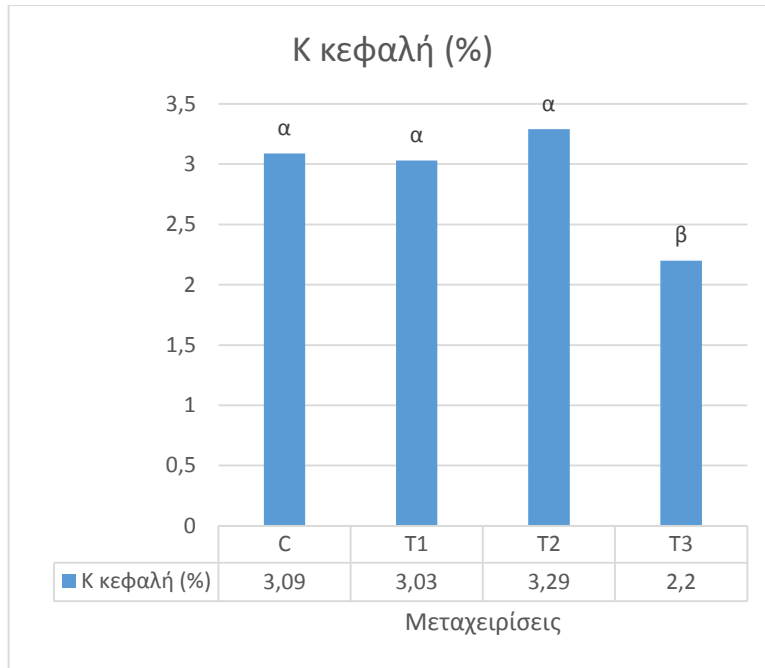
με συμβατικό λίπασμα (T2) και η λίπανση με λίπασμα-ζεόλιθο (T1) επιδρούν θετικότερα στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού του μπρόκολου σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επίσης, σαν μορφολογικό χαρακτηριστικό το νωπό βάρος κεφαλής έχει καλύτερα αποτελέσματα στη λίπανση (T2) χωρίς να διαφέρει στατιστικά από την λίπανση (T1), καθώς στις υπόλοιπες λιπάνσεις μειώνεται σημαντικά το βάρος του και σαν χαρακτηριστικό είναι από τα σημαντικότερα για την εμπορεία του προϊόντος και ότι συνεπάγεται με αυτό.

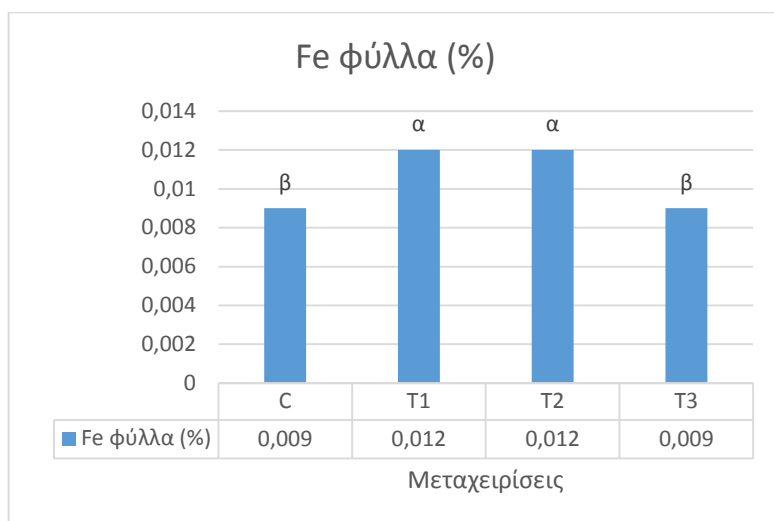
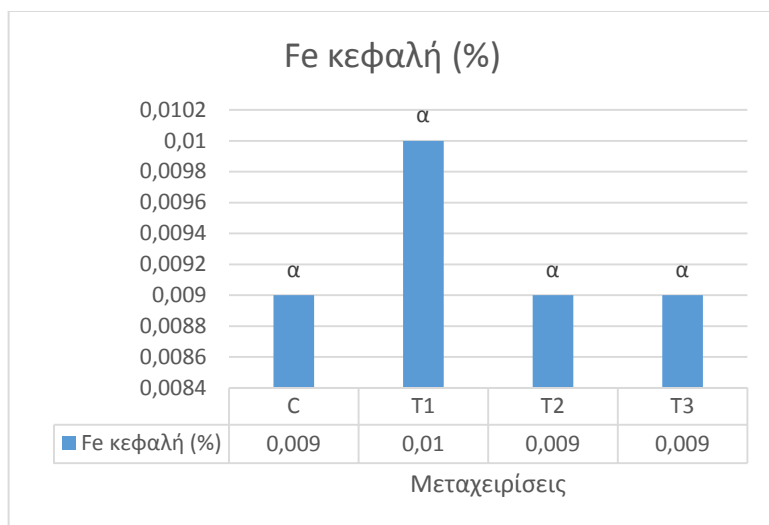
3.2 Ανόργανα θρεπτικά στο φυτό του μπρόκολου

Πίνακας 3.3 Περιεκτικότητα (%) στα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία K, Fe στην ανθοκεφαλή και στα φύλλα στις τέσσερις επεμβάσεις σε φυτά μπρόκολου.

Μεταχείριση	K κεφαλή (%)	K φύλλα (%)	Fe κεφαλή (%)	Fe φύλλα (%)
C	3,09 α	1,92 α	0,009 α	0,009 β
T1	3,03 α	1,55 α	0,010 α	0,012 α
T2	3,29 α	2,15 α	0,009 α	0,012 α
T3	2,20 β	1,51 α	0,009 α	0,009 β
ΕΣΔ	0,81	0,78	0,002	0,002

(Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα και για την ίδια στήλη δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το T-test και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).



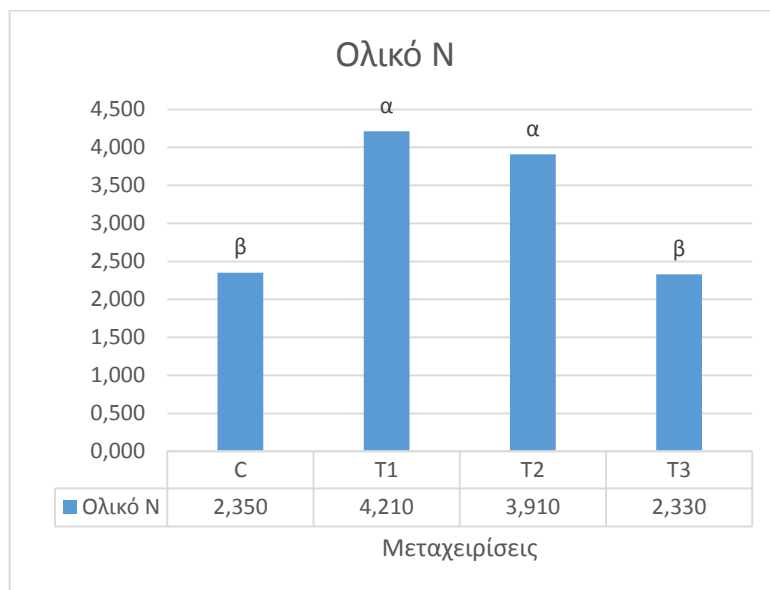


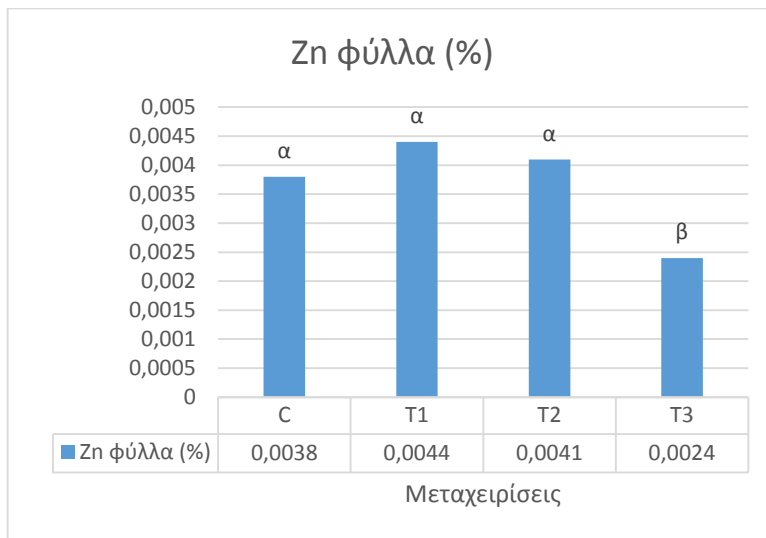
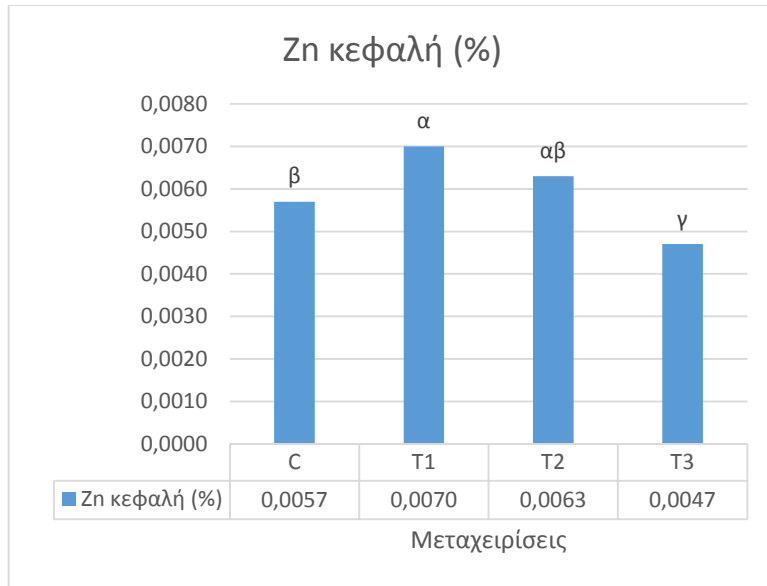
Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα και τα διαγράμματα φαίνεται ότι δεν υπάρχουν διαφορές, όσον αφορά την (%) περιεκτικότητα για το K στην κεφαλή, στα φύλλα και τον Fe στην κεφαλή στις τέσσερις επεμβάσεις στα φυτά, ενώ υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον Fe στα φύλλα. Οι υψηλότερες μέσες τιμές όσον αφορά την (%) περιεκτικότητα του φυτού σε K και Fe παρατηρούνται στη λίπανση με λίπασμα (T2) και λίπανση με ζεόλιθο-λίπασμα (T1). Ενώ οι χαμηλότερες μέσες τιμές στην (%) περιεκτικότητα των κεφαλών και των φύλλων παρατηρούνται στην επέμβαση με κοπριά (T3).

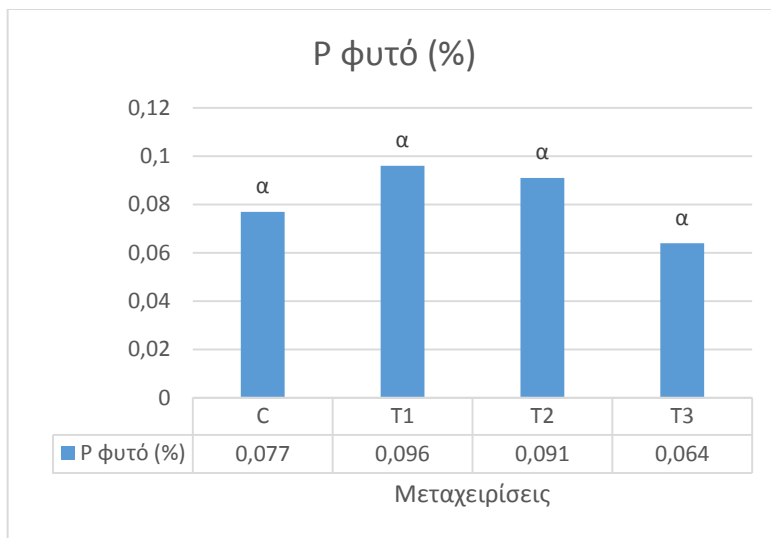
Πίνακας 3.4 Περιεκτικότητα (%) στα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, ολικό N, Zn σε φύλλα και κεφαλή, P στις τέσσερις επεμβάσεις σε φυτά μπρόκολου.

Μεταχείριση	Ολικό N	Zn κεφαλή (%)	Zn φύλλα (%)	P φυτό (%)
C	2,35 β	0,0057 β	0,0038 α	0,077 α
T1	4,21 α	0,0070 α	0,0044 α	0,096 α
T2	3,91 α	0,0063 αβ	0,0041 α	0,091 α
T3	2,33 β	0,0047 γ	0,0024 β	0,064 α
ΕΣΔ	0,4	0,0008	0,0006	0,03

(Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα και για την ίδια στήλη δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το T-test και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).







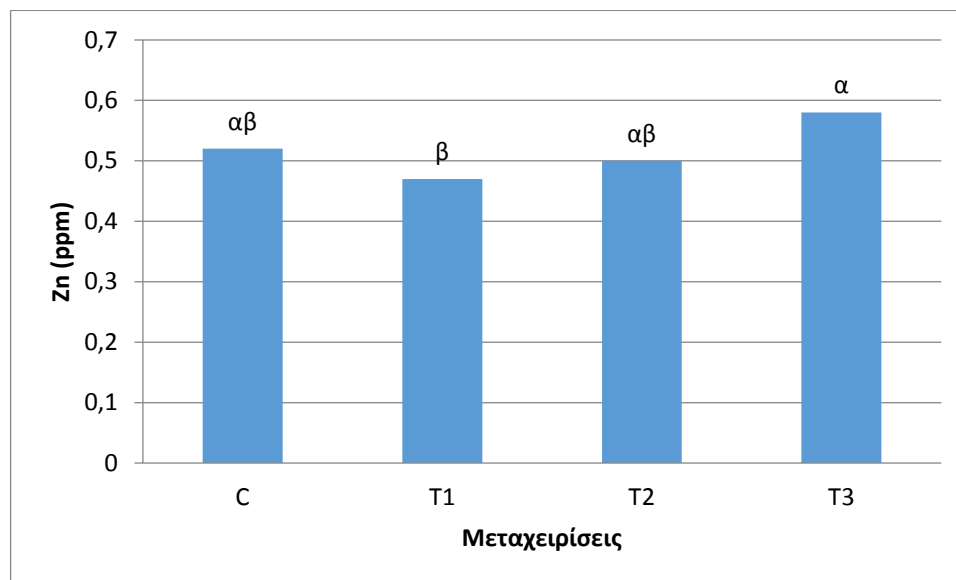
Από τον πίνακα και τα διαγράμματα παρατηρείται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ολικό N καθώς και στον Zn στα φύλλα και στην κεφαλή του φυτού. Ωστόσο η (%) περιεκτικότητα σε P δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι υψηλότερες τιμές N και Zn παρατηρούνται στην επέμβαση με λίπασμα-ζεόλιθο (T1) και συμβατικό λίπασμα (T2), ενώ οι χαμηλότερες στην περιεκτικότητα (%) του φυτού σε N, Zn στην επέμβαση με κοπριά (T3).

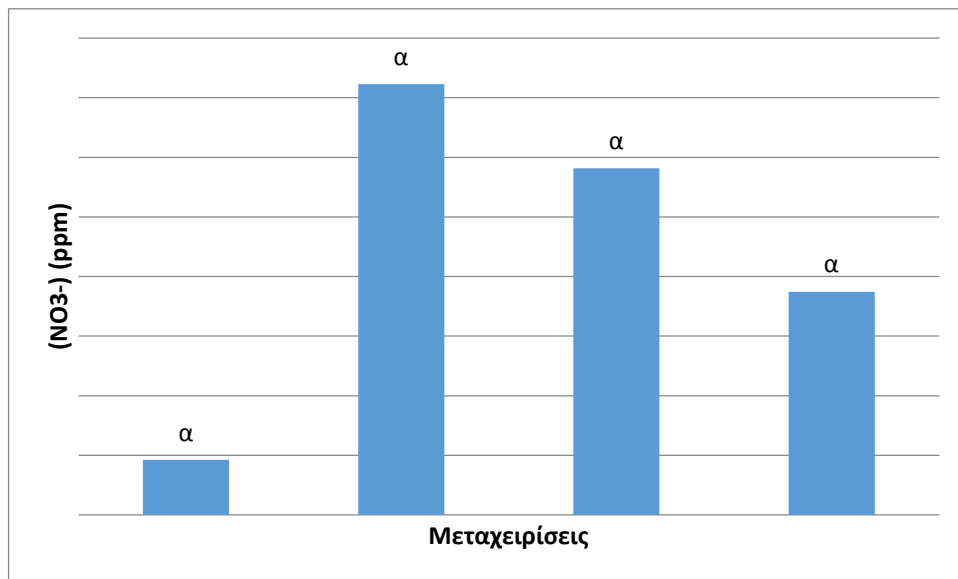
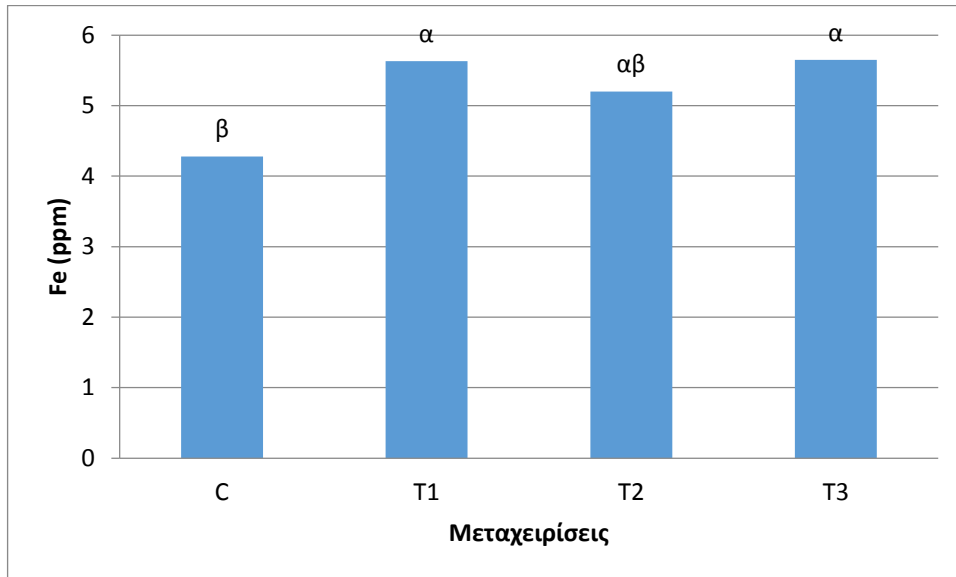
3.3 Ανόργανα θρεπτικά στο έδαφος

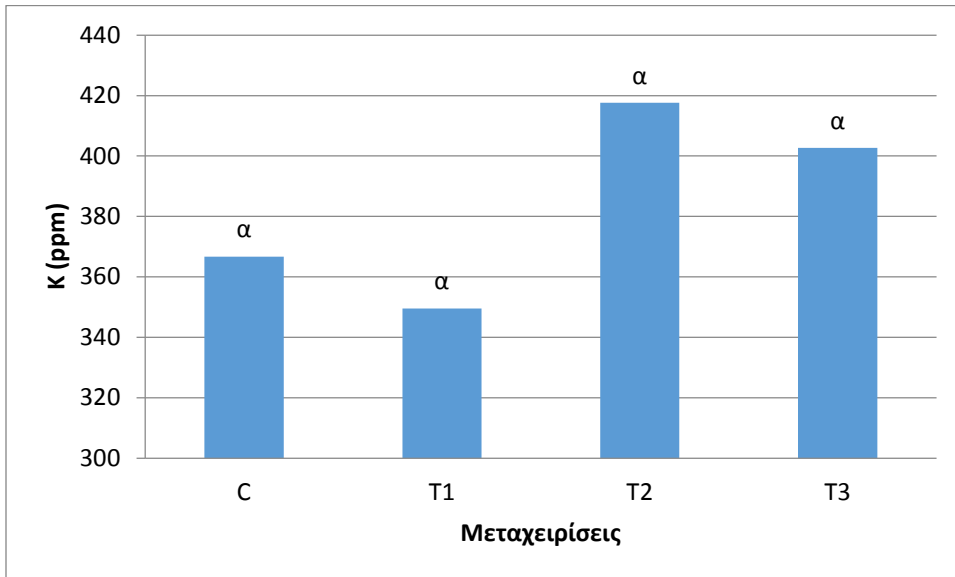
Πίνακας 3.5 Περιεκτικότητα (%) στα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία Zn, Fe, N και K στις τέσσερις επεμβάσεις σε φυτά μπρόκολου.

Μεταχείριση	Zn (ppm)	Fe (ppm)	(NO ₃ ⁻) (ppm)	K (ppm)
C	0,52 ^{αβ}	4,28 ^β	34,9 ^α	366,7 ^α
T1	0,47 ^β	5,63 ^α	41,2 ^α	349,5 ^α
T2	0,50 ^{αβ}	5,20 ^{αβ}	39,8 ^α	417,6 ^α
T3	0,58 ^α	5,65 ^α	37,7 ^α	402,7 ^α
ΕΣΔ	0,086	1,30	6,5	79,2

(Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα και για την ίδια στήλη δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το T-test και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).







Σύμφωνα με τον πίνακα και τα διαγράμματα στο έδαφος της καλλιέργειας μετά τις επεμβάσεις παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα των ανόργανων στοιχείων Zn και Fe. Όσον αφορά το N και το K φαίνεται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι υψηλότερες μέσες τιμές για τον Zn λαμβάνονται στην επέμβαση με κοπριά (T3) και για τον Fe στην κοπριά και στο ζεόλιθο λίπασμα.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό καταγράφονται τα συμπεράσματα της πειραματικής διαδικασίας και των αποτελεσμάτων που διεξήχθησαν στη μελέτη αυτή και γίνεται σύγκριση με άλλες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν παλαιότερα στο κουνουπίδι και στο μπρόκολο για την επίδραση της λίπανσης σ' αυτά.

4.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του μπρόκολου

Μελετώντας τα αποτελέσματα που αφορούν το νωπό ολικό βάρος, τον αριθμό των φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος κεφαλής, το νωπό και το ξηρό βάρος του βλαστού παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην επίδραση των διαφορετικών μεταχειρίσεων στα φυτά μπρόκολου.

Ειδικότερα, για το ολικό νωπό βάρος του φυτού, η υψηλότερη μέση τιμή παρατηρείται στην επέμβαση με λίπασμα (T2) με τιμή 1528,0, ενώ δεν υπάρχει στατιστική διαφορά με την επέμβαση ζεόλιθου-λίπασμα (T1). Ο μεγαλύτερος αριθμός φύλλων που είναι 19, παρατηρείται στην επέμβαση με λίπασμα (T2). Για το νωπό βάρος των φύλλων το μεγαλύτερο βάρος παρατηρείται επίσης με την εφαρμογή λιπάσματος (T2). Το ενδιαφέρον είναι ότι, τη μεγαλύτερη τιμή για την % ξηρή ουσία των φύλλων τη λαμβάνουμε στην λίπανση με κοπριά (T3) με τιμή 12. Για το νωπό βάρος κεφαλής και βλαστού οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται στην επέμβαση με λίπασμα (T2) με 383,3 και 232,9 αντίστοιχα, ενώ τις μεγαλύτερες τιμές για % ξηρή ουσία στην κεφαλή και στο βλαστό στην επέμβαση με κοπριά (T3) αλλά και στο μάρτυρα (C) με τιμές 11 και 9,7 αντίστοιχα.

Συμπερασματικά, μία κύρια παρατήρηση είναι ότι οι τιμές των επεμβάσεων με λίπασμα και ζεόλιθο-λίπασμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, όπως και οι αντίστοιχες τιμές της επέμβασης με κοπριά και μάρτυρα. Ενώ αν συγκρίνουμε τις

τιμές λίπασμα και ζεόλιθο-λίπασμα με αυτές των κοπριά και μάρτυρα έχουμε σημαντικές στατιστικά διαφορές.

4.2 Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που παρατηρήθηκαν σε ιστούς των φυτών στο μπρόκολο

Μελετώντας τα αποτελέσματα που αφορούν την περιεκτικότητα του μπρόκολου σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία, σε τέσσερις επεμβάσεις λιπάσματος, παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα (%) στο K στα φύλλα και στην κεφαλή(με εξαίρεση την περιεκτικότητα στην λίπανση με κοπριά όπου είναι χαμηλή). Παρόμοια και στην περιεκτικότητα (%) στο Fe στα φύλλα αλλά όχι στην κεφαλή, όπου λαμβάνουμε τις μεγαλύτερες τιμές στις μεταχειρίσεις (T1) και (T2). Παρατηρείται όμως σημαντική στατιστική διαφορά στην % περιεκτικότητα Zn στη κεφαλή, με τις μεγαλύτερες τιμές να λαμβάνονται στην λίπανση με ζεόλιθο-λίπασμα (T1). Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στην κοπριά (T3) για όλα σχεδόν τα στοιχεία που μελετήθηκαν.

4.3 Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που παρατηρήθηκαν στο έδαφος της καλλιέργειας του κουνουπιδιού - μπρόκολου

Παρατηρώντας τις μετρήσεις, βλέπουμε ότι υπάρχει μεγάλη στατιστική διαφορά όσον αφορά την περιεκτικότητα του εδάφους της καλλιέργειας μας σε ιχνοστοιχεία στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου το Μάρτιο του 2014. Στην επέμβαση με κοπριά (T3) παρατηρούνται οι μεγαλύτερες τιμές στον Zn και στον Fe.

4.4 Γενικά συμπεράσματα

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, εξετάστηκαν διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά του μπρόκολου, τα οποία ήταν το ολικό νωπό βάρος, ο αριθμός των φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων, το νωπό και το ξηρό βάρος της κεφαλής, καθώς και το νωπό και το ξηρό βάρος του βλαστού με στόχο να παρατηρηθεί εάν η διαφορετική λίπανση επηρεάζει την μορφολογία και την ανάπτυξη του φυτού. Έτσι συμπεραίνεται ότι η επέμβαση με συμβατικό λίπασμα (T2), αλλά και η επέμβαση με ζεόλιθο-λίπασμα (T1) παρουσίασαν καλύτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά από τις υπόλοιπες καθώς όπως αναφέρεται και από τους Yilmaz et al (2014), ο ζεόλιθος μπορεί να αύξησε την νιτρική δραστηριότητα ή να βελτίωσε τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Εκτενέστερα, σύμφωνα με τις μετρήσεις, οι καλύτερες αποδόσεις στα νωπά βάρη (φυτού, φύλλων, κεφαλής, βλαστού), τις συναντήσαμε στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκε συμβατικό λίπασμα με σημαντικότερο το νωπό βάρος κεφαλής, το πιο εμπορεύσιμο και εδώδιμο μέρος του φυτού με τιμή 383,3 γρ.

Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση των φυτικών ιστών στα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία K, Fe, N, Zn και P. Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία το K, τον Fe και τον P δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση στα φύλλα και στην κεφαλή, ενώ υπάρχει διαφοροποίηση για το N και τον Zn. Η συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα δεν επιβεβαιώνει από ότι φαίνεται την έρευνα των Bernardi et al (2011) που συμπέραναν ότι είναι χαρακτηριστικό του ζεόλιθου.

Μελετήθηκε ακόμη, η επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση του εδάφους της καλλιέργειας στα ανόργανα ιχνοστοιχεία K, Fe, N και Zn όπου δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση για το N και το K σε αντίθεση με τον Zn και τον Fe. Επίσης παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές στην εδαφική συγκέντρωση των προαναφερθέντων ιχνοστοιχείων στη μεταχείριση με κοπριά (T3).

Άρα η επέμβαση με διαφορετικό λίπασμα επιδρά σημαντικά στη συμπεριφορά του μπρόκολου όσον αφορά την ανάπτυξη του και την θρεπτική του σύσταση. Επιπλέον, προτείνονται καταλληλότερες οι επεμβάσεις με ζεόλιθο-λίπασμα (T1) και συμβατικό λίπασμα (T2), αλλά αν συνυπολογίσουμε το οικονομικό σκέλος της καλλιέργειας τότε καταλήγουμε στη λίπανση μόνο με συμβατικό λίπασμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία και άρθρα

Ιμπραχίμ Α. Χ. και Πετρόπουλος Σ., 2012. Γενική λαχανοκομία & υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Παρασκευόπουλος Κ., 2009, Σύγχρονη λαχανοκομία, Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.

Ciancaleoni Simona, Andrea Onofri, Renzo Torricelli, Valeria Negri, January 2016, Broccoli yield response to environmental factors in sustainable agriculture, European Journal of Agronomy, Volume 72, Pages 1-9

Bernardi A. C. D. C., Souza G. B., Polidoro J. C., Renato P., Paiva P., Monte M., 2011, (Corn Fertilized with Urea and Zeolite, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42:1266–1275). Yield, Quality Components, and Nitrogen Levels of Silage.

Elwan M.W.M., K.E. Abd El-Hamed, 10 January 2011, Influence of nitrogen form, growing season and sulfur fertilization on yield and the content of nitrate and vitamin C of broccoli, Scientia Horticulturae, Volume 127, Issue 3, Pages 181-187

Lisiewska Z., W. Kmiecik, Food Chemistry, October 1996, Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention, Volume 57, Issue 2, Pages 267-270

Riby J. E., Chang, G. H. F., Firestone, G. L., and Bjeldanes, L. F. (2000). Ligand-independent activation of estrogen receptor function by 3,3'-diindolylmethane in human breast cancer cells. Biochem. Pharmacol. 60, 167–177.

Thiago de Oliveira Vargas, Ellen Rúbia Diniz, Anália Lúcia Vieira Pacheco, Ricardo Henrique Silva Santos, Segundo Urquiaga, January 2017, Green manure-15N absorbed by broccoli and zucchini in sequential cropping, *Scientia Horticulturae*, Volume 214, 5, Pages 209-213

Xue M. et al., 2008, Activation of NF-E2-related factor-2 reverses biochemical dysfunction of endothelial cells induced by hyperglycemia linked to vascular disease. *Diabetes* 57:2809-17.

Yanaka A, Fahey JW, Fukumoto A et al., 2009, Apr Dietary sulforaphane-rich broccoli sprouts reduce colonization and attenuate gastritis in *Helicobacter pylori*-infected mice and humans. *Cancer Prev Res (Phila Pa)*.;2(4):353-60.

Yang G, Gao YT, Shu XO et al., 2010, Mar Isothiocyanate exposure, glutathione S-transferase polymorphisms, and colorectal cancer risk. *Am J Clin Nutr.*, 91(3):704-11.

Yilmaz E., Sonmez I., Demir H., (2014). Effects of Zeolite on Seedling Quality and Nutrient Contents of Cucumber Plant(*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F1) Grown in Different Mixtures of Growing Media., *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45:2767–2777.

Ιστοσελίδες

<http://www.mydiatrofi.gr>

<http://www.sciencedirect.com>

<http://en.wikipedia.org>