

Πτυχιακή Εργασία

**Τίτλος: «Σύγκριση παραμέτρων αύξησης και ανόργανης θρέψης
εγχώριας ποικιλίας και υβριδίου λαχανίδας kale σε σχέση με τη μορφή
του χορηγουμένου αζώτου**



Φοιτητής: Μπάστας Αλέξανδρος Ιάσων

Επιβλέπουσα: Ασημακοπούλου Άννα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Καλαμάτα, Νοέμβριος 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Τις θερμότερες ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στο πρόσωπο της καθηγητριάς μου κ. Άννας Ασημακοπούλου, που υπήρξε πηγή έμπνευσης από τα πρώτα χρόνια μου στο εκπαιδευτικό ίδρυμα, καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και στήριξη που μου παρείχε καθ'όλη την διάρκεια διεξαγωγής του πειραματικού μέρους της πτυχιακής εργασίας αλλά και σε όλη την περίοδο συγγραφής αυτής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του εκπαιδευτικού ιδρύματος που φοίτησα για την άριστη συνεργασία που υπήρξε καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μου, και ιδιαίτερα τον κ. Ιωάννη Σάλμα για την πολύτιμη βοήθειά του.

Τέλος δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους ανθρώπους του κοινωνικού και οικογενειακού μου κύκλου, ιδιαίτερα την μητέρα μου και τον πατέρα μου που με κάθε τρόπο υπήρξαν αρωγοί της όλης προσπάθειάς μου, τόσο για την υλική όσο και για την πνευματική τους στήριξη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Βοτανική κατάταξη λαχανίδας.....	7
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά σταυρανθών.....	7
1.3 Καταγωγή - εξάπλωση του φυτού και χρήσεις στα αρχαία χρόνια.....	8
1.4 Διατροφική αξία λαχανίδας - Χρήσεις στην νεότερη εποχή.....	9
1.5 Ο κύκλος του αζώτου και η σημασία του για την ζωή.....	11
1.6 Δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου.....	11
1.7 Πρόσληψη αζώτου από τα φυτά.....	16
1.8 Χρήση αμμωνιακών-νιτρικών και παράγοντες που επηρεάζουν την απορροφή τους από τα φυτά.....	21
2. ΣΚΟΠΟΣ.....	23
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	24
3.1 Φυτικό υλικό-προκαλλιέργεια.....	24
3.2 Πειραματικό σχέδιο.....	25
3.3 Παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων.....	25
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	29
4.1 Παράμετροι αύξησης φυτών.....	29
Νωπό βάρος φυτού.....	29
Νωπό βάρος φύλλων.....	31
Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος.....	33
Νωπό βάρος ρίζας.....	36
Μήκος βλαστού.....	38
Σχέση νωπού βάρους ρίζας/ υπέργειου τμήματος φυτού.....	40
Υδατοπεριεκτικότητα %.....	42
Ξηρό βάρος φύλλων.....	44
Αριθμός φύλλων φυτών.....	46
4.2 Περιεκτικότητα φύλλων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία.....	49
Συγκέντρωση ολικού Αζώτου (N)	49
Συγκέντρωση φωσφόρου (P).....	51
Συγκέντρωση Καλίου (K).....	53

Συγκέντρωση Ασβεστίου (Ca).....	56
Συγκέντρωση Μαγνησίου (Mg).....	58
Συγκέντρωση Σιδήρου (Fe).....	60
Συγκέντρωση Μαγγανίου (Mn).....	61
Συγκέντρωση Ψευδαργύρου (Zn).....	64
Συγκέντρωση Χαλκού (Cu).....	66
Συγκέντρωση Βορίου (B).....	68
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	71
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73
Α)Ελληνική Βιβλιογραφία.....	73
Β)Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	73
Γ)Πηγές από το διαδύκτιο.....	74

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία απέβλεπε στη μελέτη της επίδρασης της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στην αύξηση και την ανόργανη θρέψη σε φυτά λαχανίδας Kale (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*) και συγκεκριμένα του υβριδίου 'REFLEX' και της εγχώριας ποικιλίας 'Ντόπια Μυτιλήνης'. Τα φυτά αναπτύχθηκαν με τη μέθοδο της υδροπονίας, σε φυτοδοχεία χωρητικότητας 4,0 λίτρων που περιείχαν μίγμα χαλαζιακής άμμου και περλίτη 1:1 (v/v) και στα οποία εφαρμόστηκαν τέσσερις επεμβάσεις ως προς τη μορφή του χορηγούμενου αζώτου, E0: 100% N-NO₃, E25: 75% N-NO₃+25% N-NH₄, E50: 50% N-NO₃+50% N-NH₄ και E75: 25% N-NO₃+75%N-NH₄.

Η κύρια επίδραση της ποικιλίας/υβριδίου στην αύξηση ήταν ότι η 'Ντόπια Μυτιλήνης' δεν παρουσίασε σημαντικά διαφοροποιημένο νωπό βάρος (νβ) και ξηρό βάρος (ξβ) φύλλων, υπέργειου τμήματος, ρίζας, ολόκληρου φυτού, σχέσης ρίζας προς υπέργειο τμήμα και υδατοπεριεκτικότητας φύλλων σε σύγκριση με το υβρίδιο 'Reflex'. Αντίθετα, το μήκος βλαστού και ο αριθμός φύλλων του υβριδίου 'Reflex' βρέθηκαν σημαντικά υψηλότερα από αυτά της 'Ντόπιας Μυτιλήνης'. Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου ήταν ότι το νβ ολόκληρου του φυτού, το νβ και ξβ των φύλλων, το νβ υπέργειου τμήματος των φυτών που αναπτύχθηκαν με 75% αμμωνιακό άζωτο ήταν σημαντικά χαμηλότερο από το αντίστοιχο των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0%, 25% και 50% αμμωνιακό άζωτο. Αντίθετα, το μήκος βλαστού των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0% και 25% αμμωνιακό άζωτο ήταν σημαντικά υψηλότερο από αυτό των φυτών που αναπτύχθηκαν με 50% αμμωνιακό άζωτο ενώ η σχέση ρίζας προς υπέργειο τμήμα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 75% αμμωνιακό άζωτο βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη από αυτή των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0% και 50% αμμωνιακό άζωτο. Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στο νβ ρίζας, την υδατοπεριεκτικότητα και τον αριθμό των φύλλων ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή τους.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα της ανόργανης θρέψης, το υβρίδιο 'Reflex' παρουσίασε τις σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις N, K, Ca και Mg στα φύλλα του. Αντίθετα, η συγκέντρωση του P δεν παρουσίασε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτών 'Reflex' και 'Ντόπιας Μυτιλήνης'. Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στη συγκέντρωση των

μακροστοιχείων που προσδιορίστηκαν, ήταν ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 75% NH₄-N παρουσίασαν σημαντικά αυξημένες συγκεντρώσεις N, P και K σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 0%, 25% και 50% αμμωνιακό άζωτο. Αντίθετα η συγκέντρωση Mg στην επέμβαση με 0% αμμωνιακό άζωτο στο θρεπτικό διάλυμα ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 25%, 50% και 75% αμμωνιακό άζωτο.

Όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων που προσδιορίστηκαν, η κύρια επίδραση της ποικιλίας/υβριδίου στις συγκεντρώσεις Fe, Zn, Cu και B ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή τους μεταξύ του υβριδίου και της εγχώριας ποικιλίας. Αντίθετα, η συγκέντρωση Mn στα φύλλα του Reflex βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη από την αντίστοιχη της 'Ντόπιας Μυτιλήνης'.

Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου ήταν ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 75% NH₄-N παρουσίασαν σημαντικά αυξημένες συγκεντρώσεις Mn, Zn και Cu στα φύλλα τους. Αντίθετα, η συγκέντρωση B στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 50% NH₄-N βρέθηκε σημαντικά αυξημένη σε σχέση με τη συγκέντρωση B στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0% NH₄-N. Η συγκέντρωση Fe δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των 4 επεμβάσεων.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Βοτανική κατάταξη λαχανίδας

Η λαχανίδα *Brassica oleraceae* var. *achephala* γνωστή και ως Kale, κατατάσσεται στην οικογένεια των σταυρανθών (*Brassicaceae*), η οποία περιλαμβάνει σε παγκόσμιο επίπεδο πολύ σημαντικά λαχανικά για τη διατροφή του ανθρώπου.

Είναι λαχανικά κατά κύριο λόγο ψυχρής εποχής, δηλαδή καλλιεργούνται σε εποχές κατά τις οποίες επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες στο περιβάλλον. Ωστόσο η ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου γίνεται σε δύο έτη, δηλαδή από σπέρμα σε σπέρμα θα πρέπει να μεσολαβήσει το χρονικό διάστημα των δύο ετών. Παρόλα αυτά θεωρούνται ετήσια διότι καλλιεργούνται κυρίως για τις κεφαλές τους ή τα απλά ελεύθερα φύλλα τα οποία τα δημιουργούν σε χρονικό διάστημα μικρότερο του ενός έτους.

1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά σταυρανθών

Πρόκειται για ποώδη φυτά τα οποία αναπτύσσουν ανθικό στέλεχος κατά το δεύτερο έτος και εφόσον έχουν υποστεί τις επιδράσεις του φαινομένου της εαρινοποίησης. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να εκπτυχθεί το ανθικό στέλεχος από το πρώτο κιάλας έτος (bolting), εξέλιξη μη επιθυμητή για τους παραγωγούς.

Τα ανθικά στελέχη είναι κοντά μη διακλαδιζόμενα με σύνηθες ύψος 30-50 cm. Τα πρώτα εξωτερικά φύλλα είναι μεγάλα άμισχα πλατιά, με σύνηθες μήκος 30 cm και εμφανίζονται σε μορφή ροζέτας λεία ή κυματοειδή πράσινα ή κοκκινωπά (αναλόγως την ποικιλία), δερματώδη με κηρώδη επικάλυψη.

Μετά την ανάπτυξη ικανοποιητικού πλήθους αρχικών φύλλων βάσης, αναπτύσσονται φύλλα σε όρθια διάταξη που αρχίζουν να καλύπτουν τα νεώτερα εσωτερικά φύλλα, σχηματίζοντας την κεφαλή. Εσωτερικά της κεφαλής δεν σταματά η ανάπτυξη και η παραγωγή φύλλων. Μορφολογικά μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους κυρίως ως προς το μέγεθος του ελάσματος και των μίσχων αυτών. Εν τέλει η κεφαλή λαμβάνει το τελικό της μέγεθος και γίνεται συμπαγής. Η συνεκτικότητα της κεφαλής εξαρτάται από την ποικιλία, τις καλλιεργητικές επεμβάσεις και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Όσον αφορά τα είδη της λαχανίδας διαφέρουν κυρίως μορφολογικά, πιο

συγκεκριμένα δεν σχηματίζουν κεφαλές, δηλαδή τα φύλλα τους βρίσκονται σε ελεύθερη διάταξη, έτσι κατατάσσονται στην ομάδα των ακέφαλων (group of acephala).

Τα φύλλα τους ποικίλουν ως προς το σχήμα τους και το χρώμα τους. Είναι μακρόμισχα, επιμήκη με κυματοειδείς έως κατσαρές παρυφές, τα οποία σχηματίζουν ροζέτες. Το χρώμα τους περιλαμβάνεται σε συγκεκριμένο φάσμα, από ανοιχτό πράσινο έως σκοτεινό κυανοπράσινο. Κατά την διάρκεια μιας ευρείας βλαστικής περιόδου ο κύριος βλαστός φθάνει ή και ξεπερνά το ύψος των 60 cm.

Ως προς την ρίζα το γένος *Brassica* σχηματίζει μία κεντρική ρίζα με πολλές λεπτές πλάγιες, κυρίως στα επιφανειακά στρώματα (30-35 cm) του εδάφους.

Τα φυτά όπως έχει ήδη αναφερθεί εισέρχονται στην αναπαραγωγική φάση μετά την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών (εαρινοποίηση). Σε αυτήν την φάση το στέλεχος επιμηκύνεται και στην κορυφή του αναπτύσσεται η ταξιανθία.

Η άνθηση της ταξιανθίας γίνεται συνήθως από τον Μάιο ως τον Αύγουστο, ανεξαρτήτως φωτοπεριόδου.

Η ταξιανθία είναι βότρυς επιμήκης διακλαδιζόμενη, με πολλά επάκρια μικρά άνθη. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, με 4 πέταλα, συνήθως κίτρινα, διατεταγμένα σε σχήμα σταυρού (σταυρανθές). Φέρει δίχωρη ωοθήκη και 6 στήμονες εκ των οποίων οι δύο έχουν πιο κοντό μήκος. Παρόλο που πρόκειται για ερμαφρόδιτα άνθη, συνήθως σταυρογονιμοποιούνται (κυρίως μέσω των μελισσών), λόγω του αυτοασυμβίβαστου, αλλά και της μη ταυτόχρονης ωρίμανσης της ωοθήκης και των στημόνων στο ίδιο άνθος.

Ο καρπός είναι επιμήκης λοβός «κέρας», μήκους 5-10 cm και πλάτους 3-5 mm. Ο λοβός αφού ξυλοποιηθεί σχίζεται και απελευθερώνονται τα σπέρματα. Τα σπέρματα είναι μικρά σφαιρικού σχήματος και καφέ χρώματος.

1.3 Καταγωγή και εξάπλωση των σταυρανθών - Χρήσεις στα αρχαία χρόνια

Το λάχανο και οι λαχανίδες αποτέλεσαν τα πρώτα σταυρανθή που καλλιέργησε ο άνθρωπος για διατροφικούς σκοπούς, μολονότι πριν την συστηματική καλλιέργεια χρησιμοποιούνταν για την αντιμετώπιση διαφόρων

μορφών ασθενειών. Οι αρχαίοι βοτανολόγοι- θεραπευτές έκαναν χρήση αυτών των φυτών χορηγώντας τα ως νωπά ή αποξηραμένα ή και προϊόντα εκχυλίσματος για την αντιμετώπιση της ουρικής αρθρίτιδας, διάρροιας, πονοκεφάλου αλλά και ως αντίδοτο για την θεραπεία της δηλητηρίασης από μανιτάρια.

Όσον αφορά την καταγωγή τους, επικρατεί η άποψη διαφόρων βοτανολόγων πως το Sea kale είναι ο κοινός πρόγονος της λαχανίδας, αλλά και του κοινού λαχάνου. Το Sea kale αυτοφύεται στα δυτικά και νότια παράλια της Ευρώπης, στις βραχώδεις ακτές της Αγγλίας στην πλευρά του Ατλαντικού και στα παράλια της Δανίας.

Η λαχανίδα τιμήθηκε ιδιαίτερα από τις φυλές της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, κατά τα αρχαία χρόνια, ειδικότερα από τους αρχαίους Έλληνες, Αιγύπτιους αλλά και τους Ρωμαίους καθώς αποτελούσε εκλεκτή τροφή για αυτούς.

1.4 Διατροφική αξία λαχανίδας – Χρήσεις στην νεότερη εποχή

Η λαχανίδα λόγω της υψηλής διατροφικής αξίας, την εύκολη εύρεσή της στην ύπαιθρο αλλά και τη σχετικά εύκολη καλλιέργειά της χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα κατά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο ως διατροφικό μέσο καλύπτοντας τις διατροφικές ανάγκες κυρίως των λαϊκών στρωμάτων, οι οποίες είχαν πληγεί λόγω των θλιβερών γεγονότων του πολέμου.

Παρόλο της ευρείας διάδοσης του φυτού εκείνη την εποχή, στα χρόνια που ακολούθησαν η λαχανίδα αφαιρέθηκε από τις καθημερινές διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων. Η απομάκρυνσή της από την καθημερινές διατροφικές συνήθειες ίσως οφείλεται στην πικρή και μεταλλική γεύση της η οποία ήταν χαρακτηριστική για τις τότε ποικιλίες.

Σήμερα λόγω της ανάπτυξης της μοριακής βιολογίας βελτιώθηκαν αρκετά οι κοινές ποικιλίες, όσον αφορά τα γευστικά χαρακτηριστικά τους, καθιστώντας πλέον την λαχανίδα στα κοινά αποδεκτά πλαίσια των γευστικών απαιτήσεων των καταναλωτών. Βελτιώθηκε τόσο η γεύση της κάνοντας την πιο γλυκιά, ως προς την υφή και τη συνολική της εικόνα.

Ο οργανισμός υγείας των ΗΠΑ κατατάσσει τη λαχανίδα kale στην κορυφή λόγω του ότι είναι φυτό πλούσιο σε βιταμίνες, μέταλλα και αντιοξειδωτικές ουσίες, περισσότερο από άλλα φυλλώδη λαχανικά.

Αποδεικνύοντας έτσι ότι όσοι το καταναλώνουν θεωρούνται εκ των πραγμάτων πιο υγιείς διότι καλύπτουν τις ανάγκες του οργανισμού τους σε οργανικά και ανόργανα στοιχεία.

Ειδικότερα η λαχανίδα kale:

- ❖ Θεωρείται ως πλούσια πηγή βιταμινών A, B, K με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση της βιταμίνης C, υψηλότερη από όλα τα λαχανικά. Ενδυναμώνει το νευρικό και σκελετικό σύστημα, βελτιώνει την ανάπτυξη των κυττάρων αλλά και θωρακίζει την άμυνα του οργανισμού μας.
- ❖ Έχει ισχυρή αντικαρκινική και αντιαλλεργική δράση, έτσι μπορούμε να αντιμετωπίσουμε μολύνσεις και αλλεργίες. Μπορεί ακόμα να δράσει και ως καταπραϋντικό στις χρόνιες ενοχλήσεις του στομάχου, όταν γίνεται τακτική κατανάλωση.
- ❖ Είναι πλήρης σε μεταλλικά στοιχεία, χτίζει γερό σκελετικό και μυϊκό σύστημα και βοηθά στην καλή λειτουργία της καρδιάς. Η λαχανίδα kale αποδεδειγμένα περιέχει διπλάσιο ασβέστιο από το πλήρες γάλα.
- ❖ Το περιεχόμενο κάλιο προστατεύει τα αιμοφόρα αγγεία. Επιπλέον περιέχει ουσίες όπως ηλεκτρολύτες που ρυθμίζουν την πίεση του αίματος και μας προστατεύουν από καρδιακές ασθένειες.
- ❖ Έχει υψηλά ποσοστά πρωτεΐνης, καθιστώντας την ιδανική για χορτοφαγικές δίαιτες.
- ❖ Είναι σημαντικός αρωγός του μεταβολισμού μας. Οι φυτικές ίνες της λαχανίδας kale ενισχύουν το αίσθημα του κορεσμού και αποτοξινώνουν τον οργανισμό, ενώ ταυτόχρονα προσθέτουν ελάχιστες θερμίδες στην ημερήσια διατροφή μας.

1.5 Ο κύκλος του αζώτου και η σημασία του για την ζωή

Ο βιογεωχημικός κύκλος του αζώτου, διεργασία τεραστίας σημασίας για την υφιστάμενη ζωή στον πλανήτη, διαμορφώνεται με αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ αέρα, εδάφους και οργανισμών. Το άζωτο απαντάται στην ατμόσφαιρα με μέση περιεκτικότητα 78% (v/v) καθώς και στα εδαφικά συστατικά, και το οποίο προέρχεται από την αποσύνθεση διαφόρων οργανισμών, αλλά και από την δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου από τα βακτήρια.

Η μετατροπή του ανόργανου αζώτου σε οργανικά βιομόρια, όπως πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα κ.α. γίνεται μόνο μέσω των φυτών, τα οποία το προσλαμβάνουν ως ανόργανο στοιχείο από το έδαφος ή/και την ατμόσφαιρα. Με αυτόν το τρόπο το άζωτο περνά, μέσω των φυτών στην τροφική αλυσίδα και στους οργανισμούς και επιστρέφει πάλι στο περιβάλλον με την αποδόμησή τους. Ως εκ' τούτου τα φυτά επιτελούν τις δύο σημαντικότερες λειτουργίες (εισαγωγή του ανόργανου αζώτου στην τροφική αλυσίδα/φωτοσύνθεση), από τις οποίες εξαρτάται η ύπαρξη και η συνέχεια της ζωής πάνω στον πλανήτη.

1.6 Δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου

Η ατμόσφαιρα αποτελείται από 78% άζωτο. Η μορφή που υφίσταται το άζωτο στην ατμόσφαιρα δεν προσφέρεται για την δέσμευσή του από τα φυτά, λόγω ότι φυτά απορροφούν το άζωτο υπό μορφή νιτρικού οξέος (HNO_3), νιτρικών ιόντων (NO_3^-) ή αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+). Οπότε για την δέσμευσή του απαιτείται λύση ενός ιδιαίτερα σταθερού ομοιοπολικού δεσμού μεταξύ δύο ατόμων αζώτου (N:N). Η λύση του ομοιοπολικού δεσμού γίνεται με πλήθος φυσικών αλλά και ανθρωπογενών διεργασιών που ονομάζονται δέσμευση αζώτου (nitrogen fixation). Τα οξειδωτικά φορτία των αζωτούχων ενώσεων κυμαίνονται από +5 (νιτρικά) έως -3 (αμμωνία). Έτσι στην βιόσφαιρα συντελούνται διάφορες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις μετατροπής των ενώσεων αζώτου.

Η βιομηχανική παραγωγή αμμωνίας γίνεται με την μέθοδο Haber-Bosch, η οποία επιτελείται σε θερμοκρασίες 400-600°C, με παρουσία σιδήρου ως καταλύτη και με κατανάλωση ενέργειας. Είναι μια πολύ δαπανηρή διεργασία, διότι ο καταλύτης που χρησιμοποιείται δεν επιτρέπει την εκτέλεση της

αντίδρασης σε θερμοκρασίες δωματίου.

Οι μεγαλύτερες ποσότητες διαθέσιμου αζώτου βρίσκονται στην ατμόσφαιρα 99,5%. Η δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου γίνεται με την βιολογική δέσμευση και ατμοσφαιρική δέσμευση (φωτοχημικές αντιδράσεις, ηλεκτρικές εκκενώσεις).

Βιολογική δέσμευση από ελεύθερα βακτήρια

Η βιολογική δέσμευση του αζώτου απαιτεί την συμμετοχή ενζύμων, τα οποία υπάρχουν μόνο στα βιολογικά συστήματα. Ορισμένα από αυτά τα συστήματα είναι τα κυανοβακτήρια, οι ακτινομύκητες και τα απρωτεοβακτήρια, όπου είτε ζουν συμβιωτικά με ορισμένα φυτικά είδη είτε ζουν ελεύθερα στο έδαφος. Έχει υπολογιστεί ότι η βιολογική δέσμευση του αζώτου προσδίδει το 50% του συνολικού αζώτου που απαιτεί η παγκόσμια γεωργική παραγωγή. Κατά την βιολογική δέσμευση το άζωτο μετατρέπεται σε αμμωνία. Η οποία παράγεται από βακτήρια που διαβιούν ελεύθερα στο έδαφος. Ως γνωστόν η αμμωνία είναι η μορφή του αζώτου όπου επιτρέπει την είσοδό του στα βιολογικά συστήματα και στον γενικότερο βιογεωχημικό κύκλο.

Η παραγωγή της αμμωνίας είναι μια εξώεργη αντίδραση, όπου προϋποθέτει την κατανάλωση ενέργειας, ποιο συγκεκριμένα απαιτεί την υδρόλυση 16 μορίων ATP για κάθε μόριο ανηγμένου αζώτου. Η κατάλυση της αντίδρασης γίνεται από το ένζυμο της νιτρογενάση (nitrogenase). Το συγκεκριμένο ένζυμο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στο οξυγόνο, γι' αυτό κατά την κατάλυση της αντίδρασης θα πρέπει να εξασφαλίζονται αναερόβιες συνθήκες, προκειμένου η νιτρογενάση να καθίσταται ενεργή, και να έχουν αζωτοδεσμευτική ικανότητα. Έτσι τα ελευθέρως διαβιούντα βακτήρια διακρίνονται σε αερόβια και σε αναερόβια.

Αερόβια βακτήρια: Τα συγκεκριμένα είδη βακτηρίων προστατεύουν την νιτρογενάση από το οξυγόνο μειώνοντας την συγκέντρωσή του με διάφορους τρόπους. Κάποια από αυτά τα γένη βακτηρίων είναι τα: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia* και *Derxia*.

Για παράδειγμα τα *Azotobacter* αυξάνουν την αναπνευστική τους δραστηριότητα και δεσμεύουν άζωτο μόνο την νύχτα, που δεν επιτελείται καμιά δραστηριότητα παραγωγής οξυγόνου όπως κατά την διάρκεια της

φωτοσύνθεσης. Ορισμένα βακτήρια των ειδών των κυανοβακτηρίων δημιουργούν ειδικές κατασκευές τις επονομαζόμενες ετεροκύστεις. Οι ετεροκύστεις διαμορφώνονται μόλις μειωθεί η ενδοκυτταρική συγκέντρωση αμμωνίας, και επομένως ενεργοποιείται η νιτρογενάση για την εκ νέου δέσμευση αζώτου και παραγωγής αμμωνίας. Οι ετεροκύστεις είναι ειδικά κύτταρα με πολύ παχιά κυτταρικά τοιχώματα, τα οποία στερούνται του φωτοσυστήματος II, δηλαδή του τμήματος της φωτοσυνθετικής μεταφοράς ηλεκτρονίων όπου διασπάται το νερό και παράγεται οξυγόνο.

Αναερόβια βακτήρια: Τα είδη αυτά εξασφαλίζουν την απουσία οξυγόνου διαβιώνοντας σε αναερόβιες συνθήκες, όπως σε εδάφη καλυμμένα με νερό. Τέτοιες συνθήκες δημιουργούνται στις λεκάνες της καλλιέργειας ρυζιού, όπου το έδαφος είναι καλυμμένο με νερό.

Κάποια από αυτά τα είδη είναι: τα φωτοσυνθέτονα *Cromatium* και *Rhodospirillum* και τα μη φωτοσυνθέτονα *Clostridium* και *Methanococcus*.

Σε αυτές τις συνθήκες τα βακτήρια είναι ικανά να δεσμεύσουν μεγάλες ποσότητες αζώτου, όπου μετά τον θάνατό τους (στράγγιση εδάφους) απελευθερώνονται.

Ορισμένα είδη όπως τα *Bacillus* και *Klebsiella* μπορούν να προσαρμοστούν σε αερόβιες αλλά και σε αναερόβιες συνθήκες.

Συμβιωτική βιολογική δέσμευση αζώτου

Στην δέσμευση αζώτου από ελεύθερα βακτήρια αλλά και στην συμβιωτική δέσμευση του αζώτου χρησιμοποιείται η ίδια ενζυμική αντίδραση, τα βακτήρια σε αυτήν την περίπτωση βρίσκονται σε συμβίωση με τα φυτά. Η συμβίωση των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και των φυτών ξενιστών στηρίζεται σε μια αμοιβαία σχέση, κατά την οποία και οι δύο συμβιωτές επωφελούνται. Τα φυτά ξενιστές ωφελούνται λαμβάνοντας το άζωτο το οποίο προσφέρεται από τα βακτήρια, και τα φυτά το ανταποδίδουν προσφέροντας σε αυτά υδατάνθρακες. Κατά την συμβιωτική σχέση φυτών- βακτηρίων τα φυτά αποκομίζουν άμεσα την αμμωνία ή άλλο αζωτούχο βιομόριο που παράγεται από την δράση της νιτρογενάσης.

Η ύπαρξη των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων στο υπόστρωμα δεν προϋποθέτει την συμβιωτική σχέση φυτών-βακτηρίων καθώς τα

αζωτοδεσμευτικά βακτήρια *Rhizobium* και *Bradyrhizobium* διακρίνονται για την μεγάλη εξειδίκευση ως προς τα φυτικά είδη με τα οποία μπορούν να συμβιώσουν. Περίπου το 90% των φυτών της οικογένειας *Fabaceae* που έχουν μελετηθεί ως τώρα έχουν την ικανότητα να συμβιώνουν με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Ωστόσο, την συμβιωτική ικανότητα την έχουν και άλλα φυτικά είδη εκτός της οικογένειας των ψυχανθών.

Η έναρξη της συμβίωσης ξεκινά όταν τα φυτά και τα βακτήρια βρεθούν σε συνθήκες χαμηλού εδαφικού αζώτου, σε αντίθετη περίπτωση μπορεί τα φυτά και τα βακτήρια να συνυπάρχουν στο έδαφος χωρίς όμως να έχουν αναπτύξει κάποια συμβιωτική σχέση. Κατά την συμβιωτική σχέση φυτών-ξενιστών δημιουργούνται ειδικές κατασκευές όπου καλούνται φυμάτια, πλην ορισμένων περιπτώσεων όπου δεν δημιουργούνται φυμάτια, αλλά τα βακτήρια εγκαθίστανται στην εξωτερική επιφάνεια της ζώνης επιμήκυνσης και των ριζικών τριχιδίων της ρίζας, αυτό κυρίως συμβαίνει κατά την συμβίωση με αγρωστώδη.

Η συμβίωση φυτών-βακτηρίων περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

- Την αλληλοαναγνώριση των δύο συμβιωτών.
- Την είσοδο των βακτηρίων στην ρίζα του φυτού, όπου πολλαπλασιάζονται και εγκαθίστανται στα ριζικά κύτταρα.
- Την δημιουργία φυματίων τα οποία περιβάλουν τα ριζικά κύτταρα με τα βακτήρια αποτελώντας την βιολογική «μηχανή» για την αναγωγή του ατμοσφαιρικού αζώτου σε αμμωνία από τα βακτήρια, και την ενσωμάτωσή της σε οργανικά βιομόρια και την μεταφορά της εκτός των φυματίων για χρήση από το φυτό, καθώς και την μεταφορά υδατανθράκων από το φυτό στα βακτήρια.

Τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν με την προϋπόθεση της έκφρασης ειδικών γονιδίων. Όσον αφορά τα φυτά θα πρέπει να εκφραστούν τα γονίδια *enod* (nodulin), και όσον αφορά τα βακτήρια θα πρέπει να γίνει έκφραση των γονιδίων *nod* (nodulation). Η έκφραση αυτών των γονιδίων έχει ως αποτέλεσμα την σύνθεση διαφόρων βιομορίων τα οποία δρουν ως σήματα για την μορφογενετική τροποποίηση των φυτών στο σημείο προσβολής (δημιουργία φυματίων).

Δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου στα φυμάτια

Η δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου στα φυμάτια γίνεται με τον ίδιο ακριβώς ενζυμικό μηχανισμό που γίνεται η δέσμευση του αζώτου από ελεύθερα βακτήρια, δηλαδή με την δράση της νιτρογενάσης.

Η δέσμευση του αζώτου σε αμμωνία γίνεται με την δράση της νιτρογενάσης, όμως η νιτρογενάση είναι ευαίσθητη στο οξυγόνο, έτσι για να μην παρεμποδίζεται η δράση της ελέγχεται η διάχυση του οξυγόνου στα φυμάτια από την στιβάδα παρεγχυματικών κυττάρων, καθώς και από μία πρωτεΐνη, η οποία δεσμεύει το οξυγόνο, την ψυχανθαιμοσφαιρίνη. Αυτή η πρωτεΐνη βρίσκεται στο κυτταρόπλασμα των προσβεβλημένων με βακτήρια κυττάρων του φυματίου σε υψηλές ποσότητες και προσδίδει σε αυτό ερυθρό χρωματισμό. Η νιτρογενάση αποτελείται από δύο διακριτά ένζυμα, τη δινιτρογενάση και την δινιτρογενάση αναγωγάση. Η μετατροπή του αζώτου σε αμμωνία απαιτεί τη συνδυασμένη δράση των δύο ενζύμων, την παρουσία Mg^{2+} , ATP, πηγή ισοδύναμων αναγωγής και 10-20 βοηθητικές πρωτεΐνες.

Στη συμβιωτική αζωτοδέσμευση η παραγόμενη αμμωνία ενσωματώνεται σε γλουταμίνη και γλουταμικό οξύ με την δράση φυτικών ενζύμων (γλουταμινικής συνθετάσης, γλουταμινική συνθάση), σε αντίθεση με τα ελευθέρως διαβιούντα βακτήρια τα οποία την ενσωματώνουν σε αμινοξέα με δικά τους ένζυμα. Η μεταφορά των αζωτούχων ενώσεων στα υπόλοιπα τμήματα του φυτού γίνεται μέσω των αγγείων του ξύλου.

Ατμοσφαιρική δέσμευση αζώτου-Φωτοχημικές αντιδράσεις

Μέσω των φωτοχημικών αντιδράσεων, το οξειδίο του αζώτου (NO) αντιδρά με το όζον (O_3) και παράγεται νιτρικό οξύ (HNO_3). Έτσι δεσμεύεται το 2% του συνολικά δεσμευόμενου αζώτου.

Ατμοσφαιρική δέσμευση αζώτου-Ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές)

Το νερό σε αέρια μορφή κατά την διάρκεια των ηλεκτρικών εκκενώσεων αντιδρά με το οξυγόνο, έτσι παράγονται ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου (OH^\cdot), ιόντα υδρογόνου και άτομα οξυγόνου. Τα άτομα οξυγόνου αντιδρούν με το μοριακό άζωτο (N_2) σχηματίζοντας νιτρικό οξύ (HNO_3), όπου μέσω της βροχής μεταφέρεται στην γη. Μέσω των ηλεκτρικών εκκενώσεων δεσμεύεται το 8% του συνολικού δεσμευόμενου ατμοσφαιρικού αζώτου.

1.7. Πρόσληψη αζώτου από τα φυτά

Τα φυτά χρησιμοποιούν το άζωτο σε μεγαλύτερες ποσότητες από κάθε άλλο ανόργανο στοιχείο, υπό μορφή νιτρικών (NO_3^-) ή αμμωνιακών (NH_4^+) ιόντων. Οι φυτικοί οργανισμοί έχουν αναπτύξει εναλλακτικούς μηχανισμούς πρόσληψης και χρησιμοποίησής του. Η πρόσληψη του αζώτου εξαρτάται κυρίως από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες .

Στο έδαφος το άζωτο απαντάται κυρίως με την μορφή αμμωνιακών ιόντων και λιγότερο με την μορφή νιτρικών. Κατά την αποδόμηση φυτικών ή ζωικών υπολειμμάτων απελευθερώνονται αμμωνιακά ιόντα, τα οποία όμως μετατρέπονται σε νιτρικά, με οξείδωσή τους από τα βακτήρια νιτροποίησης. Σε συνεκτικά εδάφη ή όταν επικρατούν συνθήκες που δεν επιτρέπουν τον αερισμό τους, τα βακτήρια νιτροποίησης δεν επιβιώνουν και έτσι τα αμμωνιακά ιόντα δεν οξειδώνονται, καθιστώντας αυτού το είδους εδαφών πλούσια σε αμμωνιακά ιόντα.

Πρόσληψη νιτρικών ιόντων

Η πρόσληψη του αζώτου από τα φυτά γίνεται κυρίως υπό μορφή νιτρικών ιόντων. Η πρόσληψη και η αφομοίωση του αζώτου εξαρτάται από την διαθεσιμότητα των υδατανθράκων. Η σχέση <<διαθέσιμοι υδατάνθρακες /ζήτηση αζώτου>> επηρεάζει σημαντικά την πρόσληψη, αφού για την μεταφορά ενός ανιόντος απαιτεί την κατανάλωση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα απαιτείται 1 ως 2 moles ATP για κάθε 1 mole νιτρικών που προσλαμβάνεται. Αυτή η ενέργεια αποτελεί το 5% του συνολικού καταβολισμού των υδατανθράκων στις ρίζες και περίπου το 10% του συνολικού ενεργειακού κόστους της αζωτούχας θρέψης.

Ως ζήτηση για άζωτο μπορεί να ορισθεί η διαφορά μεταξύ οργανικού αζώτου, προερχόμενο από την αφομοίωση της αμμωνίας, και της ποσότητας αζώτου που απαιτείται για τις ανάγκες του φυτικού οργανισμού.

Το άζωτο εκτός το ότι είναι στοιχείο άκρως απαραίτητο για την θρέψη των φυτών, κατέχει και τον ρόλο σήματος επηρεάζοντας την πορεία αύξησης και ανάπτυξης των φυτών.

Το εδαφικό διάλυμα εισέρχεται στον αποπλάστη της ρίζας, στην συνέχεια

γίνεται η πρόσληψη των ιόντων, μέσω των επιδερμικών κυττάρων και των κυττάρων του φλοιού. Το νιτρικά ιόντα προσλαμβάνονται και μεταφέρονται μέσω ειδικών πρωτεϊνών-μεταφορέων νιτρικών από τα κύτταρα του φλοιού και τα επιδερμικά κύτταρα.

Τα κύτταρα της ρίζας διαχειρίζονται τα νιτρικά ιόντα ως εξής:

- Ανάγονται σε αμμωνία και ενσωματώνονται σε οργανικά αζωτούχα βιομόρια που θα χρησιμοποιηθούν στην ρίζα.
- Ανάγονται σε αμμωνία και ενσωματώνονται σε οργανικά αζωτούχα βιομόρια, όπου θα μεταφερθούν στο υπέργειο τμήμα του φυτού, συνήθως ως αμίδια ή αμινοξέα, εκεί είτε χρησιμοποιούνται άμεσα είτε αποταμιεύονται στα χυμοτόπια των κυττάρων.
- Μεταφορά των νιτρικών στο υπέργειο τμήμα του φυτού και στην συνέχεια ανάγονται.
- Προσωρινή αποταμίευση ως νιτρικά στα χυμοτόπια των ριζικών κυττάρων.

Τα συστήματα πρόσληψης νιτρικών ιόντων από τα φυτά είναι ενεργά, πολυφασικά και ρυθμίζονται από ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες. Οι πρωτεΐνες-μεταφορείς νιτρικών ιόντων διακρίνονται σε:

- Πρωτεΐνες με υψηλή συγγένεια: υπεύθυνες για την πρόσληψη νιτρικών ιόντων από χαμηλές συγκεντρώσεις (μικρότερες του 1,0 mM).
- Πρωτεΐνες με χαμηλή συγγένεια, υπεύθυνες για την πρόσληψη νιτρικών ιόντων από υψηλές συγκεντρώσεις (~1,0 mM)

Πρόσληψη ιόντων αμμωνίας

Τα ιόντα αμμωνίας χαρακτηρίζονται ως η δεύτερη, μετά τα νιτρικά πηγή αζώτου. Η πρόσληψη των αμμωνιακών ιόντων επιτελείται σε πολλές φάσεις με πολλά συστήματα μεταφοράς να λαμβάνουν μέρος. Συγκεκριμένα η πρόσληψη των αμμωνιακών ιόντων γίνεται με την μεσολάβηση μιας μεμβρανικής πρωτεΐνης-μεταφορέα περίπου 500 αμινοξέων, υδρόφοβης, με διαμεμβρανικές περιοχές. Η απαιτούμενη ενέργεια προέρχεται από την κινητήρια δύναμη πρωτονίων (proton motive force).

Στα είδη όπου υπάρχει βιολογική συμβιωτική σχέση δέσμευσης του

αζώτου, η μεμβράνη που περιβάλλει το συμβιώσωμα ρυθμίζει την είσοδο και την έξοδο μορίων του φυτού και βακτηριδίων αντίστοιχα.

ΑΝΑΓΩΓΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ

Νιτρικά σε νιτρώδη

Ως γνωστόν τα φυτά χρησιμοποιούν το ανόργανο άζωτο για την σύνθεση αμινοξέων, όμως για την σύνθεση των αμινοξέων το άζωτο θα πρέπει να είναι σε μορφή αμμωνιακών ιόντων. Έτσι εάν το φυτό προσλαμβάνει το άζωτο υπό μορφή αμμωνιακών ιόντων, δεν γίνεται καμιά μετατροπή, σε αυτήν την περίπτωση τα αμμωνιακά ιόντα λόγω της τοξικότητάς τους αποθηκεύονται σε μικρές ποσότητες, σε αντίθετη περίπτωση όπου το φυτό προσλαμβάνει τα ιόντα αζώτου ως νιτρικά μπορούν να αποθηκευτούν και στα χυμοτόπια σε μεγαλύτερες ποσότητες, όμως για την αξιοποίησή τους θα πρέπει να αναχθούν σε αμμωνιακά ιόντα από το φυτό.

Μετά την πρόσληψη των νιτρικών ιόντων από τις ρίζες, ένα μέρος των ιόντων μεταφέρεται στο κυτταρόπλασμα ή στα χυμοτόπια των κυττάρων των ριζών, όπου παραμένουν εκεί για άμεση χρήση ή για αποθήκευση και ένα άλλο μέρος επανεξέρχεται (efflux). Η άμεση χρήση των νιτρικών ιόντων περιλαμβάνει την αναγωγή αυτών σε νιτρώδη και των νιτρωδών σε αμμωνιακά όπου τα NADH ή NADPH δρουν ως αναγωγικά μόρια. Η διεργασία αυτή αποτελείται από τουλάχιστον δύο αντιδράσεις και επιτελείται στο κυτταρόπλασμα κάθε κυττάρου με την βοήθεια της νιτρικής αναγωγάσης (nitrate reductase, NR). Υπάρχουν 3 ισοένζυμα τα οποία διαφέρουν ως προς το αναγωγικό μέσο το οποίο χρησιμοποιούν. Το ένζυμο βρίσκεται κυρίως στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων της επιδερμίδας των ριζών, αλλά και στα κύτταρα του μεσοφύλλου στα φύλλα. Το ένζυμο NR περιέχει στο μόριό του μολυβδαίνιο, σε περιπτώσεις έλλειψης αυτού του στοιχείου προκαλείται συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα, μακροσκοπικά μπορεί να διακριθεί ως χλώρωση των φύλλων.

Νιτρώδη σε αμμωνία

Εφόσον έχει επιτευχθεί η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη στο κυτταρόπλασμα, γίνεται άμεση μεταφορά αυτών στους χλωροπλάστες των φύλλων, ή στα πλαστίδια των κυττάρων της ρίζας για άμεση αναγωγή τους σε

αμμωνιακά ιόντα με την δράση του ενζύμου της νιτρώδους αναγωγάσης (nitrite reductase, NiR). Λόγω της τοξικότητας που παρουσιάζουν τα νιτρώδη μέσα στο κύτταρο δεν μπορούν να αποθηκευτούν, όπως επίσης η μεταφορά και η αναγωγή τους επιτελούνται με ταχείς ρυθμούς.

Σε πειράματα που έχουν γίνει, έχει επιτευχθεί η δημιουργία φυτών τα οποία εκφράζουν την NiR σε μειωμένο βαθμό. Τα φυτά αυτά εμφανίζουν μειωμένη ανάπτυξη και χλωρωτικά φύλλα, ενώ κατά την χορήγηση αμμωνίας αναπτύσσονται κανονικά. Η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη είναι το περιοριστικό σημείο στη χρήση των νιτρικών. Πιθανόν όμως αυτό να ρυθμίζεται από την ταχύτητα πρόσληψης παρά από την τροποποίηση της ενεργότητας της NR ή την μείωση της αναγωγικής ενέργειας.

Ρύθμιση των αναγωγικών ιόντων

Γενικά η αφομοίωση των αμμωνιακών ιόντων, τα οποία προέρχονται από την αναγωγή των νιτρικών, είναι μια σύνθετη διαδικασία η οποία ρυθμίζεται από πολλούς παράγοντες όπως την φωτοσύνθεση και τον μεταβολισμό του άνθρακα, κατά συνέπεια και η ρύθμιση της αναγωγής των νιτρικών ιόντων είναι μια ενεργοβόρα και πολύπλοκη διαδικασία, η οποία επηρεάζεται από παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις NR και NiR. Θετικά επηρεάζονται από τα νιτρικά ιόντα, τα σάκχαρα, το διοξείδιο του άνθρακα, τις κυτοκινίνες και το φως, όπως επίσης αρνητικά επηρεάζονται από τα προϊόντα της αφομοίωσης της αμμωνίας και κυρίως από το γλουταμικό και την γλουταμίνη. Το σύνολο των παραγόντων συνδέουν την αναγωγή των νιτρικών με την φωτοσύνθεση, τον μεταβολισμό του άνθρακα και τους κερκαδικούς ρυθμούς.

Αφομοίωση αμμωνίας

Με τον όρο αφομοίωση αμμωνίας εννοούμε την ενσωμάτωσή της σε αζωτούχα βιομόρια, κυρίως αμινοξέα με ενζυμική κατάλυση. Η αμμωνία στο κύτταρο μπορεί να παραχθεί κατά την φωτοαναπνοή στα μιτοχόνδρια, από απαμινώσεις αμινοξέων από πλήθος καταλυτικών αντιδράσεων και όπως έχει προαναφερθεί από την αναγωγή των νιτρικών.

Λόγω του ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνίας μέσα στο κύτταρο προκαλούν τοξικότητα, η ενσωμάτωσή της σε αζωτούχα βιομόρια διακρίνεται

σε πολλούς βιοχημικούς τρόπους, όσον αφορά το διαφορετικό αριθμό ατόμων σκελετικού άνθρακα που υπάρχουν στο βιομόριο-δέκτη της αμμωνίας.

Ο πλέον συνήθης τρόπος αφομοίωσης είναι η συντονισμένη δράση των ενζύμων της γλουταμινικής συνθετάσης (glutamine synthase, GS) και της Fd- ή NADH-γλουταμικής συνθάσης (glutamate synthase, GOGOAT). Σε αυτήν την περίπτωση της GS/GOGAT, δέκτης της αμμωνίας είναι το γλουταμικό και το ακετογλουταρικό αντίστοιχα.

Η γλουταμίνη και το γλουταμικό, είναι αζωτούχες ενώσεις, οι οποίες προέρχονται από τις κύριες αντιδράσεις αφομοίωσης της αμμωνίας μεταφέρονται και χρησιμεύουν ως δότες αμινομάδας για την σύνθεση μεγάλου αριθμού ενώσεων, όπως άλλων αμινοξέων, νουκλεϊκών οξέων, χλωροφύλλης κ.α. επίσης από τα αμινοξέα αυτά συντίθεται το ασπαρτικό οξύ, με την δράση της ασπαρτικής αμινοτρανσφεράσης (aspartate aminotransferase, AT), και η ασπαραγίνη, με την δράση της συνθετάσης της ασπαραγίνης (aspartate synthetase, AS). Η γλουταμίνη χαρακτηρίζεται ως το κύριο αμινοξύ που μεταφέρεται από τις ρίζες στα φύλλα λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων αυτής στα αγγεία του ξύλου.

Τα αμινοξέα είναι τα δομικά συστατικά των πρωτεϊνών. Τα φυτά και οι μικροοργανισμοί συνθέτουν όλα τα αμινοξέα, αυτό δεν συμβαίνει με τους ζωϊκούς οργανισμούς οι οποίοι συνθέτουν περίπου τα μισά και τα υπόλοιπα τα παίρνουν μέσω των τροφών. Η λευκίνη, η ισολευκίνη, η λυσίνη, η μεθειονίνη, η τυροσίνη, η φαινυλαλανίνη, η θρεονίνη, η τυροσίνη, η τρυπτοφάνη και η βαλίνη θεωρούνται απαραίτητα αμινοξέα, ενώ τα αμινοξέα αργινίνη και ιστιδίνη θεωρούνται ημιαπαραίτητα, διότι συντίθενται από τους ζωϊκούς οργανισμούς σε μικρότερες ποσότητες από τις απαιτούμενες. Τα αρωματικά αμινοξέα χαρακτηρίζονται ως οι πρόδρομες ουσίες για την σύνθεση μεγάλου αριθμού δευτερογενών μεταβολιτών, όπως είναι το IAA, οι χρωστικές, η λιγνίνη, οι φυτοαλεξίνες, τα αλκαλοειδή κ.α. Η φαινυλαλανίνη, η τυροσίνη και η τρυπτοφάνη ανήκουν στα αρωματικά αμινοξέα. Σε φυσιολογικές συνθήκες θρέψης και ανάπτυξης των φυτών το 20% του άνθρακα που αφομοιώνουν διέρχεται από την οδό των αρωματικών αμινοξέων.

Η βιοσύνθεση των αμινοξέων βασίζεται σε σκελετούς άνθρακα που είναι προϊόντα της φωτοσύνθεσης, οπότε κάθε παράγοντας που επηρεάζει την φωτοσύνθεση έμμεσα επηρεάζει και την σύνθεση των βασικών πρόδρομων

βιομορίων τα οποία χρησιμοποιούνται στην βιοσύνθεση των αμινοξέων, όπως το 3-φωσφογλυκερικό, η 4-φωσφορική ερυθρόζη, η 5-φωσφορική ριβόζη και το φωσφογλυκολικό.

1.8. Χρήση αμμωνιακών και νιτρικών - Παράγοντες που επηρεάζουν την απορρόφησή τους από τα φυτά

Στα καλλιεργούμενα εδάφη περιέρχονται 10-1000 φορές λιγότερα αμμωνιακά ιόντα σε σχέση με τα νιτρικά παρόλο που συγκρατούνται από τα κολλοειδή του εδάφους και εξαερώνονται λιγότερο. Αντίθετα τα νιτρικά ιόντα δεν συγκρατούνται από τα κολλοειδή του εδάφους και παρουσιάζουν μεγάλη κινητικότητα με αποτέλεσμα να εκπλένονται, καταλήγοντας στα βαθύτερα στρώματα ρυπαίνοντας τους υπόγειους υδροφορείς. Αυτό κυρίως είναι αποτέλεσμα της υπερβολικής χρήσης των αζωτούχων λιπασμάτων, όπου λιγότερο από το 50% των χορηγούμενων λιπασμάτων χρησιμοποιούνται τελικά από τα φυτά.

Γενικότερα τα φυτά χρησιμοποιούν αποτελεσματικότερα τα αμμωνιακά ιόντα τα οποία συμβάλουν σημαντικά στην αζωτούχα θρέψη των φυτών σε εδάφη όξινα ή με κακή στράγγιση, όπως επίσης συνεισφέρουν σημαντικά στην διατήρηση της κυτταρικής ομοιοστασίας του pH και στην ισορροπία κατιόντων και ανιόντων κατά την πρόσληψη των στοιχείων.

Παρόλο που τα φυτά χρησιμοποιούν αποτελεσματικότερα τα αμμωνιακά ιόντα, σε περιπτώσεις συνεχούς αμμωνιακής θρέψης μπορούν πολύ συχνά να παρουσιάσουν τοξικότητες. Όπως προαναφέρθηκε τα αμμωνιακά ιόντα στο έδαφος μπορούν να παρασυρθούν από το νερό, να προσροφηθούν σε αρνητικά φορτισμένα σωματίδια, να εξαερωθούν σε αλκαλικές συνθήκες σε αέρια αμμωνία, να νιτροποιηθούν ή να δεσμευτούν από τους μικροοργανισμούς και τα φυτά. Από το σύνολο των αμμωνιακών ιόντων το 66-92% μετατρέπονται σε νιτρικά ιόντα μέσα σε 4 εβδομάδες και από το σύνολο των ιόντων της θεϊκής αμμωνίας ή της ουρίας αποπλένεται από τα εδαφικά στρώματα της ριζόσφαιρας μέσα σε 40 ημέρες. Τα νιτρικά ιόντα για τους λόγους που έχουν προαναφερθεί αποπλένονται πολύ πιο εύκολα, αυτή εξαρτάται από την ποσότητά τους, το ύψος της βροχόπτωσης, την ταχύτητα διήθησης, το ποσοστό εδαφικής υγρασίας, την ταχύτητα εξατμισοδιαπνοής, την φυτική κάλυψη, την συγκέντρωση κατιόντων

και την θερμοκρασία. Σε όξινα εδάφη η κινητικότητα του αζώτου μπορεί να μειωθεί, όπως επίσης και του pH κυρίως λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ θεικών αμμωνιακών ιόντων και καλίου, προκαλώντας τοξικότητες, τα συμπτώματα των οποίων εμφανίζονται στα φύλλα, ως νεκρωτικές κηλίδες-περιφερειακές νεκρώσεις ή νεκρώσεις στους βλαστούς και αναστολή της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας.

Το φυτικό είδος και το αναπτυξιακό στάδιο καθορίζει την ταχύτητα και την εκλεκτικότητα πρόσληψης του αζώτου από τα φυτά. Σε τιμές pH μεγαλύτερες του 6, η πρόσληψη των νιτρικών μειώνεται. Επίσης επηρεάζεται από την ένταση του φωτός και την επάρκεια των υδατανθράκων η οποία διατηρεί την πρόσληψη αμμωνιακών ιόντων υψηλή. Όσον αφορά την πρόσληψη αμμωνιακών ιόντων, αυτή εξαρτάται από τη συγκέντρωσή τους, το pH, τους διαθέσιμους υδατάνθρακες και την ηλικία των φυτών. Η πρόσληψη αμμωνιακών ιόντων παρουσιάζει ημερήσια διακύμανση.

2. ΣΚΟΠΟΣ

Είναι ευρέως γνωστό ότι το άζωτο παίζει βασικό ρόλο στην ανόργανη θρέψη των φυτών και ως εκ τούτου στην ανάπτυξή τους. Γνωρίζουμε επίσης ότι η σχέση αμμωνιακών προς νιτρικών ιόντων επηρεάζει την πρόσληψη των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων του φυτού ανάλογα με το φυτικό είδος, και κατά συνέπεια επηρεάζεται η αύξηση και ανάπτυξη του φυτού.

Συγκεκριμένα η μορφή του χορηγούμενου N, σε μεγάλο βαθμό, ελέγχει τη σχέση πρόσληψης ανιόντων και κατιόντων από το φυτό, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο την παραγωγή ξηρής ουσίας αλλά και το pH της ριζόσφαιρας και του αποπλαστικού χώρου της ρίζας. Έχουν επανειλημμένα αναφερθεί αλληλεπιδράσεις της μορφής του αζώτου με την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων λόγω της αλλαγής του pH του θρεπτικού διαλύματος. Όταν εφαρμόζεται περισσότερο $\text{NO}_3\text{-N}$ το pH της ριζόσφαιρας αυξάνεται ενώ όταν προσλαμβάνεται περισσότερο $\text{NH}_4\text{-N}$ το pH της ριζόσφαιρας μειώνεται.

Όμως, η ευνοϊκή επίδραση του $\text{NH}_4\text{-N}$ σε συνδυασμό με το $\text{NO}_3\text{-N}$ είναι ακόμα θέμα μελέτης για πολλά καλλιεργούμενα φυτά, μεταξύ αυτών και της λαχανίδας Kale.

Έτσι, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η μελέτη της επίδρασης της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στην αύξηση και την ανόργανη θρέψη της λαχανίδας Kale (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*), και συγκεκριμένα του υβριδίου 'REFLEX' και της εγχώριας ποικιλίας 'Ντόπια Μυτιλήνης'. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση της χορήγησης τεσσάρων σχέσεων αμμωνιακού προς νιτρικό άζωτο στα φυτά, όπως α) 100% N- NO_3 , β) 75% N- NO_3 +25% N- NH_4 , γ) 50% N- NO_3 +50% N- NH_4 και δ) 25% N- NO_3 +75%N- NH_4 .

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Φυτικό υλικό - Προκαλλιέργεια

Στις 28-01-2016 έγινε η σπορά των δυο ποικιλιών λαχανίδας της Ντόπιας Μυτιλήνης και του υβριδίου Reflex. Ως υπόστρωμα χρησιμοποιήσαμε τον περλίτη και στην συνέχεια τοποθετήσαμε τους δίσκους σε πάγκο υδρονέφωσης. Στις 9-02-16 παρατηρήθηκε η βλάστηση των φυτών. Την εβδομάδα που ακολούθησε εφαρμόστηκε λίπανση των φυτών με το σύνθετο λίπασμα 15-30-15 (μία κουταλιά λιπάσματος σε 10 L νερό) ενώ κατά την δεύτερη εβδομάδα εφαρμόσαμε λίπανση με δύο κουταλιές της σούπας ανά 10 L νερό.

Τον επόμενο μήνα, συγκεκριμένα στις 03-03-16, παρασκευάσαμε το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών με αναλογία περλίτη προς χαλαζιακή άμμο 1:1, το οποίο στη συνέχεια τοποθετήθηκε σε πλαστικές γλάστρες τεσσάρων λίτρων, όπου αυτές με την σειρά τους τοποθετήθηκαν στις οριστικές τους θέσεις στον χώρο του πειράματος σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε.

Τα φυτά αναπτύχθηκαν με τη μέθοδο της υδροπονίας, σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, για χρονικό διάστημα δύο μηνών, την άνοιξη 2016, μέσα σε φυτοδοχεία χωρητικότητας 4,0 λίτρων που περιείχαν μίγμα χαλαζιακής άμμου και περλίτη 1:1 (v/v), όπως προαναφέρθηκε.

Εφαρμόστηκαν τέσσερις επεμβάσεις στα φυτά,

E0: 100% N-NO₃,

E25: 25% N-NH₄ + 75% N-NO₃

E50: 50% N-NH₄ + 50% N-NO₃

E75: 75% N-NH₄ + 25% N-NO₃

Ο αυτόματος ρυθμιστής παροχής του θρεπτικού διαλύματος κάθε επέμβασης ρυθμίστηκε ώστε να παρέχει στα νεαρά φυτά 40 ml Θ.Δ./λεπτό, 3 φορές την ημέρα και για δύο λεπτά. Συνολικά 6 λεπτά x 40 ml Θ.Δ.=240 ml Θ.Δ. ημερησίως.

3.2 Πειραματικό σχέδιο

Το σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό του πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με 6 επαναλήψεις ανά ποικιλία. Εφαρμόστηκαν τέσσερις διαφορετικές επεμβάσεις ως προς την αναλογία νιτρικού προς αμμωνιακού αζώτου που περιείχε το θρεπτικό διάλυμα. Συνολικά αναπτύξαμε 48 φυτά (2 γονότυποι x 6 επαναλήψεις x 4 επεμβάσεις = 48 φυτά).

3.3 Παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων

Για την παρασκευή όλων των θρεπτικών διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκε τροποποιημένο το πρότυπο θρεπτικό διάλυμα Hoagland and Arnon 1938.

Η παρασκευή των τεσσάρων θρεπτικών διαλυμάτων των τεσσάρων επεμβάσεων, με τις επιθυμητές σχέσεις νιτρικού προς αμμωνιακού αζώτου, είχε ως ακολούθως:

	Mm	mM	mM	mM
	NH4 0	NH4 25	NH4 50	NH4 75
NO3	10	7,5	5	2,5
NH4	0	2,5	5	7,5
Ca	2	2	2	2
K	6	6	6	6
Mg	1	1	1	1
P	1	1	1	1
S	1	1	1	2

Στην διάθεσή μας είχαμε τα παρακάτω λιπάσματα όπου στην συνέχεια υπολογίζαμε το μοριακό βάρος τους, το οποίο χρησιμοποιήσαμε στους υπόλοιπους υπολογισμούς. Επιπλέον ο συμβολισμός A και B μας δείχνει σε ποια δεξαμενή πυκνών μητρικών διαλυμάτων θα πρέπει να μπει κάθε ένα από τα δύο πυκνά διαλύματα ώστε να μην δημιουργηθούν δυσδιάλυτες ενώσεις στα πυκνά διαλύματα.

	Tank	NH4 0	NH4 25	NH4 50	NH4 75
KCl	B	1	4	6	6
(NH4)2SO4	B			1	2
Ca(NO3)2 4H2O	A	2	2	1	
NaNO3	A	2		1	
KNO3	A	4	1		
NH4NO3	A		2,5	2	2,5
NH4H2PO4	B			1	1
CaCl2	A			1	2
MgSO4 7H2O	B	1	1		
MgCl2	B			1	1
KH2PO4	B	1	1		

Η συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων παρέμεινε ίδια σε όλες τις επεμβάσεις.

MICRONUTRIENT	g/1 tn NS	g/4 tn NS
Fe-chelate 7%	27.95	111.8
Manganese sulphate	1.35	5.4
Zinc sulphate	1.42	5.7
Copper sulphate	0.19	0.7
Boric acid	1.51	6.0
Ammonium heptamolybdate	0.09	0.4

Επίσης καθόλη την καλλιεργητική περίοδο τοποθετήθηκε καταγραφική συσκευή για τη μέτρηση της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο.

Η συγκομιδή ξεκίνησε αφού πρώτα μετρήθηκαν τα φύλλα του κάθε φυτού. Στην συνέχεια αποκόψαμε τα φύλλα και τα ζυγίσαμε, ζυγίστηκε ο βλαστός και μετρήθηκε το μήκος αυτού.

Οι ρίζες αφαιρέθηκαν από το μίγμα χαλαζιακής άμμου-περλίτη αφού πλύθηκαν επιμελώς και στεγνώθηκαν με απορροφητικό χαρτί, και ζυγίστηκαν.

Όλα τα δείγματα φυτικών ιστών πλύθηκαν με απιονισμένο νερό για να απομακρυνθούν πιθανές ξένες προσμίξεις οι οποίες θα μπορούσαν να μας αλλοιώσουν τα αποτελέσματα. Αφού τα στεγνώσαμε με απορροφητικό χαρτί, τοποθετήσαμε τον βλαστό και τα φύλλα σε χάρτινες σακούλες και τις ρίζες σε σκεύη αλουμινίου. Σε κάθε δείγμα αναγράψαμε την ποικιλία, την επέμβαση και την επανάληψη.

Αφού συγκεντρώθηκαν όλα τα δείγματα, τοποθετήθηκαν στο ξηραντήριο στους 80°C έως ότου αφαιρέθηκε από αυτά η υγρασία. Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας ζυγίστηκε κάθε δείγμα των υπέργειων τμημάτων αλλά και της ρίζας,

και καταγράφηκε το ξηρό τους βάρος ενώ στο τέλος υπολογίστηκε το ξηρό βάρος ολόκληρου του φυτού, καθώς και η σχέση βάρους (ν.β. και ξ.β.) του υπέργειου τμήματος προς τη ρίζα.

Ακολούθησε η άλεση των φυτικών ιστών στον μύλο, όπου με ιδιαίτερη επιμέλεια γινόταν η συλλογή της ομοιόμορφης πλέον ξηρής ουσίας από την οποία στην συνέχεια προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων.

Υγρή και ξηρή καύση των φυτικών ιστών-Καταστροφή ξηρής ουσίας

Πολλά στοιχεία προσδιορίζονται και με τις δυο καύσεις, όμως στην περίπτωση του αζώτου και του βορίου δεν μπορούν να προσδιοριστούν και από τις δύο καύσεις. Συγκεκριμένα το άζωτο δεν προσδιορίζεται από την ξηρή καύση και το βόριο από την υγρή.

Ξηρή καύση ή αποτέφρωση: Η οργανική ουσία του φυτού καταστρέφεται με ελεγχόμενη θέρμανση και τα συστατικά που απομένουν στην τέφρα διαλυτοποιούνται σε διάλυμα υδροχλωρικού οξέος.

Υγρή καύση ή πέψη με οξέα: Η οξειδωση της οργανικής ουσίας των φυτικών δειγμάτων γίνεται με μίγματα ισχυρών οξέων μέσα σε φιάλες Kjeldahl πάνω σε εστία θέρμανσης.

Στην περίπτωση μας, επειδή θέλαμε να υπολογίσουμε την περιεκτικότητα πολλών θρεπτικών στοιχείων συμπεριλαμβανομένων του αζώτου και του βορίου, χρησιμοποιήσαμε και τους δύο μεθόδους καύσης φυτικής ουσίας.

Για την υγρή καύση τοποθετήσαμε στη συσκευή υγρής καύσης τις φιάλες Kjeldahl που περιείχαν 250 mg ξηρής ουσίας και 5 ml πυκνούθειϊκού οξέος και μια ταμπλέτα με τον καταλύτη η οποία περιείχε σελήνιο καιθειϊκό κάλι. Μετά το πέρας της καύσης και εφόσον είχαν κρυώσει τα δείγματά μας, κάναμε τις εκχυλίσεις σε φιάλες με απιονισμένο νερό και στη συνέχεια προσδιορίσαμε το ολικό άζωτο χρωματομετρικά με την μέθοδο του μπλε της ινδοφαινόλης, επίσης χρωματομετρικά προσδιορίστηκε και ο φώσφορος (P) με τη μέθοδο του φωσφοβαναδο-μολυβδαινικού συμπλόκου. Ακολούθησε η καταστροφή της οργανικής ουσίας με ξηρή καύση, δηλαδή τοποθετούνταν 250 mg ξηρής ουσίας σε χωνευτήρια πορσελάνης, στο πυραντήριο στους 550°C για πέντε ώρες. Αφού η τέφρα είχε κρυώσει προστίθενταν 5 ml 0,1 N HCl, διηθούνταν και το εκχύλισμα μεταφερόταν ογκομετρικά σε φιάλες των 50ml με απιονισμένο νερό. Στη

συνέχεια, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων Ca, K, Mg, Fe, Mn, Zn και Cu προσδιορίστηκαν με φασματόμετρο ατομικής απορρόφησης, η δε συγκέντρωση του βορίου χρωματομετρικά με τη μέθοδο της αζωμεθίνης,



Εικόνα 1. Φυτά του υβριδίου λαχανίδας Kale «Reflex» που αναπτύχθηκαν με 0%, 25%, 50% και 75% αμμωνιακό άζωτο (στη φωτογραφία από αριστερά στα δεξιά αντιστοίχως).



Εικόνα 2. Φυτά της εγχώριας ποικιλίας λαχανίδας Kale «Ντόπια Μυτιλήνης» που αναπτύχθηκαν με 0%, 25%, 50% και 75% αμμωνιακό άζωτο (στη φωτογραφία από αριστερά στα δεξιά αντιστοίχως).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα διαφόρων παραμέτρων αύξησης και ανόργανης θρέψης (συγκεντρώσεις των φύλλων στα θρεπτικά στοιχεία N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu και B) των δύο ποικιλιών λαχανίδας «Reflex» και «Ντόπιας Μυτιλήνης» που αναπτύχθηκαν με διαφορετικής μορφής και επίπεδα αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα παρουσιάζονται στους Πίνακες 1-19 (Α, Β, Γ) στα Γραφήματα 1-19 που ακολουθούν.

4.1 Παράμετροι αύξησης φυτών

Νωπό βάρος φυτού

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του νβ φυτού έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος ολόκληρου του φυτού, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 1Α). Συγκεκριμένα, το νβ των φυτών του υβριδίου «Reflex» δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά από το νβ των φυτών της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 1Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	NB ΦΥΤΟΥ (g)	
REFLEX	1270,5	a
ΝΤΟΠΙΑ	1452,3	a

Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στο νωπό βάρος ολόκληρου του φυτού ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση του νβ φυτού μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 1Β). Συγκεκριμένα, το νβ των φυτών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0, E25 και E50 σε αντίθεση με την επέμβαση E75 όπου το νβ φυτού βρέθηκε σημαντικά μικρότερο από ό,τι αυτό των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων (Πίνακας 1Β).

Πίνακας 1B. Κύρια επίδραση της μορφής και της συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος φυτού λαχανίδας Kale.

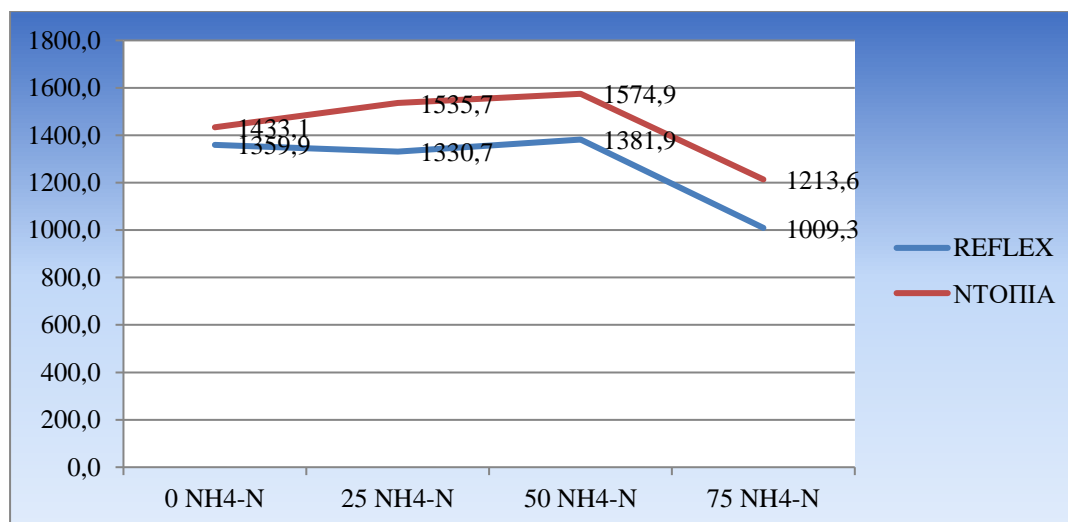
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB ΦΥΤΟΥ (g)	
0 NH4-N	1396,5	b
25 NH4-N	1412,7	b
50 NH4-N	1478,4	b
75 NH4-N	1091,1	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι το νωπό βάρος ολόκληρου του φυτού του υβριδίου Reflex στην επέμβαση E75 ήταν σημαντικά μικρότερο τόσο από το νβ της ίδιας ποικιλίας στην E50 όσο και από το νβ φυτού της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στις επεμβάσεις E0, E25 και E50. Αντίθετα, το νβ της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην E75 και του «Reflex» στις E0 και E25 παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές, μη σημαντικά διαφοροποιημένες μεταξύ τους.

Πίνακας 1Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB ΦΥΛΛΩΝ	
REFLEX	0 NH4-N	1060,9	ab
REFLEX	25 NH4-N	1032,5	ab
REFLEX	50 NH4-N	1098,0	b
REFLEX	75 NH4-N	755,0	a
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	1170,9	b
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	1237,9	b
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	1348,7	b
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	981,0	ab

Στο Γράφημα 1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών του νβ φυτού των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου.



Γράφημα 1. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος φυτού λαχανίδας Kale.

Νωπό βάρος φύλλων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του νβ φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος των φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 2Α). Συγκεκριμένα, το νβ των φύλλων του «Reflex» δεν διέφερε σημαντικά από το νβ των φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 2Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	NB ΦΥΛΛΩΝ	
REFLEX	986,6	a
NTOPIA	1199,6	a

Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στο νωπό βάρος φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση του νβ φύλλων μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 2Β). Συγκεκριμένα, το νβ των φύλλων δεν διαφοροποιήθηκε

σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0, E25 και E50 σε αντίθεση με την επέμβαση E75 όπου το νβ φύλλων βρέθηκε σημαντικά μικρότερο από ό,τι αυτό των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων (Πίνακας 2B).

Πίνακας 2B. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος φύλλων λαχανίδας Kale.

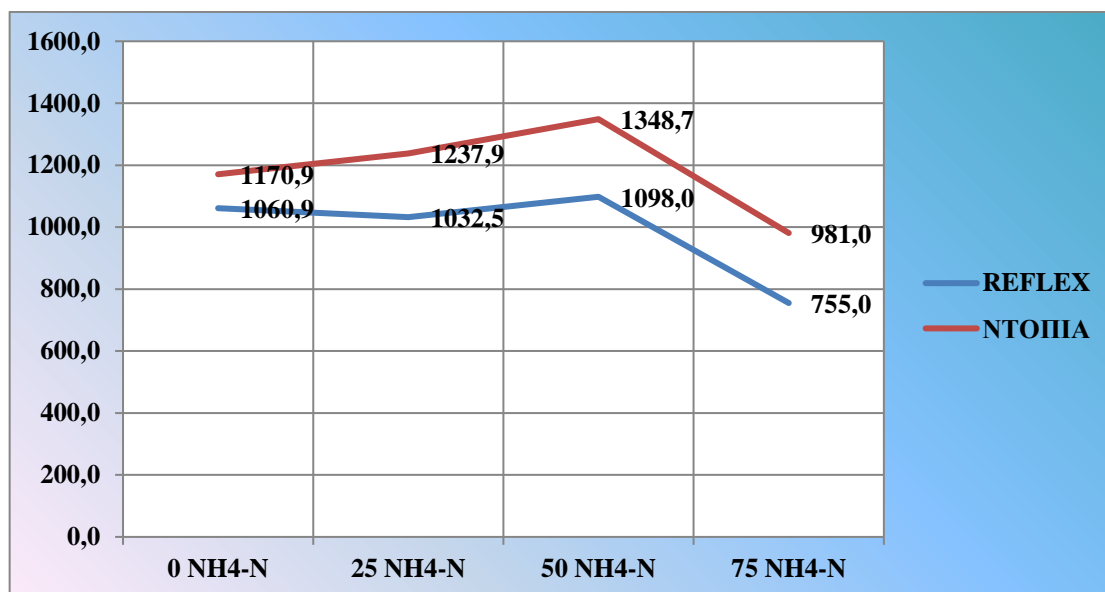
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB ΦΥΛΛΩΝ	
0 NH4-N	1115,9	b
25 NH4-N	1114,6	b
50 NH4-N	1223,3	b
75 NH4-N	845,4	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι το νωπό βάρος φύλλων φυτού του υβριδίου Reflex στην επέμβαση E75 ήταν στατιστικώς σημαντικά μικρότερο τόσο από το νβ της ίδιας ποικιλίας στην E50 όσο και από το νβ φυτού της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στις επεμβάσεις E0, E25 και E50 ενώ το νβ της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην E75 και του υβριδίου «Reflex» στις E0 και E25 παρουσίασε ενδιάμεσες τιμές, μη σημαντικά διαφοροποιημένες μεταξύ τους.

Πίνακας 2Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος φύλλων φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB ΦΥΛΛΩΝ	
REFLEX	0 NH4-N	1060,9	ab
REFLEX	25 NH4-N	1032,5	ab
REFLEX	50 NH4-N	1098,0	b
REFLEX	75 NH4-N	755,0	a
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	1170,9	b
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	1237,9	b
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	1348,7	b
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	981,0	ab

Στο Γράφημα 2 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών του νβ φύλλων των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος.



Γράφημα 2. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος φύλλων λαχανίδας Kale.

Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του νβ υπέργειου τμήματος φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 3Α). Συγκεκριμένα, το νβ του υπέργειου τμήματος του «Reflex» δεν διέφερε σημαντικά από το νβ του υπέργειου τμήματος της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 3Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	NB Υπέργ. Τμήματος	
REFLEX	1153.6	a
ΝΤΟΠΙΑ	1322.7	a

Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση του νβ του υπέργειου τμήματος του φυτού μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 3B). Συγκεκριμένα, το νβ του υπέργειου τμήματος φυτών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0, E25 και E50 σε αντίθεση με την επέμβαση E75 όπου το νβ του υπέργειου τμήματος βρέθηκε σημαντικά μικρότερο από ό,τι αυτό των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων (Πίνακας 3B).

Πίνακας 3 Β. Κύρια επίδραση της μορφής και της συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στο υπέργειο τμήμα φυτών λαχανίδας Kale.

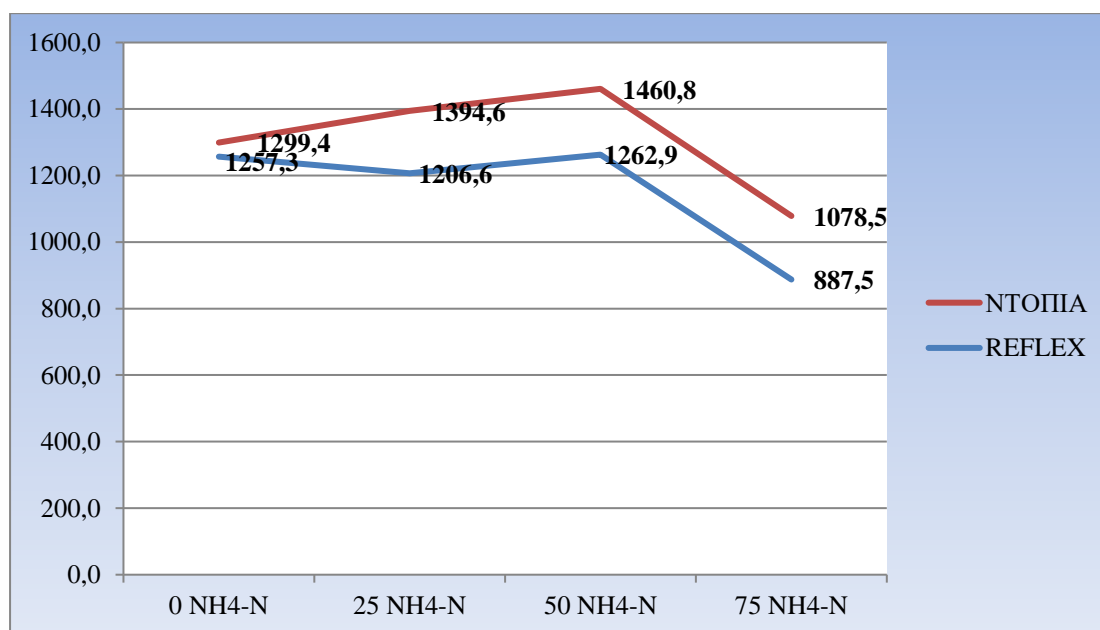
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB Υπέργ. Τμήματος	
0 NH4-N	1278.3	b
25 NH4-N	1281.8	b
50 NH4-N	1361.8	b
75 NH4-N	963.9	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού του υβριδίου Reflex στην επέμβαση E75 ήταν σημαντικά μικρότερο τόσο από το νβ της ίδιας ποικιλίας στην E0 και E50 όσο και από το νβ φυτού της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στις επεμβάσεις E0, E25 και E50. Αντίθετα, το νβ της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην E75 και του υβριδίου «Reflex» στις E25 παρουσίασε ενδιάμεσες τιμές, μη σημαντικά διαφοροποιημένες μεταξύ τους.

Πίνακας 3Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB Υπέργ. Τμήματος	
REFLEX	0 NH4-N	1257.3	b
REFLEX	25 NH4-N	1206.6	ab
REFLEX	50 NH4-N	1262.9	b
REFLEX	75 NH4-N	887.5	a
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	1299.4	b
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	1394.6	b
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	1460.8	b
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	1078.5	ab

Στο Γράφημα 3 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών του νβ του υπέργειου τμήματος των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου.



Γράφημα 3. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος υπέργειου τμήματος φυτών λαχανίδας Kale.

Νωπό βάρος ρίζας

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του νβ της ρίζας φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος της ρίζας, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 4Α). Συγκεκριμένα, το νβ της ρίζας του υβριδίου «Reflex» δεν διέφερε σημαντικά από το νβ της ρίζας της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 4Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στο νωπό βάρος ρίζας φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	NB ΡΙΖΑΣ	
REFLEX	116.9	a
ΝΤΟΠΙΑ	129.6	a

Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στο νωπό βάρος της ρίζας του φυτού ανεξαρτήτως της ποικιλίας, δεν διαφοροποίησε σημαντικά το νβ της ρίζας του φυτού μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 4Β). Συγκεκριμένα, το νβ της ρίζας των φυτών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων E0, E25, E50 και E75 (Πίνακας 4Β).

Πίνακας 4 Β. Κύρια επίδραση της μορφής και της συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος ρίζας φυτών λαχανίδας Kale.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB ΡΙΖΑΣ	
0 NH4-N	118.2	a
25 NH4-N	130.9	a
50 NH4-N	116.6	a
75 NH4-N	127.2	a

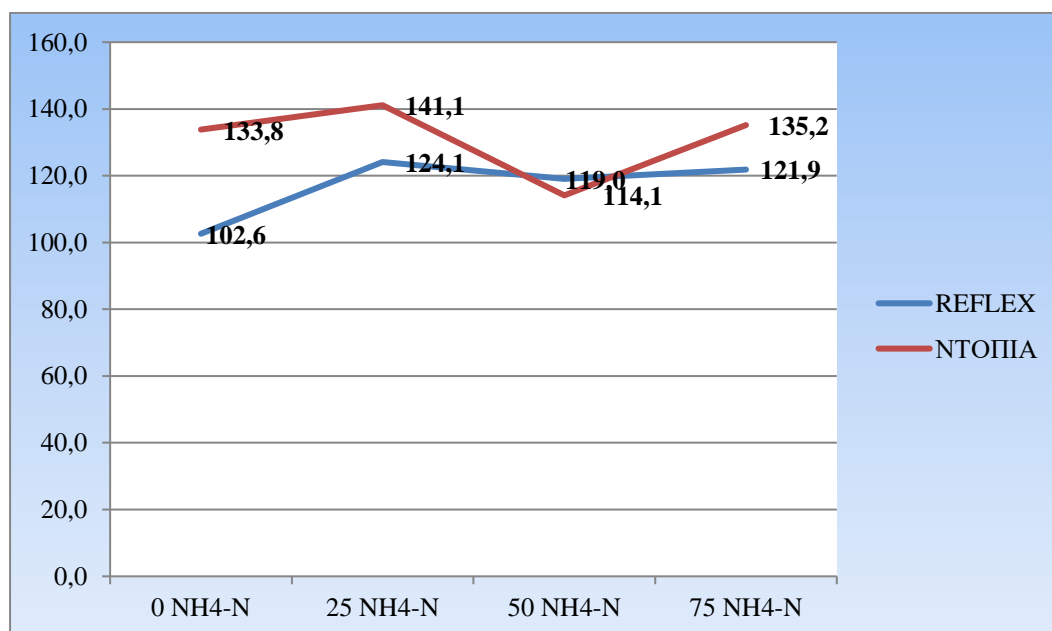
Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι το νωπό βάρος της ρίζας των φυτών του υβριδίου Reflex στην επέμβαση E0 ήταν σημαντικά μικρότερο από το νωπό βάρος της ρίζας της «Ντόπιας

Μυτιλήνης» στην Ε25. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις το νωπό βάρος ρίζας παρουσίασε ενδιάμεσες τιμές, μη σημαντικά διαφοροποιημένες μεταξύ τους.

Πίνακας 4Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο νωπό βάρος των ριζών φυτών λαχανίδας Kale

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB ΡΙΖΑΣ	
REFLEX	0 NH4-N	102.6	a
REFLEX	25 NH4-N	124.1	ab
REFLEX	50 NH4-N	119.0	ab
REFLEX	75 NH4-N	121.9	ab
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	133.8	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	141.1	b
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	114.1	ab
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	135.2	ab

Στο Γράφημα 4 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών του νβ των ριζών, των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου.



Γράφημα 4. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στο ριζικό σύστημα φυτών λαχανίδας Kale.

Μήκος βλαστού

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του μήκους βλαστού των φυτών έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στο μήκος βλαστών, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών. (Πίνακας 5A). Συγκεκριμένα, το μήκος των βλαστών των φυτών του «Reflex» βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο από το μήκος βλαστών φυτών της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 5A. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στο μήκος των βλαστών φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ (cm)	
REFLEX	36.5	b
ΝΤΟΠΙΑ	19.0	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στο μήκος των βλαστών ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση του μήκους των βλαστών μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 5B). Συγκεκριμένα, το μήκος των βλαστών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0 και E25 σε αντίθεση με το μήκος των βλαστών στην επέμβαση E50 το οποίο βρέθηκε σημαντικά μικρότερο από ό,τι στις E0 και E25 αλλά χωρίς σημαντική διαφοροποίηση με τα φυτά στην επέμβαση E75 (Πίνακας 5B).

Πίνακας 5B. Κύρια επίδραση της μορφής και της συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στο μήκος βλαστού των φυτών λαχανίδας Kale.

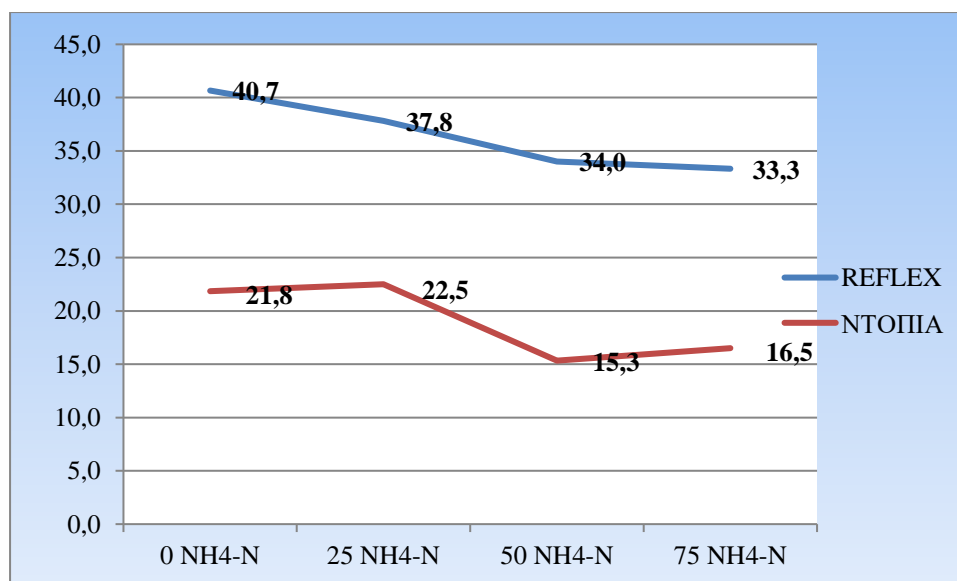
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ (cm)	
0 NH4-N	31.3	b
25 NH4-N	31.7	b
50 NH4-N	24.7	a
75 NH4-N	26.6	ab

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι το μήκος βλαστού των φυτών του υβριδίου Reflex σε όλες τις επεμβάσεις ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από το μήκος των βλαστών στις επεμβάσεις Ε0, Ε25, Ε50 και Ε75 της ποικιλίας «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 5Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο μήκος των βλαστών φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ (cm)	
REFLEX	0 NH4-N	40.7	b
REFLEX	25 NH4-N	37.8	b
REFLEX	50 NH4-N	34.0	b
REFLEX	75 NH4-N	33.3	b
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	21.8	a
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	22.5	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	15.3	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	16.5	a

Στο Γράφημα 5 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών του μήκους των βλαστών των φυτών των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου.



Γράφημα 5. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στο μήκος βλαστού φυτών λαχανίδας Kale.

Σχέση νωπού βάρους Ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του λόγου νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στην σχέση νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 6Α). Συγκεκριμένα, ο λόγος νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος των φυτών του υβριδίου «Reflex» δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά από τον λόγο νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος των φυτών της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 6Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στον λόγο νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	NB Ρίζας/Υπέργ. Τμήμα	
REFLEX	0.10	a
ΝΤΟΠΙΑ	0.10	a

Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στην σχέση νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 6B). Συγκεκριμένα, ο λόγος νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0 και E50 . Αντίθετα στην επέμβαση E75 ο λόγος του νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερος από ό,τι στις επεμβάσεις E0 και E50 ενώ δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφοροποίησή του με την επέμβαση E25 (Πίνακας 6B).

Πίνακας 6B. Κύρια επίδραση της μορφής και της συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στον λόγο νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτών λαχανίδας Kale.

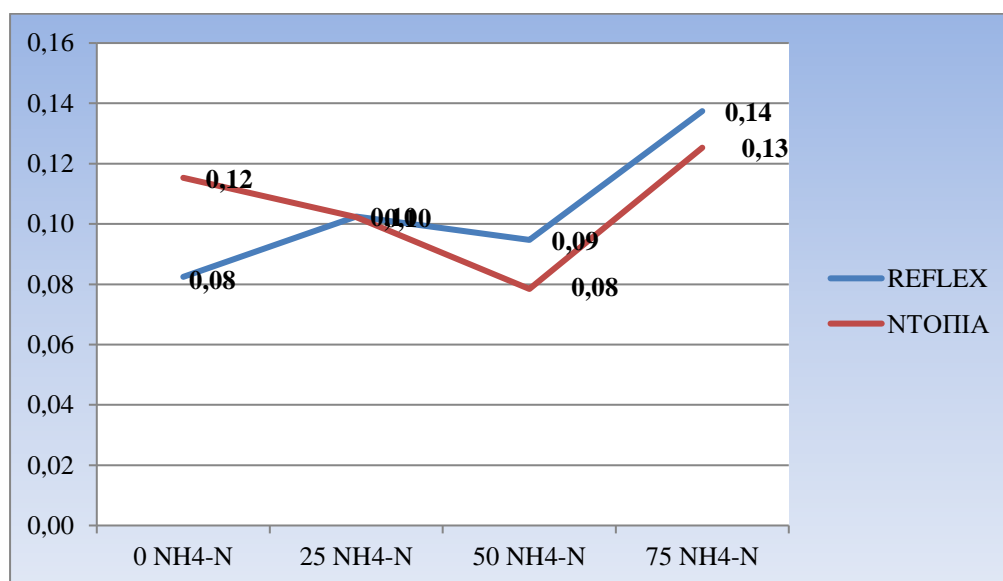
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB Ρίζας/Υπέργ. Τμήμα	
0 NH4-N	0.10	a
25 NH4-N	0.10	ab
50 NH4-N	0.09	a
75 NH4-N	0.13	b

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι ο λόγος νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού του υβριδίου Reflex στην επέμβαση E75 ήταν σημαντικά μεγαλύτερος τόσο από τον λόγο νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος της επέμβασης E0 του υβριδίου Reflex όσο και από το λόγο της ποικιλίας «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην επέμβαση E50. Στις επεμβάσεις E25 και E50 του υβριδίου Reflex και στις επεμβάσεις E0, E25 και E75 της ποικιλίας «Ντόπιας Μυτιλήνης» ο λόγος αυτός παρουσίασε ενδιάμεσες τιμές, μη σημαντικά διαφοροποιημένες μεταξύ τους.

Πίνακας 6Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στον λόγο νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτών λαχανίδας Kale

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	NB Ρίζας/Υπέργ. Τμήμα	
REFLEX	0 NH4-N	0.08	a
REFLEX	25 NH4-N	0.10	ab
REFLEX	50 NH4-N	0.09	ab
REFLEX	75 NH4-N	0.14	b
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	0.12	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	0.10	ab
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	0.08	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	0.13	ab

Στο Γράφημα 6 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών του λόγο νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτών των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου.



Γράφημα 6. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στην σχέση νωπού βάρους ρίζας/υπέργειου τμήματος φυτού λαχανίδας Kale.

Υδατοπεριεκτικότητα %

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της υδατοπεριεκτικότητας του φυτού έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στην υδατοπεριεκτικότητα του φυτού, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 7Α). Συγκεκριμένα, η υδατοπεριεκτικότητα των φυτών του «Reflex» δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά από την υδατοπεριεκτικότητα των φυτών της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 7Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στην υδατοπεριεκτικότητα φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Υδατο- περιεκτικότητα (%)	
REFLEX	89.3	a
ΝΤΟΠΙΑ	85.9	a

Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στην υδατοπεριεκτικότητα των φυτών ανεξαρτήτως της ποικιλίας, δεν έδειξε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων. (Πίνακας 7B).

Πίνακας 7B. Κύρια επίδραση της μορφής και της συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στην υδατοπεριεκτικότητα των φυτών λαχανίδας Kale.

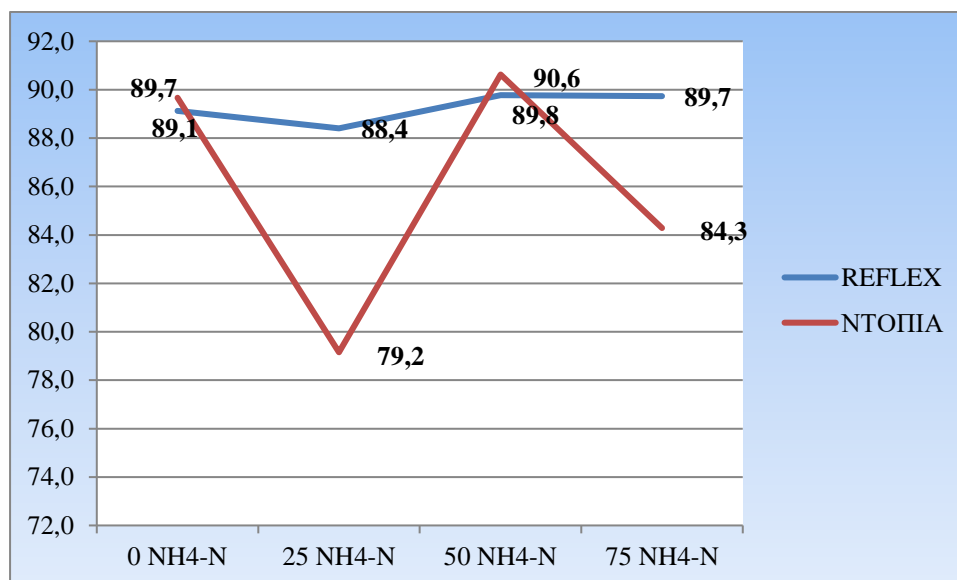
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Υδατο- περιεκτικότητα (%)	
0 NH4-N	89.4	a
25 NH4-N	83.8	a
50 NH4-N	90.2	a
75 NH4-N	87.0	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι η υδατοπεριεκτικότητα των φυτών του υβριδίου Reflex σε όλες τις επεμβάσεις και η υδατοπεριεκτικότητα των φυτών της «Ντόπιας Μυτιλήνης» σε όλες τις επεμβάσεις παρουσίασαν μη σημαντικά διαφοροποιημένες τιμές.

Πίνακας 7Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην υδατοπεριεκτικότητα φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Υδατο- περιεκτικότητα (%)	
REFLEX	0 NH4-N	89.1	a
REFLEX	25 NH4-N	88.4	a
REFLEX	50 NH4-N	89.8	a
REFLEX	75 NH4-N	89.7	a
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	89.7	a
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	79.2	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	90.6	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	84.3	a

Στο Γράφημα 7 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών της υδατοπεριεκτικότητας των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου.



Γράφημα 7. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στην υδατοπεριεκτικότητα φυτών λαχανίδας Kale.

Ξηρό βάρος φύλλων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του ξηρού βάρους φύλλων έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στο ξηρό βάρος φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 8Α). Συγκεκριμένα, το ξβ των φύλλων του «Reflex» δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά από το ξβ των φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 8Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στο ξηρό βάρος φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΞΒ ΦΥΛΛΩΝ	
REFLEX	106.0	a
NTOPIA	110.2	a

Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στο ξηρό βάρος των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή του μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 8B). Συγκεκριμένα, το ξβ των φύλλων στην επέμβαση E75 βρέθηκε σημαντικά μικρότερο από αυτό των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων σε αντίθεση με το ξβ των φύλλων μεταξύ των επεμβάσεων E0, E25 και E50 που δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 8B).

Πίνακας 8B. Κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στο ξβ φύλλων λαχανίδας Kale.

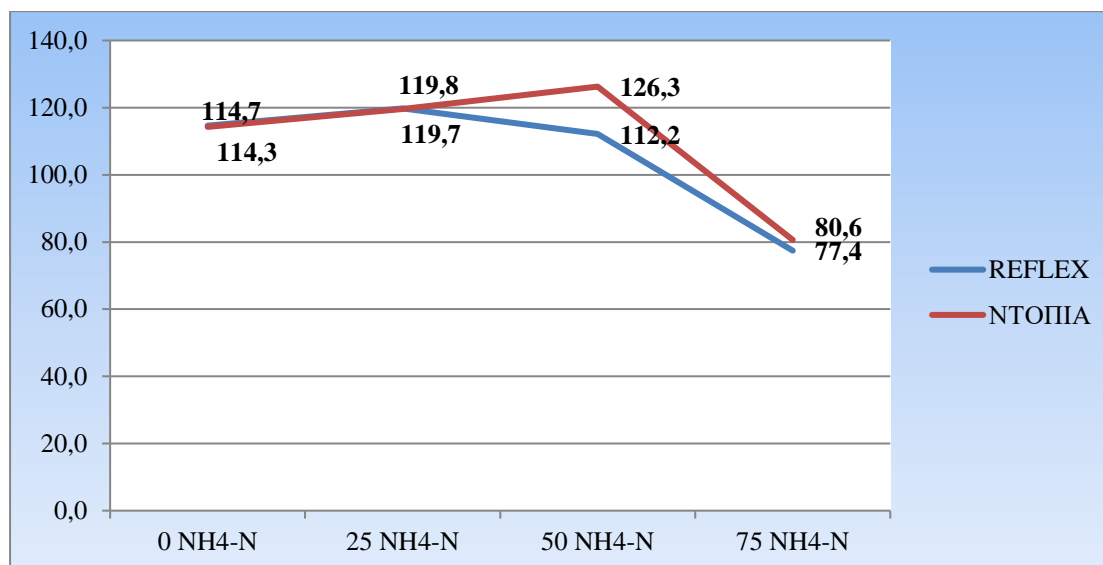
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΞΒ ΦΥΛΛΩΝ	
0 NH4-N	114.5	b
25 NH4-N	119.7	b
50 NH4-N	119.2	b
75 NH4-N	79.0	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι το ξηρό βάρος των φύλλων του φυτού του υβριδίου Reflex στην επέμβαση E75 καθώς και το ξηρό βάρος της ποικιλίας «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην ίδια επέμβαση βρέθηκε σημαντικά μικρότερο τόσο από το ξβ του υβριδίου «Reflex» στις E0, E25 και E50, όσο και από το ξβ φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στις ίδιες επεμβάσεις.

Πίνακας 8Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο ξηρό βάρος φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΞΒ ΦΥΛΛΩΝ	
REFLEX	0 NH4-N	114.7	b
REFLEX	25 NH4-N	119.8	b
REFLEX	50 NH4-N	112.2	b
REFLEX	75 NH4-N	77.4	a
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	114.3	b
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	119.7	b
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	126.3	b
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	80.6	a

Στο Γράφημα 8 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών του ξηρής φύλλων των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου.



Γράφημα 8. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στο ξηρό βάρος φύλλων φυτού λαχανίδας Kale.

Αριθμός φύλλων φυτών

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του αριθμού φύλλων έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγουμένου αζώτου, ήταν σημαντική διαφοροποίησή του αριθμού φύλλων μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 9Α). Συγκεκριμένα, ο αριθμός φύλλων των φυτών του «Reflex» ήταν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερος από τον αριθμό φύλλων των φυτών της «Ντόπιας Μυτιλήνης».

Πίνακας 9Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στον αριθμό φύλλων του φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ	
REFLEX	34.9	b
ΝΤΟΠΙΑ	25.2	a

Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου στον αριθμό φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίηση των αριθμών φύλλων μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 9B).

Πίνακας 9B. Κύρια επίδραση της μορφής και της συγκέντρωσης νιτρικών προς αμμωνιακά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος στον αριθμό φύλλων του φυτού λαχανίδας Kale.

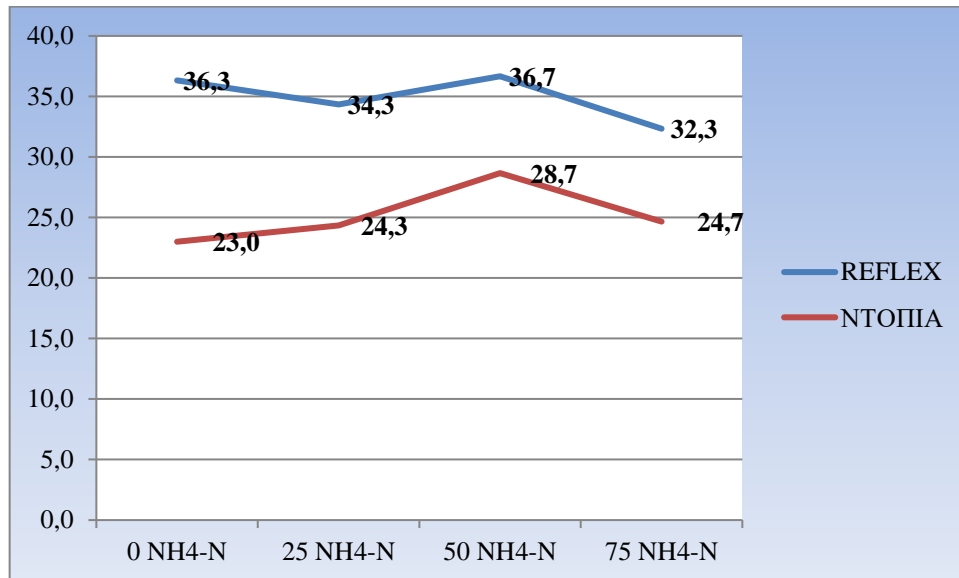
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ	
0 NH4-N	29.7	a
25 NH4-N	29.3	a
50 NH4-N	32.7	a
75 NH4-N	28.5	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι ο αριθμός φύλλων του φυτού του υβριδίου Reflex στην επέμβαση E0 και E50 ήταν σημαντικά μικρότερος από τον αριθμό φύλλων σε όλες τις επεμβάσεις της «Ντόπιας Μυτιλήνης» ενώ δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε όλες τις επεμβάσεις του υβριδίου Reflex.

Πίνακας 9Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στον αριθμό φύλλων φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ	
REFLEX	0 NH4-N	36.3	c
REFLEX	25 NH4-N	34.3	bc
REFLEX	50 NH4-N	36.7	c
REFLEX	75 NH4-N	32.3	bc
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	36.3	a
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	34.3	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	36.7	ab
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	32.3	a

Στο Γράφημα 9 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των τιμών των αριθμών φύλλων του φυτού των δύο ποικιλιών σε σχέση με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου.



Γράφημα 9. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στον αριθμό φύλλων του φυτού λαχανίδας Kale.

4.2 Περιεκτικότητα φύλλων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία

Συγκέντρωση ολικού αζώτου (N)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση ολικού N φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών. Συγκεκριμένα, το ολικό N φύλλων του υβριδίου «Reflex» βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο από ό,τι το ολικό N φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης» (Πίνακας 10Α).

Πίνακας 10Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση ολικού N φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	N%	
	ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	6,2	b
ΝΤΟΠΙΑ	5,3	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στο ολικό N των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση του ολικού N μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακα10Β). Συγκεκριμένα, το ολικό N φύλλων δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0, E25 και E50 σε αντίθεση με το ολικό N στην επέμβαση E75 το οποίο βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο από ό,τι αυτό των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων E0, E25 και E50 (Πίνακας 10Β).

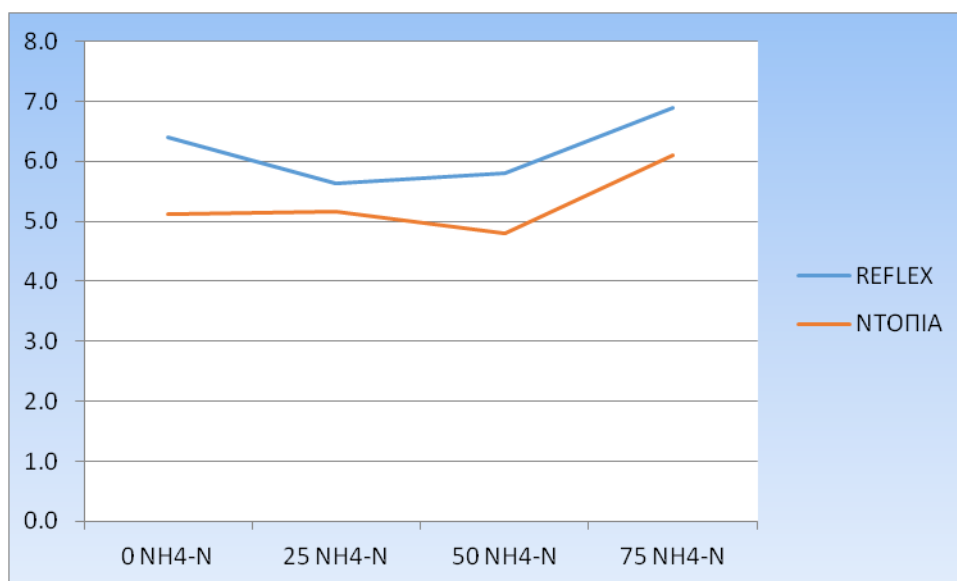
Πίνακας 10B. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο ολικό N φύλλων λαχανίδας Kale.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	N% ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	5,8	a
25 NH4-N	5,4	a
50 NH4-N	5,3	a
75 NH4-N	6,5	b

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι το ολικό N φύλλων φυτού του υβριδίου «Reflex» στην επέμβαση E75 ακολουθούμενο από το N της ίδιας ποικιλίας στην E0 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο όλων, ενώ το ολικό N της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην E50 παρουσίασε τις μικρότερες τιμές. Πιο συγκεκριμένα του υβριδίου «Reflex» το ολικό άζωτο κυμάνθηκε μεταξύ 5,6-6,9% της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην «Ντόπια Μυτιλήνης» ποικιλία κυμάνθηκε μεταξύ 4,8-6,1% ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 10Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στο ολικό N φύλλων φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	N% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	6,4	de
REFLEX	25 NH4-N	5,6	bc
REFLEX	50 NH4-N	5,8	bcd
REFLEX	75 NH4-N	6,9	e
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	5,1	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	5,2	ab
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	4,8	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	6,1	cd



Γράφημα 10. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στο ολικό N φυτών λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση φωσφόρου (P)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης φωσφόρου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση φωσφόρου των φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 11Α).

Πίνακας 11Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση φωσφόρου φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	P% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0.89	a
NTOPIA	0.80	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στην συγκέντρωση φωσφόρου των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης φωσφόρου μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 11Β). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση φωσφόρου των φύλλων δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των

επεμβάσεων E0, E25 και E50 σε αντίθεση με την συγκέντρωση φωσφόρου στην επέμβαση E75 το οποίο βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο από ό,τι αυτό των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων E0, E25 και E50 (Πίνακας 11B).

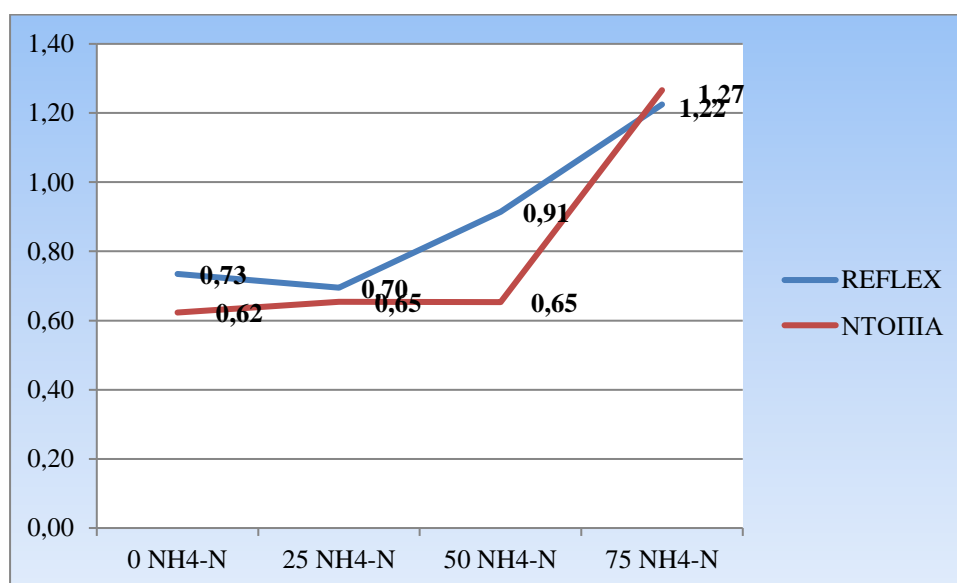
Πίνακας 11B. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση φωσφόρου των φύλλων λαχανίδας Kale.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	P% ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	0.68	a
25 NH4-N	0.67	a
50 NH4-N	0.78	a
75 NH4-N	1.25	b

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι η συγκέντρωση φωσφόρου των φύλλων στην επέμβαση E75 και των δύο ποικιλιών «Reflex» και της «Ντόπιας Μυτιλήνης», βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη όλων ενώ η συγκέντρωση φωσφόρου στην επέμβαση E25 του υβριδίου «Reflex», και οι συγκεντρώσεις φωσφόρου στις επεμβάσεις E0, E25 και E50 της ποικιλίας «Ντόπια Μυτιλήνης» παρουσίασαν τις μικρότερες τιμές. Πιο συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» η συγκέντρωση φωσφόρου κυμάνθηκε μεταξύ 0,70-1,22% της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην ποικιλία «Ντόπια Μυτιλήνης» κυμάνθηκε μεταξύ 0,62-1,27% ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 11Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωση φωσφόρου (P) φύλλων φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	P% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	0.73	ab
REFLEX	25 NH4-N	0.70	a
REFLEX	50 NH4-N	0.91	b
REFLEX	75 NH4-N	1.22	c
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	0.62	a
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	0.65	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	0.65	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	1.27	c



Γράφημα 11. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση φωσφόρου (P) φυτών λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση καλίου (K)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης καλίου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση καλίου των φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του

χορηγούμενου αζώτου, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών. Συγκεκριμένα, το κάλιο των φύλλων του υβριδίου «Reflex» βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο από ό,τι το κάλιο των φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης» (Πίνακας 12Α).

Πίνακας 12Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση καλίου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Κ% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	3.66	b
ΝΤΟΠΙΑ	2.51	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στο ολικό Ν των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης καλίου μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακα 12Β). Συγκεκριμένα, το κάλιο των φύλλων δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων Ε0, Ε25 και Ε50 σε αντίθεση με το κάλιο στην επέμβαση Ε75 το οποίο βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο από ό,τι των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων Ε0, Ε25 και Ε50 (Πίνακας 12Β).

Πίνακας 12Β. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση καλίου φύλλων λαχανίδας Kale.

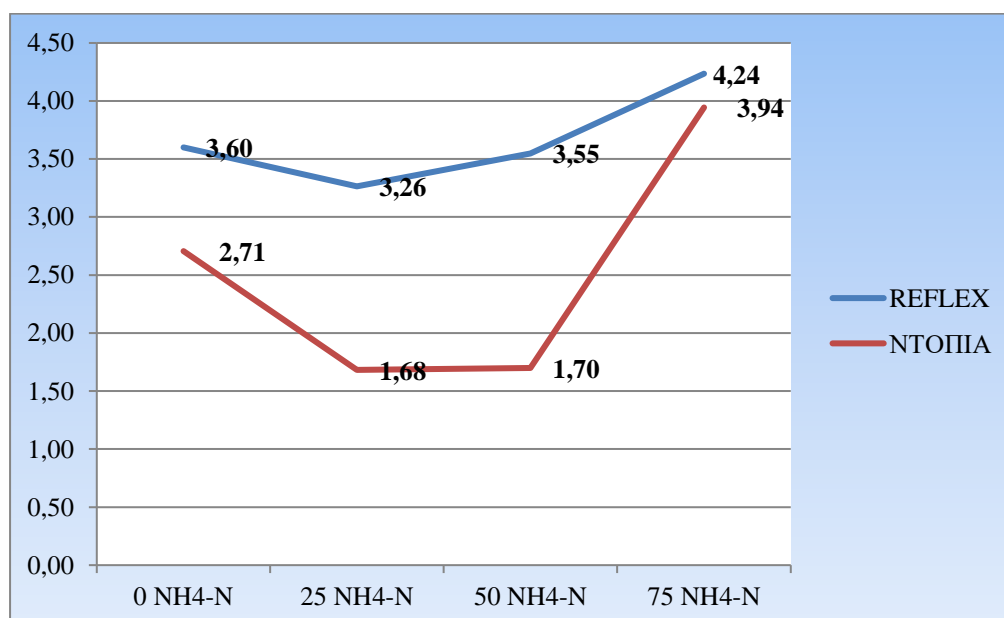
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Κ% ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	3.15	a
25 NH4-N	2.47	a
50 NH4-N	2.62	a
75 NH4-N	4.09	b

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι το κάλιο των φύλλων φυτού τόσο του υβριδίου «Reflex»,

όσο και της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην επέμβαση E75 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο όλων ενώ το κάλιο της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην E25 και E50 παρουσίασε τις μικρότερες τιμές. Πιο συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» το ολικό κάλιο κυμάνθηκε μεταξύ 3,26-4,24% της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην «Ντόπια Μυτιλήνης» κυμάνθηκε μεταξύ 1,68-3,94% ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 12Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση καλίου φύλλων φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Κ% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	3.60	bc
REFLEX	25 NH4-N	3.26	bc
REFLEX	50 NH4-N	3.55	bc
REFLEX	75 NH4-N	4.24	c
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	2.71	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	1.68	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	1.70	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	3.94	c



Γράφημα 12. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση καλίου φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση ασβεστίου (Ca)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης ασβεστίου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή της συγκέντρωσης Ca μεταξύ των δύο ποικιλιών. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση ασβεστίου των φύλλων του υβριδίου «Reflex» βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από την συγκέντρωση ασβεστίου των φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης» (Πίνακας 13Α).

Πίνακας 13Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση ασβεστίου φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Ca% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0.97	b
ΝΤΟΠΙΑ	0.60	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στην συγκέντρωση ασβεστίου των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης ασβεστίου των φύλλων μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 13Β).

Πίνακας 13Β. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση φωσφόρου των φύλλων λαχανίδας Kale.

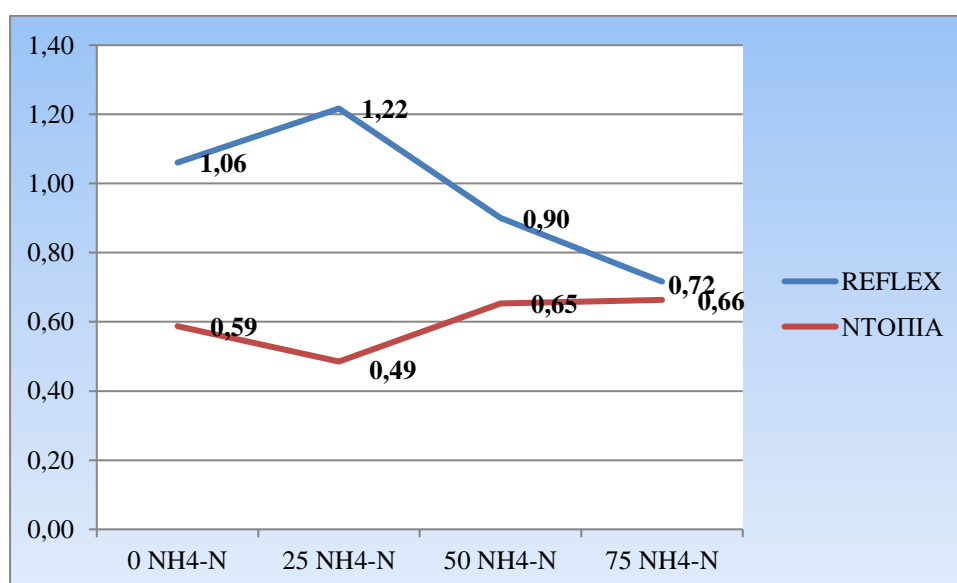
Επέμβαση	Ca% ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	0.82	a
25 NH4-N	0.85	a
50 NH4-N	0.78	a
75 NH4-N	0.69	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι η συγκέντρωση ασβεστίου των φύλλων του υβριδίου

«Reflex» στην επέμβαση E25 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη όλων ενώ στην αντίστοιχη επέμβαση E25 το Ca της ποικιλίας «Ντόπιας Μυτιλήνης» παρουσίασε την μικρότερη τιμή. Πιο συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» η συγκέντρωση ασβεστίου κυμάνθηκε μεταξύ 0,72-1,22% της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην ποικιλία «Ντόπια Μυτιλήνης» κυμάνθηκε μεταξύ 0,49-0,66% ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 13Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση ασβεστίου φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Ca% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	1.06	de
REFLEX	25 NH4-N	1.22	e
REFLEX	50 NH4-N	0.90	cd
REFLEX	75 NH4-N	0.72	bc
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	0.59	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	0.49	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	0.65	ab
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	0.66	ab



Γράφημα 13. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση ασβεστίου φυτών λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση μαγνησίου (Mg)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης μαγνησίου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση μαγνησίου, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση μαγνησίου του υβριδίου «Reflex» βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από την συγκέντρωση μαγνησίου των φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης» (Πίνακας 14Α).

Πίνακας 14Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση μαγνησίου φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Mg% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0.24	b
ΝΤΟΠΙΑ	0.19	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στην συγκέντρωση μαγνησίου των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης μαγνησίου μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακα 14Β). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση μαγνησίου των φύλλων δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E25, E50 και E75 σε αντίθεση με την συγκέντρωση μαγνησίου στην επέμβαση E0 η οποία βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από ό,τι στις υπόλοιπες τρεις επεμβάσεις E25, E50 και E75 (Πίνακας 14Β).

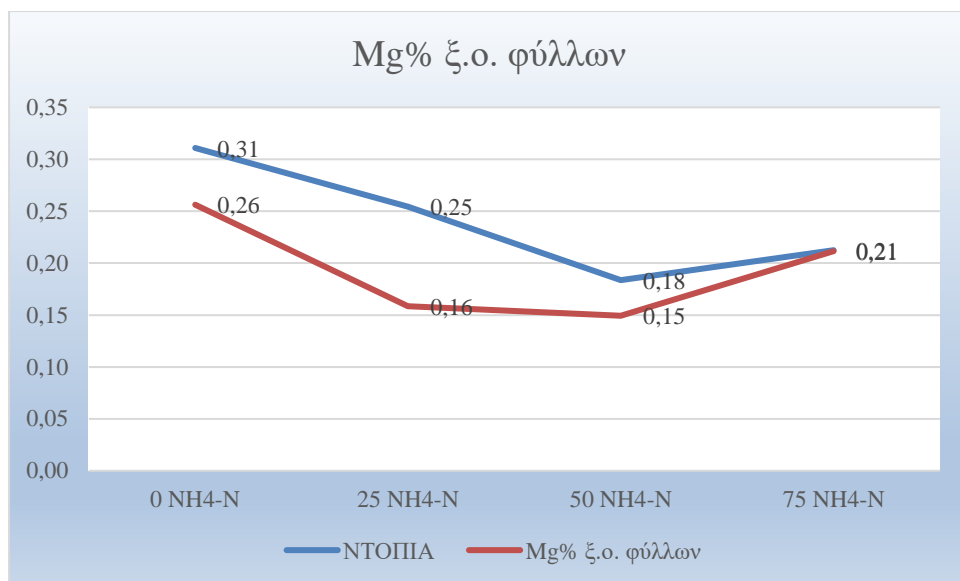
Πίνακας 14Β. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση μαγνησίου φύλλων λαχανίδας Kale.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Mg% ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	0,28	b
25 NH4-N	0,21	a
50 NH4-N	0,17	a
75 NH4-N	0,21	a

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι η συγκέντρωση μαγνησίου των φύλλων του υβριδίου «Reflex» στην επέμβαση E0 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη όλων, με μόνη εξαίρεση το Mg του ίδιου υβριδίου στην E25 και του Mg της «Ντόπια Μυτιλήνης» στην E0. Πιο συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» η συγκέντρωση μαγνησίου κυμάνθηκε μεταξύ 0,18-0,31% της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην «Ντόπια Μυτιλήνης» ποικιλία κυμάνθηκε μεταξύ 0,15-0,26% ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 14Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση μαγνησίου φύλλων φυτού λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Mg% ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	0.31	c
REFLEX	25 NH4-N	0.25	bc
REFLEX	50 NH4-N	0.18	a
REFLEX	75 NH4-N	0.21	ab
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	0.26	bc
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	0.16	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	0.15	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	0.21	ab



Γράφημα 14. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωση μαγνησίου φύλλων λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση σιδήρου (Fe)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης σιδήρου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση σιδήρου των φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 15Α).

Πίνακας 15Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση σιδήρου φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

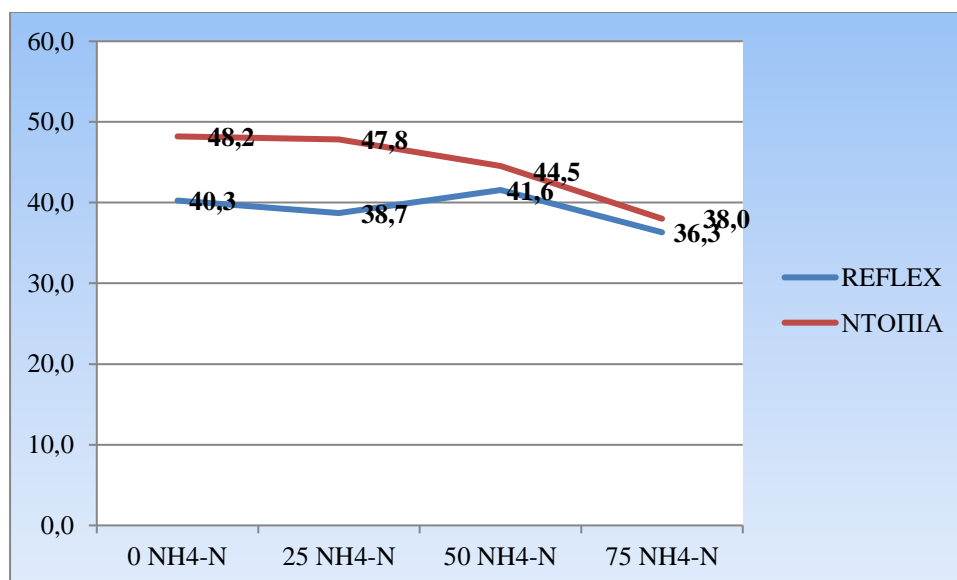
ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Fe ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	39.2	a
NTOPIA	44.6	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στην συγκέντρωση σιδήρου των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας,

ήταν η μη σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης σιδήρου μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 15B).

Πίνακας 15B. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση σιδήρου των φύλλων λαχανίδας Kale.

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Fe ppm ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	44.2	a
25 NH4-N	43.3	a
50 NH4-N	43.0	a
75 NH4-N	37.2	a



Γράφημα 15. Διακύμανση συγκέντρωσης σιδήρου φυτών λαχανίδας Kale σε σχέση με την ποικιλία και τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου θρεπτικού διαλύματος.

Συγκέντρωση μαγγανίου (Mn)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης μαγγανίου των φύλλων φυτών λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση μαγγανίου των N φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής

του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση μαγγανίου των φύλλων του υβριδίου «Reflex» βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση μαγγανίου των φύλλων της «Ντόπιας Μυτιλήνης» (Πίνακας 16Α).

Πίνακας 16Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση μαγγανίου φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Mn ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	35.2	b
ΝΤΟΠΙΑ	29.4	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στην συγκέντρωση μαγγανίου των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης μαγγανίου μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακα 16Β). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση μαγγανίου των φύλλων στην επέμβαση E50 και E75 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από ό,τι η συγκέντρωση μαγγανίου των φυτών των δύο υπόλοιπων επεμβάσεων E0, E25 (Πίνακας 16Β).

Πίνακας 16Β. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση μαγγανίου φύλλων λαχανίδας Kale.

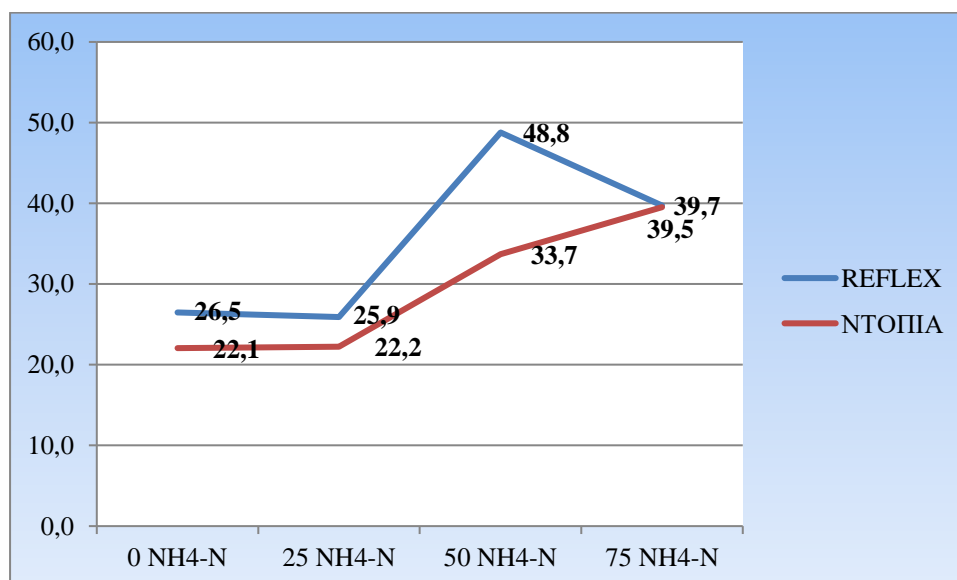
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Mn ppm ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	24.3	a
25 NH4-N	24.1	a
50 NH4-N	41.2	b
75 NH4-N	39.6	b

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου προκύπτει ότι η συγκέντρωση μαγγανίου των φύλλων του υβριδίου «Reflex» στην επέμβαση E50 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη όλων. Πιο

συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» η συγκέντρωση μαγγανίου κυμάνθηκε μεταξύ 25,9-48,8 ppm της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην «Ντόπια Μυτιλήνης» ποικιλία κυμάνθηκε μεταξύ 22,1-39,5 ppm ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 15Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην περιεκτικότητα μαγγανίου φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Mn ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	26.5	ab
REFLEX	25 NH4-N	25.9	a
REFLEX	50 NH4-N	48.8	d
REFLEX	75 NH4-N	39.7	c
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	22.1	a
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	22.2	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	33.7	bc
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	39.5	c



Γράφημα 15. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωση μαγγανίου φύλλων λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση ψευδαργύρου (Zn)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης ψευδαργύρου των φύλλων λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση ψευδαργύρου των φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών. (Πίνακας 17Α).

Πίνακας 17Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση ψευδαργύρου φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Zn ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	30.7	a
ΝΤΟΠΙΑ	27.3	a

Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στη συγκέντρωση ψευδαργύρου των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης ψευδαργύρου μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 17Β). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση ψευδαργύρου των φύλλων δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0 και E25 σε αντίθεση με την συγκέντρωση ψευδαργύρου στην επέμβαση E75 η οποία βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη όλων, η δε συγκέντρωση ψευδαργύρου στην E50 έλαβε ενδιάμεσες τιμές (Πίνακας 17Β).

Πίνακας 17Β. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωση ψευδαργύρου φύλλων λαχανίδας Kale.

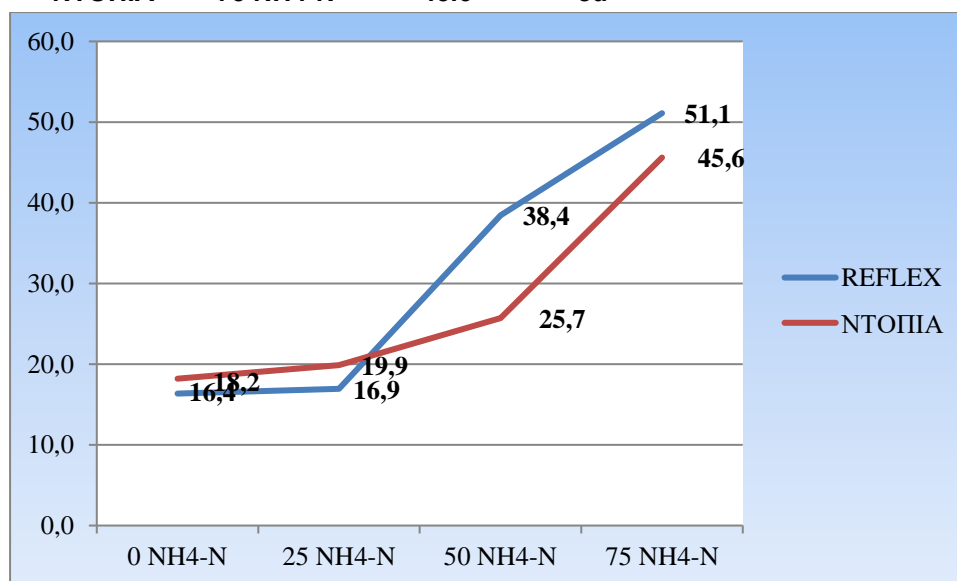
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Zn ppm ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	17.3	a
25 NH4-N	18.4	a
50 NH4-N	32.1	b
75 NH4-N	48.4	c

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου

αζώτου προκύπτει ότι η συγκέντρωση ψευδαργύρου του υβριδίου «Reflex» στην επέμβαση E75 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη όλων, ακολουθούμενη από τη συγκέντρωση Zn της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην ίδια επέμβαση. Αντίθετα, τα φυτά «Reflex» στις επεμβάσεις E0 και E25 παρουσίασαν τις μικρότερες τιμές ψευδαργύρου. Πιο συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» η συγκέντρωση ψευδαργύρου κυμάνθηκε μεταξύ 16,4-51,1 ppm της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην «Ντόπια Μυτιλήνης» ποικιλία κυμάνθηκε μεταξύ 18,2-45,6 ppm ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 17Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωση ψευδαργύρου φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Zn ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	16.4	a
REFLEX	25 NH4-N	16.9	a
REFLEX	50 NH4-N	38.4	c
REFLEX	75 NH4-N	51.1	d
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	18.2	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	19.9	ab
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	25.7	b
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	45.6	cd



Γράφημα 17. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωση ψευδαργύρου φύλλων λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση χαλκού (Cu)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης χαλκού των φύλλων λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση χαλκού των φύλλων, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών (Πίνακας 18Α).

Πίνακας 18Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση χαλκού φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Cu ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	2.7	a
ΝΤΟΠΙΑ	2.7	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στην συγκέντρωση χαλκού των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης χαλκού μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 18Β). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση χαλκού των φύλλων δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των επεμβάσεων E0, E25 και E50 σε αντίθεση με την συγκέντρωση χαλκού στην επέμβαση E75 η οποία βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από ό,τι αυτή των υπόλοιπων τριών επεμβάσεων E0, E25 και E50 (Πίνακας 18Β).

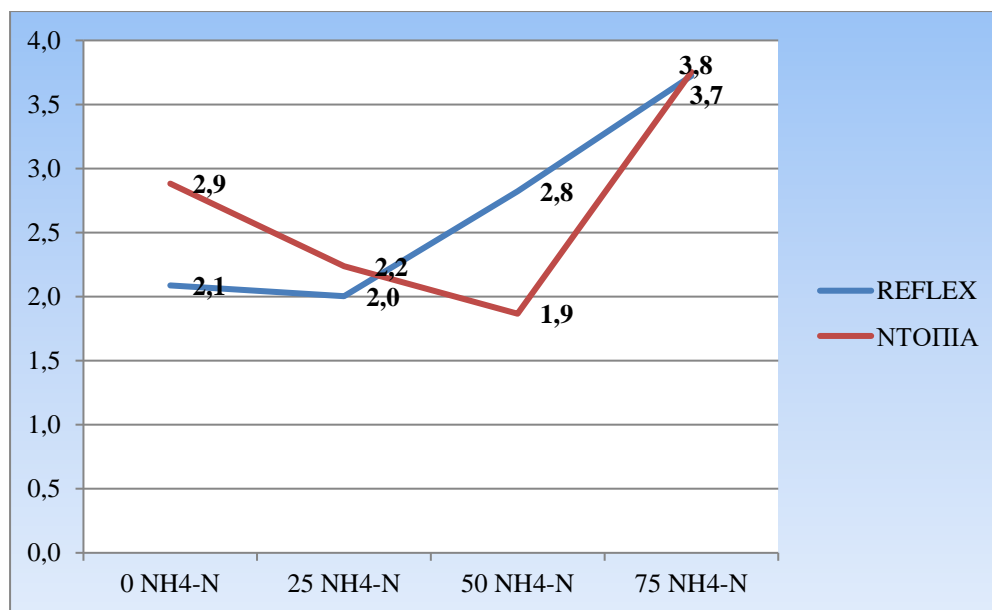
Πίνακας 18Β. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγούμενου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση χαλκού των φύλλων λαχανίδας Kale.

Επέμβαση	Cu ppm ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	2.5	a
25 NH4-N	2.1	a
50 NH4-N	2.3	a
75 NH4-N	3.7	b

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι η συγκέντρωση χαλκού των φύλλων του υβριδίου «Reflex» και της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην επέμβαση E75 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη όλων (με μόνη εξαίρεση τη συγκέντρωση Cu του «Reflex» στην E50 και της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην E0). Αντίθετα, η συγκέντρωση χαλκού στις επεμβάσεις E0 και E25 του υβριδίου «Reflex», καθώς και της ποικιλίας της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στις επεμβάσεις E25 και E50 παρουσίασε τις μικρότερες τιμές. Πιο συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» η συγκέντρωση χαλκού κυμάνθηκε μεταξύ 2,0-3,7 ppm της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην «Ντόπια Μυτιλήνης» ποικιλία κυμάνθηκε μεταξύ 1,9-3,8 ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 18Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωση χαλκού φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Cu ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	2.1	a
REFLEX	25 NH4-N	2.0	a
REFLEX	50 NH4-N	2.8	ab
REFLEX	75 NH4-N	3.7	b
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	2.9	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	2.2	a
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	1.9	a
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	3.8	b



Γράφημα 18. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση χαλκού φύλλων λαχανίδας Kale.

Συγκέντρωση βορίου (B)

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης βορίου των φύλλων λαχανίδας Kale έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση βορίου, ανεξαρτήτως της μορφής του χορηγούμενου αζώτου, ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή της μεταξύ των δύο ποικιλιών. (Πίνακας 19Α).

Πίνακας 19Α. Κύρια επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση βορίου φύλλων φυτών λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	B ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	33.0	a
NTOPIA	35.2	a

Η κύρια επίδραση της μορφής και συγκέντρωσης του χορηγούμενου αζώτου στην συγκέντρωση βορίου των φύλλων ανεξαρτήτως της ποικιλίας, ήταν η σημαντική διαφοροποίηση της συγκέντρωσης βορίου μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 19B). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση βορίου στην επέμβαση E50 βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση βορίου στην επέμβαση E0 (Πίνακας 19B).

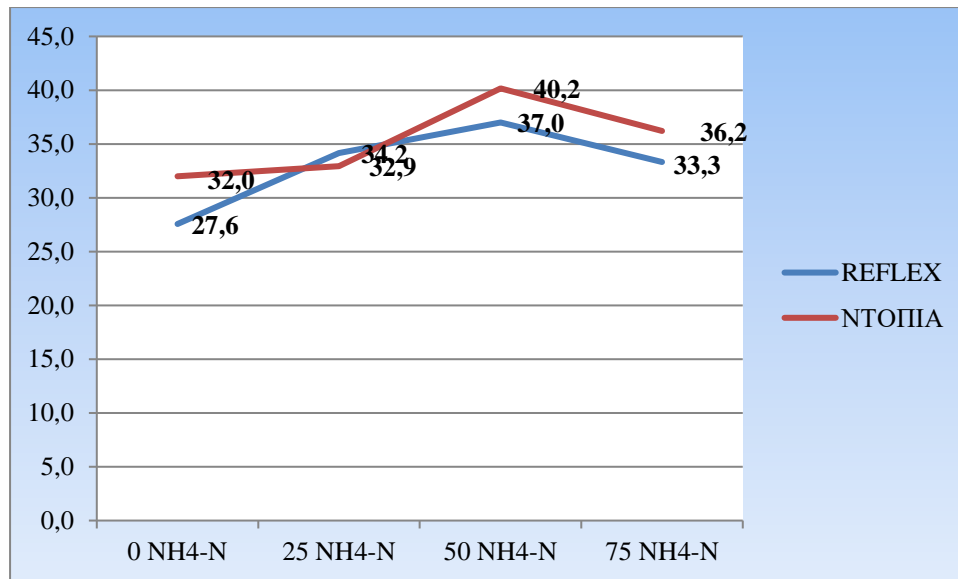
Πίνακας 19B. Κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση βορίου των φύλλων λαχανίδας Kale.

Επέμβαση	B ppm ξ.ο. φύλλων	
0 NH4-N	29.8	a
25 NH4-N	33.6	ab
50 NH4-N	38.6	b
75 NH4-N	34.5	ab

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου προκύπτει ότι η συγκέντρωση βορίου των φύλλων φυτών του υβριδίου «Reflex» στην επέμβαση E0 παρουσίασε την τάση να έχει τη μικρότερη συγκέντρωση B όλων, όμως αυτή ήταν σημαντικά διαφοροποιημένη μόνο από τη συγκέντρωση B της «Ντόπιας Μυτιλήνης» στην E50. Πιο συγκεκριμένα στο υβρίδιο «Reflex» η συγκέντρωση B κυμάνθηκε μεταξύ 27,6-37,0 ppm της ξηρής ουσίας φύλλων ενώ στην «Ντόπια Μυτιλήνης» κυμάνθηκε μεταξύ 32,0-40,2 ppm ξηρής ουσίας φύλλων.

Πίνακας 19Γ. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγουμένου αζώτου του θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση βορίου των φύλλων λαχανίδας Kale.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ	B ppm ξ.ο. φύλλων	
REFLEX	0 NH4-N	27.6	a
REFLEX	25 NH4-N	34.2	ab
REFLEX	50 NH4-N	37.0	ab
REFLEX	75 NH4-N	33.3	ab
ΝΤΟΠΙΑ	0 NH4-N	32.0	ab
ΝΤΟΠΙΑ	25 NH4-N	32.9	ab
ΝΤΟΠΙΑ	50 NH4-N	40.2	b
ΝΤΟΠΙΑ	75 NH4-N	36.2	ab



Γράφημα 19. Αλληλεπίδραση της ποικιλίας με τη μορφή και το επίπεδο του χορηγούμενου αζώτου θρεπτικού διαλύματος στην συγκέντρωση βορίου φύλλων λαχανίδας Kale.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κύρια επίδραση της ποικιλίας/υβριδίου στην αύξηση ήταν ότι η ‘Ντόπια Μυτιλήνης’ δεν παρουσίασε σημαντικά διαφοροποιημένο νωπό βάρος (νβ) και ξηρό βάρος (ξβ) φύλλων, υπέργειου τμήματος, ρίζας, ολόκληρου φυτού, σχέσης ρίζας προς υπέργειο τμήμα και υδατοπεριεκτικότητας φύλλων σε σύγκριση με το υβρίδιο ‘Reflex’. Αντίθετα, το μήκος βλαστού και ο αριθμός φύλλων του υβριδίου ‘Reflex’ βρέθηκαν σημαντικά υψηλότερα από αυτά της ‘Ντόπιας Μυτιλήνης’.

Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου ήταν ότι το νβ ολόκληρου του φυτού, το νβ και ξβ των φύλλων, το νβ υπέργειου τμήματος των φυτών που αναπτύχθηκαν με 75% αμμωνιακό άζωτο ήταν σημαντικά χαμηλότερο από το αντίστοιχο των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0%, 25% και 50% αμμωνιακό άζωτο. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι τόσο το υβρίδιο ‘Reflex’ όσο και η ‘Ντόπια Μυτιλήνης’ δεν παρουσίασαν σημαντικά μειωμένες τις περισσότερες παραμέτρους αύξησης που προσδιορίστηκαν όταν αναπτύσσονταν σε θρεπτικό διάλυμα που περιέχει μέχρι και 50% αμμωνιακό άζωτο. Αντίθετα, το μήκος βλαστού των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0% και 25% αμμωνιακό άζωτο ήταν σημαντικά υψηλότερο από αυτό των φυτών που αναπτύχθηκαν με 50% αμμωνιακό άζωτο ενώ η σχέση ρίζας προς υπέργειο τμήμα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 75% αμμωνιακό άζωτο βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη από αυτή των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0% και 50% αμμωνιακό άζωτο. Το αυξημένο ριζικό σύστημα σε σχέση με το μειωμένο υπέργειο τμήμα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 75% αμμωνιακό άζωτο πιθανόν να συνδέεται με προσαρμογή των φυτών στην πολύ υψηλή παρουσία των αμμωνιακών ιόντων στο θρεπτικό διάλυμα. Αντίθετα, η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου στο νβ ρίζας, την υδατοπεριεκτικότητα και τον αριθμό των φύλλων ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή τους.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα της ανόργανης θρέψης, το υβρίδιο ‘Reflex’ παρουσίασε τις σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις N, K, Ca και Mg στα φύλλα του. Αντίθετα, η συγκέντρωση του P δεν παρουσίασε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτών ‘Reflex’ και ‘Ντόπιας Μυτιλήνης’. Οι σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις N, K, Ca και Mg του υβριδίου ‘Reflex’ έχουν ενδιαφέρον ως προς την υψηλή διατροφική του αξία αλλά πρέπει και να

λαμβάνονται υπόψη και κατά την κατάστροψη της λιπαντικής αγωγής του.

Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου στη συγκέντρωση των μακροστοιχείων που προσδιορίστηκαν, ήταν ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 75% $\text{NH}_4\text{-N}$ παρουσίασαν σημαντικά αυξημένες συγκεντρώσεις N, P και K σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 0%, 25% και 50% αμμωνιακό άζωτο. Το γεγονός ότι η συγκέντρωση P βρέθηκε αυξημένη στην επέμβαση με 75% $\text{NH}_4\text{-N}$ στο θρεπτικό διάλυμα συνδέεται με τη συνεργιστική σχέση του P με το αμμωνιακό N καθώς κατά τη νιτροποίηση του αμμωνιακού N παράγονται H^+ που έχουν ως αποτέλεσμα την οξίνιση του διαλύματος και κατά συνέπεια την αύξηση διαθεσιμότητας του στοιχείου αυτού. Αντίθετα η συγκέντρωση Mg στην επέμβαση με 0% αμμωνιακό άζωτο στο θρεπτικό διάλυμα ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 25%, 50% και 75% αμμωνιακό άζωτο. Η υψηλότερη συγκέντρωση K στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 75% αμμωνιακό άζωτο και η χαμηλότερη συγκέντρωση Mg στα φύλλα των ίδιων φυτών θα πρέπει να αποδοθεί στις ανταγωνιστικές σχέσεις των δύο αυτών στοιχείων μεταξύ τους.

Όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων που προσδιορίστηκαν, η κύρια επίδραση της ποικιλίας/υβριδίου στις συγκεντρώσεις Fe, Zn, Cu και B ήταν η μη σημαντική διαφοροποίησή τους μεταξύ του υβριδίου και της εγχώριας ποικιλίας. Αντίθετα, η συγκέντρωση Mn στα φύλλα του Reflex βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη από την αντίστοιχη της 'Ντόπιας Μυτιλήνης'. Η κύρια επίδραση της μορφής του χορηγουμένου αζώτου ήταν ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν με 75% $\text{NH}_4\text{-N}$ παρουσίασαν σημαντικά αυξημένες συγκεντρώσεις Mn, Zn και Cu στα φύλλα τους. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις Mn, Zn και Cu στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν με υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακών στο θρεπτικό διάλυμα πρέπει να συνδέεται με το γεγονός ότι, όπως και στην περίπτωση του P, κατά τη νιτροποίηση του αμμωνιακού N παράγονται H^+ τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την οξίνιση του διαλύματος και κατά συνέπεια την αύξηση της διαθεσιμότητας των ιχνοστοιχείων. Αντίθετα, η συγκέντρωση B στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 50% $\text{NH}_4\text{-N}$ βρέθηκε σημαντικά αυξημένη σε σχέση με τη συγκέντρωση B στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν με 0% $\text{NH}_4\text{-N}$. Η συγκέντρωση Fe δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των 4 επεμβάσεων.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Ελληνική Βιβλιογραφία

Θεριός, Ι. 1996. Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς, Ε.Ε.

Θεριός, Ι. 2005. Ελαιοκομία, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς, Ε.Ε.

Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα, Σπύρος Πετρόπουλος. 2014. Γενική λαχανοκομία και υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών. Εκδόσεις Έμβρυο.

Ολύμπιος Χ. 1996. Ειδική λαχανοκομία - Λαχανικά υπαίθρου, Καθηγητή Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.

Ρουμπελάκη-Αγγελάκη Καλλιόπη. 2009. Φυσιολογία Φυτών. ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ

B. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Hawkesford Malcolm, Barraclough Peter. 2014. Θρέψη των Καλλιεργούμενων Φυτών, ΥΤΟΡΙΑ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΕΠΕ

Allen, S.E. 1989. Chemical Analysis of Ecological Materials. 2nd Edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne. Jones, Jr., J.B.

Wolf, B. and Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishers, Athens, GA, USA.

Karla, Y. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. New York.

Marschner, H. 1997. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press. London.

Reuter, D.J. and Robinson, J.B. 1986. Plant analysis: an interpretation manual, Brunswick, Victoria.

Γ. ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<http://www.dailymail.co.uk/news/article-485506/World-War-Two-vegetable-comes-superfood.html>

<http://www.froutona.gr/gr/poreia-proionton/kale-laxanika>