

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Τα Νιτρικά Ιόντα στα μαρούλια»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΖΑΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΣΑΓΚΑΡΑΚΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ

Α.Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΗΤΕΙΑ 2018

Περίληψη

Ο κλάδος της διατροφής και διαιτολογίας στηρίζεται σε μια σωστή και ισορροπημένη διατροφή η οποία αποτελείται από διάφορες ομάδες τροφίμων. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την ομάδα των λαχανικών και πιο συγκεκριμένα με τα μαρούλια. Το μαρούλι περιέχει υψηλή ποσότητα νερού και αρκετά απαραίτητα μακροστοιχεία. Στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθεί μία ανασκόπηση για τη συσσώρευση νιτρικών ιόντων στα μαρούλια και στους παράγοντες που το προκαλούν όπως επίσης και τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να εμφανιστούν στην υγεία του καταναλωτή. Στη συνέχεια στο πειραματικό μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανίχνευση συγκέντρωσης νιτρικών στα μαρούλια τα οποία λήφθηκαν στο χώρο του τμήματος χημείας του πανεπιστημίου Κρήτης, με τη χρήση επιλεκτικού ηλεκτροδίου ιόντων σε θρεπτικό διάλυμα υδροπονίας.

Εκτός από το πρώτο δείγμα το οποίο ήταν αναμενόμενο να παρουσιάσει ελάχιστες τιμές νιτρικών ιόντων εφόσον ήταν βιολογικό προϊόν, τα υπόλοιπα δείγματα παρουσιάζουν ποικιλία τιμών. Αξιόλογες τιμές παρουσίασαν ειδικότερα τα δείγματα 9,5,6,10 και 3. Τα δείγματα αυτά ξεπερνούσαν το ένα γραμμάριο ανά κιλό συγκέντρωσης νιτρικών, με πρώτο το δείγμα 5 το οποίο με τιμή 1888,05 mgr/Kgr άγγιζε σχεδόν τα δύο γραμμάρια και τελευταίο το δείγμα 3 με τιμή 1097,68 mgr/Kgr εξίσου πολύ υψηλή τιμή αλλά αρκετά πιο χαμηλή από το 5.

Υπάρχει τεράστια διαφορά τιμών ανάμεσα στα 10 δείγματα αφού η σύγκριση μεταξύ των δειγμάτων Κύπρου-Κρήτης καθώς και αναμεταξύ τους είναι αδύνατη. Οι λόγοι αυτής της διαφοράς είναι διάφοροι καθώς ο αριθμός δειγμάτων ήταν ελάχιστος. Επίσης οι παράγοντες που ορίζουν την πορεία των τιμών των νιτρικών στα μαρούλια έπαιξε ρόλο. Τέλος ο σπουδαιότερος παράγοντας όπως αποδείχθηκε μέσα από την παρούσα πειραματική διαδικασία, είναι το έδαφος, οι βιολογικοί παράγοντες και ο εφοδιασμός με τα θρεπτικά συστατικά.

Λέξεις κλειδιά: νιτρικά ιόντα, μαρούλια, λαχανικά, λιπάσματα, διατροφή, διαιτολογία, επιπτώσεις υγείας

Abstract:

The diet and diet branch is based on a proper and balanced diet consisting of different groups of foods. In this paper we will deal with the group of vegetables and more specifically with lettuce. Lettuce contains a high amount of water and several essential macro elements. This paper will review the accumulation of nitrate ions in lettuce and the factors that cause it as well as the possible effects that may occur on the health of the consumer. The experimental part then presents the results from the detection of nitrate concentration in lettuces obtained at the Department of Chemistry of the University of Crete, using a selective ion electrode in hydroponics nutrient solution.

Apart from the first sample, which was expected to show minimum nitrate values as a biological product, the remaining samples show a variety of values. Valuable values showed, in particular, samples 9,5,6,10 and 3. These samples exceeded one gram per kilogram of nitrate concentration, with sample 5 first having a value of 1888,05 mgr / Kgr almost two grams and last sample 3 with 1097.68 mgr / Kgr equally very high but much lower than 5.

There is a tremendous price difference between the 10 samples as the comparison between the Cyprus and Crete samples and among them is impossible. The reasons for this difference are different as the number of samples was minimal. Also, the factors determining the course of nitrate prices in lettuce played a role. Finally, the most important factor, as demonstrated by this experimental process, is soil, biological agents and nutrient supply.

Keywords: nitrate ions, lettuce, vegetables, fertilizers, nutrition, dietetics, health effects.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	5
1. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ	5
1.1 Ο κλάδος της Διατροφής	5
1.1.1 Οι Ομάδες Τροφίμων.....	5
1.2 Λαχανικά	5
1.2.1 Λαχανικά και η σύσταση τους.....	5
2. ΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗ	6
2.1 Το Μαρούλι και η Σύστασή του	7
2.1.1 Μαρούλι και Ασβέστιο.....	7
2.1.2 Μαρούλι και Κάλιο	7
2.1.3 Μαρούλι και Νάτριο	7
2.1.4 Μαρούλι και Μαγνήσιο	7
2.1.5 Μαρούλι και χλώριο	7
2.1.6 Μαρούλι και φώσφορος.....	8
2.1.7 Ιχνοστοιχεία.....	8
2.1.8 Βιταμίνες	9
2.1.8.1 Φλαβονοειδή.....	9
2.2 Τύποι Μαρουλιών	10
2.3 Λίπανση Μαρουλιών.....	11
3. ΣΚΟΠΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	12

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	13
5. ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ	17
5.1 Αζωτούχα Λιπάσματα.....	18
5.2 Οργανικά Λιπάσματα	18
5.3 Ανόργανα Λιπάσματα.....	19
5.4 Νιτρικά Λιπάσματα	19
6. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ	22
6.1 Έδαφος.....	22
6.2 Ζιζανιοκτόνα	22
6.3 Φυτορυθμιστικές ουσίες.....	22
6.4. Θρεπτικά στοιχεία.....	23
6.5 Συγκομιδή	23
6.6 Υγρασία.....	24
6.7 Θερμοκρασία	24
6.8 Φως.....	25
6.9 Ενζυμικά Συστήματα	25
7. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΖΥΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ...	27
7.1 Φως.....	27
7.2 Θρεπτικά Συστατικά (Ιόντα Μαγνησίου - Ασβεστίου).....	27
7.3 Δραστικές ουσίες	27

7.4 CO ₂	27
7.5 Αέριοι ρυπαντές.....	27
7.7 Νιτρώδη	28
7.8 Μεθαμσφαιραναιμία	29
7.9 Νιτροζαμίνες	31
B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	35
1. ΟΡΓΑΝΑ / ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ	37
2. ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ.....	38
3. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ	38
3.1 Προετοιμασία / Έλεγχος του ηλεκτροδίου.....	39
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	43
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	44
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	56
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	61

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ:

1.1 Ο κλάδος της Διατροφής

Ο κλάδος της διατροφής και διαιτολογίας σαν πρότυπο έχει την σωστή και ισορροπημένη διατροφή, που στηρίζεται στις διάφορες ομάδες τροφίμων, οι οποίες πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στην καθημερινή μας διατροφή ανεξαιρέτως, για την σωστή εξέλιξη του μεταβολισμού και της υγεία μας.

1.1.1 Οι Ομάδες Τροφίμων

Τα τρόφιμα χωρίζονται σε διάφορες ομάδες. Οι ομάδες αυτές είναι τα φρούτα και λαχανικά, οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες και τα λίπη. Στην κάθε ομάδα τροφίμων ανήκουν διάφορα τρόφιμα σύμφωνα με την σύστασή τους, ενώ η κάθε ομάδα διαδραματίζει διαφορετικό ρόλο σύμφωνα με τις ξεχωριστές της ιδιότητες στον οργανισμό μας. Σε αυτή την πτυχιακή θα ασχοληθούμε με μία από τις ομάδες των τροφίμων, την ομάδα των λαχανικών.

1.2 Λαχανικά

Τι είναι και τι χρησιμεύουν στον οργανισμό μας τα λαχανικά; Τα λαχανικά είναι φυτικής προέλευσης και σε αυτά ανήκουν όλα τα κηπευτικά φυτά ανεξάρτητα από το μέρος του φυτού που καταναλώνεται. Κάποια λαχανικά όπως το αγγούρι, η ντομάτα και το μαρούλι συνήθως καταναλώνονται νωπά. Υπάρχουν όμως και τα επεξεργασμένα λαχανικά που μπορεί να είναι κατεψυγμένα, κονσερβοποιημένα, αφυδατωμένα ακόμα και μαγειρεμένα ενώ μπορούν να υποστούν και άλλες επεξεργασίες σύμφωνα με τους σκοπούς που εξυπηρετούν (συντήρηση, καθαρισμός, εύκολη χρήση, εύκολη αποθήκευση κ.α.)

1.2.1 Τα Λαχανικά και η σύστασή τους

Τα λαχανικά περιέχουν μεγάλη ποσότητα νερού και είναι πλούσια σε ανόργανα άλατα, αντιοξειδωτικά και βιταμίνες, κυρίως C που προστατεύει από το σκορβούτο. Το σκορβούτο είναι μια διαταραχή που χαρακτηρίζεται από αιμορραγίες ούλων, απώλεια δοντιών, αρθρίτιδα και επιβράδυνση της επούλωσης τραυμάτων. Εξαιτού και το όνομα της

βιταμίνης C που είναι ασκορβικό οξύ, καθώς και η βιταμίνη A, της οποίας η έλλειψη μπορεί να προκαλέσει ξηροφθαλμία, αλλοιώσεις στο βλεννογόνο του στόματος, του φάρυγγα και στις αναπνευστικές οδούς. Η έλλειψη της βιταμίνης A μπορεί επίσης να οδηγήσει σε κακό σχηματισμό δοντιών και σε ανεπαρκή αύξηση των οστών, ενώ υπερβολική δόση βιταμίνης A με ποσότητες που ξεπερνούν τα 100000 IU την μέρα, μπορεί να έχουν δυσάρεστες συνέπειες (ναυτίες, ξήρανση δέρματος, πτώση μαλλιών, πόνος στα οστά, υπνηλία, υπερβολική κόπωση). Η βιταμίνη C είναι μια υδροδιαλυτή βιταμίνη ενώ η βιταμίνη A λιποδιαλυτή. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες συσσωρεύονται και αποθηκεύονται στον οργανισμό ενώ οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες αποβάλλονται και γι' αυτό το λόγο πρέπει να τις αναπληρώνουμε συνεχώς. Αξίζει να σημειώσουμε ότι τις δυο αυτές βιταμίνες στερούνται τα δημητριακά και τα όσπρια πράγμα που δείχνει την σημαντικότητα της κάθε ομάδας τροφίμων, όπως φυσικά και τα λαχανικά δεν είναι καλές πηγές ενέργειας και πρωτεϊνών.⁽¹⁾ Τα λαχανικά έχουν ελάχιστες θερμίδες ανά ισοδύναμο (25 kcal), 5 γραμμάρια υδατάνθρακες ανά ισοδύναμο, καθόλου λίπος και 2 γραμμάρια πρωτεΐνες, ενώ το ισοδύναμο που είναι μονάδα μέτρησης με τις συγκεκριμένες ποσότητες μακροθρεπτικών για την ομάδα των λαχανικών διαφέρει σύμφωνα με το είδος του λαχανικού. ⁽²⁾ (Π.χ. 1 ισο. Αγγούρι αντιστοιχεί σε ένα φλιτζάνι τσαγιού, ενώ το λάχανο σε μισό.) Επίσης τα λαχανικά είναι πλούσια σε φυτικές ίνες που βοηθούν στην ομαλή λειτουργία του εντέρου καθώς και αντιοξειδωτικά για τα οποία θα αναφερθούμε αργότερα που προστατεύουν από τις ελεύθερες ρίζες που δημιουργούνται στον οργανισμό μας, οι οποίες ευθύνονται για καρκινώματα.

2. ΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

2.1 Το Μαρούλι και η Σύστασή του

Το μαρούλι είναι ένα από τα πιο γνωστά λαχανικά και με αφορμή την πολύ χαμηλή θερμιδική του αξία και την υψηλή περιεκτικότητα του σε νερό όπως προαναφέραμε σαν λαχανικό που είναι, δεν εκτιμάται η αξία του στο καθημερινό διαιτολόγιο παρόλο που είναι ιδιαίτερα θρεπτικό. Τρώγεται ωμό, σκέτο ή σε σαλάτες αλλά και μαγειρεμένο. Το μαρούλι περιέχει πολλά απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό μακροστοιχεία όπως το Ασβέστιο (Ca), το Κάλιο (K), το Νάτριο (Na), το Μαγνήσιο

(Mg), το Χλώριο (Cl) και ο Φώσφορος (P). Εκτός από αυτά, το μαρούλι περιέχει και ιχνοστοιχεία όπως Κοβάλτιο (Co), Χαλκό (Cu), Ιώδιο (I), Σίδηρο (Fe), Ψευδάργυρο (Zn), Μαγγάνιο (Mn) και άλλα μεταλλικά άλατα καθώς περιέχει και βιταμίνες όπως τις Α,Β,Γ,Δ και Ε.

2.1.1 Μαρούλι και Ασβέστιο

Όπως προαναφέρθηκε (Παράγραφος 2.1), το μαρούλι είναι πλούσιο σε ασβέστιο. Το ασβέστιο είναι απαραίτητο για την σωστή ανάπτυξη των οστών και των δοντιών μας , μεταδίδει νευρικά σήματα ενώ ταυτόχρονα ρυθμίζει την λειτουργία των μυών και την πήξη του αίματος. Η ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη είναι 800 mg.

2.1.2 Μαρούλι και Κάλιο

Ένα ακόμα συστατικό που περιέχεται στο μαρούλι και έχει αναφερθεί στη παράγραφο 2.1 είναι το Κάλιο το οποίο ρυθμίζει την ωσμωτική και οξεοβασική ισορροπία. Εκτός από αυτά το Κάλιο βοηθά στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, στην έκκριση ινσουλίνης , στην σύνθεση των πρωτεϊνών και είναι απαραίτητο για την συστολή που εκτελούν τα νεύρα και οι μύες μας. Οι ημερήσιες ανάγκες Καλίου είναι 2g τη μέρα.

2.1.3 Μαρούλι και Νάτριο

Στην Παράγραφο 2.1 αναφέρεται επίσης και το Νάτριο ως βασικό συστατικό του μαρουλιού. Το Νάτριο έχει σαν συνιστώμενες ημερήσιες ανάγκες 0,5g και συμβάλει στη συστολή των μυών και στη λειτουργία των νευρών καθώς ρυθμίζει την ισορροπία οξέων-βάσεων αλλά και την πίεση του αίματος.

2.1.4 Μαρούλι και Μαγνήσιο

Ένα ακόμα συστατικό του μαρουλιού είναι το Μαγνήσιο όπως αυτό αναφέρεται στη Παράγραφο (2.1). Το Μαγνήσιο συμβάλει στην σύνθεση των πρωτεϊνών και του DNA, στην συστολή των μυών καθώς ενεργοποιεί τα ενζυμικά συστήματα και εξισορροπεί την σχέση Ca/Mg στον σκελετό και στα νεύρα . Η συνιστώμενη ημερήσια δόση Μαγνησίου είναι 375 mg.

2.1.5 Μαρούλι και Χλώριο

Το χλώριο έχει σαν συνιστώμενη ημερήσια δόση τα 800mg. Η σημασία του στη διατροφή είναι μεγάλη, καθώς ρόλος του είναι ο σχηματισμός

των γαστρικών υγρών ο οποίος συμβάλει στην διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ οξέων και βάσεων του οργανισμού.

2.1.6 Μαρούλι και Φώσφορος

Ο Φώσφορος είναι συστατικό του DNA και RNA , συμβάλει στον σχηματισμό των οστών των δοντιών καθώς επίσης και στην ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας ενώ η ημερήσια δόση που χρειάζεται ο ανθρώπινος οργανισμός είναι 700mg.

2.1.7 Ιχνοστοιχεία

- Κοβάλτιο

Το Κοβάλτιο είναι ένα συστατικό της B12 (κυανοκοβαλαμίνη) βιταμίνης, η οποία είναι μια βιταμίνη του συμπλέγματος B. Μέχρι τώρα δεν υπάρχει αναφορά για τις ημερήσιες ανάγκες του Κοβαλτίου καθώς επίσης και για τα συμπτώματα που εμφανίζονται σε περίπτωση έλλειψής του.

- Χαλκός

Ο χαλκός βοηθά στη απορρόφηση του σιδήρου, και θεωρείτε συστατικό των οξειδοαναγωγικών ενζύμων καθώς δίνει εύκολα ηλεκτρόνια. Εχτός από αυτόιχνοστοιχεία όπως ο χαλκός συμβάλλει στον σχηματισμό του συνδετικού μας ιστού με συνιστώμενη ημερήσια δόση στο 1 mg.

- Ιώδιο

Το ιώδιο έχει σαν συνιστώμενες ημερήσιες ανάγκες 150mg και δουλειά του είναι ρύθμιση της ταχύτητας του μεταβολισμού. Ο λόγος είναι το γεγονός ότι το ιώδιο είναι το κύριο συστατικό της θυροξίνης, ενός ενζύμου που προέρχεται από τον θυρεοειδή αδένα ο οποίος και ρυθμίζει τον μεταβολισμό.

- Σίδηρος

Ο Σίδηρος είναι πολύ σημαντικός αφού είναι υπεύθυνος για την μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς και ταυτόχρονα την αναπνοή των κυττάρων εφόσον είναι απαραίτητος για την δημιουργία και παραγωγή της αιμοσφαιρίνης μέσω της προσκόλλησης ενός ατόμου σιδήρου σε κάθε ομάδα αίμης. Η αιμοσφαιρίνη είναι μια σφαιρική πρωτεΐνη του αίματος η οποία προσδένει οξυγόνο. Η συνιστώμενη ημερήσια δόση Σιδήρου που πρέπει να προσλαμβάνουμε είναι 14mg.

- Ψευδάργυρος

Ο Ψευδάργυρος είναι συστατικό πολλών ενζύμων και πολύ σημαντικός για τον ανθρώπινο οργανισμό λόγω του ότι προωθεί την ανάπτυξη και

διατηρεί τη λειτουργία του ανοσοποιητικού μας συστήματος. Οι ημερήσιες ανάγκες του Ψευδάργυρου για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι 10mg ανά εικοσιτετράωρο.

- **Μαγγάνιο**

Το Μαγγάνιο είναι εξίσου σημαντικό για τον άνθρωπο, αφού συμβάλλει στην αύξηση των οστών και των τενόντων. Κατέχει σπουδαίο ρόλο ως ενεργοποιητής της πυροσταφιλικής καρβοξυλάσης και διαφόρων ενζύμων (αργινάση, αμινοπεπτιδάση, αλκαλική φωσφατάση, λεκιθινάση κ.α.) των οποίων η δράση είναι απολύτως απαραίτητη για τη σωστή ρύθμιση και λειτουργία ολόκληρου του οργανισμού.

2.1.8 Βιταμίνες

Το μαρούλι είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικές ουσίες όπως το ασκορβικό οξύ και τα φλαβονοειδή, που έχουν ευεργετική δράση στον άνθρωπο. ⁽³⁾ Αντιοξειδωτικές ουσίες είναι ουσίες (μόρια) οι οποίες επιβραδύνουν ή εμποδίζουν την οξείδωση άλλων μορίων.⁽⁴⁾ Οξείδωση είναι μια χημική αντίδραση η οποία ουσιαστικά μεταφέρει ηλεκτρόδια από μια ουσία σε ένα οξειδωτικό μέσο. Αυτές οι χημικές αντιδράσεις δημιουργούν ελεύθερες ρίζες οι οποίες ξεκινούν αλυσιδωτές αντιδράσεις, που οδηγούν στην καταστροφή των κυττάρων μας, συμπεριλαμβανομένου και του γενετικού υλικού των κυττάρων. Αυτή η καταστροφή του γενετικού υλικού μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία καρκινικών κυττάρων και κατ' επέκταση καρκίνου. Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών ουσιών είναι συγκεκριμένα η ουδετεροποίηση αυτών των αλυσιδωτών αντιδράσεων ή και η καταστολή αυτών εξ' αρχής. Τα αντιοξειδωτικά παρέχουν προστασία από πολλές ασθένειες, μεταξύ αυτών και πολλές μορφές καρκίνου. Επίσης εμποδίζουν τη δράση των ενεργών μορφών οξυγόνου και προστατεύουν τα κύτταρα από την οξειδωτική καταπόνηση.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

2.1.8.1 Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή είναι μία κατηγορία φυσικών χρωστικών που σύμφωνα με τη δομή τους μοιάζουν με τις ανθοκυανίνες, μια άλλη κατηγορία κοκκινωπών υδατοδιαλυτών φυσικών χρωστικών. Υπάρχουν έξι μεγάλες ομάδες φυσικών χρωστικών στα τρόφιμα: οι αίμες, οι ανθοκυανίνες, τα καροτενοειδή, οι βεταλαίνες, οι χλωροφύλλες και οι ανθοξανθίνες ή αλλιώς φλαβονοειδή. Τα φλαβονοειδή έχουν κιτρινωπό χρώμα και χωρίζονται σε πολλές ομάδες όπως οι φλαβονόνες, οι φλαβανόνες,

ισοφλαβόνες , αουρόνες και καλκόνες, ενώ κάθε κατηγορία χωρίζεται σε άλλες μικρότερες ομάδες όπως για παράδειγμα η κερκετίνη και καιμπερόλη που ανήκουν στις φλαβονόλες. Μία από τις πιο σημαντικές ιδιότητες πέραν των γλυκαντικών ιδιοτήτων που έχουν κάποιες συγκεκριμένες κατηγορίες φλαβονοειδών, είναι οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες in vivo που προστατεύουν από αρτηριακές και εκφυλιστικές ασθένειες καθώς και καρκινογενέσεις. Κατά τον κανονικό μεταβολισμό του ανθρώπινου σώματος γεννώνται οι λεγόμενες ελεύθερες ρίζες οξυγόνου, που μετατρέπονται σε ενεργά συστατικά που βλάπτουν το DNA, τους υδατάνθρακες , τα λιπίδια και τις πρωτεΐνες. Όπως προαναφέρθηκε (Παράγραφος 2.1.8) οι αντιοξειδωτικές ικανότητες των φλαβονοειδών εμποδίζουν τις ελεύθερες ρίζες που δημιουργούνται στο να βλάψουν τον οργανισμό μας.⁽⁷⁾

2.2 Τύποι Μαρουλιών

Τα μαρούλια χωρίζονται σε τέσσερις τύπους μαρουλιού εκ τους οποίους κάθε τύπος χωρίζεται και σε διάφορες ποικιλίες. Φυσικά, όλες οι ποικιλίες και τύποι μαρουλιών προέρχονται από το άγριο είδος *Lactuca Scariola* για το οποίο υπάρχουν αναφορές ότι καλλιεργείται στην Μεσόγειο από τα πολύ παλιά χρόνια. Οι τέσσερις τύποι μαρουλιού είναι, ο τύπος μαρουλιού Romaine, ο τύπος Iceberg, ο Butterhead και ο Loose-leaf. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφέρουμε ότι η πιο διαδεδομένη ποικιλία μαρουλιών που καλλιεργείται στην Ελλάδα είναι η Paris Island Cos του τύπου μαρουλιών Romaine. Τα μαρούλια μπορούν να καλλιεργηθούν συμβατικά δηλαδή στο έδαφος ή σε θερμοκήπια . Τα μαρούλια σπέρνονται από τον Μάρτη ως τον Αύγουστο όσο αφορά τις καλοκαιρινές ποικιλίες, ενώ οι χειμερινές από Αύγουστο έως Σεπτέμβρη και θεωρείται ότι είναι φυτό μακράς ημέρας. Το μαρούλι θα μπορούσε κάποιος να πει ότι αξίζει τον τίτλο του “βασιλιά” των λαχανικών αφού ανάμεσα στα άλλα λαχανικά έχει την πρώτη θέση μέσα στην διατροφή των ανθρώπων.⁽⁸⁾



PARIS ISLAND COS του τύπου μαρουλιών ROMAINE

2.3 Λίπανση Μαρουλιών

Η χρήση μεγάλων ποσοτήτων χημικών λιπασμάτων και ειδικότερα των αζωτούχων λιπασμάτων είναι αποτέλεσμα της δίψας των γεωργών για αυξημένη παραγωγή και υψηλότερες αποδόσεις στον τομέα της γεωργικής καλλιέργειας. Σαν συνέπεια είναι η επιβάρυνση όμως των υπογείων υδάτων με νιτρικά άλατα καθώς και πιθανή συσσώρευση νιτρικών αλάτων στα φυλλώδη λαχανικά και γενικότερα στα φυτά σε υψηλά επίπεδα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων στον ανθρώπινο οργανισμό. Τις τελευταίες δεκαετίες γίνονται έρευνες για τα νιτρικά με σκοπό να βρεθούν οι πιθανές επιπτώσεις για την υγεία των ανθρώπων αλλά και των ζώων από την κατανάλωση φυτών με υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών. Απώτερος στόχος είναι ο καθορισμός

ανώτερων επιπέδων ασφαλείας για φυτά που καταναλώνονται από ανθρώπους και ζώα σε μεγάλες ποσότητες, καθώς και η καθιέρωση παγκόσμιων ανώτατων τιμών ανοχής για κάθε λαχανικό με την προσεγμένη παρακολούθηση των επιπέδων συσσώρευσης νιτρικών. Έχει θεσπιστεί επίσης από αρκετά κράτη μέλη, η καθιέρωση κοινών μεθόδων προσδιορισμού της συγκέντρωσης των νιτρικών στα φυτά και στο νερό. Είναι υψίστης σημασίας και τεράστιου ενδιαφέροντος άλλωστε, ο καθορισμός των παραγόντων που συμβάλλουν στη συσσώρευση νιτρικών στα φυτά και στους υδροφόρους ορίζοντες, γεγονός που απασχολεί πολλές ερευνητικές ομάδες ανά τον κόσμο.

3. ΣΚΟΠΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο θεωρητικό μέρος της παρούσας πτυχιακής εργασίας, πραγματοποιείται μια ανασκόπηση του θέματος της συσσώρευσης νιτρικών στα φυτά καθώς και στους παράγοντες που συμβάλλουν σε αυτό. Πραγματοποιείται επίσης αναφορά στις πιθανές επιπτώσεις που ενδέχεται να έχει στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων, η παρουσία νιτρικών, καθώς και ο σχηματισμός των αποδεδειγμένα καρκινογόνων, νιτροζαμινών. Στο πειραματικό κομμάτι της πτυχιακής παρουσιάζονται αποτελέσματα από την ανίχνευση της συγκέντρωσης νιτρικών σε μαρούλια. Τα αποτελέσματα λήφθηκαν στο χώρο του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης, στο εργαστήριο αναλυτικής χημείας του καθηγητή κ. Νικολάου Χανιωτάκη. Η μέθοδος μέτρησης των νιτρικών ιόντων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση επιλεκτικού ηλεκτροδίου ιόντων σε θρεπτικό διάλυμα υδροπονίας (επίσημη μέθοδος προσδιορισμού νιτρικών σε φυλλώδη λαχανικά στην Ε.Ε.).

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Για να αναπτυχθεί ένα φυτό έως και την ολοκλήρωσή του απαραίτητη προϋπόθεση είναι κάποιες οργανικές ουσίες, όπως οι υδατάνθρακες, τα λίπη, οι πρωτεΐνες, τα αμινοξέα κ.α. Τα φυτά μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται φωτοσύνθεση από το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό έχουν την δυνατότητα να συνθέσουν από μόνα τους, τους υδατάνθρακες δηλαδή σάκχαρα και άμυλα τα οποία θα παίξουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξή τους αφού είναι και η πρώτη πηγή ενέργειας, ή αλλιώς η “τροφή” των φυτών. Στην συνέχεια τα φυτά έχουν την δυνατότητα αφού χρησιμοποιήσουν και άλλα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, τα οποία παίρνουν από το έδαφος, να συνθέσουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται. Τα θρεπτικά αυτά στοιχεία που θα πάρουν από το έδαφος είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλλιο, το ασβέστιο, το θείο και το μαγνήσιο τα οποία χρειάζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες, καθώς και το βόριο, ο ψευδάργυρος, το μαγγάνιο, ο σίδηρος, ο χαλκός το μολυβδαίνιο και το χλώριο που χρειάζονται σε μικρότερες ποσότητες, για αυτό το λόγο χωρίζονται σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά αντίστοιχα. Αυτό σε συνδυασμό με τις απαραίτητες ευνοϊκές συνθήκες του περιβάλλοντος θα καθορίσουν την πορεία ανάπτυξης του φυτού. Όταν ένα ή περισσότερα από αυτά τα θρεπτικά στοιχεία είναι σε έλλειψη ή όταν υπάρξει μεταβολή κάποιου εξωτερικού παράγοντα στις συνθήκες του περιβάλλοντος τότε η ανάπτυξη του φυτού θα σταματήσει ή η εμφάνιση του φυτού θα αρχίσει να παρουσιάζει αλλαγές.⁽⁹⁾

Οι συνθήκες του περιβάλλοντος που απαιτούνται για την ανάπτυξη των φυτών περιλαμβάνουν:

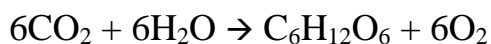
Το έδαφος, την ηλιακή ενέργεια, την θερμοκρασία, την υγρασία, την σύνθεση της ατμόσφαιρας, την αντίδραση του εδάφους, τους βιολογικούς παράγοντες και τον εφοδιασμό με τα θρεπτικά συστατικά τα οποία προαναφέρθηκαν.

- Το μέσο έδαφος αποτελείται από τέσσερα είδη συστατικών, 5% οργανική ουσία, 25% νερό, 25% αέρας και 45% ανόργανα συστατικά. Η μηχανική σύσταση είναι η εκατοστιαία περιεκτικότητα ενός εδάφους στις κατηγορίες κλασμάτων. Αυτές οι κατηγορίες κλασμάτων χωρίζονται σε άμμο (χονδρή-λεπτή), σε ύλη και σε άργιλο. Αυτή η σύσταση του εδάφους καθώς επίσης και ο τρόπος που το έδαφος δομείται με τα

κλάσματα αυτά, αποτελεί σημαντικό κομμάτι αφού σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται στον αέρα του εδάφους καθώς και με την ανάλογη πίεση του οξυγόνου που χρειάζεται η επιφάνεια των ριζών του φυτού. Επίσης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διέλευση των θρεπτικών συστατικών για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών.⁽¹⁰⁾

- Πέρα από τον αέρα του εδάφους σημαντικός παράγοντας είναι και η σύνθεση της ατμόσφαιρας. Τα σημαντικότερα αέρια που περιέχονται στον αέρα για την θρέψη των φυτών είναι το Άζωτο με περιεκτικότητα περίπου 78% , το οξυγόνο με περιεκτικότητα περίπου 21%, το θείο και το Διοξείδιο του Άνθρακα σε πολύ μικρότερες ποσότητες εξίσου όμως απαραίτητες. Άλλα αέρια που περιέχονται στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι το αργό, νέο, ήλιο, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου, διοξείδιο του θείου, όζον, ξένο και υδρογόνο.

- Τα φυτά ονομάζονται αυτότροφοι οργανισμοί διότι ανάμεσα στους υπόλοιπους οργανισμούς έχουν την δυνατότητα να παίρνουν διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα και νερό από το έδαφος ενώ ταυτόχρονα “παγιδεύουν” την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπουν σε χημική. Η ηλιακή ενέργεια πυροδοτεί μία σειρά χημικών αντιδράσεων με αποτέλεσμα την παραγωγή οξυγόνου και σακχάρων. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται φωτοσύνθεση κατά το οποίο εκτελείται η πιο κάτω αντίδραση:



Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη για τα φυτά αφού διασπών γρήγορα τα παραγόμενα σάκχαρα, που είναι στην ουσία το καύσιμο που θα τους δώσει την απαραίτητη ενέργεια για να ζήσουν. Η χρήση των σακχάρων ως καύσιμα ονομάζεται αναπνοή η οποία παρουσιάζεται με την αντίδραση:



- Ωστόσο, μόνο το 10% περίπου της ηλιακής ενέργειας που έρχεται σε επαφή με ένα κύτταρο ή ένα φύλλο μετατρέπεται σε αποθηκευμένη χημική ενέργεια και είναι υπέρ αρκετό να διατηρήσει τον οργανισμό στη ζωή.

- Οι θερμοκρασίες που ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών κυμαίνονται από τους 5 °C έως τους 25°C. Σε αυτές τις θερμοκρασίες επηρεάζονται θετικά τα φαινόμενα της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής και παράλληλα δεν καταστρέφονται οι φυτικοί ιστοί.

- Η υγρασία στα φυτά δηλαδή το νερό, είναι μία από τις σημαντικότερες συνθήκες του περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και επιβίωση των φυτών. Το νερό είναι απαραίτητο για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι από τα κύτταρα αφού πάνω από το 90% της μάζας τους αποτελείται από αυτό. Το νερό μέσα αλλά και έξω από το φυτό παίζει τον ρόλο του μεταφορικού μέσου αφού εάν δεν υπήρχε το νερό δεν θα ήταν δυνατή η διακίνηση των θρεπτικών συστατικών από το έδαφος στις ρίζες και από εκεί στα φύλλα και από τα φύλλα προς τις ρίζες για την θρέψη τους, από τα προϊόντα που παράγονται στα φύλλα όπως τα πολύτιμα σάκχαρα. Επίσης το νερό πέραν από την διάλυση και την μετακίνηση των θρεπτικών συστατικών μέσα στο φυτό, συμβάλλει και στην καλύτερη χρησιμοποίησή τους. Βοηθάει ακόμα και στην απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα στους ιστούς του φυτού και επίσης ξεπλένει το φυτό βοηθώντας το να αναπνεύσει, το αναζωογονεί και μερικές φορές το προστατεύει από τις υψηλές θερμοκρασίες και την πολύ έντονη ακτινοβολία του ήλιου.
- Τέλος το pH του εδάφους που βοηθά στην αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών αλλά και στην ανάπτυξη μικροοργανισμών, είτε απαραίτητων για την ανάπτυξη των φυτών είτε αυτών που προκαλούν ασθένειες, μαζί με την φροντίδα που θα τους παρέχει ο άνθρωπος είναι ο τελευταίος παράγοντας για την ολοκλήρωση των απαραίτητων συνθηκών του περιβάλλοντος.⁽¹¹⁾

Άζωτο

Είναι γνωστό ότι το άζωτο αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του ατμοσφαιρικού μας αέρα με ποσοστό περίπου 78% και είναι απαραίτητο για την ζωή αφού αποτελεί βασικό συστατικό των δομικών συστατικών των πρωτεϊνών δηλαδή των αμινοξέων και των νουκλεϊνικών οξέων.

Το Άζωτο έχει ζωτικό ρόλο στα φυτά ο οποίος οφείλεται στο ότι:

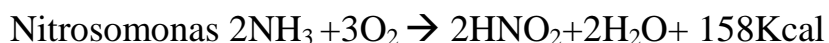
- Αποτελεί δομικό συστατικό του μορίου της χλωροφύλλης
- Είναι απαραίτητος παράγοντας για την αξιοποίηση των υδατανθράκων
- Αποτελεί συστατικό των ενζύμων

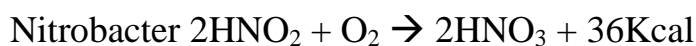
- Είναι σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης και λειτουργίας των φυτών
- Ευνοεί την πρόσληψη και αξιοποίηση άλλων θρεπτικών στοιχείων.⁽¹²⁾

Αν και άφθονο, το άζωτο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά εκτός από ένα μικρό μέρος του συνολικού αζώτου της ατμόσφαιρας.

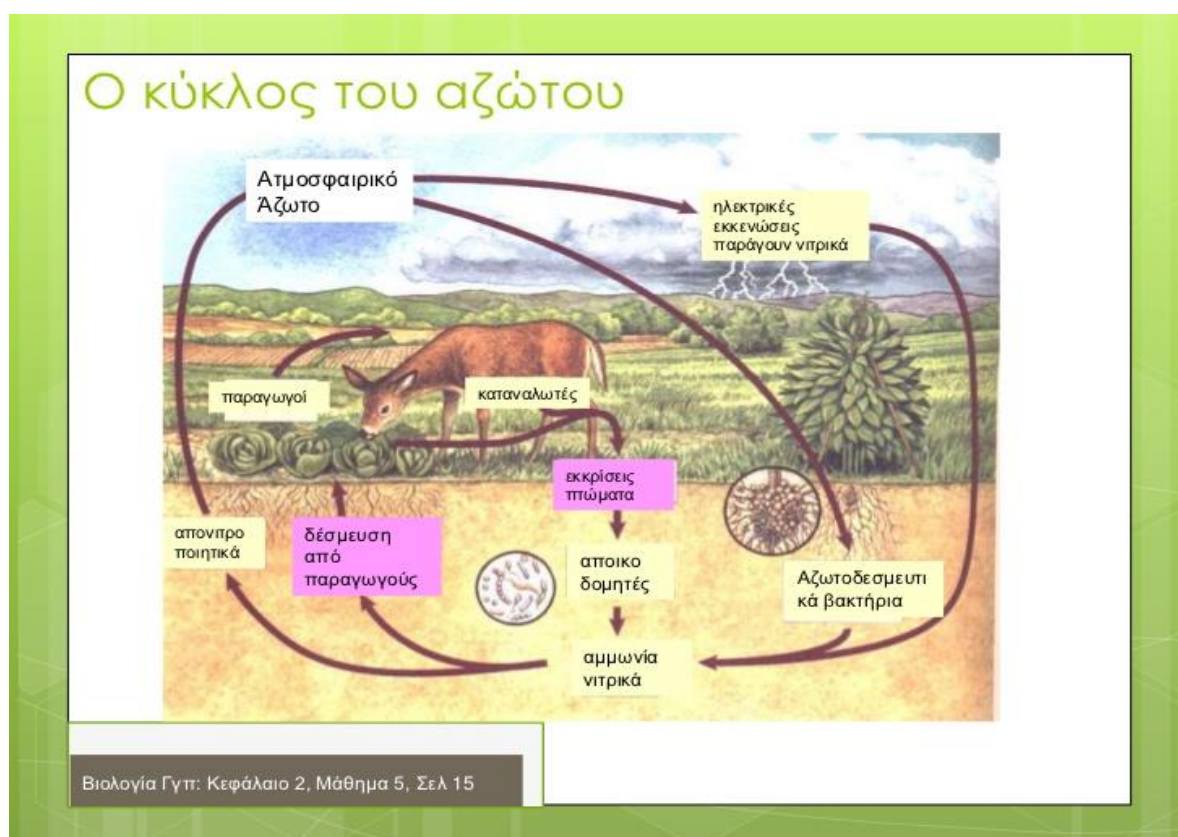
Φυσικά για να γίνει αυτό, το πρώτο στάδιο είναι η δέσμευση του αζώτου, η σημαντικότερη διεργασία με την οποία το «άχρηστο» για τα φυτά ανόργανο άζωτο της ατμόσφαιρας δεσμεύεται και μετατρέπεται σε οργανικό. Η δέσμευση αυτή γίνεται κυρίως από βακτήρια τα οποία ζουν συμβιωτικά με τα ψυχανθή σχηματίζοντας φυμάτια στις ρίζες των ψυχανθών (τα βακτήρια αυτά ανήκουν στο είδος *Rhizobium*). Φυσικά υπάρχουν και μη συμβιωτικοί οργανισμοί που δεσμεύουν N όπως τα κυανοπράσινα φίκοι και τα φωτοσυνθετικά βακτήρια , ενώ εκτός από την βιολογική δέσμευση , ένα μέρος του ατμοσφαιρικού αζώτου δεσμεύεται και από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις. Έτσι μετά την δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου από τους διάφορους μικροοργανισμούς, που αποτελεί και το πρώτο στάδιο της ανακύκλωσης του αζώτου στη φύση, το άζωτο πρέπει στην συνέχεια να μετατραπεί σε αφομοιώσιμο μετά από κάποιες φυτοχημικές διεργασίες ,όπου το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σε απλές αμμωνιακές ενώσεις από κάποιους ετερότροφους μικροοργανισμούς (βακτήρια και μύκητες) μέσα στο έδαφος. Αυτή η μετατροπή ονομάζεται αμωνοποίηση. Στην συνέχεια η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρώδη και τα νιτρώδη σε νιτρικά από δύο γένη βακτηρίων το *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* αντίστοιχα . Έτσι το αρχικό άζωτο μετατρέπεται εν τέλει σε νιτρικά ιόντα και η διαδικασία αυτή ονομάζεται νιτροποίηση.

Νιτροβακτήρια:





Η οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό είναι εντονότερη σε ακαλλιέργητα παρά σε καλλιεργημένα εδάφη.⁽¹¹⁾ Με αυτό τον τρόπο το άζωτο που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα μεταφέρεται στους ιστούς των φυτών και στην συνέχεια μέσω της τροφικής αλυσίδας του οικοσυστήματος και στους ιστούς των ζώων . Αυτή η κυκλική διαδικασία όπου το άζωτο μεταφέρεται με την μορφή αμμωνίας και νιτρικών στα φυτά , μετέπειτα στα ζώα, που και αυτά αποβάλλουν με την μορφή ουρίας η ουρικού οξέως ένα μέρος, αυτού του αζώτου ξανά πίσω στην Γή, ονομάζεται κύκλος του αζώτου.



5. ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Λίπασμα ορίζεται ως οποιαδήποτε προστιθέμενη ουσία στο έδαφος με περισσότερα από ένα θρεπτικά συστατικά με σκοπό την αύξηση των φυτών.⁽¹¹⁾

5.1 Αζωτούχα Λιπάσματα

Ο χρόνος τοποθέτησης των αζωτούχων λιπασμάτων χωρίζεται σε δύο φάσεις και είναι πριν και μετά την φύτευση. Πριν την φύτευση το ένα τρίτο της συνολικής ποσότητας του λιπάσματος χρησιμοποιείται αλλά υπό την αμμωνιακή μορφή ενώ τα υπόλοιπα δύο τρίτα υπό την νιτρική μορφή και κατά την ανάπτυξη των φυτών μετά δηλαδή την φύτευση σε μία η περισσότερες δόσεις.

Μερικά από τα κυριότερα αζωτούχα λιπάσματα είναι:

Θειϊκή αμμωνία $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: Συνιστάται σε ασβεστούχα εδάφη ενώ αποφεύγεται σε όξινα αφού μειώνει το PH λόγω των κατιόντων NH_4^+

Νιτρική αμμωνία NH_4NO_3 : Όπως και η θειϊκή προκαλεί ομοίως οξίνιση. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή υγρών λιπασμάτων και για τον εμπλουτισμό σε N των συνθετών λιπασμάτων.

Ασβεστούχος Νιτρική Αμμωνία: Προκύπτει από την νιτρική αμμωνία με προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου. Η οξύτητα σε αυτή την περίπτωση δεν επηρεάζεται λόγω του ασβεστόλιθου που περιέχει.

Νιτρικό Νάτριο NaNO_3 : Στο έδαφος εξουδετερώνει την οξύτητα και η χρήση του πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή καθώς το νάτριο που περιέχει καταστρέφει την δομή του εδάφους και δημιουργεί κρούστα στην επιφάνια του εδάφους.

Νιτρικό ασβέστιο $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: Ένα πολύ υγροσκοπικό λίπασμα με αλκαλική επίδραση στο έδαφος. Η χρησιμοποίησή του συνηθίζεται στις μη ασβεστούχες περιοχές καθώς προσλαμβάνεται περισσότερο από τα φυτά σε περιόδους ξηρασίας

Ουρία $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$: Ένα πολύ ευδιάλυτο οργανικό λίπασμα. Στο έδαφος διασπάται υπό την επίδραση της ουρεάσης σε διοξείδιο του άνθρακα και αμμωνία.

Τα λιπάσματα ανάλογα με την προέλευσή τους χωρίζονται σε οργανικά και ανόργανα.

5.2 Οργανικά Λιπάσματα

Τα οργανικά λιπάσματα προέρχονται από απορρίμματα και υπολείμματα της ζωικής και φυτικής παραγωγής καθώς και απορρίμματα της

βιομηχανικής επεξεργασίας των διαφόρων μέρων των φυτών και των ζώων. Τα λιπάσματα αυτά εμπλουτίζουν το έδαφος με οργανικές ουσίες που επιδρούν ευεργετικά στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους. Βελτιώνουν συνολικά τη σύνθεση του χώματος και αλλάζουν τα επίπεδα υγρασίας του. Τα οργανικά λιπάσματα μετά από μερικές χρήσεις δεν χρειάζεται η τόσο συχνή εφαρμογή τους για τον λόγο ότι έχουν πιο μόνιμα αποτελέσματα από τα ανόργανα λιπάσματα. Απελευθερώνουν στο χώμα τα θρεπτικά τους συστατικά με πολύ πιο αργό ρυθμό από τα ανόργανα λιπάσματα ενώ τα περισσότερα για να διαλυθούν και τα προσφέρουν τα θρεπτικά συστατικά χρειάζεται η παρουσία μικροοργανισμών η οποίοι θα μεσολαβήσουν στην διάλυσή τους. Τα πιο κοινά οργανικά λιπάσματα στην χώρα μας είναι η κόπρος , τα ούρα η χλωρή λίπανση και υπολείμματα φυτικής προέλευσης.

5.3 Ανόργανα λιπάσματα

Τα ανόργανα λιπάσματα είναι το άκρως αντίθετο από τα οργανικά. Είναι δηλαδή απλές χημικές ενώσεις παρασκευασμένες σε εργοστάσια που δεν έχουν να κάνουν με υπολείμματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Βρίσκονται στο εμπόριο με την μορφή υγρού , κοκκώδες και κρυσταλλικού λιπάσματος και το καθένα εξυπηρετεί σε διαφορετικές περιπτώσεις. Λόγο της σύστασης και της δομής τους διαφέρουν στον χρόνο διάλυσης τους και αφομοίωσης των θρεπτικών συστατικών . Επίσης διαφορές παρουσιάζουν και στο κόστος τους καθώς και στην εποχή χρησιμοποίησής τους. Για παράδειγμα τα κοκκώδη λιπάσματα είναι πιο φθηνά σε σύγκριση με τα κρυσταλλικά και τα υγρά λιπάσματα , δεν συνιστώνται όμως για χρήση τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ τα υγρά λιπάσματα αν και πιο ακριβά είναι ιδανικά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τα κρυσταλλικά λιπάσματα είναι πολύ πλούσια σε μικροστοιχεία και λόγω της άμεσης αφομοίωσης τους είναι ιδανικά σε περιπτώσεις που πρέπει να επέμβουμε γρήγορα για την αποτροπή καταστροφή κάποιου φυτού ή καλλιέργειας.

5.4 Νιτρικά λιπάσματα

Πέρα από τα λιπάσματα που έχουν ήδη αναφερθεί υπάρχουν και τα νιτρικά λιπάσματα.



Με τον όρο νιτρικά λιπάσματα εννοούμε το νιτρικό νάτριο NaNO_3 , το νιτρικό κάλιο KNO_3 , το νιτρικό ασβέστιο $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ και την ασβεστούχο νιτρική αμμωνία $\text{NH}_4\text{NO}_3 / \text{CaCO}_3$. Πιο διαδεδομένο από τα νιτρικά λιπάσματα είναι το νιτρικό νάτριο που χρησιμοποιείται ως ανοιξιάτικο επιφανειακό λίπασμα. Είναι ευδιάλυτο λίπασμα ενώ μπορεί να δημιουργήσει ελαφρά αλκαλικό περιβάλλον στο έδαφος.

Τα ιχνοστοιχεία είναι τα άκρως απαραίτητα εφόδια κάθε καλλιέργειας, καθώς εξασφαλίζουν όλα τα απαραίτητα μικροθρεπτικά στοιχεία αποτρέποντας πλήρως την εμφάνιση τροφοπενιών. Ένα μείγμα ιχνοστοιχείων είναι αυτό που θα ενισχύσει τα φυτά με όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται σε άμεση αφομοιώσιμη μορφή δίνοντας την ευκαιρία και στα φυτά να έχουν αυτή την σταθερή πηγή θρέψης για όλη την διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Έτσι δίνοντας αυτό το μείγμα ιχνοστοιχείων στα φυτά μας, επιταχύνουμε την ανάπτυξη και την θρέψη, ενισχύεται η άμυνα τους απέναντι στους εξωτερικούς παράγοντες και αυξάνεται η παραγωγικότητα των φυτών σε όλες τις καλλιέργειες.

Όπως προαναφέρθηκε τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα είναι χημικές ενώσεις που όπως φαίνετε και από τον χημικό τους τύπο, αποτελούνται από οξυγόνο και άζωτο NO_3^- και NO_2^- αντίστοιχα. Τα νιτρικά ιόντα μεταφέρονται μέσω της ρίζας στον βλαστό και αποθηκεύονται στα χυμοτόπια. Τα νιτρικά στα λαχανικά και στα φρούτα είναι ένα φυσικό συστατικό, όπως και στο πόσιμο νερό, ενώ χρήση έχουν και στο εμπόριο συνήθως σαν συντηρητικό στα κρέατα και στα ψάρια. Το γεγονός αυτό

αποτυπώνει το σημαντικό ρόλο των νιτρικών ιόντων τα οποία όταν κυμαίνονται μεταξύ των επιτρεπόμενων ορίων, είναι μάλιστα και αναγκαία. Τα νιτρώδη προέρχονται από τα νιτρικά αφού τα νιτρικά ιόντα παρουσία ενζύμων δημιουργούν τα νιτρώδη. Οι δύο αυτές ενώσεις μπορούν να συνδυαστούν με άλλες οργανικές και ανόργανες ενώσεις. Τα νιτρικά γενικά θεωρείται ότι αποθηκεύονται στα χυμοτόπια των φυτών αν και εφόσον δεν αναχθούν σε νιτρώδη άλατα και γι αυτό το λόγο τα χυμοτόπια θεωρούνται και οι δεξαμενές αποθήκευσης τους.⁽¹³⁾ Όσον αφορά την συσσώρευση των νιτρικών σε σχέση με τα μέρη των φυτών (ρίζες, στελέχη, φύλλα, άνθη) αν και λίγες οι δημοσιευμένες μελέτες, δείχνουν να συμφωνούν έχοντας τον κύριο λόγο τα στελέχη και στην συνέχεια τα φύλλα, οι ρίζες και τα άνθη. Επίσης υπάρχει και διαφορά στα τμήματα των στελεχών του φυτού εφόσον φαίνεται όσο πιο χαμηλά βρίσκονται τα τμήματα των στελεχών τόσο μεγαλύτερη συσσώρευση νιτρικών τείνουν να έχουν.⁽¹⁴⁾ Η συσσώρευση νιτρικών αυξάνει σε όλη την διάρκεια ανάπτυξης του φυτού αλλά κυρίως κατά το πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης του, οπότε συνοπτικά η συγκέντρωση νιτρικών διαφέρει στα διάφορα μέρη του φυτού καθώς εξαρτάται και από την ηλικία του φυτού. Τα φυτά λόγω του μεγάλου εύρους συγκεντρώσεων των ανόργανων στοιχείων στο έδαφος, έχουν αναπτύξει μηχανισμούς απορρόφησης, κατά τους οποίους, τα φυτά προσλαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά σύμφωνα με τις ανάγκες που έχουν για το συγκεκριμένο στοιχείο και όχι σύμφωνα με την περιεκτικότητά του στο ριζικό μέσο.⁽¹⁵⁾ Οι μηχανισμοί αυτοί αναπτύχθηκαν λόγω των σχετικά μικρών συγκεντρώσεων των ανόργανων στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος καθώς και των νιτρικών που είναι αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών.

Πέραν όμως από τον τρόπο αποθήκευσης των νιτρικών στα φυτά αλλά και το σημείο συσσώρευσής τους στο ίδιο το φυτό σημαντικό σημείο στην περαιτέρω διερεύνηση της πορείας των νιτρικών, είναι φυσικά και η αρχική τους συσσώρευση στο έδαφος. Εκεί από όπου τρέφονται και παράλληλα συσσωρεύουν τα νιτρικά ιόντα τα φυτά αλλά και μερικούς άλλους, εξίσου σημαντικούς παράγοντες.

6. Παράγοντες που σχετίζονται με τη συσσώρευση νιτρικών ιόντων στα φυτά

6.1 Έδαφος

Το έδαφος φαίνεται να επιδρά σημαντικά στην συσσώρευση των νιτρικών ιόντων στα φυτά, αφού έχει παρατηρηθεί ότι η συσσώρευση νιτρικών σε ίδια είδη φυτών, που όμως βρίσκονται σε διαφορετικά είδη εδαφών, διαφέρει σημαντικά. Βέβαια δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως εάν ο παράγοντας που επιδρά για αυτή την συσσώρευση είναι το έδαφος ή η γονιμότητα του εδάφους. Ακόμη βασικό ρόλο στην καταλληλότητα του εδάφους έχει και ο βαθμός αερισμού του. Ο βαθμός αερισμού του εδάφους σχετίζεται με την δράση των μικροοργανισμών του εδάφους και το ποσοστό διαθέσιμου αζώτου για τα φυτά.⁽¹⁴⁾

6.2 Ζιζανιοκτόνα

Σύμφωνα με τους Wright και Davison (1964) όταν ουσίες όπως τα ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιούνται σε μεγάλους αριθμούς καλλιεργειών και ζιζανίων επιδράσεις όπως η συσσώρευση νιτρικών στους φυτικούς ιστούς ίσως να είναι ένα από τα επακόλουθα. Αυτού του είδους χημικές επεμβάσεις προκαλούν βλάβες στα φυτά δημιουργώντας παράγοντα συσσώρευσης των νιτρικών όπως υποστηρίζουν οι Wolff και Wasserman (1972).⁽¹⁶⁾ Πάντως ακόμα ο ρόλος των ζιζανιοκτόνων σε σχέση με την συσσώρευση των νιτρικών δεν έχει ταυτιστεί θετικά πέραν των όλων ισχυρισμών.⁽¹⁶⁾

6.3 Φυτορυθμιστικές ουσίες

Ουσίες όπως αυτές έχουν σκοπό την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών οπότε παράλληλα επηρεάζουν και τις φυσιολογικές λειτουργίες αυτών. Το γιββερελικό οξύ (GA3) είναι μία από αυτές τις ουσίες η οποία εφαρμόζεται εξωγενώς σε φυλλώδη λαχανικά και αποσκοπεί στην αύξηση της παραγωγής καθώς και στην ελαχιστοποίηση του χρόνου τελειοποίησης του φυτού. Το γιββερελικό οξύ επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε νιτρικά. Σύμφωνα με μελέτη σε σπανάκι, βρέθηκε ότι εξαιτίας της εφαρμογής του γιββερελικού οξέος η συσσώρευση νιτρικών ήταν αυξημένη, καθώς η αύξηση αυτή ήταν σημαντικότερη σε φυτά που δεν είχαν δεχτεί νιτρική λίπανση⁽¹⁷⁾, ενώ σε παρόμοια μελέτη σε σέλινο βρέθηκε ότι ο συνδυασμός γιββερελικού και

νιτρικής λίπανσης αυξάνει την συσσώρευση νιτρικών ιόντων σημαντικά.
(18)

6.4 Θρεπτικά στοιχεία

Αύξηση των επιπέδων καλίου οδηγεί σε συσσώρευση νιτρικών όταν αυτά είναι σε υψηλά επίπεδα. Απαραίτητα όμως είναι και το μαγγάνιο αλλά και το μολυβδαίνιο αφού η έλλειψη τους ευνοεί επίσης την συσσώρευση νιτρικών.⁽¹⁶⁾ Τέλος υψηλές ποσότητες καλιούχου λίπανσης επιφέρουν ίδια περίπου αποτελέσματα με τα αζωτούχα λιπάσματα. Σύμφωνα με τον Cantliffe (1973)⁽¹⁹⁾ αυξημένες ποσότητες καλιούχου λίπανσης σε φυτά που αναπτύσσονται με μειωμένη ένταση φωτισμού έχουν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη συσσώρευση νιτρικών στους ιστούς τους. Οι παρατηρήσεις του έγιναν ειδικότερα σε ιστούς τεύτλων και σπανακιού που είχαν την περισσότερη συσσώρευση από άλλα είδη φυτών.

6.5 Συγκομιδή

Η συγκομιδή είναι ένα από τα τελικά σημεία πριν την κατανάλωση οπότε και ένα σημαντικό επίσης κομμάτι προς διερεύνηση στην συσσώρευση των νιτρικών. Η μέθοδος που θα πραγματοποιηθεί η συγκομιδή καθώς και οι διάφοροι χειρισμοί επηρεάζουν το ποσοστό διατήρησης των νιτρικών ιόντων μέσα στο φυτό. Αναγκαία είναι η προσεχτική επαφή με τα φυτά εφόσον, οποιαδήποτε καταστροφή των φύλλων θα μπορούσε να έχει ως συνέπεια την ενίσχυση της τοξικότητας της τροφής αφού θα αυξηθεί η συγκέντρωση των νιτρικών στα στελέχη. Επίσης μερικά από τα νιτρικά θα μπορούσαν να μετατραπούν σε νιτρώδη λόγω της μικροβιακής δραστηριότητας. Παράλληλα όμως τα νιτρικά και τα προϊόντα μετατροπής τους μπορούν να αποβάλλονται από την τροφή εν μέρει ή και εξ ολοκλήρου.⁽¹⁴⁾ Σύμφωνα με πειράματα σε μαρούλι που πραγματοποίησαν οι Scaife et al (1986)⁽²⁰⁾ η ώρα που θα γίνει η συγκομιδή διαδραματίζει τεράστιο παράγοντα της συσσώρευσης νιτρικών στα συγκεκριμένα φυτά. Σύμφωνα με το πείραμα, από το ίδιο μέρος συλλέχθηκαν φυτά διαφορετικές ώρες μέσα στη μέρα (η ώρα 9:00 και 11:15 το πρωί) έτσι παρατηρήθηκε η διαφορά στην συγκέντρωση νιτρικών στην κάθε περίπτωση. Στην πρώτη περίπτωση δηλαδή στις 9:00 η συγκέντρωση νιτρικών ήταν 1000mg/lit NO₃--N/L, ενώ στις 11:15 η συγκέντρωση νιτρικών ήταν 1700 mg/lit NO₃--N/L, πράγμα που φανερώνει ότι η συγκέντρωση είναι αντίστοιχη του χρόνου συγκομιδής,

περισσότερος χρόνος –περισσότερη συσσώρευση νιτρικών. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη συσσώρευση νιτρικών ιόντων στα φυτά, είναι βεβαίως και οι παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως είναι η θερμοκρασία το φώς και η υγρασία.

6.6 Υγρασία

Η υγρασία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην συσσώρευση νιτρικών αφού αρκετές διαδικασίες σχετιζόμενες άμεσα με την συσσώρευση νιτρικών εξαρτώνται από αυτή. Το άζωτο του εδάφους για να ελευθερωθεί απαιτεί μικροβιακή δραστηριότητα για την οποία απαραίτητη είναι η παρουσία υγρασίας. Στην συνέχεια τα θρεπτικά στοιχεία όπως και το άζωτο, από το έδαφος μεταφέρονται δια μέσου των ριζών του φυτού στα αγγεία του φυτού και από εκεί μέχρι το τελικό σημείο όπου θα αφομοιώσει το φυτό αυτά τα θρεπτικά συστατικά. Όλη αυτή η διαδικασία μεταφοράς του αζώτου από το εδαφικό διάλυμα στις ρίζες του φυτού, μετά στα αγγεία και μέσα στο φυτό έως το σημείο αφομοίωσης, θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί χωρίς το αναγκαίο συστατικό, την παρουσία υγρασίας η οποία βοηθά στην απορρόφηση και την μετακίνηση του αζώτου στο φυτό.⁽¹⁴⁾ Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι τα φυτά προσαρμόζονται στις περιπτώσεις συνεχούς ξηρασίας έχοντας έτσι περισσότερες πιθανότητες συσσώρευσης νιτρικών σε περιπτώσεις μιας βραχυχρόνιας από ότι μιας μακροχρόνιας ξηρασίας, τονίζοντας πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας της μειωμένης υγρασίας. Επικίνδυνα υψηλές ποσότητες συσσώρευσης νιτρικών σε ένα φυτό το οποίο βρισκόταν κάτω από καταστάσεις ξηρασίας, δημιουργούνται μετά από διέγερση της μικροβιακής απελευθέρωσης και την διαδικασία μεταφοράς νιτρικών λόγω βροχόπτωσης, αποδεικνύοντας έτσι ότι η μακροχρόνια ξηρασία τείνει να «απενεργοποιεί» τα φυτά και την συσσώρευση νιτρικών αντιθέτως με την βραχυχρόνια ξηρασία η οποία διεγείρει αυτή την διαδικασία συσσώρευσης.⁽²⁰⁾

6.7 Θερμοκρασία

Ο ρόλος της θερμοκρασίας στην συσσώρευση νιτρικών δεν είναι απόλυτα ξεκάθαρος και αρκετά αμφιλεγόμενος. Σύμφωνα με τους Wright and Davison (1964)⁽¹⁴⁾ η συσσώρευση νιτρικών σε χαμηλές θερμοκρασίες σχετίζεται με χαμηλό ρυθμό αφομοίωσης σε σχέση με την πρόσληψη N από το φυτό, την ίδια ώρα που οι Hicklenton et al (1987)⁽²²⁾

με πειράματα που πραγματοποιήσαν με μαρούλι βρήκαν να μην υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση της θερμοκρασίας μεταξύ της νύχτας και της μέρας.

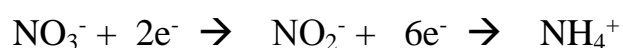
6.8 Φώς

Η διάρκεια, η ένταση και η ποιότητα του φωτός διαδραματίζουν σημαντικό παράγοντα στην διερεύνηση της συσσώρευσης των νιτρικών, με όλες τις μελέτες να συμφωνούν ότι μείωση της έντασης του φωτός έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση συσσώρευσης νιτρικών στα φυτά. Σύμφωνα με τους Grandstedt and Huffaker (1982)⁽²³⁾ περισσότερα νιτρικά συσσωρεύονται στο σκοτάδι παρά στο φώς και η περιεκτικότητα των νιτρικών τείνει να είναι μεγαλύτερη τις συννεφιασμένες μέρες όπου η φωτεινότητα είναι περιορισμένη. Επίσης αναφέρουν ότι στα χυμοτόπια υπάρχουν δύο δεξαμενές νιτρικών, μια αποθήκευσης και μια μεταβολισμού και η δουλειά του φωτός είναι η αναγωγή των νιτρικών από την πρώτη δεξαμενή στην άλλη. Αυτό το γεγονός της αύξησης της συσσώρευσης νιτρικού αζώτου όταν υπάρχει μειωμένη ένταση φωτός, πιθανώς να είναι αποτέλεσμα της ελάττωσης της δραστηριότητας της ρεδουκτάσης των νιτρικών. Όταν ικανοποιητικές ποσότητες νιτρικών είναι διαθέσιμες, ο βαθμός της δραστηριότητας της ρεδουκτάσης των νιτρικών ρυθμίζεται από το φως.⁽²⁴⁾ Έτσι φαίνεται ότι το φώς έχει έμμεση επίδραση στην συγκέντρωση νιτρικών, αφού ο έντονος φωτισμός συνεπάγεται αύξηση του ρυθμού αφομοίωσης νιτρικών μέσω της αύξησης της διαπερατότητας των ιστών και την διέγερση της ενζυμικής δραστηριότητας.

6.9 Ενζυμικά Συστήματα

Τα φυτά προσλαμβάνουν τα νιτρικά μέσω των ριζών τους τα οποία ανάγονται σε αμμωνία για να ενσωματωθούν στις αζωτούχες ενώσεις. Για την αναγωγή αυτή υπεύθυνα είναι δύο ενζυμικά συστήματα. Το σύστημα της ρεδουκτάσης των νιτρικών (NR) και το σύστημα της ρεδουκτάσης των νιτρικών (NiR) (Δροσόπουλος 1992). Δότες ηλεκτρονίων είναι ισχυρά αναγωγικά μέσα όπως το NAD(P)H + H⁺ και η φερρεδοξίνη. Το πρώτο ενζυμικό σύστημα (NR) απευθύνεται στην μετατροπή των νιτρικών ιόντων σε νιτρώδη ενώ το δεύτερο ενζυμικό σύστημα (NiR) την αναγωγή των νιτρικών ιόντων σε αμμωνία, αφού όμως προηγηθεί πρώτα οι μεταφορά των νιτρικών ιόντων στο

κυτόπλασμα των φυτών. Το ενζυμικό σύστημα της ρεδουκτάσης των νιτρικών ανάλογα με τον δότη ηλεκτρονίων που χρησιμοποιεί ως συνένζυμο μπορεί να χωριστεί σε δύο τύπους ενζύμου της (NR). Ο πρώτος τύπος ενζύμου της NR, χρησιμοποιεί σαν δότη ηλεκτρονίων την ανοιγμένη φερρεδοξίνη ενώ ο δεύτερος τύπος τα πυριδινονουκλεοτίδια $\text{NADH}^+ \text{H}^+$ και $\text{NADPH}^+ \text{H}^+$. Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την δραστηριότητα του ενζύμου, πέρα από τις ακραίες θερμοκρασίες που έχουν σαν αποτέλεσμα την υψηλή συγκέντρωση νιτρικών⁽²⁵⁾, είναι η συγκέντρωση μολυβδαινίου στους ιστούς των φυτών εφόσον η NR είναι η μόνη πρωτεΐνη των ανωτέρων φυτών που περιέχει αυτό το ιχνοστοιχείο.⁽²⁶⁾ Μέσω των ενζυμικών συστημάτων της ρεδουκτάσης των νιτρικών (NR) και της ρεδουκτάσης των νιτρωδών (NiR), τα νιτρικά ιόντα ανάγονται και σαν αποτέλεσμα αυτής της αναγωγής είναι ο σχηματισμός των τα αμμωνιακών ιόντων.



Ρεδουκτάση των νιτρικών Ρεδουκτάση των νιτρωδών

Αυτά τα αμμωνιακά ιόντα σύμφωνα με έρευνες παρεμποδίζουν την δράση του ενζυμικού συστήματος της NR, ενώ παρεμποδίζουν την απορρόφηση των νιτρικών ιόντων και όταν βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο περιβάλλον το οποίο αναπτύσσονται φυτά βρώμης και σιταριού. Ήδη οι παράγοντες που ευθύνονται για την συσσώρευση νιτρικών έχουν αναφερθεί πιο πάνω. Υπάρχουν όμως και οι παράγοντες που επιδρούν στην δραστηριότητα των ενζυμικών συστημάτων της NR και της NiR καθώς και την ικανότητα παροχής αζώτου στο κύτταρο, τα οποία έχουν άμεση σχέση με την αφομοίωση του αζώτου από το φυτό και κατ' επέκταση την αναγωγή του αζώτου από το φυτό.

Μερικοί παράγοντες είναι οι ίδιοι με αυτούς που αναφέρθηκαν στην συσσώρευση νιτρικών όπως το φως, κάποια θρεπτικά στοιχεία καθώς και κάποιες χημικές ουσίες που σκοπό έχουν την προστασία των φυτών από ζιζάνια και άλλα, ενώ κάποιοι άλλοι είναι οι αέριοι ρυπαντές, το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα.

7 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΖΥΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

7.1 Φώς

Το φώς έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην ρύθμιση των ενζυμικών συστημάτων εφόσον έχει τον ρόλο του διακόπτη όσο αφορά την ρύθμιση του ενζυμικού συστήματος της ρεδουκτάσης των νιτρικών. Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί το ένζυμο όταν αυτό (το φώς) υπάρχει ή όχι αντίστοιχα. Σαν αποτέλεσμα είναι η προσωρινή διακοπή της συσσώρευσης NO_2^- όταν το φώς απουσιάζει καθώς και η μετέπειτα συσσώρευση όταν το φώς επανέρχεται. Άλλωστε για την αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη απαραίτητη είναι η ενέργεια η οποία απουσιάζει σε συνθήκες σκότους.⁽²⁶⁾

7.2 Θρεπτικά στοιχεία (ιόντα Μαγνησίου –Ασβεστίου)

Τα ιόντα Μαγνησίου και τα ιόντα Ασβεστίου έχουν τον ρόλο του συμμάχου του φωτός αφού όταν το φώς απουσιάζει αυτά παρεμποδίζουν την λειτουργία της NR ενώ όταν υπάρχει φώς δεν παρεμποδίζουν το ένζυμο.

7.3 Δραστικές ουσίες

Τριαζίνες, Διαζίνες , Φαινόλες και Βενζονιτρίλια είναι μερικές ουσίες από τις οποίες περιέχονται στα ζιζανιοκτόνα και αναστέλλουν την δραστηριότητα της ρεδουκτάσης των νιτρικών.⁽²⁶⁾

7.4 CO₂

Σύμφωνα με πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, έλλειψη διοξειδίου του άνθρακα είχε σαν αποτέλεσμα μείωση της δραστηριότητας της ρεδουκτάσης των νιτρικών και επαναφορά της δραστηριότητας όταν το διοξείδιο του άνθρακα είναι πάλι σε φυσιολογικά επίπεδα.⁽²⁶⁾

7.5 Αέριοι ρυπαντές

Κάτι παρόμοιο με το διοξείδιο του άνθρακα έτσι και με τους αέριους ρυπαντές , με την διαφορά ότι οι αέριοι αυτοί ρυπαντές δεν μειώνουν απλά την δραστηριότητα του ενζύμου αλλά την αναστέλλουν αλλά η δραστηριότητα της NR επανέρχεται πάλι όταν οι ρύποι απομακρυνθούν.

7.6 Οξυγόνο

Σε περιπτώσεις όπου τα φυτά δεν αναπνέουν , υπάρχει δηλαδή έλλειψη οξυγόνου , η δραστηριότητα της NR γίνεται πολύ έντονη με αποτέλεσμα την συσσώρευση νιτρωδών στα φυτά. Όταν αυτό το φαινόμενο γίνεται

στις ρίζες του φυτού λόγω της ικανότητας των ριζών να αποβάλλουν τα νιτρώδη δεν υπάρχουν σοβαρές επιπτώσεις στο φυτό, σε αντίθεση όμως με τα φύλλα που σε κατάσταση ανοξίας ή συγκεντρώσεις των νιτρωδών που δημιουργούνται μπορεί να φτάσουν σε τοξικά επίπεδα για το φυτό.⁽²⁶⁾

7.7 Νιτρώδη

Τα τοξικά νιτρώδη ιόντα συχνά βρίσκονται παντού. Από τα λαχανικά στις καλλιέργειες μας ή σαν λαχανικό στο πιάτο μας , σαν συντηρητικά στα κρέατα και τα ψάρια και πολύ συχνά στο στομάχι μας . Τα νιτρώδη δημιουργούνται από την αναγωγή των νιτρικών ή από άλλες πηγές , πάντα με την βοήθεια του ενζύμου της ρεδουκτάσης των νιτρωδών που υπάρχει σε μεγάλο αριθμό παρασιτικών και σαπροφυτικών βακτηρίων.⁽²⁷⁾

Πιο συγκεκριμένα , τα νιτρικά μπορούν να αναχθούν σε νιτρώδη με διάφορους τρόπους όπως π.χ. την παρατεταμένη αποθήκευση νωπών και μη λαχανικών με περιεκτικότητα νιτρικών , ειδικά με λανθασμένους τρόπους αποθήκευσης, κατά τους οποίους , οι συνθήκες επιτρέπουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών που μπορούν να ανάγουν τα νιτρικά σε νιτρώδη. Επίσης άλλες περιπτώσεις αναγωγής των νιτρικών είναι κατά την βρώση . Κατά την βρώση το μικροβιακό περιβάλλον στο στομάχι κάποιον ζώων μπορεί να προκαλέσει την αναγωγή των νιτρικών, ενώ όσο αφορά τον άνθρωπο , απορροφούνται ταχύτατα χωρίς να διασπώνται. Φυσικά δεν ισχύει το ίδιο και για τους ανθρώπους με μη υγιή πεπτικό σύστημα εφόσον η επιβράδυνση της απορρόφησης που δημιουργείται λόγω των γαστρεντερικών διαταραχών, αυξάνει τις πιθανότητες αναγωγής των νιτρικών. Τέλος κάτι παρόμοιο συμβαίνει και με τα βρέφη από τεσσάρων μηνών και κάτω στα οποία η οξύτητα του γαστρικού τους σωλήνα είναι χαμηλή σε σχέση με έναν ενήλικα .Έτσι επιτρέπει σε κολοβακτηρίδια και κλωστρίδια που επιβιώνουν σε τέτοιες συνθήκες να διασπάσουν τα νιτρικά σε νιτρώδη. Τα βρέφη έχουν επίσης και αυξημένη συχνότητα πεπτικών ενοχλήσεων οι οποίες μπορούν να έχουν σαν αποτέλεσμα την διάσπαση νιτρικών από βακτήρια σε ανώτερα τμήματα του εντέρου.⁽¹⁶⁾

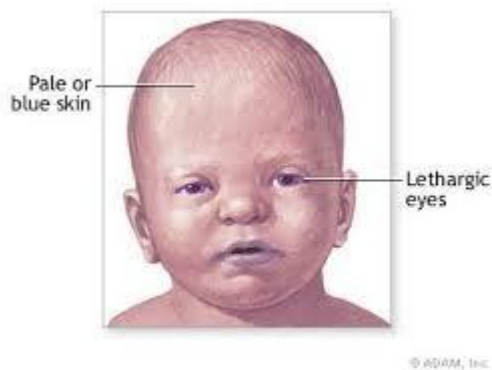
Η οδηγία 98/83/EK σαν παραμετρική τιμή για τα νιτρώδη ιόντα ορίζει τα 0,5 mg/L και τα κατατάσσει στον κατάλογο των χημικών παραμέτρων σημαντικών για την υγεία στο Παράρτημα 1 μέρος Β. Για τον λόγο ότι

στον ανθρώπινο οργανισμό τα νιτρικά έχουν την δυνατότητα να μετατραπούν σε νιτρώδη , σύμφωνα με την οδηγία 98/83/EK πρέπει να ελέγχεται το σύνολο και των δύο ιόντων, νιτρικών αλλά και νιτρωδών. (Διεθνής Νομοθεσία). Φυσικά η παρουσία νιτρωδών δεν είναι πάντα απαραίτητη εκεί όπου υπάρχουν τα νιτρικά αλλά και το αντίθετο, γεγονός που επαληθεύει την σημαντικότητα για περαιτέρω διερεύνηση και έλεγχο προς αποφυγή αυτών των ιόντων .

Ωστόσο αξίζει να αναφερθεί ότι και τα νιτρικά από μόνα τους είναι σε συγκεκριμένες ποσότητες επίσης τοξικά και μπορεί να προκαλέσουν οξεία αλλά και χρόνια τοξικότητα . Ως τοξικότητα σε μία ουσία ορίζεται η δόση σε मिलिग्रामμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους ικανή για να σκοτώσει το 50% των πειραματόζωων σε ένα πείραμα.⁽¹⁴⁾ Για τον λόγο αυτό η Ε.Ε. το 1995 θέσπισε ανώτατο επιτρεπτό όριο ημερήσιας κατανάλωσης νιτρικών ίσο με 3,65 mg/Kg σωματικού βάρους του λήπτη, το οποίο αντιστοιχεί σε 255,5 mg NO₃⁻ / N την ημέρα για ένα άτομο του οποίου το βάρος είναι 70 Kg⁽²⁸⁾, σύμφωνα με πειράματα που έγιναν , η θανατηφόρος δόση νιτρικού αζώτου που έχει οριστεί για έναν ενήλικα άνθρωπο κυμαίνεται μεταξύ 15-70 mg ανά κιλό σωματικού βάρους, ενώ η θανατηφόρος δόση των νιτρωδών είναι περίπου 20mg νιτρώδους αζώτου ανά κιλό σωματικού βάρους.⁽²¹⁾

7.8 Μεθαιμοσφαιριναιμία

Πολλά βρέφη τα οποία κατανάλωναν νιτρικά έχουν σχετιστεί με μια παθολογική κατάσταση , την λεγόμενη ιδιοπαθή κυάνωση που ευθύνεται για το φαινόμενο των "μπλε παιδιών". Αυτό το φαινόμενο ονομάστηκε έτσι γιατί όντος είναι ένα είδος κυάνωσης που δίνει ένα χαρακτηριστικό κυανό χρώμα στο σώμα των μωρών και συγκεκριμένα γύρω από το στόμα στα χέρια και στα πόδια, ενώ άλλο χαρακτηριστικό του συνδρόμου των μπλε μωρών είναι τα χαρακτηριστικά ληθαργικά μάτια.⁽¹²⁾ Αυτό γίνεται λόγω της έλλειψης ή ακόμα και της κακής λειτουργίας της ρεδουκτάσης της μεθαιμοσφαιρίνης.



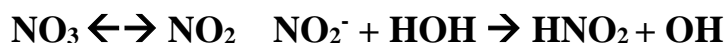
Παράλληλα όμως υπάρχει ακόμα ένα είδος κυάνωσης παρόμοιας περίπτωσης με την διαφορά ότι αυτή την φορά δεν ευθύνεται κάποιος ένζυμο. Όταν βρέφη καταναλώσουν νιτρικά και μέσω νερού ή κάποιας τροφής καταναλώσουν ταυτόχρονα και κάποιους οργανισμούς, λόγω του ότι η οξύτητα του στομάχου τους είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με έναν ενήλικα ή ένα μεγάλο παιδί, οι οργανισμοί αυτοί επιζούν και είναι ικανοί να ανάγουν τα νιτρικά σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη απορροφούνται ταχύτατα από το έντερο στο αίμα. Στην συνέχεια οξειδώνουν την αιμοσφαιρίνη σε μεθαιμοσφαιρίνη δημιουργώντας έτσι αυτή την μορφή κυάνωσης.⁽¹⁴⁾ Γενικότερα αυτά τα φαινόμενα κυάνωσης ονομάζονται μεθαιμοσφαιριναιμία. Κατά αυτή την παθολογική κατάσταση οξείας τοξικότητας από νιτρώδη, η αιμοσφαιρίνη οξειδώνεται μη αντιστρεπτά σε μεθαιμοσφαιρίνη σε ποσοστά γύρω στο 15 % της συνολικής αιμοσφαιρίνης με αποτέλεσμα την ανοξία και τον θάνατο των θηλαστικών. Η μεθαιμοσφαιρίνη είναι παράγωγο της αιμοσφαιρίνης. Όταν τα νιτρώδη ιόντα εισέρχονται στο αίμα μπορούν να οξειδώσουν τον δισθενή σίδηρο που περιέχεται στο μόριο της αιμοσφαιρίνης σε

υπεροξειδίο του σιδήρου (τρισθενή σίδηρο που περιέχει το μόριο της μεθαιμοσφαιρίνης) . Ο τρισθενής αυτός σίδηρος δεν μπορεί να αφομοιώσει και να μεταφέρει οξυγόνο . Σε φυσιολογικές συνθήκες η μεθαιμοσφαιρίνη αντικαθιστά την αιμοσφαιρίνη σε ποσοστά 1%- 4% σε υγιής ενήλικες και νεογέννητα βρέφη αντίστοιχα , αφού μέσω των ενζυμικών συστημάτων των ερυθροκύτταρων ανάγονται ξανά σε αιμοσφαιρίνη.⁽²¹⁾ Η βρεφική αιμοσφαιρίνη όμως μετατρέπεται πολύ πιο εύκολα σε μεθαιμοσφαιρίνη περισσότερο λόγο προσωρινής έλλειψης του ενζύμου των ερυθροκυττάρων και για αυτό τον λόγο είναι πιο ευάλωτα στην δηλητηρίαση από νιτρώδη και στην μεθαιμοσφαιριναιμία . Φυσικά υπάρχουν και κάποιες περιπτώσεις όπου υψηλό κίνδυνο διατρέχουν και ενήλικες οι οποίοι πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί στην έκθεσή τους σε νιτρικά και νιτρώδη. Τέτοιες ομάδες ενηλίκων είναι οι ενήλικες που έχουν γενετικά υψηλά επίπεδα μεθαιμοσφαιρίνης στο αίμα, που έχουν αναιμία και που εκτίθενται σε συνθήκες που αυξάνουν τα επίπεδα μεθαιμοσφαιρίνης , όπως επίδραση διαφόρων φαρμάκων και λόγω κληρονομικότητας ανεπάρκεια ενζυμικών συστημάτων.⁽²⁹⁾ Συμπτώματα τα οποία μπορεί να παρουσιάσει κάποιος σε περιπτώσεις μεθαιμοσφαιριναιμίας σύμφωνα πάντα και με το πόσο σοβαρή είναι η κατάσταση που βρίσκεται είναι η χαρακτηριστική κυανή απόχρωση, οι πονοκέφαλοι, η κούραση, η ζάλη, η αδυναμία , η ταχυκαρδία, η δύσπνοια , ο λήθαργος , η όξυνση, η αρρυθμία, το κώμα, οι σπασμοί, η βραδυκαρδία, η υποξία, η ανακοπή και τέλος ο θάνατος.

7.9 Νιτροζαμίνες

Τα νιτρικά ιόντα όπως αναφέρθηκε ήδη έχουν την δυνατότητα κάτω από κάποιες συνθήκες να ανάγονται σε νιτρώδη ιόντα. Αυτά τα νιτρώδη ιόντα με τη σειρά τους μπορούν να αντιδράσουν στο στομάχι *in vitro* και κάτω από το σταθερό PH των υγρών του στομάχου να δημιουργήσουν κάποιες ενώσεις με τις λεγόμενες δευτεροταγείς αμίνες καθώς και με μεταβολικά προϊόντα που προκύπτουν από την υδρόλυση των πρωτεϊνών, όμοια με τις δευτεροταγής αμίνες. Οι δευτεροταγείς αμίνες είναι οι πρόδρομες ουσίες των νιτροζαμινών, τις ουσίες που δημιουργούνται από αυτή την αντίδραση με τα νιτρώδη ιόντα.⁽²⁷⁾

(Αντίδραση σχηματισμού νιτραζαμίνης από νιτρικό ιόν)



Τα τρία στάδια μετατροπής του νιτρώδους νατρίου σε νιτροζαμίνες όπως συμβαίνει μέσα στο στομάχι μας.

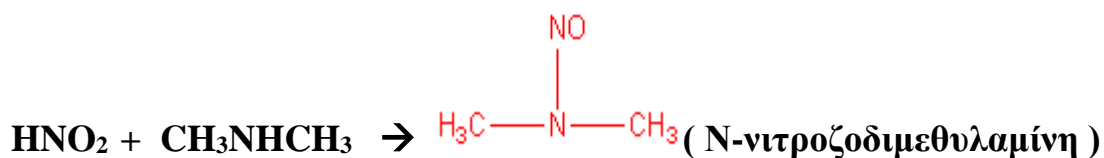
Νιτρώδες Νάτριο νερό Νιτρώδη ιόντα



Νιτρώδη Ανιόντα υδροχλωρικό οξύ του στομάχου Νιτρώδης Οξύ

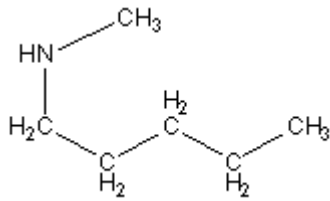


Στο τελευταίο στάδιο το νιτρώδες οξύ αντιδρά με αμίνες για να σχηματίσει τις νιτροζαμίνες.(διμεθυλαμίνη → N-νιτροζοδιμεθυλαμίνη)



Οι αμίνες είναι οργανικές αζωτούχες ενώσεις που περιέχουν ως κύρια χαρακτηριστική ομάδα τουλάχιστον μια αμινομάδα (NH₂ ή -NH- ή N-). Οι αμίνες διακρίνονται σε πρωτοταγής, δευτεροταγής και τριτοταγής αναλόγως των πόσων υδρογόνων της αμμωνίας αντικαθιστούνται από υδροκαρβοξήλια. Οπότε συμπερασματικά όσον αφορά τις δευτεροταγής αμίνες που αντιδρούν με τα νιτρώδη ιόντα για τον σχηματισμό των νιτροζαμινών, είναι στην ουσία αζωτούχες οργανικές ενώσεις με δύο άτομα υδρογόνου που έχουν αντικατασταθεί από δύο ανθρακούχες ομάδες.

Ουσίες που δημιουργούν αυτές τις ενώσεις με τα νιτρικά μπορεί να είναι η πυρρολιδίνη και η πιπεριδίνη (δευτεροταγής αμίνες), πολλοί παράγοντες γεύσης προϊόντα των δευτεροταγών αμινών όπως τις αρωματικές ουσίες του ψωμιού και του κρέατος καθώς και ελεύθερα αμινοξέα προερχόμενα από την πυρόλυση και το μαγείρεμα των πρωτεϊνούχων τροφών όπως είναι και η προλίνη.⁽²⁷⁾



(δευτεροταγής αμίνη ή 1-μέθυλο-αμινοπεντάνιο κατά IUPAC)

Μετά από μακροχρόνιες μελέτες με πειραματόζωα στο εργαστήριο , καθώς και με συμπεράσματα μέσω περιστατικών στην καθημερινή ζωή είναι πια γεγονός ότι οι νιτροζαμίνες είναι βλαβερές ουσίες για την υγεία του ανθρώπου και των υπολοίπων θηλαστικών. Αποδεδειγμένα οι ουσίες αυτές προκαλούν αύξηση της συχνότητας των μεταλλάξεων στα ανθρώπινα λεμφοκύτταρα, αποβολές βρεφών , μεταλλάξεις και γενετικές ανωμαλίες , τέλος αυξημένη συχνότητα λεμφώματος και καρκίνο.⁽¹²⁾

Σύμφωνα με μελέτες στην Β.Α. Ινδιάννα μεταξύ των ετών 1991-1993 αποβολές εμβρύων από τρεις γυναίκες σχετιζονταν με την κατανάλωση νερού υψηλής συγκέντρωσης νιτροδών, ενώ σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Iowa πληθυσμός γυναικών πάνω από 20000 βρέθηκαν με αυξημένη συχνότητα καρκίνου της ουροδόχου κύστης (>2,83) επίσης λόγω κατανάλωσης νερού υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών (>2,46 mg NO₃ l⁻¹), σε σύγκριση με άλλη ομάδα που κατανάλωναν νερό χαμηλής συγκέντρωσης νιτρικών (0,36 mg NO₃ l⁻¹). Τέλος ομάδα ανθρώπων το 1996 στην Ολλανδία που κατανάλωνε υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών στο πόσιμο νερό παρουσίασαν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών και νιτροδών στα σάλια και στα ούρα ενώ στα ούρα βρέθηκαν και υψηλές συγκεντρώσεις νιτροζαμινών.

Όπως είναι φανερό οι συγκεντρώσεις νιτρικών και νιτροδών στο στομάχι των ανθρώπων αλλά και των ζώων καθώς και η παρουσία τους σε ποτάμια , λίμνες , θερμοκήπια κ.τ.λ. είναι ένα τεράστιο πρόβλημα για την υγεία ολόκληρου του οικοσυστήματος. Για αυτό το λόγο πρέπει η προσπάθεια που γίνεται προς αποφυγή αυτών των ουσιών να συνεχίσει και στην πορεία να συμβάλουν όλο και περισσότεροι στην επίλυση αυτού του προβλήματος αφού με τις διαστάσεις που πήρε το θέμα αυτό , μας αφορά όλους . Όσο αφορά τα λαχανικά μιας και είναι η κύρια πηγή νιτρικών για τον άνθρωπο υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους θα μειωθούν τα νιτρικά σημαντικά, όπως με την χρήση ποικιλιών που

συσσωρεύουν χαμηλές ποσότητες νιτρικών, την υδροπονική καλλιέργεια ακόμα και την βιολογική καλλιέργεια των λαχανικών. Ακόμα οι γεωργοί θα μπορούσαν να καλλιεργούν ελεγχόμενα πάντα την κατάλληλη εποχή και η συγκομιδή να γίνεται τον κατάλληλο χρόνο. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να μειωθούν τα νιτρικά όμως εξαρτάται δυστυχώς από τους ανθρώπους που είναι πιο κοντά στο θέμα και που θα πρέπει να ενδιαφερθούν και να ευαισθητοποιηθούν για το θέμα. Αν αυτό δεν πραγματοποιηθεί, οι απλοί καταναλωτές θα συνεχίζουν να μένουν εκτεθειμένοι με τα μόνα μέτρα προστασίας, την αγορά εγχώριων φυλλώδη λαχανικών (εφόσον η χώρα μας έχει κλιματολογικά έχει καλύτερες συνθήκες καλλιέργειας με μειωμένα νιτρικά σε σύγκριση με άλλες χώρες), το ξεφλούδισμα λαχανικών όπως το αγγούρι και τα μαρούλια εφόσον στα εξωτερικά φύλλα συναντώνται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις νιτρικών, αγοράζοντας βιολογικά φυλλώδη λαχανικά και τέλος με την μελέτη και εξοικείωση γύρω από το θέμα των νιτρικών ιόντων.

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο Τμήμα Χημείας του πανεπιστημίου Κρήτης, στο εργαστήριο αναλυτικής χημείας του καθηγητή κ. Νικολάου Χανιωτάκη.

Αρχικά έγινε συλλογή διαφόρων δειγμάτων με σκοπό την ανάλυση τους από τα οποία υπήρχαν διάφορα δείγματα από Κρήτη αλλά και από Κύπρο.

Το κάθε δείγμα που επιλέγηκε, λήφθηκε διπλό. Αυτό έγινε ούτως ώστε να είναι σίγουρα αρκετή η ποσότητα σε περίπτωση τυχών σφαλμάτων ή ατυχημάτων, ενώ το κάθε πείραμα πραγματοποιήθηκε τρεις φορές για επιβεβαίωση επαναληψιμότητας των αποτελεσμάτων. Σε περιπτώσεις σφάλματος τα τρία αποτελέσματα του δείγματος συγκρίθηκαν μεταξύ τους και το εσφαλμένο αποτέλεσμα δεν ελήφθει υπόψιν. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν με την μέθοδο μέτρησης νιτρικών με επιλεκτικό ηλεκτρόδιο ιόντων σε θρεπτικό διάλυμα υδροπονίας.

Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ένα επιλεκτικό ηλεκτρόδιο ιόντων στερεάς επαφής (ISE) σε σύνδεση με ένα αναφορικό ηλεκτρόδιο Ag/AgCl διπλής γέφυρας και ένα ηλεκτρόμετρο υψηλής εμπέδησης ($R > 10^{12} \Omega$). Τα νιτρικά ιόντα προσδιορίστηκαν ποτενσιομετρικά. Η χρήση των επιλεκτικών ηλεκτροδίων ιόντων χρήζει ιδιαίτερης προσοχής διότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων τους επηρεάζονται σημαντικά από την παρουσία άλλων ανιόντων. Για το λόγο αυτό παρασκευάστηκε κατάλληλο διάλυμα ρύθμισης ιοντικής ισχύος (ISA) το οποίο εξαλείφει τις επιδράσεις αυτές.

Το σύνολο των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση των πειραμάτων ήταν δέκα. Τα εννέα δείγματα ήταν της ίδιας ποικιλίας μαρουλιών του τύπου ROMAINE (PARIS ISLAND COS) εκ των οποίων το ένα ήταν παλιότερο δείγμα που είχε συντηρηθεί στην κατάψυξη. Σκοπός του συγκεκριμένου δείγματος ήταν η διερεύνηση της πιθανής αλλαγής των νιτρικών ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα στην συντήρηση. Τέλος το δέκατο δείγμα μαρουλιού ήταν διαφορετικού τύπου, του τύπου LOOSE-LEAF. Αυτό το δείγμα επιλέχθηκε για τον λόγο ότι ο συγκεκριμένος τύπος μαρουλιού εάν και ο όχι πιο κοινός, φαίνεται τα τελευταία χρόνια να είναι ο πιο δημοφιλής σε κατανάλωση.

Έτσι έστω και ένα δείγμα αυτού του τύπου μαρουλιών ήταν αναγκαίο στην έρευνα συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων.

1. ΟΡΓΑΝΑ / ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

Γάντια

Σπάτουλες

Ποτήρια ζέσεως (50ml, 100 ml, 150 ml)

Πιπέτες ακριβείας

Σιφόνια

Blender

Ογκομετρική φιάλη (250 ml)

Μαγνητάκια ανάδευσης

Θερμαντικές πλάκες – μαγνητικοί αναδευτήρες

Ζυγαριά ακριβείας

Επιλεκτικό ηλεκτρόδιο Νιτρικών Στερεάς Επαφής

Αναφορικό Ηλεκτρόδιο Ag/AgCl διπλής γέφυρας

Ηλεκτρόδιο pH

Ποτενσιόμετρο

Υδροβολέας

2. ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

Νερό τύπου Ι (απιονισμένο) για την παρασκευή όλων των διαλυμάτων με ειδική αγωγιμότητα $> 18 \text{ M}\Omega\text{cm}$

Νιτρικό Κάλιο (KNO_3 , $\text{MW} = 101,10$), min 99% ACS Reagent, για την παρασκευή των προτύπων διαλυμάτων

Θειϊκό αργίλιο ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), min 99% $\text{MW} = 666,42$

Σουλφαμικό Οξύ, ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$), min 99% $\text{MW} = 97,09$

Βορικό Οξύ (H_3BO_3), min 99% ACS Reagent, $\text{MW} = 61,83$

Θειϊκός Άργυρος (Ag_2SO_4), min 99%, $\text{MW} = 311,80$

Χλωριούχο κάλλιο (KCl), min 99%, $\text{MW} = 74,55$

Υδροξείδιο του νατρίου (NaOH), min 99%, $\text{MW} = 40,00$

3. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Ως διάλυμα ρύθμισης ιονικής ισχύος (ISA) χρησιμοποιήθηκε το εξής:

0,02 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, (13,328 g)

0,01 M Ag_2SO_4 , (3,118 g)

0,02 M H_3BO_3 (1,237 g)

0,02 M $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$, (1,942 g)

Ρυθμισμένο σε $\text{pH} = 3,0$ με διάλυμα NaOH

Οι μάζες αναφέρονται σε ένα λίτρο διαλύματος.

Για την παρασκευή όλων των διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκε νερό τύπου Ι.

Το διάλυμα αυτό εξουδετερώνει τα κυριότερα παρεμποδιστικά ιόντα που εκχυλίζονται από τους φυτικούς ιστούς, όπως τα ιόντα Cl^- , HCO_3^- , RCOO^- , NO_2^- και τα οποία μπορούν να επιφέρουν σημαντικό σφάλμα στα πειραματικά αποτελέσματα.

Συγκεκριμένα το θειϊκό αργίλιο $Al_2(SO_4)_3$ διασπά τα ιόντα HCO_3^- και καταβυθίζει την οργανική ύλη. Ο θειϊκός άργυρος Ag_2SO_4 εξουδετερώνει τα ιόντα Cl^- , Br^- , I^- , ενώ το σουλφαμικό οξύ NH_2SO_3H εξουδετερώνει τα ιόντα NO_2^- . Το Βορικό οξύ H_3BO_3 βοηθάει στη ρύθμιση του pH και μειώνει την παρεμπόδιση από ιόντα όπως CN^- , S_2^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} . Επίσης έχει αντιβακτηριδιακή δράση και χρησιμοποιείται συχνά ως συντηρητικό. Η αναλογία νερού / ISA στα διαλύματα είναι 50/50 (v/v).

Το πρότυπο διάλυμα KNO_3 , 0,1 M (6200 ppm) παρασκευάζεται διαλύοντας 1,0100 g KNO_3 σε νερό τύπου 1. Ο τελικός όγκος του διαλύματος ρυθμίζεται σε 100 ml σε ογκομετρική φιάλη.

Πριν την έναρξη των πειραμάτων με τα δείγματα μαρουλιού, αναγκαία προϋπόθεση ήταν η προετοιμασία και ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του ηλεκτροδίου.

3.1 Προετοιμασία /Έλεγχος του ηλεκτροδίου:

Αρχικά το αναφορικό ηλεκτρόδιο γεμίζεται εσωτερικά με το αναφορικό διάλυμα που συστήνεται από τον κατασκευαστή (Orion Reference Filling Solution 610011) και εξωτερικά με πρότυπο διάλυμα KCl 0,01 M.

Το επιλεκτικό ηλεκτρόδιο ιόντων βυθίζεται, πριν από την χρήση του, σε υδατικό διάλυμα KNO_3 συγκέντρωσης 0,01 M για τουλάχιστο μία ώρα.

Για τον έλεγχο της καλής λειτουργίας του επιλεκτικού ηλεκτροδίου ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Το ηλεκτρόδιο νιτρικών και το εξωτερικό αναφορικό ηλεκτρόδιο συνδέονται στις κατάλληλες υποδοχές του ηλεκτρόμετρου.

Σε ποτήρι ζέσεως των 100ml τοποθετούνται 25 ml νερού τύπου 1 και 25 ml διαλύματος ρύθμισης ιονικής ισχύος (ISA) και στο διάλυμα που προκύπτει βυθίζονται τα ηλεκτρόδια, αφού πρώτα ξεπλυθούν με νερό τύπου 1. Το διάλυμα τίθεται σε ήπια ανάδευση 300 rpm (μαγνητάκι μεγέθους 20mm).

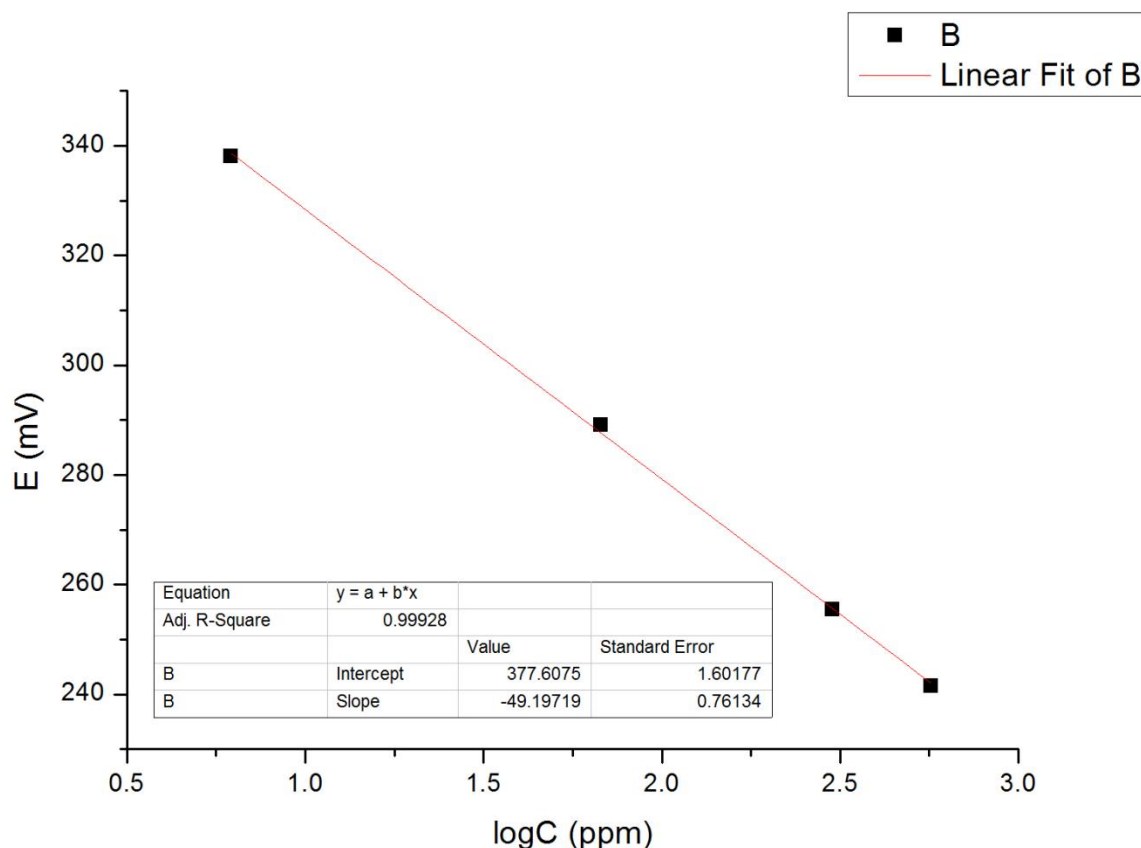
Στο διάλυμα αυτό προστίθεται 500μl υδατικού διαλύματος KNO_3 , συγκέντρωσης 0,1M και καταγράφεται η ένδειξη του ηλεκτρόμετρου.

Ακολουθεί επιπλέον προσθήκη 5μl του διαλύματος KNO_3 (0,1M), ανάδευση και καταγραφή της νέας ένδειξης του ηλεκτρόμετρου.

Η διαφορά των δύο μετρήσεων πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 50-65 mV. Σε διαφορετική περίπτωση η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

3.2 Πρότυπη Καμπύλη Βαθμονόμησης:

Σε ποτήρι ζέσεως των 50 ml τοποθετούνται με πιπέτα ακριβείας των 10 ml, 10 ml νερού τύπου 1 και 10 ml διαλύματος ιονικής ισχύος (ISA). Στο διάλυμα που προκύπτει βυθίζονται τα ηλεκτρόδια, αφού πρώτα ξεπλυθούν με νερό τύπου 1. Το διάλυμα τίθεται σε ήπια ανάδευση 300 rpm (μαγνήτης ανάδευσης μεγέθους 20mm). Στη συνέχεια πραγματοποιούνται τέσσερις καθορισμένες προσθήκες του πρότυπου διαλύματος KNO_3 ενώ ταυτόχρονα καταγράφεται η ένδειξη του ηλεκτρόμετρου. Η καταγραφή του δυναμικού (V) μετά από κάθε προσθήκη, γίνεται αφού σταθεροποιηθεί το σήμα. Ο μέσος όρος αναμονής είναι συνήθως 1 min.



10ml H₂O + 10 ml H₂O

KNO₃ 0,1 M	mV
20 μl	338.0
200 μl	289.0
800 μl	255.5
1000 μl	241.5

Προσθήκες από πρότυπο διάλυμα 0,1 M (6200 ppm) NO₃⁻ σε τελικό όγκο 20ml.

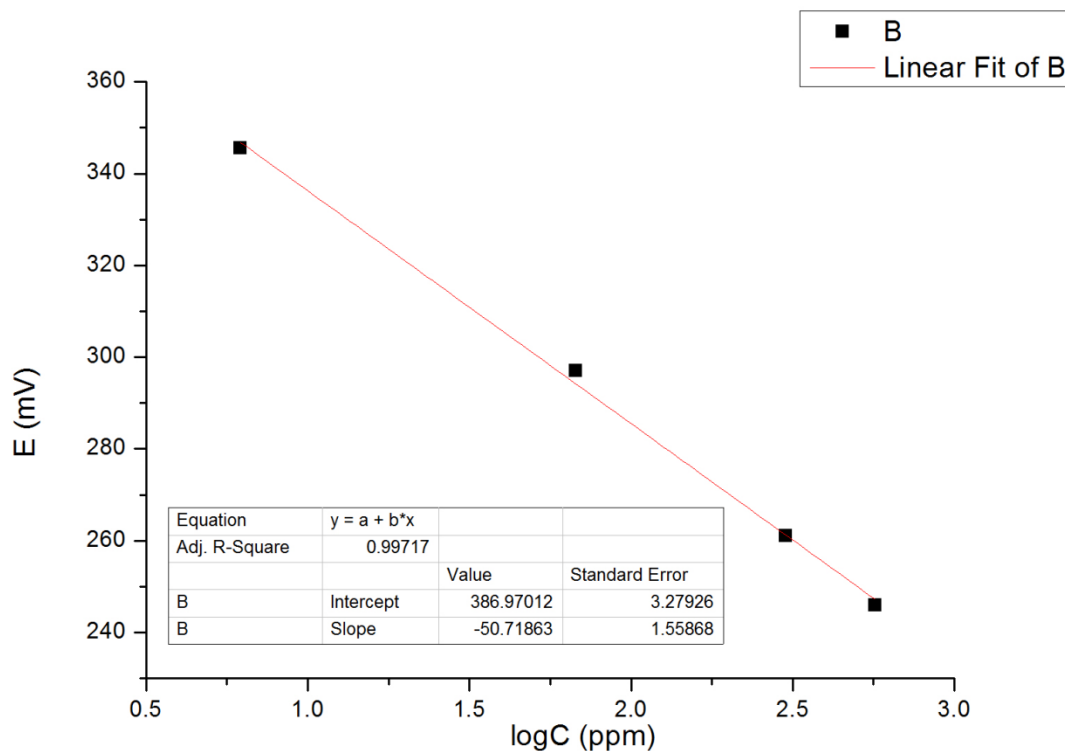
Volume added (ml)	Final Concentration (M)	Final Concentration (ppm)
0,020	1,00*10 ⁻⁴	6,20
0,200	1,09*10 ⁻³	67,46
0,800	4,85*10 ⁻³	300,85
1,000	9,17*10 ⁻³	568,76

Η καμπύλη βαθμονόμησης είναι η γραφική παράσταση του μετρούμενου δυναμικού ως προς το λογάριθμο της συγκέντρωσης νιτρικών (σε mol/L ή ppm). Η σχέση του μετρούμενου δυναμικού (Y) με το λογάριθμο της συγκέντρωσης νιτρικών (X) είναι γραμμική και υπολογίζεται η κλίση (B) και η τομή της ευθείας με τον άξονα των Y (A).

$$Y = A + BX$$

Η κλίση της καμπύλης βαθμονόμησης πρέπει να κυμαίνεται , όταν η μέτρηση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία δωματίου (20-25 ° C) , από -50 ως -65 m V ανά μονάδα log συγκέντρωσης . Σε αντίθετη περίπτωση είτε το ηλεκτρόδιο είτε τα διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν , δεν προετοιμάστηκαν σωστά και η διαδικασία πρέπει να επαναληφθεί.

Η καμπύλη βαθμονόμησης πρέπει οπωσδήποτε να γίνεται κάθε φορά πριν τα πειράματα εφόσον οι τιμές τις είναι αναγκαίες για την μετέπειτα καθοδήγηση των τελικών αποτελεσμάτων της συγκέντρωσης νιτρικών στα δείγματα.



10ml H₂O + 10 ml ISA

KNO₃ 0,1 M	mV
20 μl	345.5
200 μl	297.0
800 μl	261.0
1000 μl	246.0

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν είναι αριθμημένα ούτως ώστε να ξεχωρίζουν. Αρχικά παίρνουμε το δείγμα και διαλέγουμε προσεχτικά μερικά φύλλα τα οποία βρίσκονται περίπου στην μέση του δείγματος. Αυτό γίνεται διότι δεν θέλουμε τα εξωτερικά φύλλα αλλά ούτε την ‘καρδιά’ του δείγματος, εφόσον θεωρείτε ότι τα μεσαία φύλλα είναι πιο αντιπροσωπευτικά. Εφόσον έχουμε διαλέξει τα φύλλα κόβουμε το πάνω και το κάτω μέρος τους και αφήνουμε μόνο ένα κομμάτι στη μέση. Το ξεπλένουμε καλά για φύγουν τυχόν χρώματα ή οτιδήποτε άλλο μπορεί να έχουν και να καθαρίσουν όσο το δυνατό περισσότερο. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την αρχή της διαδικασίας μέχρι το τέλος της, χρησιμοποιούμε γάντια για να αποφευχθεί η άμεση επαφή με το δείγμα. Έτσι θα αποφύγουμε τυχόν μόλυνσή του δείγματος με συνέπεια σφάλμα στο τελικό αποτέλεσμα.

Στην συνέχεια αφού ξεπλύνουμε τα κομμάτια των φύλλων τα ξεπλένουμε ξανά με νερό τύπου 1 και τα απλώνουμε σε ένα χαρτί όπου τα στραγγίζουμε από το νερό πολύ απαλά.

Όταν το δείγμα μας έχει στεγνώσει, το κόβουμε σε μικρά κομματάκια μέσα στο blender το οποίο και αυτό έχει περάσει από την ίδια διαδικασία καθαρισμού και έχει ξεπλυθεί με το απιονισμένο νερό. Έπειτα πολτοποιούμε το δείγμα σε μεσαία ταχύτητα καλά κάνοντας συχνά διαλείμματα για να πιέσουμε το δείγμα προς τα κάτω ούτως ώστε να πολτοποιηθεί καλά.

Όταν η πολτοποίηση είχε ολοκληρωθεί, βάζαμε στον ζυγό ακριβείας ένα ποτήρι ζέσεως του οποίου μηδενίζαμε το βάρος και προσεχτικά με μια λαβίδα ζυγίζαμε 7-8 gr του πολτοποιημένου δείγματος. Κατόπιν καταγράφεται η ακριβής μάζα του δείγματος και προστίθεται νερό τύπου 1 μέχρι η μάζα να γίνει 50gr. Το μίγμα αναδύεται στον μαγνητικό αναδευτήρα για μία ώρα προκειμένου να εκχυλιστούν τα νιτρικά. Στη συνέχεια τοποθετείται στο blender ξανά και προστίθενται 50 ml διαλύματος ISA με ογκομετρική φιάλη ξεπλένοντας το ποτήρι όπου πραγματοποιήθηκε η ζύγιση. Το διάλυμα πολτοποιείται για 1-2 λεπτά στη μεσαία ταχύτητα του blender και είναι έτοιμο προς ανάλυση.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Για την πραγματοποίηση της μέτρησης , το ηλεκτρόδιο βυθίζεται στο διάλυμα του δείγματος και καταγράφεται η ένδειξη του δυναμικού στο ηλεκτρόμετρο. Ο μέσος χρόνος αναμονής που απαιτείται για την σταθεροποίηση του σήματος κατά την μέτρηση ενός πραγματικού δείγματος είναι 2 λεπτά.

Τόσο πριν όσο και μετά από κάθε μέτρηση το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται πάντα με νερό τύπου 1.

Υπολογισμός συγκέντρωσης των νιτρικών στο δείγμα:

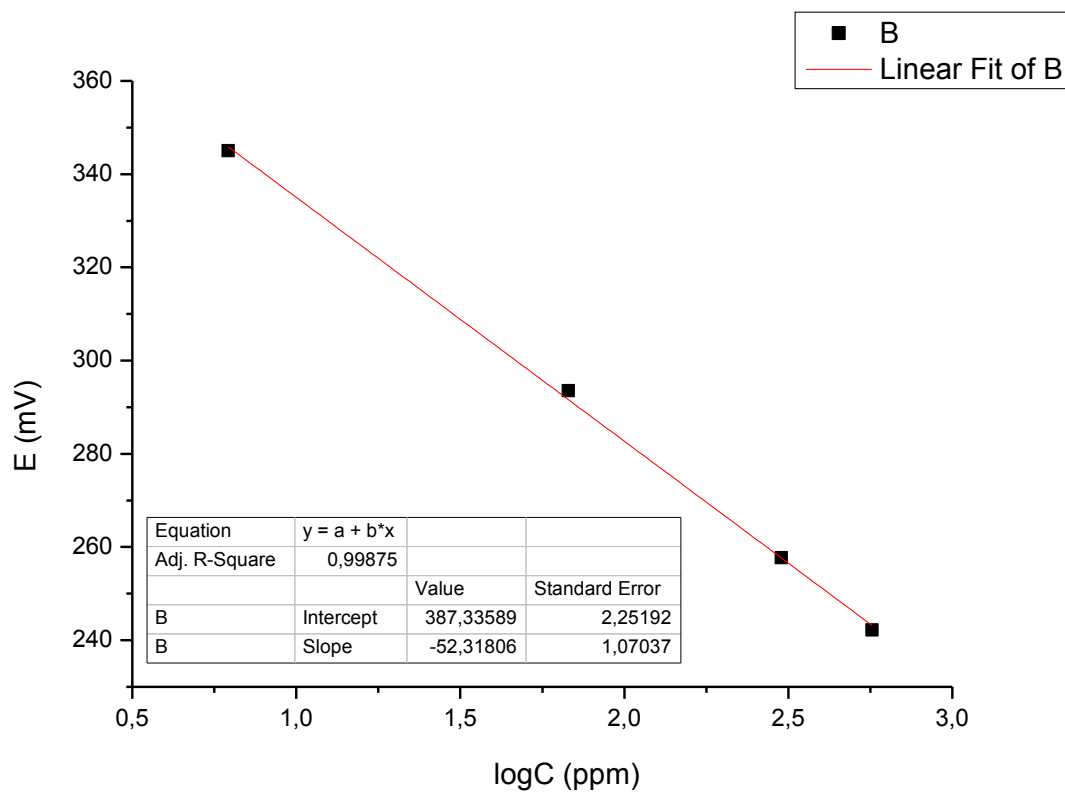
Από την καμπύλη βαθμονόμησης , υπολογίζεται αρχικά ο λογάριθμος της άγνωστης συγκέντρωσης νιτρικών στα δείγματα (X) και απολογαριθμοποιώντας, λαμβάνεται η συγκέντρωση νιτρικών στο διάλυμα $C_{\delta/\tau\omicron\varsigma}$ (σε ppm).

Τελικά , η συγκέντρωση των νιτρικών στο δείγμα λαχανικού $C_{\delta/\tau\omicron\varsigma}$ σε ppm (mg/Kg) δίνεται από τον τύπο :

$$C_{\delta\epsilon\iota\gamma\mu\alpha\tau\omicron\varsigma} = C_{\delta/\tau\omicron\varsigma} * V_{\delta/\tau\omicron\varsigma} / m_{\delta\epsilon\iota\gamma\mu\alpha\tau\omicron\varsigma}$$

Όπου $V_{\delta/\tau\omicron\varsigma} = 100\text{ml}$.

ΔΕΙΓΜΑ 1



KNO₃ 0,1 M	E(mV)
20 μl	345.0
200 μl	293.5
800 μl	257.7
1000 μl	242.2

$$Y = A + BX$$

Όπου

$$Y = E(\text{mV})$$

A = intercept

B = Slope

$$X = \log C$$

$$\Rightarrow X = (Y - A) / B$$

$$X = \log C = \pi.\chi. Z \rightarrow \log C = Z$$

$$\text{άρα } C = 10^Z \text{ ppm}$$

$$C_{\text{ΔΕΙΓ.}} = (C_{\text{Δ/ΤΟΣ}} * V_{\text{Δ/ΤΟΣ}}) / m_{\text{ΔΕΙΓ.}} \rightarrow$$

$$C_{\text{ΔΕΙΓ.}} = (C_{\text{Δ/ΤΟΣ}} * 0,1\text{L}) / (m_{\text{ΔΕΙΓ.}} * 10^{-3}\text{Kgr}) \rightarrow$$

$$C_{\text{ΔΕΙΓ.}} = X \text{ mgr/Kgr}$$

Οπότε για το δείγμα 1:

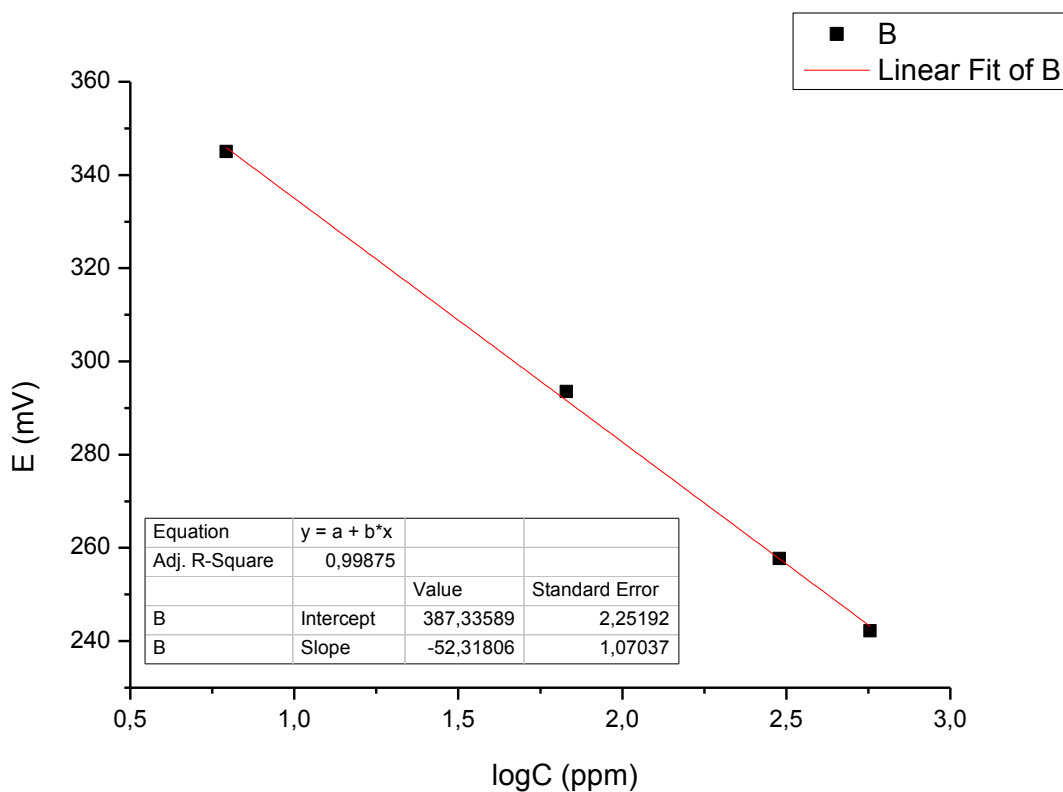
$$\log C = 0,21 \rightarrow C = 10^{0,21} = 1,63 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\text{ΔΕΙΓ.}} = (1,63 * 0,1\text{L}) / 7,88 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00788)$$

\Rightarrow Άρα $C_{\text{ΔΕΙΓ.}} = 20,68 \text{ mgr/Kgr}$ (το συγκεκριμένο δείγμα ήταν οικολογικό)

Με τον ίδιο τρόπο βρίσκουμε σε όλα τα δείγματα μέσω της καινούργιας κάθε φορά καμπύλης βαθμονόμησης την συγκέντρωση του δείγματος μας σε mgr/Kgr.

ΔΕΙΓΜΑ 2



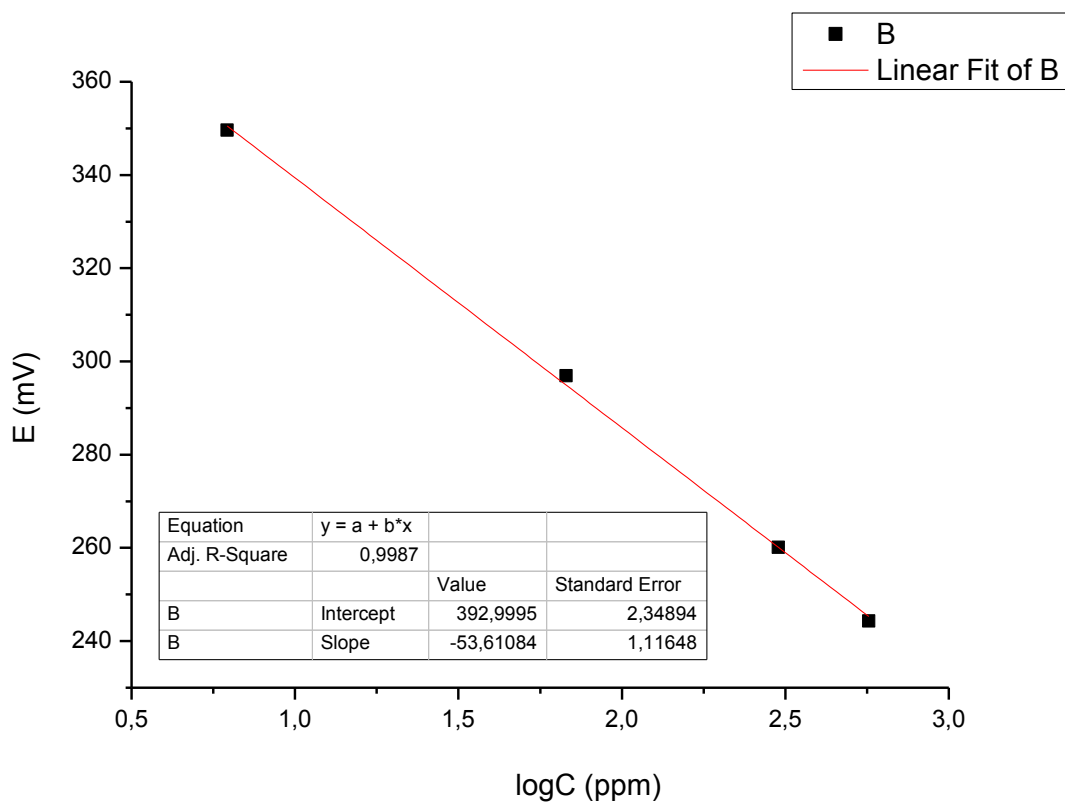
KNO ₃ 0,1 M	E(mV)
20 μl	345.0
200 μl	293.5
800 μl	257.7
1000 μl	242.2

$$\text{Log } C = 1,14 \rightarrow C = 10^{1,14} = 14,03 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (14,03 * 0,1\text{L}) / 7,79 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00779 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 180,17 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ 3



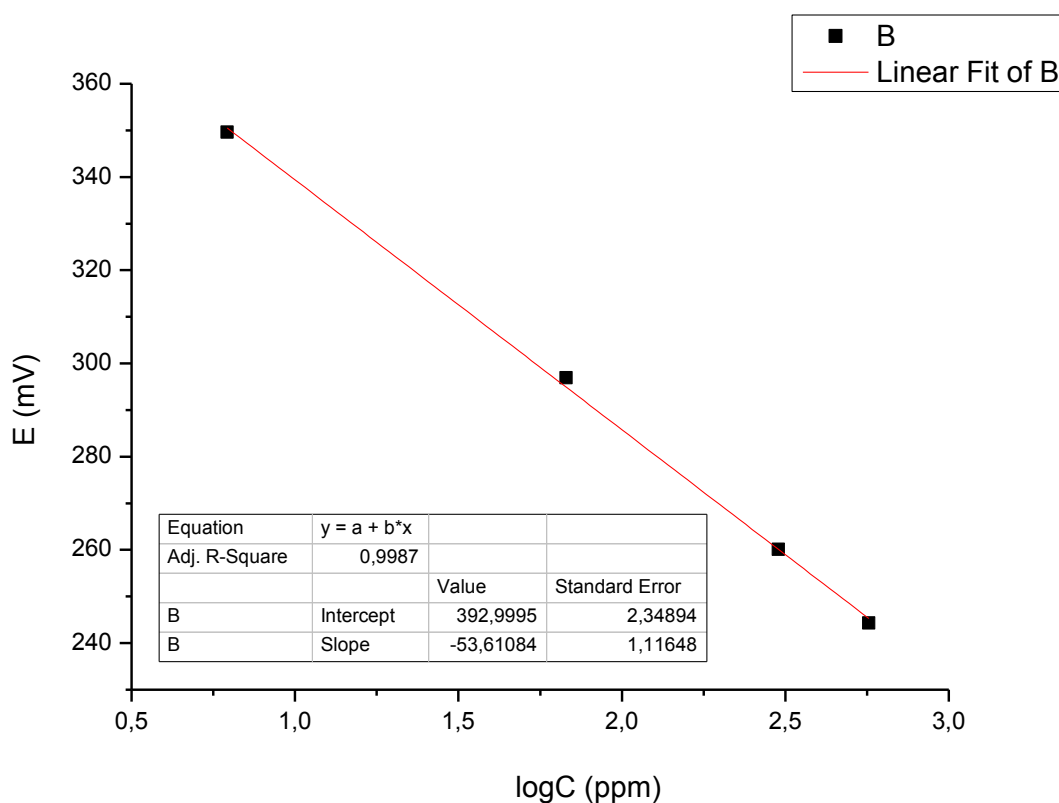
KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	349.6
200 μl	296.9
800 μl	260.1
1000 μl	244.3

$$\text{Log } C = 1,94 \rightarrow C = 10^{1,94} = 87,15 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (87,15 * 0,1\text{L}) / 7,94 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00794 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 1097,68 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ4



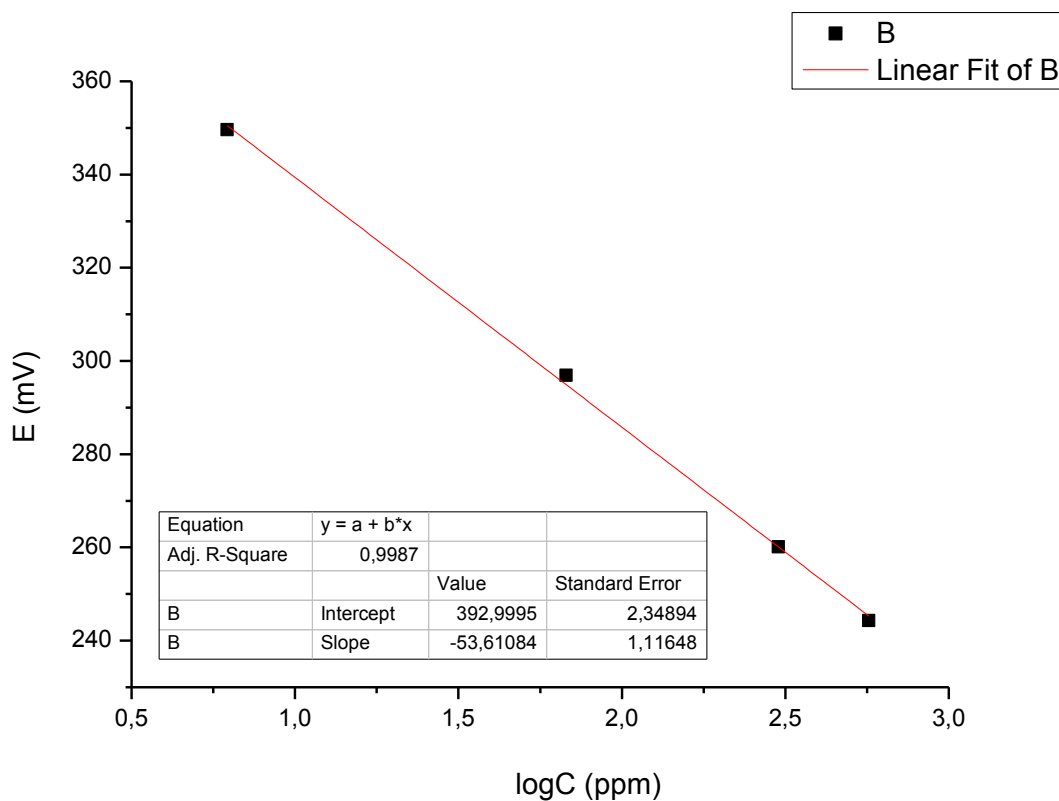
KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	349.6
200 μl	296.9
800 μl	260.1
1000 μl	244.3

$$\text{Log } C = 1,38 \rightarrow C = 10^{1,38} = 24,54 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (24,54 * 0,1\text{L}) / 7,97 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00797 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 307,94 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ 5



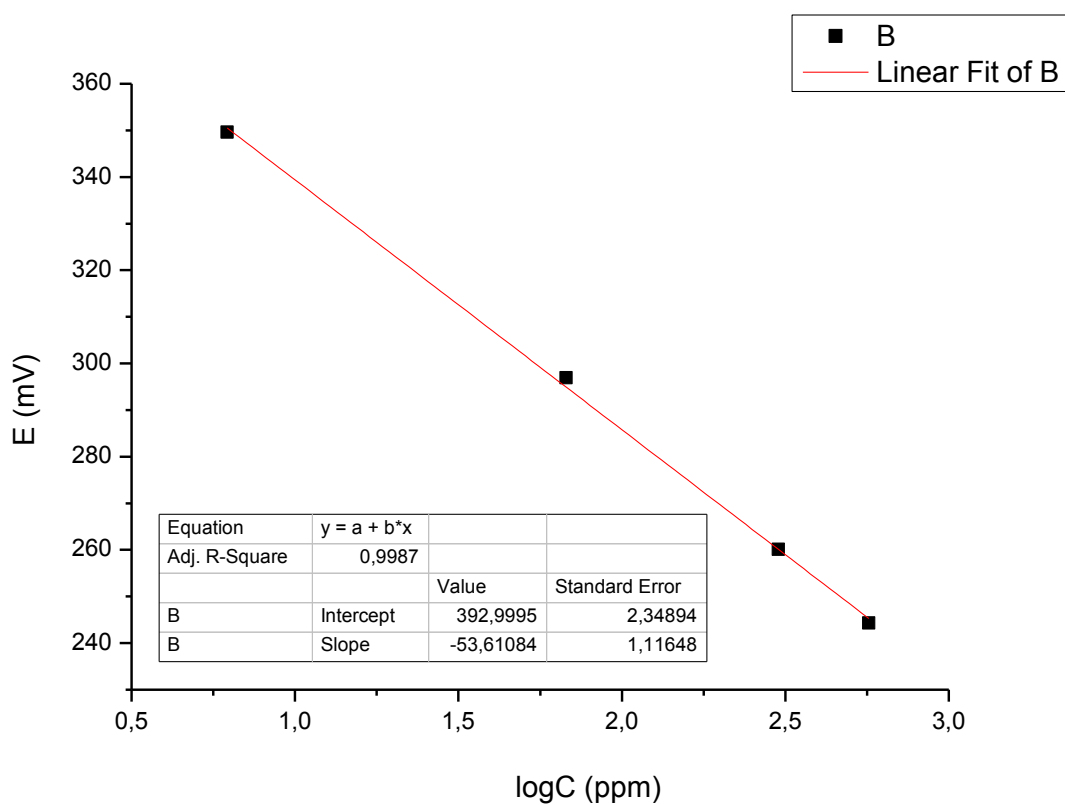
KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	349.6
200 μl	296.9
800 μl	260.1
1000 μl	244.3

$$\text{Log } C = 2,17 \rightarrow C = 10^{2,17} = 151,04 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (151,04 * 0,1\text{L}) / 8,00 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,008 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 1888,05 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ 6



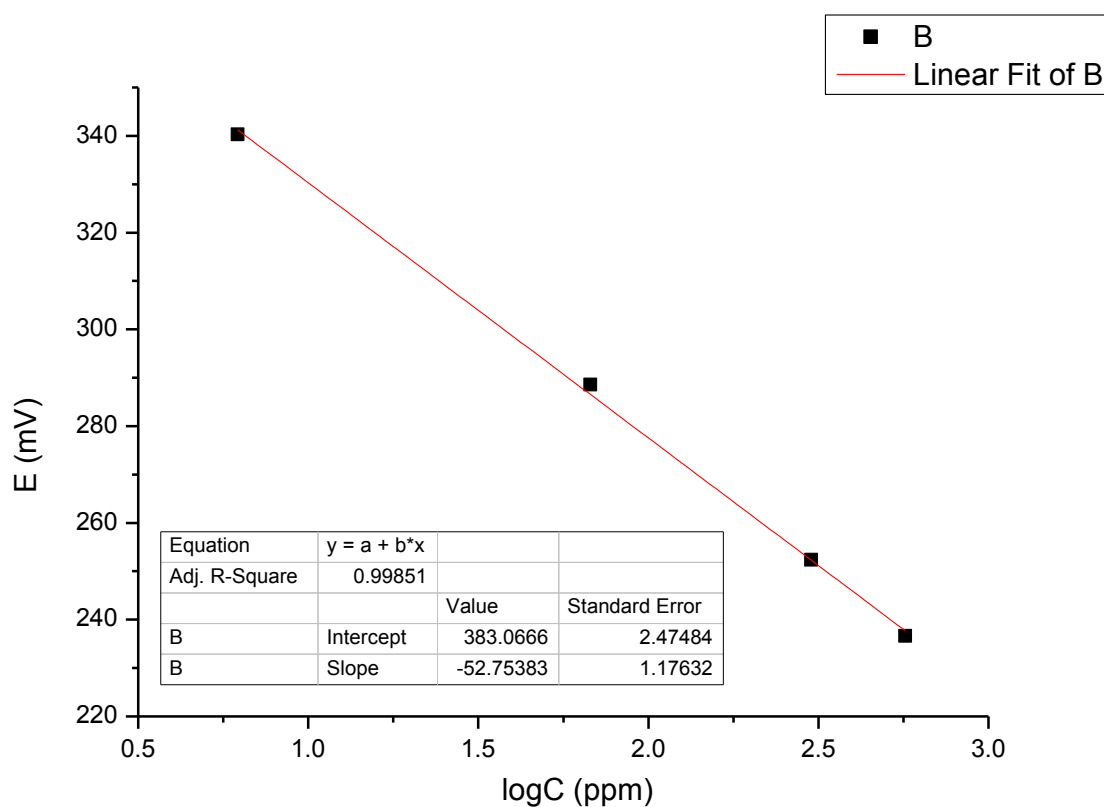
KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	349.6
200 μl	296.9
800 μl	260.1
1000 μl	244.3

$$\text{Log } C = 1,99 \rightarrow C = 10^{1,99} = 99,14 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (99,14 * 0,1\text{L}) / 7,54 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00754 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 1314,91 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ 7



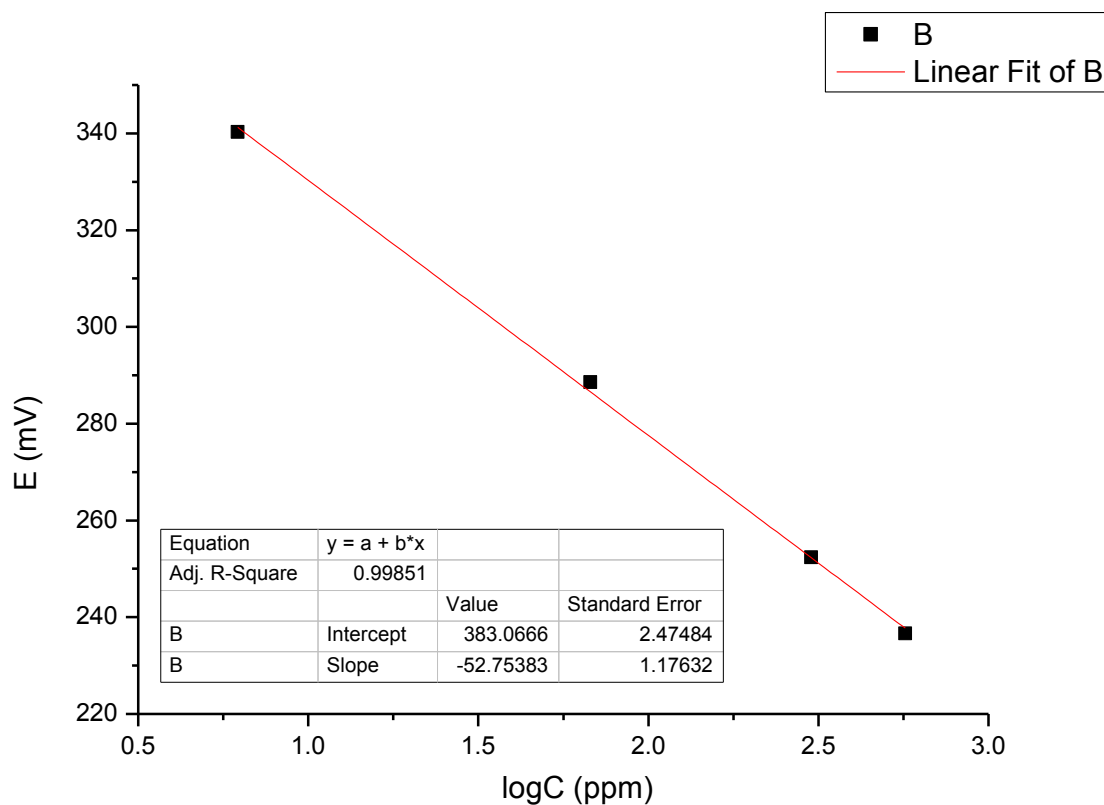
KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	340.3
200 μl	288.6
800 μl	252.4
1000 μl	236.6

$$\text{Log } C = 1,51 \rightarrow C = 10^{1,51} = 32,39 \text{ ppm}$$

$$\Leftrightarrow C_{\Delta\text{EIG.}} = (32,39 * 0,1\text{L}) / 7,81 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00781 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Leftrightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{EIG.}} = 414,74 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ 8



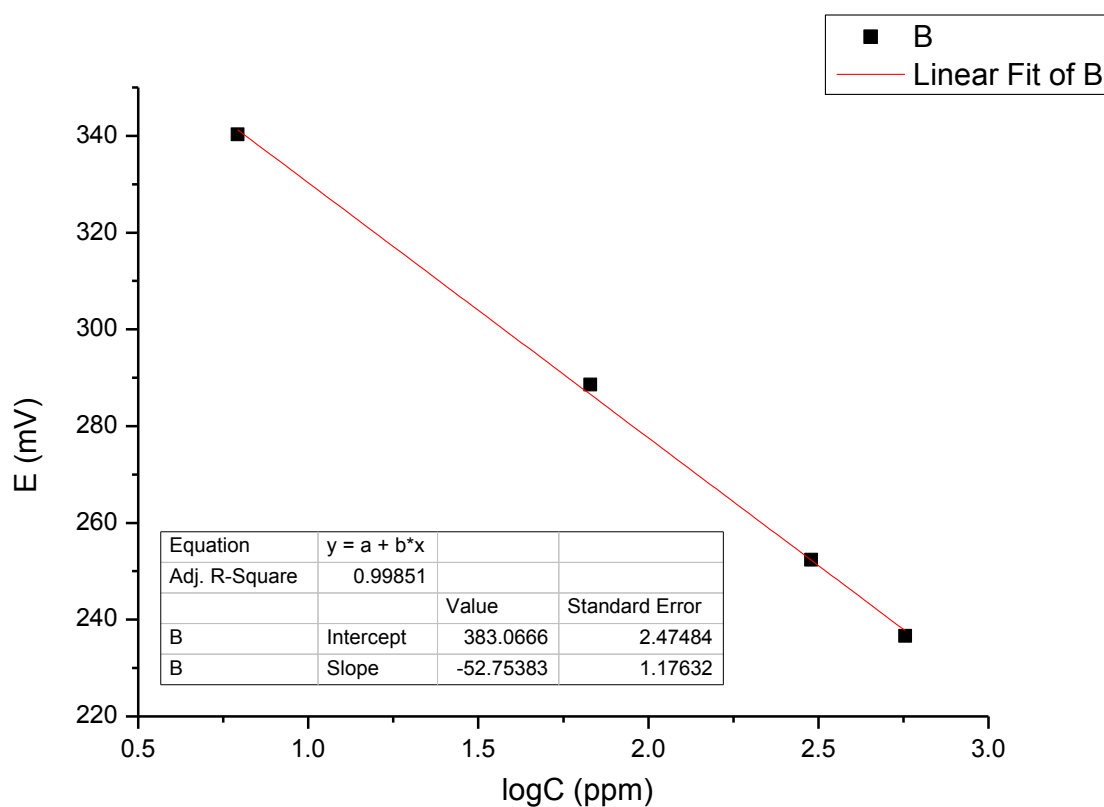
KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	340.3
200 μl	288.6
800 μl	252.4
1000 μl	236.6

$$\text{Log } C = 1,84 \rightarrow C = 10^{1,84} = 69,88 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (69,88 * 0,1\text{L}) / 7,93 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00793 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 881,31 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ 9



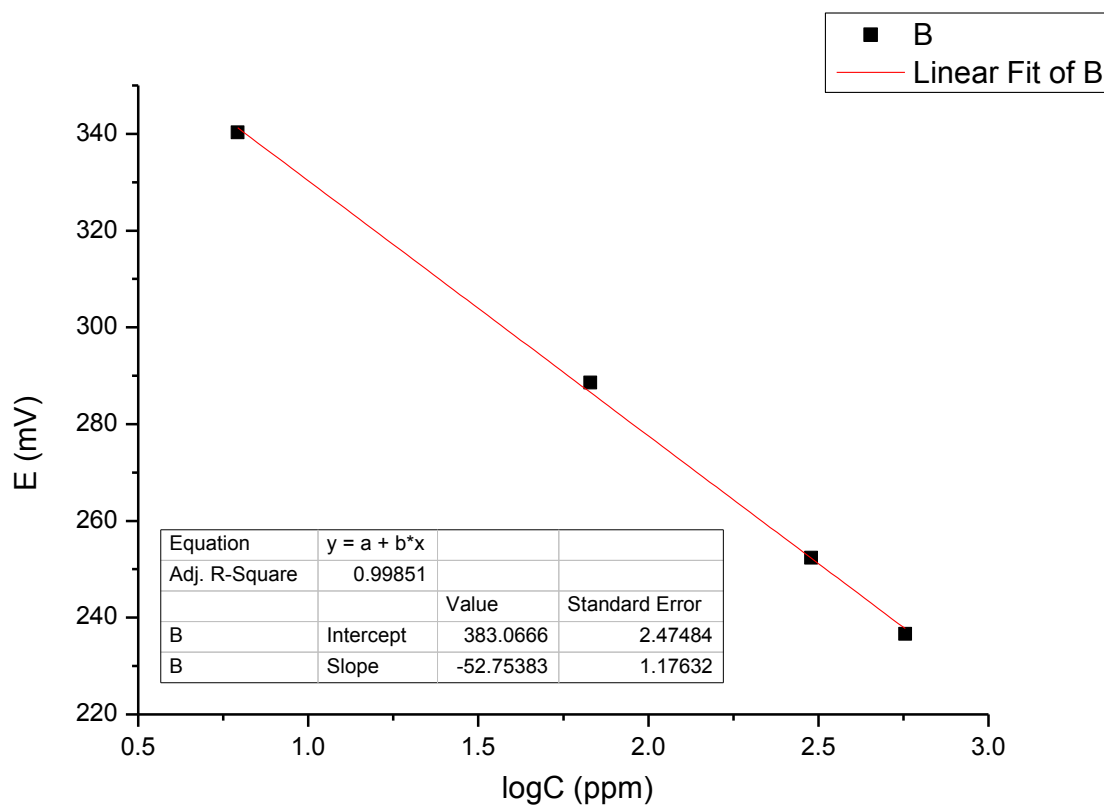
KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	340.3
200 μl	288.6
800 μl	252.4
1000 μl	236.6

$$\text{Log } C = 0,49 \rightarrow C = 10^{0,49} = 3,14 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (3,14 * 0,1\text{L}) / 7,81 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00781 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 40,22 \text{ mgr/Kgr}$$

ΔΕΙΓΜΑ10



KNO ₃ 0,1 M	mV
20 μl	340.3
200 μl	288.6
800 μl	252.4
1000 μl	236.6

$$\text{Log } C = 1,93 \rightarrow C = 10^{1,93} = 86,57 \text{ ppm}$$

$$\Rightarrow C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = (86,57 * 0,1\text{L}) / 7,80 * 10^{-3} \text{ (δηλαδή } 0,00780 \text{ mgr/Kgr)}$$

$$\Rightarrow \text{Άρα } C_{\Delta\text{ΕΙΓ.}} = 1109,90 \text{ mgr/Kgr}$$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εκτός από το πρώτο δείγμα το οποίο ήταν αναμενόμενο να παρουσιάσει ελάχιστες τιμές νιτρικών ιόντων εφόσον ήταν βιολογικό προϊόν, τα υπόλοιπα δείγματα παρουσιάζουν ποικιλία τιμών . Αξιόλογες τιμές παρουσίασαν ειδικότερα τα δείγματα 9,5,6,10 και 3. Τα δείγματα αυτά ξεπερνούσαν το ένα γραμμάριο ανά κιλό συγκέντρωσης νιτρικών , με πρώτο το δείγμα 5 το οποίο με τιμή 1888,05 mgr/Kgr άγγιζε σχεδόν τα δύο γραμμάρια και τελευταίο το δείγμα τρία με τιμή 1097,68 mgr/Kgr εξίσου πολύ υψηλή τιμή αλλά αρκετά πιο χαμηλή από το 5. Τέλος το δείγμα εννιά αντίθετα από τα υπόλοιπα δείγματα που αναφέρθηκαν ξεχώρισε για την πολύ χαμηλή τιμή συγκέντρωσης νιτρικών εφόσον είχε 40,22 mgr/Kgr μόλις δύο φορές περισσότερο από το βιολογικό δείγμα μας χωρίς όμως αυτό να είναι. Τα υπόλοιπα δείγματα διακυμαίνονταν από 180 mgr/Kgr έως και 880 mgr/Kgr.

Ακριβολογώντας, πειραματιστήκαμε σε δέκα δείγματα εκ των οποίων τα πέντε είχαν Κυπριακή προέλευση και τα υπόλοιπα πέντε κρητική. Συγκεκριμένα:

Το πρώτο δείγμα ήταν κυπριακής προέλευσης, ενώ παράλληλα ήταν οικολογικό. Καλλιεργήθηκε στην επαρχία Πάφου (καθώς και όλα τα υπόλοιπα δείγματα κυπριακής προέλευσης) η οποία βρίσκεται στην δυτική πλευρά της Κύπρου, και συγκεκριμένα στην βόρεια πλευρά της Πάφου. Το δείγμα είχε τιμή συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων 20,68 mgr/Kgr.

Το δεύτερο δείγμα καλλιεργήθηκε επίσης στη βόρεια πλευρά της Πάφου και η συγκέντρωση νιτρικών ιόντων ανερχόταν στα 180,17 mgr/Kgr. Μία πολύ σημαντική πληροφορία για το δείγμα δύο που δυστυχώς ήταν αδύνατο να συλλέξουμε για τα υπόλοιπα δείγματα , είναι η ώρα κοπής του φυτού. Το συγκεκριμένο δείγμα κόπηκε τις πρώτες πρωινές ώρες (8-10 π.μ) . Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι το δείγμα 2 ήταν το τρίτο χαμηλότερο σε συγκέντρωση νιτρικών από το σύνολο των δειγμάτων.

Το τρίτο δείγμα συλλέχτηκε από την ανατολική μεριά της Πάφου με ποσοστό νιτρικών 1097,68 mgr/Kgr. Το δείγμα τρία ήταν το δεύτερο πιο ψηλό σε νιτρικά από τα δείγματα που συλλέχτηκαν στην Κύπρο.

Το επόμενο δείγμα προέρχεται από την νότια πλευρά της επαρχίας Πάφου και τα ποσοστά συγκέντρωσης των νιτρικών είναι 307,94 mgr/Kgr , τα οποία συγκριτικά θεωρούνται αρκετά χαμηλά.

Το τελευταίο Κυπριακό δείγμα που επιλέχτηκε ήταν επίσης από την νότια πλευρά της Πάφου . Αντίθετα όμως με το δείγμα τέσσερα , οι τιμές των νιτρικών του δείγματος ήταν πολύ υψηλές και συγκεκριμένα οι υψηλότερες από το σύνολο των δέκα δειγμάτων. Οι τιμές συγκέντρωσης των νιτρικών του δείγματος πέντε ήταν 1888,05 mgr/Kgr.

Το έκτο δείγμα που επιλέχτηκε προς ανάλυση προήλθε από την ανατολική πλευρά της Κρήτης με συγκέντρωση νιτρικών 1314,91 mgr/Kgr. Το συγκεκριμένο δείγμα μετά από την συλλογή και ανάλυση του, μέρος του φυλάχτηκε στον καταψύκτη για ένα χρονικό διάστημα 3 εβδομάδων όπου και επαναλήφθηκαν οι μετρήσεις που είχαν γίνει. Αυτό αποσκοπούσε στην παρατήρηση της μεταβολής των τιμών της συγκέντρωσης νιτρικών στα μαρούλια μετά από συντήρηση σε καταψύκτη. Τα αποτελέσματα πριν και μετά έδειξαν να μην υπάρχει καμία απολύτως μεταβολή των τιμών .

Το επόμενο δείγμα, δηλαδή το δείγμα επτά σχετικά εμφάνισε αρκετά χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών με τιμή 414,74 mgr/Kgr. Ήταν το δεύτερο πιο χαμηλό δείγμα από τα δείγματα που συλλέχτηκαν στην Κρήτη και προήλθε από τα βόρεια παράλια του νησιού.

Στην συνέχεια επιλέχτηκε δείγμα από το νότιο μέρος της Κρήτης με τιμές συγκέντρωσης 881, 31 mgr/Kgr.

Το ένατο δείγμα ήταν από την κεντρική Κρήτη . Δεν προερχόταν από βιολογική παραγωγή αν και η τιμή συγκέντρωσης των νιτρικών του ήταν εκπληκτικά χαμηλή και συγκεκριμένα η δεύτερη πιο χαμηλή στα δέκα δείγματα που επιλέχτηκαν. Η τιμή συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων για το δείγμα εννιά ήταν 40,22 mgr/Kgr.

Τέλος, με τιμή συγκέντρωσης 1109,90 mgr/Kgr τα νιτρικά ιόντα του, ήταν το δέκατο και τελευταίο δείγμα , το οποίο προερχόταν από την Ανατολική Κρήτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Στα δέκα αυτά δείγματα υπάρχει τεράστια διαφορά τιμών ανάμεσά τους . Η σύγκριση μεταξύ των δειγμάτων Κύπρου- Κρήτης καθώς και αναμεταξύ τους είναι αδύνατη . Αδύνατη είναι λόγω του ελάχιστου αριθμού δειγμάτων ,αφού για να γινόταν μια τέτοια σύγκριση θα έπρεπε να ληφθούν μερικές εκατοντάδες δείγματα προς ανάλυση.

Επίσης ο επόμενος και σημαντικότερος λόγος είναι οι τόσοι πολλοί παράγοντες οι οποίοι ορίζουν την πορεία των τιμών των νιτρικών στα μαρούλια και κατά επέκταση στα δείγματα. Για αυτό ακριβώς τον λόγο αυτοί οι παράγοντες δημιουργούν τέτοιες τεράστιες διαφορές στα δείγματα και τα καθιστούν ξεχωριστά. Οπότε έλεγχος των παραγόντων και αυξημένος αριθμός δειγμάτων είναι ο τρόπος για σύγκριση μεταξύ δειγμάτων. Με την φράση "έλεγχος παραγόντων" εννοείται πως σε όλες τις περιπτώσεις των δειγμάτων, οι παράγοντες που επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις των νιτρικών θα είναι ίδιοι και σταθεροί πράγμα αρκετά δύσκολο. Συμπερασματικά αποδεικνύεται ότι οι παράγοντες που όντως συντείνουν στην συσσώρευση των νιτρικών δεν είναι άλλοι από αυτούς που προαναφέρθηκαν όπως :

Η ηλιακή ενέργεια και θερμοκρασία τα οποία όπως αναφέρθηκε παίζουν σπουδαίο ρόλο στην συσσώρευση νιτρικών και για αυτό το λόγο απαραίτητη προϋπόθεση είναι οι πληροφορίες όσον αφορά την ώρα κοπής των δειγμάτων . Η υγρασία η οποία είναι παράγοντας υγείας για τα φυτά και κατά επέκταση μέσο εισροής των νιτρικών αλλά και συγκέντρωσης τους στα φυτά . Η σύνθεση της ατμόσφαιρας η οποία είναι αναγκαία για την μετέπειτα υγιή ανάπτυξη των φυτών καθώς και η αντίδραση του εδάφους.

Τέλος τον σπουδαιότερο και πιο άμεσο ρόλο όπως αποδεικνύεται μέσα από αυτή την πειραματική διαδικασία έχει το έδαφος, οι βιολογικοί παράγοντες καθώς και ο εφοδιασμός με τα θρεπτικά συστατικά. Αυτό παρατηρείται από το γεγονός ότι όλα τα δείγματα τα οποία προέρχονταν από μεγάλες υπεραγορές οι οποίες κάνουν μεγάλη κατανάλωση λαχανικών, όπου ουσιαστικά τα δείγματα προήλθαν από συνεχόμενες

μαζικές παραγωγές , παρουσίασαν υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης νιτρικών σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Ο λόγος είναι το συνεχές "ντοπάρισμα" της παραγωγής με νιτρικά και η συσσώρευσή του στο έδαφος όπου κάθε φορά μεταφέρεται στην καινούργια γενιά φυτών προς κατανάλωση . Επίσης να αναφέρουμε ότι οι βιολογικοί παράγοντες του εδάφους καθώς και τα θρεπτικά συστατικά που ήδη υπάρχουν σε αυτά, η θερμοκρασία και οι καιρικές συνθήκες είναι ένα κεφάλαιο το οποίο έχει να κάνει κατά πολύ με το γεωγραφικό σημείο το οποίο αναπτύσσονται οι καλλιέργειες. Αν και από την συγκεκριμένη μελέτη δεν έχει παρατηρηθεί εάν υπάρχει ευνοϊκότερο γεωγραφικό σημείο για την καλλιέργεια των μαρουλιών στα δύο νησιά αντίστοιχα, εφόσον οι τιμές γεωγραφικά δεν είχαν καμιά τέτοια συσχέτιση μεταξύ τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- 1. Τρόφιμα (Σύσταση, Προέλευση, Αλλοιώσεις, Επεξεργασία και Συσκευασία) , Δρ. Ευστράτιος Ρ. Κυρανάς , εκδόσεις Τζιόλα , 2012, ΚΕΦ 2 , Ενότητα Κεφ. 2.3.3 , σελίδα 113**
- 2. Wheeler ML. Nutrient database for the 2003 exchange lists for meal planning. JADA 2003;103(7):894-920**
- 3. Tsao, R., Deng, Z., 2004. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals . J. chromatogr. 812: 85-99**
- 4. Kurilich, A.C., Jeffery, E.H., Juvick, J.A., Walling, M.A., Klein, B.P., 2002. Antioxidant capacity of different broccoli genotypes using the oxygen radical absorbance capacity assay. J. Agric. Food Chem. 50:5053-5057**
- 5. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια του Χρήστου Ολυμπίου, Καθηγητή Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα 2001.**
- 6. Τρόφιμα (Σύσταση, Προέλευση, Αλλοιώσεις, Επεξεργασία και Συσκευασία) , Δρ. Ευστράτιος Ρ. Κυρανάς , εκδόσεις Τζιόλα , 2012, ΚΕΦ 1 , Ενότητα Κεφ. 1,10 , πίνακας 8 σελίδα 53**
- 7. ΧΗΜΕΙΑ τροφίμων, Δ. ΜΠΟΣΚΟΥ , Καθηγητής Α.Π.Θ. , εκδόσεις Γαρταγάνη Θεσσαλονίκη 2004 , 5^η Έκδοση, ΚΕΦ 9, Ενότητα 5 , σελίδα 225, ΚΕΦ 12, Ενότητα 7 σελίδα 293.**
- 8. Hicklenton P.R., Wolynetz M.S., 1987. Influence of light and dark period air temperatures and root temperature on growth of lettuce in nutrient flow systems. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 112(6):932-935**

9. **Καράταγλης Σ. , 1995 φυσιολογία των φυτών. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Art of text, σελίδα 351**
10. **Δρ. Μάρθα Λαζαρίδου-Αθανασιάδου , υπεύθυνη Εργαστηρίου. , ΤΕΙ Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας και διαχείρισης φυσικού περιβάλλοντος, Εργαστήριο Εδαφολογίας.**
11. **Τσίτσιας Κ.Κ. 1998 , Λιπασματολογία Αθήνα, Οργανισμός Ένωσης Διδακτικών βιβλίων, σελίδα 221-223**
12. **Χ. Πάσσαμ , Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2002**
13. **Martinoia E., Heck U., Wiemken A., 1981 Vacuoles as storage compartments of nitrates in barley leaves. Nature (Lond) 289:292-293**
14. **Wright M. J., Davison K. L., 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Adv. Agron. 16:197-247**
15. **Ismande J., Touraine B., 1994 N Demand and the regulation of nitrate uptake. Plant physiology, 105:3-7**
16. **Wolff I.A., Wasserman A.E., 1972. Nitrates, Nitrites and nitrosamines. science 177(4043): 15-19**
17. **Πασπάτης Ε. Α. , 1990 , Επίδραση εξωγενούς εφαρμογής γιββερελικού οξέως (GA₃) στην παραγωγή σπανακιού και στην περιεκτικότητα του σε νιτρικά (NO₃⁻) Ζιζανιολογία 2(3): 161-166**
18. **Πασπάτης Ε. Α. , 1994, Επίδραση του γιββερελικού οξέος (GA₃) και της αζωτούχου λίπανσης στην παραγωγή και την ποιότητα του σέλινου. Χρον. Μπενακείου φυτοπαθολογ. Ινστ., (Ν.Σ.), 17:137-147**

19. Cantliffe D. J., 1973. Nitrate accumulation in table beets and and spinach as affected by nitrogen , phosphorus and potassium, Nutrition and light intensity, Agronomy journal 65:563-565

20. Scaife A., Ferreira Saraiva M.E., Turner M.K., 1986. Effect of Nitrogen form on the Growth and Nitrate Concentration of Lettuce. Plant and Soil 94 : 3-16

21. Τσιλιπάνου Βασιλική , 1998. Προσδιορισμός νιτρικών αλάτων με την τεχνική της HPLC σε κατεψυγμένο σπανάκι. Πτυχιακή Μελέτη.

22. Hicklenton P. R. , Wolynetz M. S., 1987 Influence of light and dark period air temperatures and root temperature on growth of lettuce in nutrient flow systems. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 (6):932-935

23. Granstedt R. C., Huffaker R. C., 1982. Identification on the leaf vacuole as a major nitrate storage pool. Plant physiol. 70: 410-413

24. Cantliffe D. J., 1972a. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(2): 152-154

25. Cantliffe D.J., 1972C. Nitrate accumulation in spinach grown under different temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(5): 674-676

26. Ράμφος Αλέξιος 1996. Ενζυμική δραστηριότητα του συστήματος της ρεδοκτάσης των νιτρικών στα φύλλα και τις ρίζες του σπανακιού (Spinacea oleracea) υπό την επίδραση της εφαρμογής γιββερελλικού οξέος . Αθήνα . Πτυχιακή μελέτη.

27. Lijinsky w. Epstein S., 1970. Nitrosamines as environmental carcinogens. Nature 225:21-23

28. Δροσόπουλος Ι. Β., 1992. Στοιχεία ανόργανης διατροφής των φυτών. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

29. Χατζημηνά Ι.Σ., 1979. Επίτομος Φυσιολογία, Αθήνα .
Επιστημονικές εκδόσεις Γρηγόριος Κ. Παρισιανός , σελ 393

Internet:

<http://www.pharm.auth.gr>

<http://fyta.createforumhosting.com/>

www.europa.eu.int

www.geoponikokentro.com

<http://www.delcof.gr>

<http://www.ekk.aua.gr/seminar/seminar11.pdf>

www.Google scholar.com

www.pumed.com

Nitrate ions on lettuce

Conclusions:

In these ten samples there is a huge difference between them. The comparison between the samples of Cyprus and Crete and among them is impossible. The minimum number of samples is impossible, since in order to make such a comparison, some hundreds of samples should be taken for analysis.

Also the next and most important reason is the so many factors that determine the course of nitrate prices in lettuce and, by extension, in samples. That is why these factors create such huge differences in the samples and make them separate. So factor testing and an increased number of samples is the way to compare samples. By the phrase "factor control" it is meant that in all cases of the samples the factors that affect nitrate concentrations will be the same and stable which is quite difficult. In conclusion, the factors that contribute to the accumulation of nitrates are not other than those mentioned above, such as:

Solar energy and temperature which, as mentioned, play a significant role in the accumulation of nitrates, and therefore a necessary condition is the information on the time of sampling. Moisture which is a health factor for plants, and hence an influx of nitrates and their concentration in plants. The composition of the atmosphere which is necessary for the subsequent healthy growth of plants as well as the soil reaction.

Finally, the most important and immediate role as demonstrated by this experimental process is the soil, biological factors and the supply of nutrients. This is noticed by the fact that all samples from large supermarkets that consume large vegetables, where the samples are essentially derived from contiguous mass production, showed higher nitrate concentrations than the other samples. The reason is the continuous diving of nitrate production and its accumulation on the soil where it is transferred to the new generation of plants for consumption. Also, the soil biological factors, as well as the nutrients already present in them, the temperature and the weather are a chapter that has much to do with the geographical point where the crops grow. Although this study has not seen whether there is a more favorable geographic point for the cultivation of lettuce in the two islands, respectively, since the geographic values have not had any such correlation between them.