



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ & ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»**

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ
ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ
ΝΩΠΩΝ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ
ΕΥΡΕΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Παπαδόπουλος Γεώργιος

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: Αυδή Μερόπη

Δεκέμβριος 2007



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	1
Ο Κύκλος του αζώτου.....	4
Η δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου (αζωτοδέσμευση).....	6
Παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση του αζώτου μέσω των βακτηρίων στο έδαφος.....	7
Νιτροποίηση.....	8
Συνθήκες που επιδρούν στην νιτροποίηση.....	10
Απονιτροποίηση.....	11
Η διέλευση των νιτρικών μέσα από τις τροφικές αλυσίδες.....	13
Η απομάκρυνση των νιτρικών του μέσω της έκπλυσης.....	13
Τα νιτρικά ιόντα στα φυτά.....	14
Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φυτά.....	15
Ο ρόλος του αζώτου στα φυτά.....	17
Σχέση χορηγούμενου αζώτου και φυτικής αύξησης.....	18
Τα νιτρικά- νιτρώδη στα φυτά.....	19
Τα νιτρικά στον άνθρωπο.....	21
Νιτρικά και μεθαιμοσφαιριναιμία.....	22
Οι νιτροζαμίνες.....	24



Τα επιτρεπτά όρια νιτρικών.....	24
Υλικά και μέθοδοι.....	26
Αποτελέσματα ανά δειγματοληψία.....	29
Αποτελέσματα διαγράμματα.....	44
Κλιματικά στοιχεία της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου....	49
Αποτελέσματα – Σχολιασμός.....	50
Βιβλιογραφία.....	53

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) – η πιο οξειδωμένη μορφή των ενώσεων που συμμετέχουν στον κύκλο του αζώτου – είναι ευρέως διαδεδομένα σε νερά, εδάφη, φυτά. Η χρήση μεγάλων ποσοτήτων νιτρικών και γενικά αζωτούχων λιπασμάτων τις τελευταίες δεκαετίες (το 1987 χρησιμοποιήθηκαν 120% περισσότερα αζωτούχα λιπάσματα σε σχέση με το 1970) συσσωρεύει μεγάλες ποσότητες νιτρικών ιόντων σε νερά, εδάφη και φυτά και δημιουργείται πλέον όχι ένα τοπικό – περιφερειακό πρόβλημα, αλλά ένα διεθνές πρόβλημα νιτρικών.

Το πρόβλημα σχετίζεται τόσο με το θέμα του ευτροφισμού (όριο ευτροφισμού για ήρεμες λίμνες $15 \text{ mg NO}_3^-/\text{lt}$) (Tchobanoglous G., 1995) που προκαλείται από τα νιτρικά στο περιβάλλον, όσο και με θέματα υγείας των καταναλωτών. Η διαρκώς μεγαλύτερη ποσότητα νιτρικών που προσλαμβάνεται καθημερινά με το νερό και κυρίως με τα φυτικής προέλευσης τρόφιμα, έχει καταστήσει επικίνδυνα τα σχετικώς ακίνδυνα νιτρικά. (8)

Η συσσώρευση των νιτρικών στα φυτικής προέλευσης τρόφιμα και κυρίως στα φυλλώδη λαχανικά, είναι ιδιαίτερα υψηλή. Η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων σε πολλά από τα συνήθη στο διαιτολόγιο μας φυλλώδη λαχανικά (μαρούλι, σπανάκι, λάχανο κ.α) μπορεί να φτάσει σε τιμές μέχρι και 40000 – 50000 ppm επί ξηρής ουσίας, ξεπερνώντας κατά πολύ τα ανώτατα επιτρεπτά όρια, που έχουν θεσπιστεί για τα τρόφιμα αυτά. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στις Η.Π.Α έχουν οριστεί ανώτατα όρια για τα περισσότερα από τα λαχανικά και φυσικά το νερό. Παράλληλα διεξάγονται εκτεταμένες έρευνες σε πολλές χώρες (Αγγλία, Γερμανία, Ελβετία, κ.λ.π) επί σειρά ετών, στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φυτικά τρόφιμα και κυρίως στα λαχανικά. Οι έρευνες συνδυάζονται με διαιτολογικές και επιδημιολογικές μελέτες με σκοπό τη συσχέτιση της κατανάλωσης νιτρικών με ορισμένες μορφές καρκίνου, όπως ο καρκίνος του στομάχου.

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι μία κατ' αρχάς αναζήτηση της επικρατούσας κατάστασης από πλευράς συγκέντρωσης νιτρικών σε νωπά κηπευτικά προϊόντα.

Ο στόχος αυτός είναι επίκαιρος, διότι η σημασία της παρουσίας της συγκέντρωσης των νιτρικών στους ιστούς νωπών λαχανοκομικών προϊόντων ευρείας κατανάλωσης είναι μεγάλη έχει ιδιαίτερη αξία για την υγεία των καταναλωτών.

Χωρίς ενδοιασμό θεωρούμε ότι ο προσδιορισμός των νιτρικών είναι μία ιδιαίτερα σημαντική ανάλυση, από αυτές που πραγματοποιούνται στα φυτά.

Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Το άζωτο είναι ένα χημικό στοιχείο που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο και για τους ζωντανούς οργανισμούς όσο και για την ατμόσφαιρα της οποίας αποτελεί το 80% κ.ο.

Η ατμόσφαιρα , πάνω από 10 στρέμματα εδάφους περιέχει 35000 τόνους στοιχειακό άζωτο.

Συμμετέχει στο μόριο των νουκλεοτιδίων και αμινοξέων που αποτελούν τα δύο δομικά συστατικά των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών αντίστοιχα καθώς και στο μόριο της χλωροφύλλης. Ονομάστηκε άζωτο γιατί χωρίς αυτό δεν μπορεί να υπάρξει ζωή .

Ο κύκλος του αζώτου αποτελεί παράδειγμα ιδιαίτερα σύνθετου αέριου κύκλου και είναι πιθανότατα ο πληρέστερος όλων των κύκλων των θρεπτικών στοιχείων καθώς έχει πολλούς αυτορυθμιζόμενους μηχανισμούς .

Περιλαμβάνει διάφορες αλλαγές από το στοιχειακό ατμοσφαιρικό άζωτο σε ανόργανο, σε οργανικό και αντίστροφα .

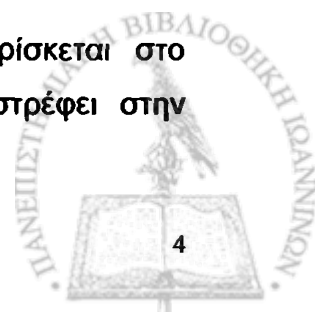
Όπως και στην περίπτωση του κύκλου του άνθρακα, η βασική δεξαμενή αποθήκευσης είναι η ατμόσφαιρα ενώ η δεξαμενή ανταλλαγής λειτουργεί ανάμεσα στους οργανισμούς και στο έδαφος .Σε αντίθεση όμως με τον κύκλο του άνθρακα η πρόσληψη του αζώτου απ' τα φυτά δεν μπορεί να γίνει άμεσα απ' τον αέρα .Προτού γίνει διαθέσιμο στην δεξαμενή ανταλλαγής πρέπει να πάρει τη μορφή χημικών ενώσεων όπως είναι τα νιτρικά άλατα .Η διαδικασία αυτή εμπεριέχει πολλούς και πολύπλοκους μηχανισμούς .

Οι πολύπλοκες αντιδράσεις που εμπλέκονται στην δέσμευση και αποδέσμευση του αζώτου στο σύστημα έδαφος –φυτό διασφαλίζονται από τη δράση διαφορετικών ομάδων βακτηρίων σε τρεις κύριες διαδικασίες : την αζωτοδέσμευση ,την νιτροποίηση και την απονιτροποίηση .Οι διαδικασίες αυτές φαίνονται και στο σχήμα (1).

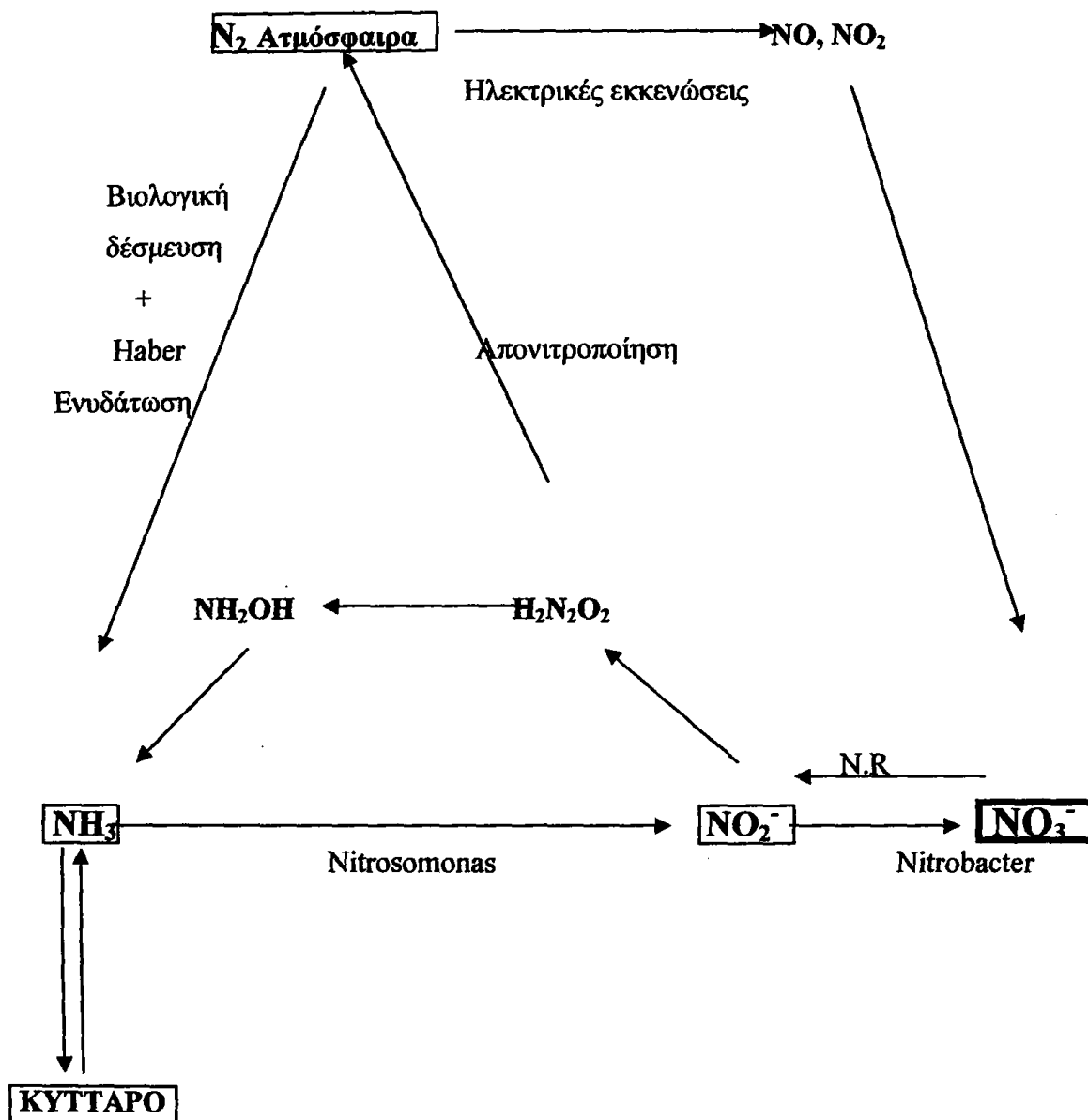
Στη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης οι μικροοργανισμοί μετατρέπουν το ατμοσφαιρικό άζωτο σε αμμωνία ή το ενσωματώνουν σε ορισμένους φυτικούς οργανισμούς (συμβιωτικά βακτήρια).

Κατά την νιτροποίηση ορισμένα βακτήρια του εδάφους μετατρέπουν την αμμωνία που προέρχεται από την αποσύνθεση .των οργανικών υπολειμμάτων ζώων και φυτών σε νιτρικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα από τους αυτότροφους οργανισμούς .

Τέλος κατά την απονιτροποίηση μέρος του άζωτο που βρίσκεται στο έδαφος ή στα νερά υπό μορφή νιτρικών αποδεσμεύεται και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα (απονιτροποιητικά βακτήρια)



ΚΥΚΛΟΣ ΑΖΩΤΟΥ



Σχήμα 2.1. Ο κύκλος του N_2

Η δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου (αζωτοδέσμευση)

- **Μέσω της δράσης εξειδικευμένων οργανισμών**

Η χρησιμοποίηση του Ν από τους ζωντανούς οργανισμούς για τις ανάγκες του, μέσα από τις τεράστιες δεξαμενές του αέρα ή των νερών δεν είναι μια εύκολη διαδικασία ,επειδή ελάχιστες κατηγορίες μικροοργανισμών είναι σε θέση να δεσμεύσουν το άζωτο στη μορφή αυτή και να το χρησιμοποιήσουν άμεσα.

Λειτουργούν είτε μόνοι τους στο έδαφος (π.χ. αζωτοβακτήρια) είτε συμβιωτικά με ένα φυτό κυρίως με αυτά της οικογένειας των ψυχανθών όπως είναι το τριφύλλι , το μπιζέλι, ο βίκος κ.τ.λ. Τα βακτήρια δεσμεύουν το άζωτο (π.χ. το *rizobium*) και σχηματίζεται από εξογκώματα στις ρίζες ,γνωστά ως ριζοφυμάτια .Μέσα σε αυτά τα ριζοφυμάτια σχηματίζονται τα νιτρικά ιόντα τα οποία είτε χρησιμοποιούνται απ' τα φυτά είτε αποβάλλονται στο έδαφος .Για το λόγο αυτό τα ψυχανθή είναι πολύ σημαντικά στις αμψεισπορές που γίνονται με στόχο τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους .

- **Μέσω της δράσης των ηλεκτρικών εκκενώσεων**

Η ηλεκτρική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια των καταιγίδων προκαλεί τη μετατροπή του ατμοσφαιρικού αζώτου σε νιτρικά. Αυτός ο τύπος δέσμευσης είναι ελάχιστος σημασίας όταν συγκρινόμενος με τον αντίστοιχο που οφείλεται στις βιολογικές δραστηριότητες και συνεισφέρει κατά ένα πολύ μικρό μόνο ποσοστό στην συνολική ποσότητα νιτρικών που κυκλοφορούν στα οικοσυστήματα .

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση του αζώτου μέσω των βακτηρίων στο έδαφος

- Το μολυβδαίνιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τη δέσμευση του αζώτου
- Κάτω από pH 4.5 η δέσμευση σταματάει
- Η δέσμευση αναχαιτίζεται με την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων
- Η θερμοκρασία του εδάφους επιδρά στο ρυθμό δέσμευσης του αζώτου και είναι άριστη όταν κυμαίνεται μεταξύ 25-35°C
- Ο κλώνος του βακτηρίου. Υπάρχουν ειδικοί κλώνοι που εμβολιάζονται στο σπόρο κάθε είδους ψυχανθών (εξειδίκευση στο είδος του φυτού)

Το επίπεδο του ολικού αζώτου στο έδαφος μπορεί να κυμαίνεται από 1% ή περισσότερο έως 0,1%, ενώ εκείνο του νιτρικού αζώτου βρίσκεται μεταξύ 2-20 ppm.

Η ποσότητα του νιτρικού αζώτου στα συνήθη εδάφη είναι πάντοτε μικρή και αποτελεί το προϊόν της ισορροπίας μεταξύ της ταχύτητας του σχηματισμού των νιτρικών και της απομάκρυνσης τους (προσλαμβάνονται κυρίως από τα φυτά και απομακρύνονται με τα νερά της έκπλυσης). Η περιεκτικότητα του εδάφους σε νιτρικά παρουσιάζει ένα μέγιστο στις αρχές του καλοκαιριού κατόπιν ελαττώνεται και εμφανίζει ένα δεύτερο μέγιστο στις αρχές του φθινοπώρου.

Νιτροποίηση

Η νιτροποίηση είναι μία εξαιρετικά σημαντική διαδικασία στα νερά και στο έδαφος.

Τα ιόντα NH_4^+ στα νερά και στο έδαφος μετατρέπονται ενζυματικά πρώτα σε νιτρώδη και μετά σε νιτρικά. Παρόλο που το άζωτο βρίσκεται στις βιολογικές ενώσεις κυρίως ως $-\text{NH}_2$, με αριθμό οξείδωσης -3, στα υδατικά συστήματα και σε θερμοδυναμική ισορροπία με τον αέρα είναι κυρίως με βαθμό οξείδωσης +5, δηλ. κυρίως ως NO_3^- .

Η διαδικασία της νιτροποίησης αποτελείται από δύο διαδοχικά ενζυματικά στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η μετατροπή των αμμωνιακών ιόντων σε νιτρώδη, με το βακτήριο *Nitrosomonas*. Τα νιτρώδη που σχηματίζονται οξειδώνονται αμέσως ενζυματικά από μία δεύτερη ομάδα βακτηρίων που ονομάζεται *Nitrobacter*.



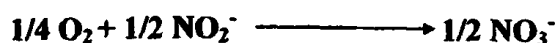
Και τα δύο είδη των ειδικά εξειδικευμένων ομάδων βακτηρίων είναι υποχρεωτικά αερόβια που σημαίνει ότι λειτουργούν μόνο παρουσία οξυγόνου και επίσης είναι αυτότροφα, δηλαδή μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορα ανόργανα υλικά που μπορούν να οξειδωθούν, ως δότες ηλεκτρονίων, για τη παραγωγή της απαιτούμενης σε αυτά μεταβολικής ενέργειας. Στην περίπτωση μας ως δότες ηλεκτρονίων χρησιμοποιούνται τα αμμωνιακά και νιτρώδη ιόντα.

Και τα δύο στάδια της νιτροποίησης απελευθερώνουν ένα σημαντικό ποσό ελεύθερης ενέργειας που είναι περίπου το ίδιο και για τα δύο στάδια.

Σε $\text{pH} = 7.00$ και σε αερόβιες συνθήκες η μετατροπή 1 electron - mole αμμωνιακού αζώτου σε νιτρώδη δίνει :



η δε μετατροπή των νιτρωδών σε νιτρικά δίνει ανά electron - mole :



Σε κανονικές συνθήκες η δεύτερη αντίδραση ακολουθεί την πρώτη, έτσι το αμμωνιακό άζωτο μετατρέπεται σε νιτρικά και αποφεύγεται η συσσώρευση των νιτρωδών, τα οποία σε συγκεντρώσεις ακόμα και λίγων ppm, είναι εξαιρετικά τοξικά σε φυτά και ζώα.

Η συνολική αντίδραση της νιτροποίησης γραμμένη για ένα electron - mole ,



έχει σταθερά ισορροπίας $K=10^{7.59}$.

Από θερμοδυναμική λοιπόν άποψη η αντίδραση της νιτροποίησης είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή.

Είναι αξιοσημείωτο ότι ανεξάρτητα από την πηγή των αμμωνιακών (αζωτοδέσμευση, λίπανση, λύματα κ.τ.λ) η νιτροποίηση προκαλεί μείωση του pH των νερών και εδαφών.

Στα επιφανειακά νερά τα φυτά συνεχώς προσλαμβάνουν άζωτο σε διάφορες μορφές , αλλά προτιμούν την μορφή της αμμωνίας, διότι με αυτή τη μορφή εισέρχεται άμεσα στους βιοσυνθετικούς κύκλους. Η μορφή των νιτρικών κοστίζει ενεργειακά διότι πρέπει πρώτα το φυτό να την αναγάγει σε αμμωνιακά ιόντα. Γενικά το φυτοπλαγκτόν προσλαμβάνει αμμωνία, έως ότου η συγκέντρωση της πέσει σε χαμηλά επίπεδα και μετά αρχίζει να χρησιμοποιεί τα νιτρικά.

Συνθήκες που επιδρούν στην νιτροποίηση

Τα βακτήρια της νιτροποίησης είναι πολύ πιο ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές συνθήκες σε σύγκριση με τους ετερότροφους οργανισμούς που απελευθερώνουν το αμμώνιο από τις οργανικές αζωτούχες ενώσεις. Μερικές από τις συνθήκες που επιδρούν στη διαδικασία της νιτροποίησης είναι :

- **Συγκέντρωση των αμμωνιακών:** Νιτροποίηση θα συμβεί εάν υπάρχουν αμμωνιακά ιόντα. Παράγοντες όπως υψηλός λόγος C/N που εμποδίζει την απελευθέρωση των αμμωνιακών, εμποδίζει και τη νιτροποίηση. Υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνίας ή ουρίας είναι τοξικές για τα βακτήρια *Nitrobacter*. Χωρίς τα βακτήρια αυτά τα νιτρώδη δεν οξειδώνονται σε νιτρικά, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται σε τοξικές συγκεντρώσεις στα νερά και στο έδαφος.
- **Αερισμός :** Όπως αναφέρθηκε τα βακτήρια της νιτροποίησης είναι υποχρεωτικά αερόβια, επομένως οι αερόβιες συνθήκες είναι απαραίτητες για την μετατροπή των αμμωνιακών σε νιτρικά.
- **Η πηγή του άνθρακα :** Τα νιτροποιητικά βακτήρια είναι αυτότροφοι οργανισμοί και δεν χρειάζονται οργανική ύλη είτε σαν πηγή άνθρακα είτε σαν πηγή ενέργειας. Συνήθως χρησιμοποιούν CO₂ ή διττανθρακικά ιόντα σαν πηγή άνθρακα για τις μεταβολικές τους ανάγκες.
- **Θερμοκρασία :** Ιδανική θερμοκρασία για τη νιτροποίηση είναι 20 - 30°C. Η νιτροποίηση είναι πολύ αργή σε χαμηλές θερμοκρασίες και διακόπτεται κάτω από τους 5°C. Επίσης, σε υψηλές θερμοκρασίες πάνω από τους 35°C ο ρυθμός της επιβραδύνεται και διακόπτεται σε θερμοκρασίες πάνω από τους 50°C.

Απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση είναι η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε οξειδία του αζώτου και τελικά σε άζωτο κατά το σχήμα:



Απουσία οξυγόνου, τα νιτρικά χρησιμοποιούνται από διάφορους μικροοργανισμούς (βακτήρια) σαν ένας εναλλακτικός δέκτης ηλεκτρονίων. Τα βακτήρια (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, και *Achromobacter*) αυτά είναι αναερόβια και ετερότροφα δηλαδή παίρνουν ενέργεια και άνθρακα από την οξείδωση των οργανικών ουσιών. Υπάρχουν και αυτότροφα βακτήρια (*Thiobacillus denitrificans*) που παίρνουν την απαραίτητη ενέργεια από την οξείδωση των θειούχων σε θειικά.

Το άζωτο είναι ένα βασικό συστατικό των πρωτεϊνών και κάθε οργανισμός που χρησιμοποιεί άζωτο από τα νιτρικά για τη σύνθεση των πρωτεϊνών πρέπει πρώτα να ανάγει το άζωτο των νιτρικών από τον αριθμό οξείδωσης +5 σε αριθμό οξείδωσης -3 της αμινομάδας ($-\text{NH}_2$). Η αναγωγή αυτή που είναι η πλήρης αναγωγή του αζώτου και απαιτεί 8 ηλεκτρόνια ανά άτομο αζώτου, είναι υποχρεωτική για τα φυτά, αλλά αντιπροσωπεύει μικρό μέρος του αζώτου που ανάγεται στη φύση μικροβιακά.

Γενικά το νιτρικό άζωτο ανάγεται σε νιτρώδη, λειτουργώντας σαν δέκτης ηλεκτρονίων, κατά την εξίσωση :



Το νιτρικό ιόν είναι ένας καλός αποδέκτης ηλεκτρονίων απουσία οξυγόνου, παρόλο που στη παραπάνω αντίδραση η απόδοση ελεύθερης ενέργειας ανά electron - mole είναι μόνο τα 2/3 της απόδοσης, εάν ήταν οξυγόνο το οξειδωτικό. Στα νερά, η έκταση αυτής της δράσης είναι μειωμένη λόγω της μικρής συγκέντρωσης των νιτρικών, επιπλέον η δράση των νιτρωδών είναι τοξική και εμποδίζει την ανάπτυξη πολλών βακτηρίων. Η προσθήκη νιτρικού νατρίου σε λιμνοδεξαμενές επεξεργασίας λυμάτων είναι απαραίτητη, όταν έχουν δημιουργηθεί αναερόβιες συνθήκες διότι το νιτρικό ιόν αποτελεί μία εφεδρική πηγή οξυγόνου και αποκαθιστά τη κανονική ανάπτυξη των βακτηρίων.

Απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση είναι η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε οξείδια του αζώτου και τελικά σε άζωτο κατά το σχήμα:



Απουσία οξυγόνου, τα νιτρικά χρησιμοποιούνται από διάφορους μικροοργανισμούς (βακτήρια) σαν ένας εναλλακτικός δέκτης ηλεκτρονίων. Τα βακτήρια (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, και *Achromobacter*) αυτά είναι αναερόβια και ετερότροφα δηλαδή παίρνουν ενέργεια και άνθρακα από την οξείδωση των οργανικών ουσιών. Υπάρχουν και αυτότροφα βακτήρια (*Thiobacillus denitrificans*) που παίρνουν την απαραίτητη ενέργεια από την οξείδωση των θειούχων σε θειικά.

Το άζωτο είναι ένα βασικό συστατικό των πρωτεϊνών και κάθε οργανισμός που χρησιμοποιεί άζωτο από τα νιτρικά για τη σύνθεση των πρωτεϊνών πρέπει πρώτα να ανάγει το άζωτο των νιτρικών από τον αριθμό οξείδωσης +5 σε αριθμό οξείδωσης -3 της αμινομάδας (-NH₂). Η αναγωγή αυτή που είναι η πλήρης αναγωγή του αζώτου και απαιτεί 8 ηλεκτρόνια ανά άτομο αζώτου, είναι υποχρεωτική για τα φυτά, αλλά αντιπροσωπεύει μικρό μέρος του αζώτου που ανάγεται στη φύση μικροβιακά.

Γενικά το νιτρικό άζωτο ανάγεται σε νιτρώδη, λειτουργώντας σαν δέκτης ηλεκτρονίων, κατά την εξίσωση:



Το νιτρικό ιόν είναι ένας καλός αποδέκτης ηλεκτρονίων απουσία οξυγόνου, παρόλο που στη παραπάνω αντίδραση η απόδοση ελεύθερης ενέργειας ανά electron - mole είναι μόνο τα 2/3 της απόδοσης, εάν ήταν οξυγόνο το οξειδωτικό. Στα νερά, η έκταση αυτής της δράσης είναι μειωμένη λόγω της μικρής συγκέντρωσης των νιτρικών, επιπλέον η δράση των νιτρωδών είναι τοξική και εμποδίζει την ανάπτυξη πολλών βακτηρίων. Η προσθήκη νιτρικού νατρίου σε λιμνοδεξαμενές επεξεργασίας λυμάτων είναι απαραίτητη, όταν έχουν δημιουργηθεί αναερόβιες συνθήκες διότι το νιτρικό ιόν αποτελεί μία εφεδρική πηγή οξυγόνου και αποκαθιστά τη κανονική ανάπτυξη των βακτηρίων.

Μία άλλη ειδική περίπτωση αναγωγής των νιτρικών είναι αυτή που οδηγεί στο σχηματισμό αζώτου. Σε $\text{pH}=7.00$ η απόδοση ελεύθερης ενέργειας ανά electron - mole της αντίδρασης :



είναι - 2.84 kcal και είναι μικρότερη από την απόδοση της μετατροπής των νιτρικών σε νιτρώδη.

Επίσης είναι συνηθισμένη η αναγωγή των νιτρικών σε αέριο N_2O . Το N_2O είναι ένα σχετικά αδρανές αέριο που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά. Η βιοχημεία του σχηματισμού του δεν έχει ακόμα ερμηνευθεί αλλά φαίνεται ότι προκύπτει από πλευρικές δράσεις κατά την απονιτροποίηση. Σαν αέριο το N_2O συνήθως απελευθερώνεται από τα νερά προς την ατμόσφαιρα. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν αποδείξεις ότι το N_2O σχηματίζεται και κατά την οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικά στα επιφανειακά νερά των ωκεανών. Το υποξείδιο του αζώτου, όπως και τα άλλα οξείδια του έχουν σημαντική συμβολή στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Να σημειώσουμε ότι η αναλογία του στον αέρα είναι περίπου 0.31 ppm και σύμφωνα με μελέτες, ο ρυθμός αύξησης του είναι 0.25% κάθε χρόνο.

Στο έδαφος η απονιτροποίηση συμβαίνει κάτω από τις παρακάτω συνθήκες:

- πρέπει να υπάρχει έτοιμη οργανική ύλη για να αποικοδομηθεί.
- ο αέρας του εδάφους πρέπει να περιέχει λιγότερο από 10% οξυγόνο ή λιγότερο από 0.2 mg/l O_2 στο υδατικό διάλυμα.
- θερμοκρασία από 2 έως 50°C, με ευνοϊκότερη τη θερμοκρασία 25 - 35°C
- πολύ όξινα εδάφη ($\text{pH}<5$) παρεμποδίζουν τη γρήγορη απονιτροποίηση και δημιουργούν συνθήκες όπου το κυρίαρχο προϊόν της αναγωγής των νιτρικών να είναι το N_2O .

Γενικά στο έδαφος όταν τα επίπεδα του οξυγόνου είναι πολύ χαμηλά, το τελικό προϊόν της απονιτροποίησης είναι το αέριο άζωτο (N_2). Αξίζει όμως να σημειωθεί, ότι κάτω από τις μεταβαλλόμενες συνθήκες αερισμού του εδάφους δημιουργούνται επίσης τα αέρια οξείδια του αζώτου N_2O και NO . Η αναλογία ανάμεσα στα διάφορα αέρια προϊόντα της απονιτροποίησης εξαρτάται από το pH, τη θερμοκρασία, τη έλλειψη του οξυγόνου και τη συγκέντρωση των νιτρικών και νιτρωδών. Για παράδειγμα η παραγωγή του N_2O ευνοείται όταν η συγκέντρωση των νιτρικών και νιτρωδών είναι υψηλή και η συγκέντρωση του οξυγόνου δεν είναι τόσο χαμηλή. Σε πολύ όξινες συνθήκες σχεδόν ολοκληρωτικά σχηματίζεται N_2O . Το NO βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και κυρίως σε όξινες συνθήκες.

Η διέλευση των νιτρικών μέσα από τις τροφικές αλυσίδες

Τα νιτρικά χρησιμοποιούνται από τα φυτά για τη σύνθεση των πρωτεϊνών τους. Προσλαμβάνονται είτε απευθείας απ' τα ριζοφυμάτια, εάν υπάρχουν, είτε από το έδαφος. Τα νιτρικά που αφομοιώνονται από τα φυτά για να σχηματίσουν τις πρωτεΐνες μέσω των τροφικών αλυσίδων περνούν στο οικοσύστημα.

Μέσα σε κάθε ετεροτροφικό επίπεδο υπάρχει πάντα μερική απώλεια αζώτου κατά την έκκριση νιτρικών ουσιών με τα ούρα και τα περιττώματα. Το αζωτούχο περιεχόμενο της οργανικής ύλης επιστρέφει τελικά στο αβιοτικό τμήμα του οικοσυστήματος όταν αποσυντίθενται τα φυτά, τα ζώα και τα απορρίμματα.

Η απομάκρυνση των νιτρικών του εδάφους μέσω της έκπλυσης

- Εάν τα νιτρικά δεν απορροφηθούν από τα φυτά μπορεί να ξεπλυθούν από το έδαφος μέσω των βροχών (διαδικασία γνωστή ως έκπλυση). Με τον τρόπο αυτό τα νιτρικά μεταφέρονται με τα επιφανειακά νερά έως ότου καταλήξουν στις λίμνες και στα ρηχά θαλάσσια ιζήματα, ή οδεύουν προς τους υπόγειους υδροφορείς.
- Σε ορισμένες περιοχές, όπως για παράδειγμα έξω απ' τις ακτές του Περού υπάρχουν θαλάσσια ρεύματα που αναμιγνύουν το νερό και εμπλουτίζουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Τα νιτρικά μπορεί να περάσουν στις θαλάσσιες τροφικές αλυσίδες και να επιτρέψουν στη στεριά με τα περιττώματα που πέφτουν από τα θαλασσοπούλια. Τα περιττώματα αυτά γνωστά με το όνομα Γκούανο αποτελούσαν κάποτε μια πολύ βασική πηγή αζωτούχου λίπανσης.
- Εάν τα νιτρικά που βρίσκονται στα ρηχά θαλάσσια ιζήματα δεν ανακυκλωθούν ως Γκουανό μπορεί να χαθούν σε βαθιά ιζήματα και να δεσμευτούν για εκατομμύρια χρόνια. Η απώλεια αυτή αντισταθμίζεται εν μέρει από την απελευθέρωση αερίου αζώτου από τα ηφαίστεια.
- Η χρήση των συνθετικών νιτρικών λιπασμάτων σε τεράστιες ποσότητες έχει επιταχύνει τη διαδικασία απώλειας των νιτρικών με την έκπλυση και έχει δημιουργήσει μια εν δυνάμει ανισορροπία στο σύστημα.

Τα νιτρικά ιόντα στα φυτά

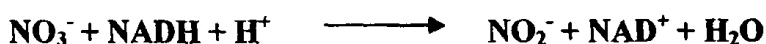
Η συγκέντρωση των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς είναι ένα φυσιολογικό φαινόμενο που συνδέεται με τον μεταβολισμό του αζώτου στα φυτά.

Τα φυτά μπορούν να απορροφήσουν το άζωτο με τη μορφή των νιτρικών NO_3^- και αμμωνιακών NH_4^+ ιόντων. Ενώ όμως η αμμωνιακή μορφή δεν είναι συγκεντρώσιμη γιατί είναι τοξική στα φυτά, αντίθετα η νιτρική μορφή συγκεντρώνεται στα μιτοχόνδρια των κυττάρων επιτελώντας τρεις φυσιολογικές λειτουργίες :

- αντισταθμίζει τα θετικά φορτία των ιόντων νατρίου, ασβεστίου, καλίου, μαγνησίου.
- ασκεί ωσμоруθμιστική δράση.
- αποτελεί την απόθετη - αποθησαυριστική μορφή του αζώτου, για το φυτό.

Ενώ τα αμμωνιακά ιόντα που απορροφούνται από τα φυτά χρησιμοποιούνται άμεσα για τη σύνθεση των απαραίτητων αμινοξέων και άλλων αζωτούχων ουσιών, τα νιτρικά ιόντα πρέπει πρώτα να αναχθούν σε αμμωνιακά.

Το πρώτο στάδιο της αναγωγής των νιτρικών σε νιτρώδη καταλύεται από το ένζυμο νιτρική αναγωγάση (nitrate reductase N.R) η οποία μεταφέρει δύο ηλεκτρόνια από το NADH ή NADPH στο N των νιτρικών ιόντων, κατά το σχήμα :



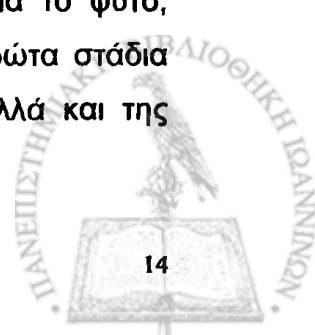
Το ένζυμο αυτό που επιτελεί μια απλή αναγωγή είναι ένα μεγάλο και σύνθετο ένζυμο. Περιέχει FAD, ένα κυτόχρωμα και μολυβδένιο (Mo).

Ιδιαίτερο βάρος έχει δοθεί στη σημασία της δράσης του ενζύμου, καθότι από αυτό εξαρτάται η σύνθεση των πρωτεϊνών αλλά και η συσσώρευση των νιτρικών στα φυτά.

Στο δεύτερο στάδιο της αναγωγής τα νιτρώδη ανάγονται σε αμμωνιακά με το ένζυμο νιτρώδη αναγωγάση (nitrite reductase) και τη βοήθεια της φερεδοξίνης (Fd) και του φωτός, σύμφωνα με την αντίδραση:



Το ποσοστό των νιτρικών που δεν ανάγεται από τα ένζυμα μπορεί να συγκεντρωθεί στα κύτταρα αποτελώντας εφεδρική πηγή αζώτου για το φυτό, χωρίς να προκαλεί καμιά βλάβη. Το ποσοστό μάλιστα αυτό στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών αποτελεί δείκτη της υγιεινής κατάστασης αλλά και της τελικής αποτελεσματικότητας της καλλιέργειας



Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φυτά

Η συσσώρευση των νιτρικών στα φυτά με τη προϋπόθεση ότι τα νιτρικά αποτελούν τη κύρια μορφή του απορροφούμενου αζώτου, εξαρτάται από το βαθμό απορρόφησης τους και την ενεργότητα του ενζύμου της νιτρικής αναγωγάσης. (11)

Η βοτανική κατάταξη του φυτικού είδους, το κληρονομικό δυναμικό της ποικιλίας, το όργανο και η θέση του ιστού, η ηλικία του φυτού, η ενεργότητα της νιτρικής αναγωγάσης είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση των νιτρικών στα φυτά. (8,9). Η συσσώρευση των νιτρικών είναι συνάρτηση διαφόρων ακόμη παραγόντων όπως το είδος του φυτού (7), η φωτοπερίοδος (2), η ένταση του φωτός (6), η θερμοκρασία (3), η χρησιμοποιούμενη ποικιλία του φυτού (4), το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (14), η τυχόν χρήση ζιζανιοκτόνων (5), και σε μεγάλο βαθμό η χρήση ανόργανης και οργανικής αζωτούχου λίπανσης (10,13).

Γενικά για τα διάφορα φυτικά είδη υπάρχει διαφοροποίηση στη συγκέντρωση των νιτρικών, η οποία δεν είναι απόλυτη διότι επηρεάζεται πολύ και από τους υπόλοιπους παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Μια τέτοια γενική κατάταξη είναι η παρακάτω :

Σπανάκι, παντζάρια, καρότο > πράσα, ραδίκια, μαϊντανός > μαρούλι, λάχανο, κολοκύθια > αγγούρια, κουνουπίδια, πεπόνια > πατάτες, ντομάτες, φασόλια.

Όσον αφορά την κατανομή στα επί μέρους όργανα του φυτού, αυτή γενικά ακολουθεί της εξής σειρά :

Μίσχος > Έλασμα > Σπόρος > Καρπός > Άνθος (11)

Χωρίς να αποκλείεται η ισχυρή δυνατότητα συγκέντρωσης σε υπόγεια εδώδιμα μέρη των φυτών όπως τα καρότα.

Η φάση της ανάπτυξης, κυρίως λίγο πριν την άνθηση είναι η εποχή της μεγαλύτερης συσσώρευσης, ενώ η ωρίμανση συνοδεύεται με μείωση. Συστηματικές μεταβολές παρατηρούνται ακόμα και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μέγιστα έχουμε από τις 4 –8 το πρωί και ελάχιστα στις 4 το απόγευμα.



Οι κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν την συγκέντρωση των NO_3^- μακροπρόθεσμα αλλά και βραχυπρόθεσμα. Έτσι, δεν είναι περίεργο που τα επιτρεπτά όρια ορίζονται συχνά με βάση την εποχή του έτους (π.χ. καλοκαίρι, χειμώνας).

Μείωση της έντασης του φωτός συνοδεύεται από αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών διότι το ένζυμο νιτρική αναγωγάση χάνει την αναγωγική του ικανότητα στο σκοτάδι. Ανάλογα με την επίδραση του φωτός ισχύουν και για τη θερμοκρασία. Δηλαδή πτώση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της αναγωγικής δράσης του ενζύμου και επομένως αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών.

Ο σημαντικότερος όμως παράγοντας που προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών είναι η χρησιμοποίηση των αζωτούχων λιπασμάτων

Ανεξάρτητα από το είδος της αζωτούχου λίπανσης λόγω της ανοργανοποίησης και νιτροποίησης έχουμε αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών, στα φυτά. Από τα συνήθως χρησιμοποιούμενα αζωτούχα λιπάσματα. Τα NH_4NO_3 , το KNO_3 , και λιγότερο η ουρία προκαλούν τη μεγαλύτερη αύξηση νιτρικών. Γενικά, τα αμμωνιακά λιπάσματα και οι αναστολείς της νιτροποίησης χρησιμοποιούνται πρακτικά για τον έλεγχο της συγκέντρωσης νιτρικών στα φυτά.

Ο ρόλος του αζώτου στα φυτά

Τα αζωτούχα λιπάσματα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη Γεωργία ,αφού βρέθηκε ότι η αύξηση και η παραγωγικότητα των φυτών επηρεάζεται κατά μεγάλο ποσοστό από τη διαθεσιμότητα του αζώτου .Η έλλειψη του αζώτου είναι από τα πιο συνήθη φαινόμενα, που παρατηρούνται στις καλλιέργειες .Επειδή συμμετέχει στην πρωτεϊνσύνθεση, αλλά κυρίως στη δομή της χλωροφύλλης, τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται υπό μορφή χλώρωσης .Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται κυρίως στα ηλικιωμένα κατώτερα φύλλα τα οποία ως χλωρωτικά κιτρινίζουν και πέφτουν .Τα πιο νέα φύλλα (δηλαδή τα κορυφαία) μπορεί να μη δείχνουν αρχικά αυτά τα συμπτώματα, επειδή το άζωτο μετακινείται από τα παλαιότερα προς τα νεώτερα φύλλα .Έτσι η έλλειψη του αζώτου σε ένα φυτό μπορεί να προσδίδει ελαφρώς πράσινο χρώμα στα ανώτερα φύλλα και κίτρινο στα κατώτερα .Παράλληλα με την χλώρωση αναπτύσσονται ανθοκυανίνες στους μίσχους και κατά μήκος των νεύρων του πλατύσματος των φύλλων .Ένα άλλο επίσης σύμπτωμα έλλειψης αζώτου είναι η αναστολή της αύξησης των μερών του φυτού και κυρίως των πλευρικών κλάδων επειδή αδρανοποιούνται οι πλευρικοί οφθαλμοί .Αντίθετα αύξηση της ποσότητας του αζώτου συνεπάγεται εντονότερη αύξηση του βλαστού και των φύλλων με ταυτόχρονη όμως βράχυνση της ρίζας .

Σχέση χορηγούμενου αζώτου και φυτικής αύξησης

Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στο πεδίο αυτό διαπιστώθηκε ότι από όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση του εδάφους το άζωτο προκαλεί τις πιο εντυπωσιακές μεταβολές στην παραγωγικότητα. Η διαπίστωση αυτή ισχύει για την πλειονότητα των καλλιεργούμενων ειδών. Παρόλο που η παραγωγικότητα επηρεάζεται από την απουσία αζωτούχων θρεπτικών ουσιών, εντούτοις η αιτία αυτή δεν πρέπει να θεωρείται και η μοναδική αφού η σύσταση του εδάφους, οι συνθήκες του περιβάλλοντος και τα είδη που καλλιεργούνται, αποτελούν επίσης καθοριστικούς παράγοντες.

Είναι γνωστό επίσης πως οι απαιτήσεις των φυτών σε άζωτο ποικίλουν μεταξύ των ειδών. Διαπιστώθηκε ότι οι απαιτήσεις αυτές κυμαίνονται γενικά μεταξύ 2 και 5% του ξηρού βάρους των φυτών. Όταν η παροχή αζώτου είναι μικρότερη της άριστης (τροφοπενία αζώτου) η αύξηση επιβραδύνεται, ενώ παράλληλα αρχίζουν να εκδηλώνονται πρόωρα συμπτώματα γήρατος των ηλικιωμένων φύλλων. Αύξηση στη χορηγούμενη ποσότητα του αζώτου έχει ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση του γήρατος και προώθηση της αύξησης του φυτού, ενώ προκαλεί και περαιτέρω μεταβολές στη μορφολογία του φυτού. Οι μορφολογικές αυτές μεταβολές γίνονται πιο εμφανείς όταν η χορήγηση του αζώτου είναι υψηλή κατά την διάρκεια των αρχικών σταδίων της αύξησης. Έτσι, η επιμήκυνση του βλαστού είναι ταχεία ενώ αντίθετα αναστέλλεται η αύξηση της ρίζας, πράγμα που αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την πρόσληψη των θρεπτικών ουσιών και του νερού. Οι τυπικές μεταβολές που προκαλούνται από το άζωτο στη μορφολογία του φύλλου αφορούν το μήκος, το πλάτος και την επιφάνεια του ελάσματος αυξάνουν, ενώ το πάχος ελαττώνεται καθώς η χορηγούμενη ποσότητα αζώτου αυξάνει.

Με την αύξηση επομένως της χορηγούμενης ποσότητας του αζώτου επιμηκύνεται ο βλαστός και περιορίζεται η αύξηση της ρίζας, έτσι ώστε μερικά ετήσια φυτά π.χ. τα αγρωστώδη να μην μπορούν να διατηρηθούν σε όρθια στάση. Οι ψηλές κατά συνέπεια δόσεις αζώτου δρουν έμμεσα ως περιοριστικός παράγοντας της παραγωγής.

ΤΑ ΝΙΤΡΙΚΑ-ΝΙΤΡΩΔΗ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Γενικά τα Λαχανικά

Θα πρέπει να αποτελούν τη βάση της καθημερινής διατροφής, μάλιστα το καθημερινό διαιτολόγιο θα πρέπει να περιέχει κατά 30% λαχανικά και φρούτα. Τα λαχανικά είναι ένας πολύτιμος σύμμαχος για την υγεία διότι είναι πλούσια σε βιταμίνες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία και φυτικές ίνες. Κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τα χρώματά τους, την περιεκτικότητά τους σε υδατάνθρακες, τη χρησιμότητά τους και την περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C.

Τα λαχανικά μπορούν να καταναλωθούν σε οποιαδήποτε μορφή: φρέσκα, κατεψυγμένα, κονσερβοποιημένα, αποξηραμένα ή ακόμη και σε μορφή χυμού. Η αξία τους όσον αφορά την απόδοση ενέργειας είναι πολύ μικρή (10-50 kcal / 100 g). Το σύνολο σχεδόν των λαχανικών δεν περιέχει λίπος και καθόλου χοληστερόλη. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειάς τους προέρχεται από υδατάνθρακες. Τα λαχανικά θεωρούνται σπουδαία πηγή βιταμινών Α, C και φολικού οξέος, μετάλλων και φυτικών ινών.

Η σύσταση των λαχανικών και η θρεπτικότητά τους επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες.

Η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C αλλάζει ανάλογα με την ποικιλία, την ωριμότητα, την έκθεση στον ήλιο, τη θερμοκρασία διατήρησης καθώς και τη μέθοδο χειρισμού και μεταφοράς. Η θρεπτική αξία των λαχανικών εξαρτάται και από τη φρεσκάδα τους. Οι βιταμίνες και τα άλλα πολύτιμα θρεπτικά συστατικά που περιέχουν αρχίζουν να χάνονται από τη στιγμή που θα κοπούν.

Το φολικό οξύ καταστρέφεται από τη θερμότητα κατά το μαγείρεμα, για τον λόγο αυτόν τα λαχανικά θα πρέπει να βράζονται σε λίγο νερό και το υπόλοιπο να χρησιμοποιείται στην παρασκευή σαλτσών. Το χρώμα των λαχανικών είναι μια ένδειξη ύπαρξης βιταμίνης Α. Σε γενικές γραμμές όσο πιο έντονο είναι το κίτρινο, το πορτοκαλί ή το πράσινο τόσο περισσότερη βιταμίνη Α έχει το λαχανικό. Τα εξωτερικά φύλλα των σκουροπράσινων λαχανικών έχουν περισσότερες βιταμίνες (ως και 50 φορές) από τα εσωτερικά φύλλα. Όλα τα λαχανικά δεν έχουν την ίδια ποσότητα βιταμινών και άλλων θρεπτικών ουσιών. Για να είναι ένα διαιτολόγιο ισορροπημένο αλλά και γευστικό θα πρέπει να υπάρχει ποικιλία λαχανικών, που είναι το κλειδί για την κατανάλωση σημαντικής ποσότητας βιταμινών.

Τι πρέπει να γνωρίζει ο καταναλωτής;

Όταν επιλέγει λαχανικά θα πρέπει να τα αγοράζει κατά προτίμηση την εποχή του χρόνου που εμφανίζονται στη φύση. Και αυτό διότι τότε έχουν καλύτερη

εμφάνιση, άρωμα, καλύτερη γεύση και πιθανότατα έχουν υποστεί και τη μικρότερη επίδραση από φυτοφάρμακα και διάφορα χημικά λιπάσματα.

Παρ' όλο που γίνεται λόγος για την παρέμβαση του ανθρώπου με χημικά , υπάρχουν απλά τεχνάσματα για να επιλέξει κανείς τα καλύτερα:

Να γνωρίζει ποια είναι η καλύτερη εποχή ωρίμανσης για το συγκεκριμένο λαχανικό. Να προτιμάτε τα εποχικά λαχανικά γιατί ταιριάζουν και διατροφικά καλύτερα με την εποχή τους. Τα μη εποχικά καλλιεργούνται σε μη φυσιολογικές συνθήκες και έχουν αυξημένες πιθανότητες να είναι επιβαρημένα με κατάλοιπα φυτοφαρμάκων και άλλων τοξικών ουσιών. Τα εποχικά λαχανικά είναι νοστιμότερα και πλουσιότερα σε θρεπτικά συστατικά.

Να προτιμά να ψωνίζει από τις λαϊκές αγορές και από μικροπαραγωγούς οι οποίοι έχουν στον πάγκο τους λίγα φασολάκια, λίγες ντομάτες, λίγο μαϊντανό, λίγες πατάτες κλπ. Δύσκολα μπορεί κάποιος να επέμβει με φυτοφάρμακα σε τόσο μικρή παραγωγή και τόσο μεγάλη ποικιλία.

Η ζωηρότητα των χρωμάτων και η έντονη μυρωδιά είναι σημάδια της φρεσκάδας των λαχανικών, ενώ κιτρινισμένα και μαραμένα λαχανικά σημαίνει ότι είναι «πολυκαιρισμένα». Ένα απλό σημείο φρεσκάδας είναι η ρίζα των λαχανικών, η οποία στα φρέσκα έχει το φυσιολογικό της χρώμα, είναι δροσερή, ενώ όσο περνάει ο καιρός μαυρίζει και αφυδατώνεται.

Να αποφεύγει τα λαχανικά που έχουν όλα το ίδιο μέγεθος, το ίδιο χρώμα και το ίδιο βάρος. Πιθανότατα η ανθρώπινη επέμβαση καθόρισε με απόλυτη ακρίβεια το πότε και με ποιον τρόπο θα γινόταν η ωρίμανση, εις βάρος του φυσιολογικού τρόπου εξέλιξης. Το μέγεθος των λαχανικών είναι ακόμη ένα σημείο προσοχής: ο καταναλωτής θα πρέπει να αγοράζει ότι βρίσκεται κοντά στο φυσιολογικό μέγεθος - ούτε πολύ μικρό ούτε πολύ μεγάλο. Το πολύ μικρό σημαίνει ότι αναπτύχθηκε σε φτωχά εδάφη, άρα θα είναι και αυτό φτωχό σε θρεπτικά συστατικά. Το πολύ μεγάλο μέγεθος οφείλεται συνήθως σε περίσσειμα λιπασμάτων ή άλλων φυτοφαρμάκων.

Καλό θα ήταν - και εφόσον υπάρχει αυτή η δυνατότητα - να δοκιμάζει ή έστω να μυρίζει τα λαχανικά προτού τα αγοράσει. Τα προϊόντα του θερμοκηπίου ή αυτά που έχουν υποστεί κάποια παρέμβαση στερούνται το άρωμα του αγνού προϊόντος.

Να προτιμά τα προϊόντα βιολογικής καλλιέργειας και όπου είναι δυνατόν να ελέγχει και τον φορέα που πιστοποιεί ότι η παραγωγή έγινε με βιολογικές, φιλικές προς τη φύση και το προϊόν μεθόδους.

Να προτιμά τα ελληνικά προϊόντα και στην περίπτωση που τα λαχανικά είναι κατεψυγμένα να ελέγχει τη χώρα προέλευσης από τη συσκευασία. Καλό είναι τα λαχανικά να συντηρούνται στο ψυγείο και να καταναλώνονται πρώτα τα πιο ευαίσθητα προϊόντα.



εμφάνιση, άρωμα, καλύτερη γεύση και πιθανότατα έχουν υποστεί και τη μικρότερη επίδραση από φυτοφάρμακα και διάφορα χημικά λιπάσματα.

Παρ' όλο που γίνεται λόγος για την παρέμβαση του ανθρώπου με χημικά , υπάρχουν απλά τεχνάσματα για να επιλέξει κανείς τα καλύτερα:

Να γνωρίζει ποια είναι η καλύτερη εποχή ωρίμανσης για το συγκεκριμένο λαχανικό. Να προτιμάτε τα εποχικά λαχανικά γιατί ταιριάζουν και διατροφικά καλύτερα με την εποχή τους. Τα μη εποχικά καλλιεργούνται σε μη φυσιολογικές συνθήκες και έχουν αυξημένες πιθανότητες να είναι επιβαρημένα με κατάλοιπα φυτοφαρμάκων και άλλων τοξικών ουσιών. Τα εποχικά λαχανικά είναι νοστιμότερα και πλουσιότερα σε θρεπτικά συστατικά.

Να προτιμά να ψωνίζει από τις λαϊκές αγορές και από μικροπαραγωγούς οι οποίοι έχουν στον πάγκο τους λίγα φασολάκια, λίγες ντομάτες, λίγο μαϊντανό, λίγες πατάτες κλπ. Δύσκολα μπορεί κάποιος να επέμβει με φυτοφάρμακα σε τόσο μικρή παραγωγή και τόσο μεγάλη ποικιλία.

Η ζωηρότητα των χρωμάτων και η έντονη μυρωδιά είναι σημάδια της φρεσκάδας των λαχανικών, ενώ κιτρινισμένα και μαραμένα λαχανικά σημαίνει ότι είναι «πολυκαιρισμένα». Ένα απλό σημείο φρεσκάδας είναι η ρίζα των λαχανικών, η οποία στα φρέσκα έχει το φυσιολογικό της χρώμα, είναι δροσερή, ενώ όσο περνάει ο καιρός μαυρίζει και αφυδατώνεται.

Να αποφεύγει τα λαχανικά που έχουν όλα το ίδιο μέγεθος, το ίδιο χρώμα και το ίδιο βάρος. Πιθανότατα η ανθρώπινη επέμβαση καθόρισε με απόλυτη ακρίβεια το πότε και με ποιον τρόπο θα γινόταν η ωρίμανση, εις βάρος του φυσιολογικού τρόπου εξέλιξης. Το μέγεθος των λαχανικών είναι ακόμη ένα σημείο προσοχής: ο καταναλωτής θα πρέπει να αγοράζει ότι βρίσκεται κοντά στο φυσιολογικό μέγεθος - ούτε πολύ μικρό ούτε πολύ μεγάλο. Το πολύ μικρό σημαίνει ότι αναπτύχθηκε σε φτωχά εδάφη, άρα θα είναι και αυτό φτωχό σε θρεπτικά συστατικά. Το πολύ μεγάλο μέγεθος οφείλεται συνήθως σε περίσσειμα λιπασμάτων ή άλλων φυτοφαρμάκων.

Καλό θα ήταν - και εφόσον υπάρχει αυτή η δυνατότητα - να δοκιμάζει ή έστω να μυρίζει τα λαχανικά προτού τα αγοράσει. Τα προϊόντα του θερμοκηπίου ή αυτά που έχουν υποστεί κάποια παρέμβαση στερούνται το άρωμα του αγνού προϊόντος.

Να προτιμά τα προϊόντα βιολογικής καλλιέργειας και όπου είναι δυνατόν να ελέγχει και τον φορέα που πιστοποιεί ότι η παραγωγή έγινε με βιολογικές, φιλικές προς τη φύση και το προϊόν μεθόδους.

Να προτιμά τα ελληνικά προϊόντα και στην περίπτωση που τα λαχανικά είναι κατεψυγμένα να ελέγχει τη χώρα προέλευσης από τη συσκευασία. Καλό είναι τα λαχανικά να συντηρούνται στο ψυγείο και να καταναλώνονται πρώτα τα πιο ευαίσθητα προϊόντα.



Τα νιτρικά στον άνθρωπο

Γενικά

Η εισροή των νιτρικών στον ανθρώπινο οργανισμό γίνεται μέσω της διατροφής. Έχει υπολογιστεί ότι η μέση ημερήσια δόση νιτρικών που προσλαμβάνονται είναι 75-100mg. Περίπου 80-90% αυτής της ποσότητας προέρχεται από τα λαχανικά. Οι άνθρωποι που ακολουθούν την χορτοφαγία προσλαμβάνουν περίπου 250mg ημερήσια τρεις περίπου φορές περισσότερο από το φυσιολογικό. Αυτά τα όρια προέκυψαν από αναλύσεις των δειγμάτων με δεδομένο ότι στο πόσιμο νερό δεν υπάρχουν νιτρικά. Η υπολογιζόμενη ημερήσια πρόσληψη νιτρικών είναι συνολικά αυξημένη όταν στο πόσιμο υπάρχουν σημαντικές ποσότητες νιτρικών. Στις περιπτώσεις ειδικά υψηλών καταναλώσεων πατάτας και λαχανικών σε συνδυασμό με συντηρημένο κρέας (λουκάνικο) μια επιπλέον ημερήσια δόση 75 mg νιτρικών προστίθεται .

Η υψηλή συγκέντρωση νιτρικών στα λαχανικά και στο πόσιμο νερό έχει συνδεθεί σε ορισμένες περιπτώσεις με σοβαρές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία. Ένα μέρος των νιτρικών που εισάγονται στο στομάχι με τη διατροφή (περίπου 5%) μετατρέπονται σε νιτρώδη από μικροοργανισμούς του στομάχου. Υψηλή συγκέντρωση νιτρώδων μπορεί να προκαλέσει μεθαιμοσφαιριναιμία (blue baby syndrome), κυρίως στα βρέφη αλλά και σε ευπαθείς ομάδες ενηλίκων, όπου τα νιτρώδη αντιδρούν με την αιμοσφαιρίνη εμποδίζοντας την μεταφορά του O_2 στο αίμα. Επιπλέον η παρουσία υψηλής συγκέντρωσης νιτρώδων στο στομάχι έχει ενοχοποιηθεί και σε ορισμένες περιπτώσεις καρκίνου κυρίως μέσω της παραγωγής των καρκινογενών νιτροζαμινών .

Η χρόνια κατανάλωση υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα υγείας. Τα νιτρώδη στο στομάχι αντιδρώντας με διάφορες αμίνες παράγουν τις ενεχόμενες για πολλές περιπτώσεις καρκίνου νιτροζαμίνες .

Διατροφικά πειράματα ταυτόχρονης κατανάλωσης λαχανικών και ψαριών (με υψηλή συγκέντρωση αμινών) στα ίδια γεύματα απέδειξαν σημαντικά αυξημένη παραγωγή νιτροζαμινών. Μελέτες της επίδρασης των υπολειμμάτων νιτρικών του πόσιμου νερού στον όγκο και στη λειτουργία του θηροειδούς αδένος σε ανθρώπινους πληθυσμούς που εκτέθηκαν σε διαφορετικά επίπεδα νιτρικών (στο νερό που κατανάλωναν) έδειξαν την ανάπτυξη υπερτροφίας του θηροειδούς σε ομάδες που κατανάλωναν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών και ιδιαίτερα σε αυτές που ξεπερνούσαν τα 50 mg/lit

Νιτρικά και μεθαιμοσφαιριναιμία

Η μεθαιμοσφαιριναιμία είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία που συνδέεται με την συγκέντρωση νιτρικών στα νερά και στα τρόφιμα .

Τα νιτρικά δεν προκαλούν φυσιολογικά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία εκτός αν αναχθούν σε νιτρώδη .

Ένα μέρος των νιτρικών που εισέρχονται μέσω της διατροφής και του νερού στο στομάχι μετατρέπονται in vivo μέσω βακτηρίων σε νιτρώδη .

Παρουσία νιτρωδών η αιμοσφαιρίνη (η ένωση που μεταφέρει οξυγόνο στο αίμα) μετατρέπεται σε μεθαιμοσφαιρίνη ,χάνοντας αυτή της την ιδιότητα .

Στο αίμα των ενηλίκων ,τα ένζυμα μετατρέπουν συνεχώς την μεθαιμοσφαιρίνη πάλι σε αιμοσφαιρίνη ,ώστε τα επίπεδα μεθαιμοσφαιρίνης να μην ξεπερνούν το 1%. Αντίθετα στα βρέφη ,που έχουν χαμηλότερα επίπεδα των απαραίτητων ενζύμων (περίπου 60%) ,τα επίπεδα της μεθαιμοσφαιρίνης είναι συνήθως 1 με 2% .

Πάνω από αυτά τα επίπεδα προκαλείται μεθαιμοσφαιριναιμία .Τα βρέφη καταναλώνουν επιπλέον μεγάλες ποσότητες νερού σε σχέση με το βάρος τους και ιδιαίτερα όταν το νερό χρησιμοποιείτε ως διαλύτης της στερεάς τροφής ή των χυμών. Για τους λόγους αυτούς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα και προσβάλλονται ευκολότερα από τους ενήλικες .

Μεθαιμοσφαιριναιμία ορίζεται η κατάσταση στην οποία τα ερυθρά αιμοσφαίρια χάνουν την ικανότητα τους να μεταφέρουν ικανοποιητικές ποσότητες O_2 στα σωματικά κύτταρα .Τα συμπτώματα που προκαλούν είναι κυάνωση γύρω από το στόμα ,τα χέρια και τα πόδια ,προβλήματα αναπνοής διάρροια κ.λ.π. Τα δείγματα αίματος ενός βρέφους με αυτά τα συμπτώματα είναι καφέ και σε ποιο βαριές περιπτώσεις ακολουθεί λήθαργος ,απώλεια συνείδησης και θάνατος .

Μετά την διάγνωση η μεθαιμοσφαιρίνη μπορεί να αντιστραφεί, αν και είναι πιθανό η ανοξία μπορεί να έχει ήδη προκαλέσει μόνιμες βλάβες κυρίως εγκεφαλικές .Η χρήση νερού με χαμηλά νιτρικά μπορεί να επαναφέρει την μεθαιμοσφαιρίνη σε αιμοσφαιρίνη σε δυο με τρεις ημέρες .Σε βαριές περιπτώσεις χρησιμοποιείται διάλυμα methylene blue .

Τα όρια που έχουν τεθεί από την (EPA) –Environmental protection Agency των 10 mg/l ή 10 ppm NO₃–N είναι ασφαλή για το πόσιμο νερό τόσο για τους ενήλικες όσο και για τα βρέφη .Εκτός από τα βρέφη ευαισθησία παρουσιάζεται και στις έγκυες γυναίκες ,σε αυτές που θηλάζουν και σε ορισμένους ενήλικες με ιδιαίτερα προβλήματα .

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις ποσότητες πράσινων λαχανικών που καταναλώνονται από τις ευαίσθητες ομάδες με δεδομένο ότι το 80 με 90% των εισροών νιτρικών προέρχεται από τα λαχανικά και το άλλο 10-20 % από το νερό και το συντηρημένο κρέας .

Περιπτώσεις μεθαιμοσφαιριναιμίας σε βρέφη έχουν αναφερθεί τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ευρώπη και σε όλες η συγκέντρωση νιτρικών στο πόσιμο νερό ήταν πολύ υψηλότερες των ορίων ασφαλείας .

Επίσης περιπτώσεις μεθαιμοσφαιριναιμίας έχουν αναφερθεί σε βρέφη που διατρέφονται με αλεσμένα πράσινα λαχανικά .

Το μητρικό γάλα δεν περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις νιτρικών κάτω από φυσιολογικές συνθήκες διατροφής .Στην Γερμανία συστήνεται τόσο στις εγκύους όσο και στις θηλάζουσες μητέρες η αποφυγή κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων νωπών λαχανικών .Επίσης η διατροφή των βρεφών με νωπά λαχανικά πρέπει να αποφεύγεται.

Τεχνολογικές μέθοδοι μείωσης των νιτρικών στις τροφές έχουν αναπτυχθεί με την χρήση βιταμινών, ιχνοστοιχείων και υδατανθράκων . Το μεγαλύτερο μέρος των νιτρικών απομακρύνεται από τα λαχανικά μετά το βρασμό τους στο νερό .

Οι νιτροζαμίνες

Ο βασικός φόβος, από τα μάλλον ακίνδυνα νιτρικά, προέρχεται από τις νιτροζαμίνες, προϊόντα αντίδρασης των νιτρωδών με δευτεροταγείς αμίνες.

Οι νιτροζαμίνες προσλαμβάνονται με τις τροφές, τον καπνό του τσιγάρου, τα ορεκτικά, και θεωρούνται καρκινογόνες ή μεταλλαξιογόνες ενώσεις.

Ο σχηματισμός όμως των επικίνδυνων αυτών ουσιών, στον άνθρωπο από τα νιτρικά δεν έχει αποδειχθεί, ούτε και η πρόκληση καρκίνου του στομάχου έχει αποδειχθεί ότι έχει σχέση με τη πρόσληψη νιτρικών. Μάλιστα σε χώρες με υψηλή κατανάλωση νιτρικών (Δανία, Ολλανδία), ο καρκίνος του στομάχου έχει υποχωρήσει τις τελευταίες δεκαετίες. Το ζήτημα είναι περίπλοκο, διότι πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η κατανάλωση νωπών λαχανικών σε μεγάλες ποσότητες δεν προσπορίζει μόνο νιτρικά στον οργανισμό, αλλά και μεγάλες ποσότητες της αντιοξειδωτικής βιταμίνης C, η οποία μπορεί να παρέχει προστασία κατά του καρκίνου του στομάχου.

Τα επιτρεπτά όρια νιτρικών

Η διαρκώς αυξανόμενη πρόσληψη νιτρικών ιόντων διαμέσου της τροφής και του νερού κυρίως, έχουν επιβάλλει από καιρού την ανάγκη για τη θέσπιση ανώτερων ορίων για την συνολική πρόσληψη νιτρικών, αλλά και ανώτερων ορίων στο πόσιμο νερό και στα λαχανικά που συνιστούν την κύρια πηγή νιτρικών στη διατροφή.

Για τη συνολική ποσότητα νιτρικών που προσλαμβάνονται καθημερινά, η Ευρωπαϊκή Ένωση δια της αρμόδιας επιτροπής τροφίμων, (Commission of the European Communities Scientific Committee for Food, 1995. Opinion on Nitrate and Nitrite, expressed on 22 September. Annex 4 to Document III/5611/95.) εισηγήθηκε το 1995, ως Επιτρεπτή Ημερήσια Δόση (Acceptable Daily Intake) (ADI) :

$$ADI = 3.65 \text{ mg NO}_3^- / \text{kg σωματικού βάρους}$$

Η αντίστοιχη ποσότητα για τις Η.Π.Α είναι :

$$ADI = 3.2 \text{ mg NO}_3^- / \text{kg σωματικού βάρους}$$

Τα όρια που έχουν προταθεί για πολλά είδη λαχανικών με την οδηγία της Ε.Ε. (VI / 3080 / 93 Rev.7) παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 2.2. Η κατώτερη τιμή του ορίου αναφέρεται σε συγκομιδή το καλοκαίρι (Απρίλιος – Οκτώβριος) και η μεγαλύτερη αφορά συγκομιδή το χειμώνα (Νοέμβριος- Μάρτιος). Οι τιμές εκφράζουν τα $\text{mg NO}_3^- / \text{kg νωπής φυτικής ύλης}$ ($\text{ppm NO}_3^- \text{ F.W.}$).

Στα νερά, η συγκέντρωση των νιτρικών παρουσιάζει σταθερή αύξηση τα τελευταία χρόνια, γεγονός που συνδέεται άμεσα με την αυξημένη ή και αλόγιστη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων.

Η συμμετοχή του πόσιμου νερού, στην ημερήσια προσλαμβανόμενη ποσότητα νιτρικών είναι φυσιολογικά μικρή (περίπου 2-3% της συνολικής) (NAS 1981). Αν όμως το πόσιμο νερό περιέχει νιτρικά που ξεπερνούν τα ανώτερα όρια (45 – 50 ppm), τότε και με τη συμμετοχή της μπίρας το ποσοστό συμμετοχής μπορεί να φτάσει το 20%, ημερησίως.

Πίνακας 2.2

Ανώτερα όρια νιτρικών ιόντων σε λαχανικά κατά την οδηγία

VI / 3080 / 93 Rev.7 της Ε.Ενωσης

Είδος	Ανώτερα Όρια (mg NO ₃ ⁻ / kg F.W)
Μαρούλι	2500 - 4500
Σπανάκι	2500 - 3000
Καλαμπόκι	2500 - 3500
Παντζάρι	3500 - 4500
Λάχανο	1500
Καρότο	1500
Παιδικές τροφές	250

Επιδημιολογικές και διαιτολογικές μελέτες πολλών ετών, σε Ευρώπη και Αμερική, οδήγησαν στα παρακάτω ανώτερα επιτρεπτά όρια για το πόσιμο νερό

Ευρωπαϊκή Ένωση : 50 ppm NO₃⁻ (οδηγία 80/78/ΕΟΚ, 15/7/1980)

Αμερική : 45 ppm NO₃⁻ (U.S. EPA. 1990. Criteria Document for Nitrate/Nitrite. Office of Drinking Water, Washington, DC.)

Η τεχνική η οποία προτείνεται για την απομάκρυνση των νιτρικών από το πόσιμο νερό σε περιπτώσεις που έχουμε υπέρβαση των ορίων είναι η ιοντοανταλλαγή και η αντίστροφη ώσμωση.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Προκειμένου να έχουμε μια πρώτη εικόνα για την εμφάνιση ή όχι του φαινομένου της συσσώρευσης νιτρικών σε φυτά ευρείας κατανάλωσης, επιλέξαμε 5 είδη (τομάτα, αγγούρι, καρότο, σπανάκι & μαρούλι) με σημασία (μικρότερη ή μεγαλύτερη) στη διατροφή των βρεφών και των μικρών παιδιών που είναι ευάλωτα στο πρόβλημα. Επιλέχθηκαν οι δύο κυριότερες αγορές της περιοχής, εκείνη των Ιωαννίνων και της Άρτας. Προκειμένου να έχουμε μια ευρύτερη εικόνα, πήραμε δείγματα από τους τρεις βασικούς φορείς εμπορίας των προϊόντων αυτών, από τα πολυκαταστήματα (σούπερ μάρκετ), τα οπωροπωλεία και τις λαϊκές αγορές. Η προέλευση των προϊόντων αυτών μπορεί να είναι διαφορετική σε κάθε περίπτωση. Ενώ π.χ. στα πολυκαταστήματα τα προϊόντα προέρχονται κατ' εξοχήν από μαζικές καλλιέργειες, όπου η αζωτούχος λίπανση είναι αποκλειστικά ανόργανης μορφής, στις λαϊκές αγορές υπάρχει πιθανότητα τα προϊόντα να προέρχονται από μικρούς τοπικούς παραγωγούς όπου συχνά η αζωτούχος λίπανση στηρίζεται στη χρήση ζωικής οργανικής ουσίας.

Διαδικασία ανάλυσης

Ο προσδιορισμός έγινε σε ξηρά δείγματα υπό μορφή Νιτρωδών, ύστερα από αναγωγή μέσω στήλης Καδμίου.

Αναλυτικά η διαδικασία είχε ως εξής:

1^ο στάδιο

Τα νωπά λαχανικά τα αγοράσαμε τα καθαρίσαμε στο εργαστήριο και τα βάλαμε στο φούρνο για να τα αποξηράνουμε. Ο φούρνος ήταν στους 60°C και έμειναν για 4 ημέρες. Αφού τα προϊόντα δέχθηκαν πλήρη αφυδάτωση τα αλέσαμε.

2^ο στάδιο

Τα αλεσμένα προϊόντα στην συνέχεια εκχειλίστηκαν.

Η εκχείλιση έγινε ως εξής:

Από τα αποξηραμένα δείγματα πάρθηκαν 0,5 γρ τα οποία τα ζυγίσαμε σε ζυγό ακριβείας. Τα 0,5 γρ τα τοποθετήσαμε σε ένα δοχείο όγκου 50 ml και εκεί προσθέσαμε 10ml εκχειλιστικό (extract solution) και 30 ml νερό.

Το εκχειλιστικό δ/μα αποτελείται από CdCl_2 , BaCl_2 και νερό του οποίου δ/τος το $\text{PH}=1$ με HCL .

Το μίγμα αυτό δηλ. η ξηρή ουσία, το νερό και το εκχειλιστικό αναδεύονται για 1 ώρα . Μετά από μία ώρα προστίθεται στο αναδευόμενο δ/μα 4ml NaOH και 6ml H_2O . Αναδεύουμε το μίγμα για 30sec ακόμα.

Στη συνέχεια σε ογκομετρικές φιάλες των 50ml στις οποίες είχαμε προσθέσει 10ml Buffer και 15ml H_2O διηθούμε από το μίγμα περίπου 25 ml μέχρι συμπλήρωσης τελικού όγκου στην φιάλη των 50 ml. Η διήθηση πρέπει να γίνεται με γρήγορα ηθμό.

Το Buffer είναι δ/μα που περιέχει NH_4CL και H_2O του οποίου το $\text{PH}=9,6$ με NH_4OH

3° στάδιο

Τα δείγματα τα αραιώνουμε για να μπορέσουμε να πάρουμε τιμές μέσα στα όρια των πρότυπων καμπυλών .

4° στάδιο

Στο στάδιο αυτό έχουμε την διαδικασία αναγωγής των νιτρικών από τις στήλες Cd. Πριν χρησιμοποιήσουμε τις στήλες πρέπει να τις πλύνουμε.

Την πρώτη φορά που θα τις πλύνουμε περνάμε από τη στήλη 25ml HCL 0,1N .

Στη συνέχεια περνάμε από τη στήλη 3 φορές από 25ml H_2O και όταν τελειώσει και αυτό, περνάμε 25 ml Buffer (με αραιώση 125 ml Buffer $\text{PH}=9,6$ σε 500 ml H_2O).

Μετά πλένουμε 2 φορές με απιονισμένο νερό και περνάμε πάλι διάλυμα Buffer αλλά αυτή τη φορά με αραιώση 100 ml στα 1000 ml H_2O (Buffer 1/9)

Αφού τελειώσει η διαδικασία αυτή περνάμε το δείγμα από τη στήλη. Αρχικά 20 ml δείγματος και μόλις τελειώσει το δείγμα 15 ml NaCl . Η συλλογή γίνεται σε φιάλες των 50 ml.

5° στάδιο

Στο στάδιο αυτό στόχος μας είναι η ανάπτυξη χρώματος του δείγματος. Στις φιάλες που έχουμε συλλέξει το δείγμα προσθέτουμε 5 ml Sulfanilamide το αφήνουμε για 3 λεπτά και στην συνέχεια προσθέτουμε 2 ml Coupling και H₂O μέχρι τελικού όγκου 50 ml. Στην συνέχεια το αφήνουμε για 20 λεπτά και το μετράμε στο φασματοφωτόμετρο στα 540 nm στους 20°C.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους πίνακες και τα διαγράμματα που ακολουθούν παρατίθενται τα αποτελέσματα των αναλύσεων ανά δειγματοληψία και προϊόν, καθώς και η εξέλιξη των συγκεντρώσεων ανά προϊόν. Οι συγκεντρώσεις δίνονται σε mg/kg νωπής και ξηρής μάζας. Αναφέρεται επίσης η ποσοστιαία διαφορά (θετική ή αρνητική) σε σχέση με τα διεθνώς αποδεκτά όρια.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους πίνακες και τα διαγράμματα που ακολουθούν παρατίθενται τα αποτελέσματα των αναλύσεων ανά δειγματοληψία και προϊόν, καθώς και η εξέλιξη των συγκεντρώσεων ανά προϊόν. Οι συγκεντρώσεις δίνονται σε mg/kg νωπής και ξηρής μάζας. Αναφέρεται επίσης η ποσοστιαία διαφορά (θετική ή αρνητική) σε σχέση με τα διεθνώς αποδεκτά όρια.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους πίνακες και τα διαγράμματα που ακολουθούν παρατίθενται τα αποτελέσματα των αναλύσεων ανά δειγματοληψία και προϊόν, καθώς και η εξέλιξη των συγκεντρώσεων ανά προϊόν. Οι συγκεντρώσεις δίνονται σε mg/kg νωπής και ξηρής μάζας. Αναφέρεται επίσης η ποσοστιαία διαφορά (θετική ή αρνητική) σε σχέση με τα διεθνώς αποδεκτά όρια.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

1^η Δειγματοληψία (Νοέμβριος 2006)
Αγγούρι

ΑΓΓΟΥΡΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	700	11.19	-	-
Νοέμβριος Λαϊκή	650	13.27	-	-
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	600	11.65	-	-

ΑΓΓΟΥΡΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	600	17,4	-	-
Νοέμβριος Λαϊκή	700	11,4	-	-
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	1.100	31,4	-	-

1^η Δειγματοληψία (Νοέμβριος 2006)
Τομάτα

TOMATA GIANNENA				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	800	47	-	-
Νοέμβριος Λαϊκή	850	60	-	-
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	600	26,5	-	-

TOMATA APTA				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	1.900	75	-	-
Νοέμβριος Λαϊκή	700	42	-	-
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	1.300	62	-	-

1^η Δειγματοληψία (Νοέμβριος 2006)
Καρότο

ΚΑΡΟΤΟ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	650	44	1500	-97%
Νοέμβριος Λαϊκή	700	57	1500	-96%
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	600	42	1500	-97%

ΚΑΡΟΤΟ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	600	83,5	1500	-94%
Νοέμβριος Λαϊκή	900	72	1500	-95%
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	800	70	1500	-95%

1^η Δειγματοληψία (Νοέμβριος 2006)
Σπανάκι

ΣΠΑΝΑΚΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	4.900	485	2500-3000	-84%
Νοέμβριος Λαϊκή	35.200	2.490	2500-3000	-17%
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	44.400	3.279	2500-3000	+9,3%

ΣΠΑΝΑΚΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	1.800	215	2500-3000	-93%
Νοέμβριος Λαϊκή	3.000	313	2500-3000	-90%
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	3.900	321	2500-3000	-90%

1^η Δειγματοληψία (Νοέμβριος 2006)
Μαρούλι

ΜΑΡΟΥΛΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	53.200	2.559	2500-4500	-43%
Νοέμβριος Λαϊκή	48.000	2.898	2500-4500	-35%
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	34.000	1.654	2500-4500	-63%

ΜΑΡΟΥΛΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Νοέμβριος Μανάβης	44.400	2.068	2500-4500	-54%
Νοέμβριος Λαϊκή	48.000	2.978	2500-4500	-34%
Νοέμβριος Σούπερ Μάρκετ	12.800	734	2500-4500	-84%

2^η Δειγματοληψία (Δεκέμβριος 2006)
Αγγούρι

ΑΓΓΟΥΡΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	700	20.48	-	-
Δεκέμβριος Λαϊκή	600	20	-	-
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	600	18	-	-

ΑΓΓΟΥΡΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	700	26	-	-
Δεκέμβριος Λαϊκή	600	30	-	-
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	650	23	-	-

2^η Δειγματοληψία (Δεκέμβριος 2006)
Τομάτα

TOMATA GIANNENA				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	600	42,3	-	-
Δεκέμβριος Λαϊκή	500	41	-	-
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	620	24	-	-

TOMATA APTA				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	800	56	-	-
Δεκέμβριος Λαϊκή	800	57	-	-
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	700	47	-	-

2^η Δειγματοληψία (Δεκέμβριος 2006)
Καρότο

ΚΑΡΟΤΟ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	850	91	1500	-94%
Δεκέμβριος Λαϊκή	700	54	1500	-96%
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	550	49	1500	-97%

ΚΑΡΟΤΟ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	600	69	1500	-95%
Δεκέμβριος Λαϊκή	700	90	1500	-94%
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	500	69	1500	-95%

2^η Δειγματοληψία (Δεκέμβριος 2006)
Σπανάκι

ΣΠΑΝΑΚΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	5.800	700	2500-3000	-76%
Δεκέμβριος Λαϊκή	3.700	442	2500-3000	-85%
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	2.500	289	2500-3000	-80%

ΣΠΑΝΑΚΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	5.000	624	2500-3000	-80%
Δεκέμβριος Λαϊκή	1.000	130	2500-3000	-96%
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	3.500	437	2500-3000	-85%

2^η Δειγματοληψία (Δεκέμβριος 2006)
Μαρούλι

ΜΑΡΟΥΛΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	52.200	3.004	2500-4500	-33%
Δεκέμβριος Λαϊκή	16.000	10.774	2500-4500	+139%
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	34.400	2.324	2500-4500	-48%

ΜΑΡΟΥΛΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Δεκέμβριος Μανάβης	34.000	2.092	2500-4500	-54%
Δεκέμβριος Λαϊκή	11.600	714	2500-4500	-84%
Δεκέμβριος Σούπερ Μαρκετ	45.200	3.097	2500-4500	-31%



3^η Δειγματοληψία (Ιανουάριος 2006)
Αγγούρι

ΑΓΓΟΥΡΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	3.550	227	-	-
Γενάρης Λαϊκή	1.350	76	-	-
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	1.750	106	-	-

ΑΓΓΟΥΡΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	1.400	79	-	-
Γενάρης Λαϊκή	2.100	141	-	-
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	1.800	113	-	-

3^η Δειγματοληψία (Ιανουάριος 2006)
Τομάτα

TOMATA GIANNENA				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	600	43	-	-
Γενάρης Λαϊκή	900	53	-	-
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	18.000	1.013	-	-

TOMATA APTA				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	800	43	-	-
Γενάρης Λαϊκή	2.100	111	-	-
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	1.100	80	-	-

**3^η Δειγματοληψία (Ιανουάριος 2006)
Καρότο**

ΚΑΡΟΤΟ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	1.800	259	1500	-83%
Γενάρης Λαϊκή	4.550	585	1500	-61%
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	2.550	440	1500	-71%

ΚΑΡΟΤΟ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	1.100	140	1500	-91%
Γενάρης Λαϊκή	1.500	225	1500	-85%
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	800	111	1500	-93%

3^η Δειγματοληψία (Ιανουάριος 2006)
Σπανάκι

ΣΠΑΝΑΚΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	30.000	4.872	2500-3000	+62,4%
Γενάρης Λαϊκή	2.750	517	2500-3000	-83%
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	5.100	905	2500-3000	-70%

ΣΠΑΝΑΚΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	1.400	269	2500-3000	-91%
Γενάρης Λαϊκή	4.500	594	2500-3000	-80%
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	8.000	1.006	2500-3000	-67%

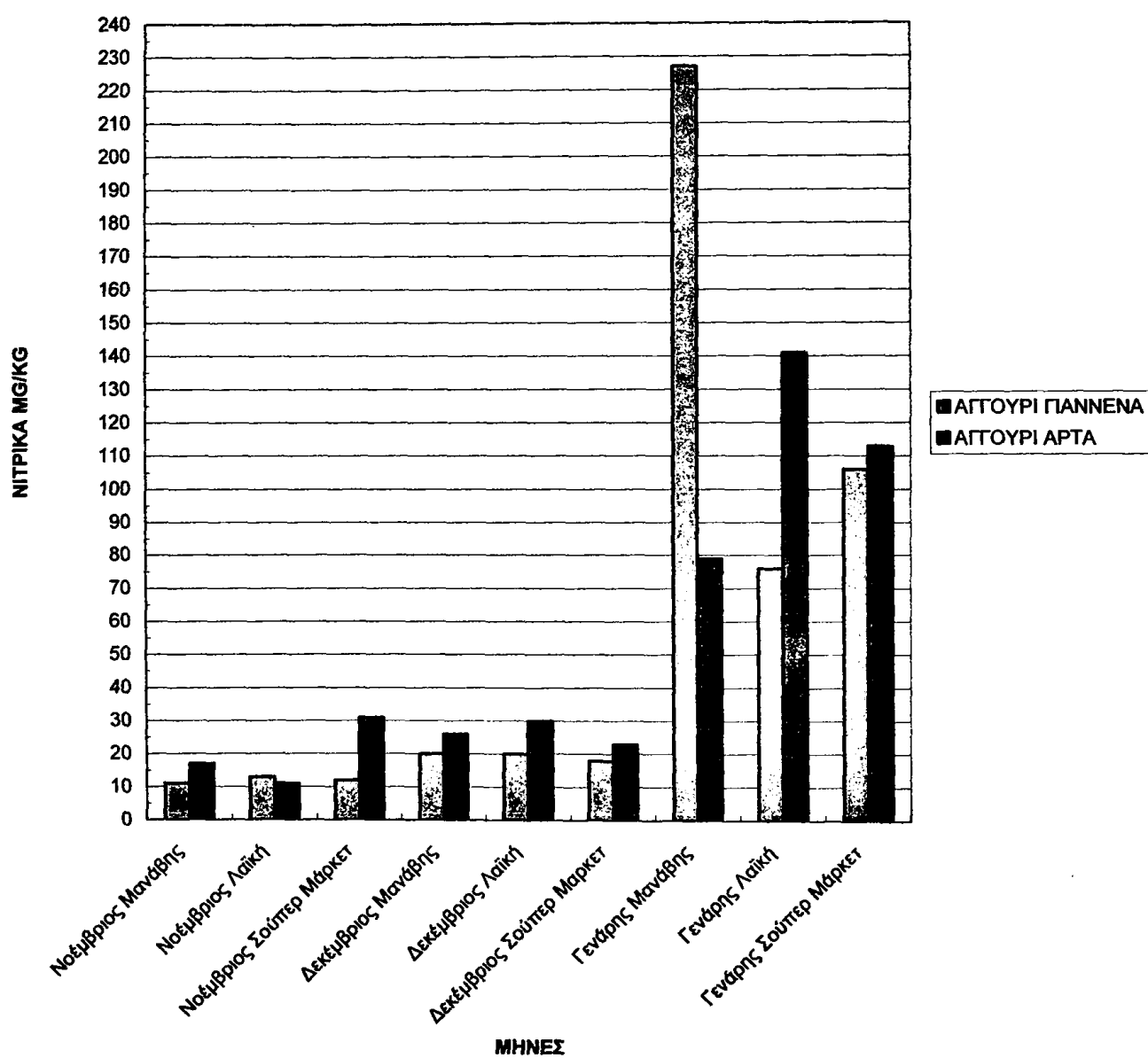
**3^η Δειγματοληψία (Ιανουάριος 2006)
Μαρούλι**

ΜΑΡΟΥΛΙ ΓΙΑΝΝΕΝΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	57.200	6.314	2500-4500	+40%
Γενάρης Λαϊκή	5.400	844	2500-4500	-81%
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	53.200	6.105	2500-4500	+36%

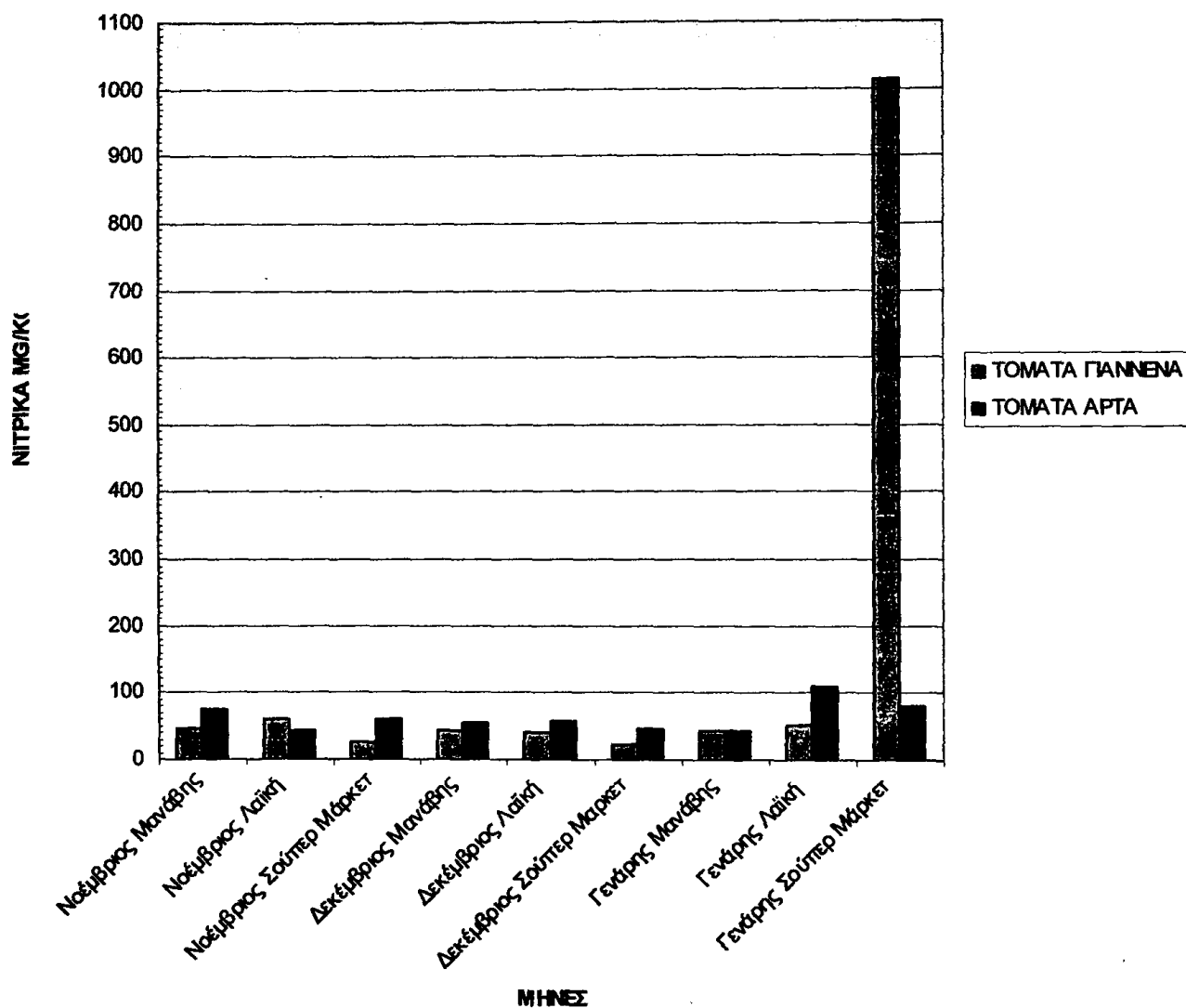
ΜΑΡΟΥΛΙ ΑΡΤΑ				
Προϊόν/Προέλευση	Νιτρικά σε mg/1000 gr ξηρής μάζας	Νιτρικά σε mg/1000 gr χλωρής μάζας	Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα (χλωρής μάζας)	Διαφορά + - %
Γενάρης Μανάβης	28.400	2.248	2500-4500	-50%
Γενάρης Λαϊκή	8.400	967	2500-4500	-79%
Γενάρης Σούπερ Μαρκετ	7.000	546	2500-4500	-88%

Αποτελέσματα-Διαγράμματα
(που δείχνουν την εξέλιξη των νιτρικών στο χρόνο)

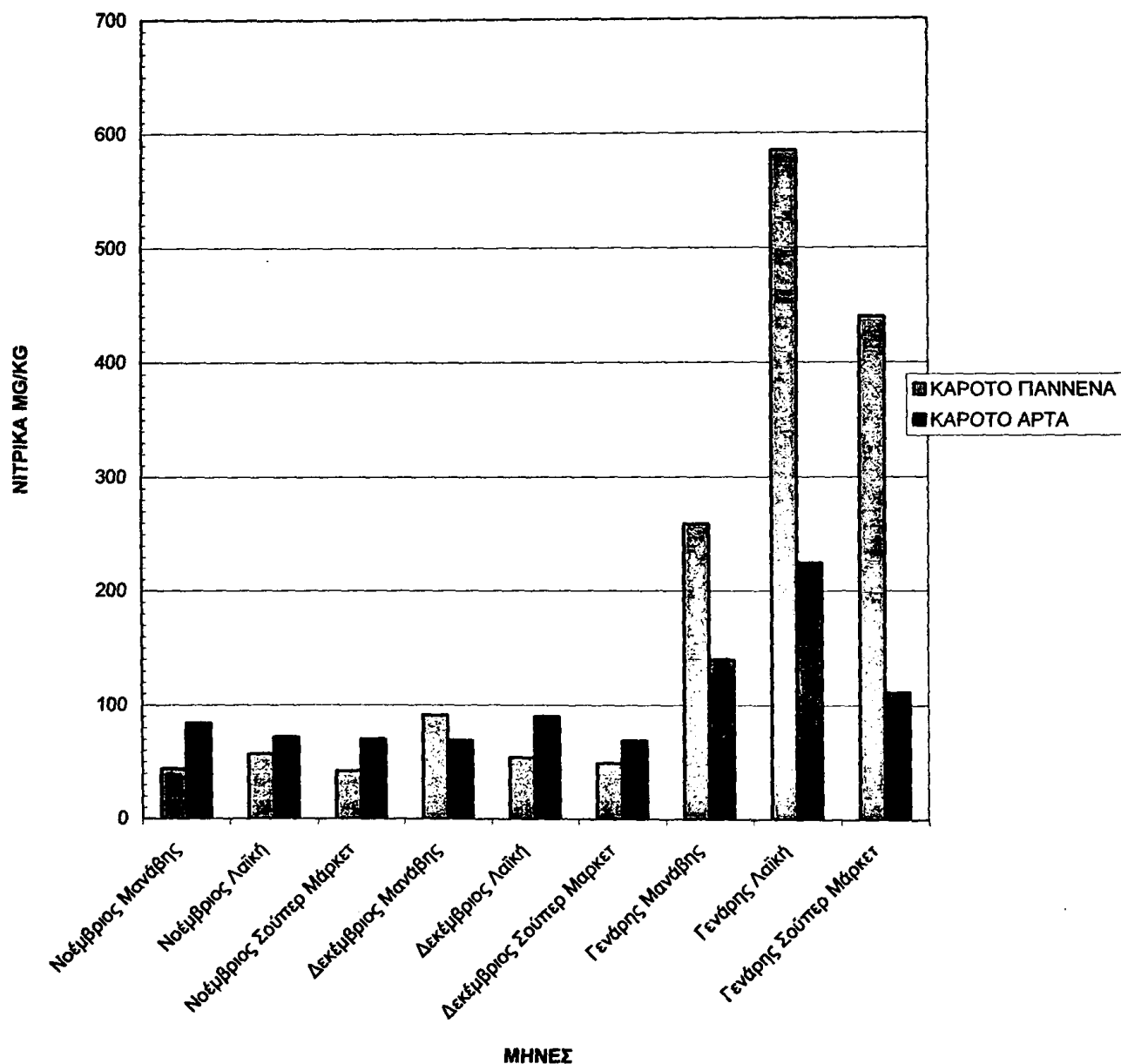
ΑΓΓΟΥΡΙ



TOMATA

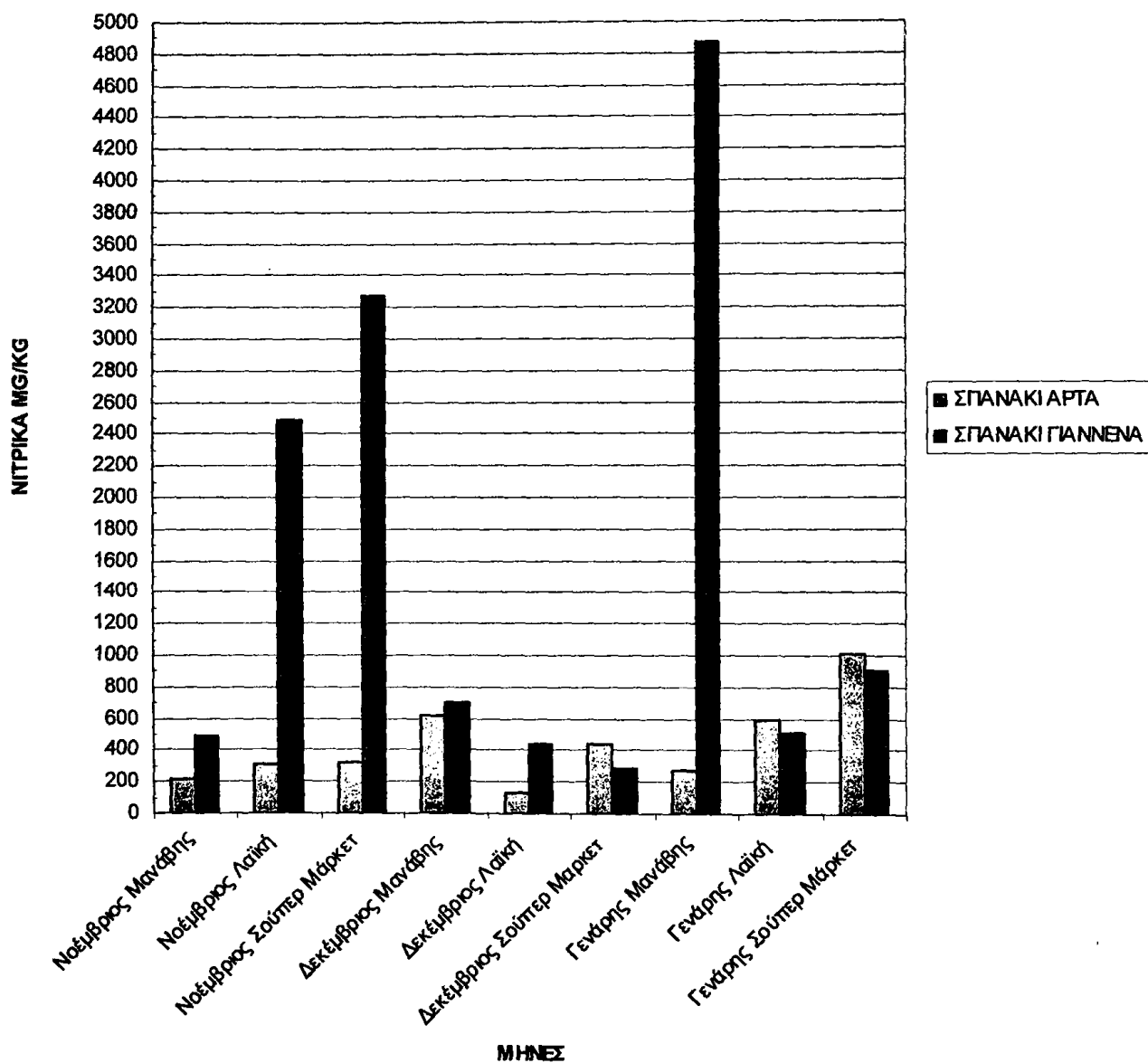


ΚΑΡΟΤΟ



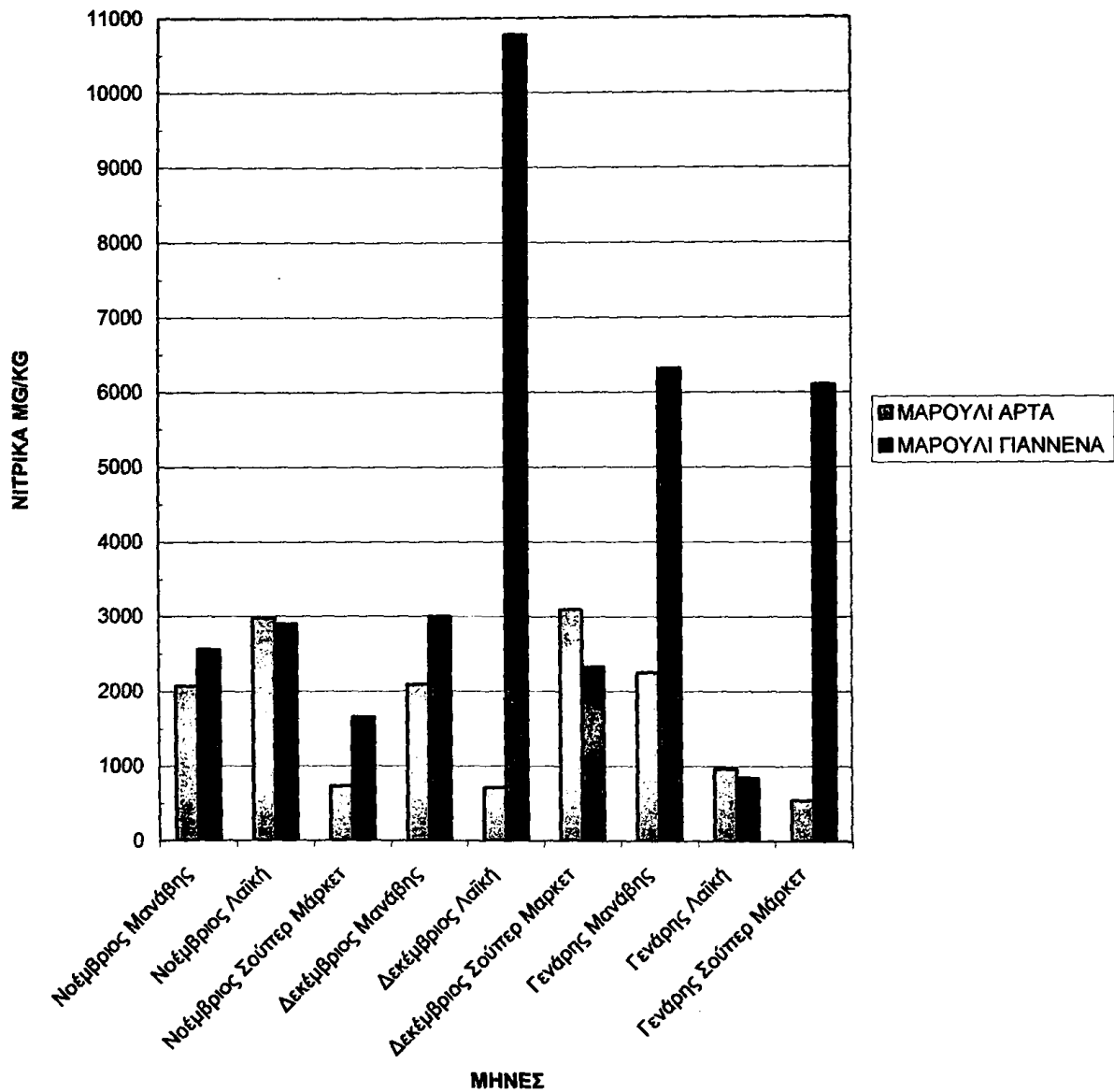
Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα: 1500 mg/kg

ΣΠΑΝΑΚΙ



Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα: 2500-3000 mg/kg

ΜΑΡΟΥΛΙ



Διεθνώς αποδεκτή περιεκτικότητα: 1500 mg/kg

**Κλιματικά στοιχεία
της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου**

Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	Άρτα °C	Γιάννενα °C
Οκτώβριος	18,3	14,9
Νοέμβριος	13,5	9,7
Δεκέμβριος	9,9	5,9
Ιανουάριος	8,7	4,7
Φεβρουάριος	9,4	6,1

Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	Άρτα (χιλιοστά)	Γιάννενα (χιλιοστά)
Οκτώβριος	115.4	99.5
Νοέμβριος	186	167.9
Δεκέμβριος	187.5	174.9
Ιανουάριος	131.8	124.2
Φεβρουάριος	135	111.6

Μέρες βροχόπτωσης	Άρτα	Γιάννενα
Οκτώβριος	8,1	9,7
Νοέμβριος	11,9	13,7
Δεκέμβριος	13	15,2
Ιανουάριος	12,1	13,3
Φεβρουάριος	11,1	12,4

ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Από τους αναλυτικούς πίνακες των αποτελεσμάτων και τις γραφικές παραστάσεις εξέλιξης των συγκεντρώσεων στο χρόνο πραγματοποίησης των δειγματοληψιών, διαπιστώνεται ότι στα προϊόντα ευρείας κατανάλωσης της αγοράς κατά κανόνα βρισκόμαστε σε συγκεντρώσεις σαφώς κατώτερες από τα διεθνώς αποδεκτά όρια. Δεν παύουν όμως να παρατηρούνται και σημαντικές υπερβάσεις αυτών των ορίων. Αναλυτικότερα.

Στο σπανάκι, προϊόν που χρησιμοποιείται συχνά στη διατροφή των βρεφών και των μικρών παιδιών διαπιστώθηκε σε δύο περιπτώσεις υπέρβαση των αποδεκτών ορίων η μία εκ των οποίων φτάνει το σημαντικό ποσοστό του 62,4% επιπλέον. Το γεγονός ότι και στις δύο περιπτώσεις τα δείγματα προέρχονται από καταστήματα που προωθούν προϊόντα μαζικής παραγωγής, αποτελεί σαφή μαρτυρία ότι η υπέρβαση των ορίων δεν μπορεί παρά να είναι προϊόν υπερβολικής αζωτούχου λίπανσης.

Επισημαίνεται ότι το σπανάκι, φυτό μικρού βιολογικού κύκλου (50 ημέρες περίπου) έχει λόγω του γεγονότος αυτού μειωμένες δυνατότητες μετατρεψιμότητας των απορροφούμενων νιτρικών σε πρωτεΐνες και άλλες οργανικές αζωτούχες ενώσεις.

Στο καρότο, προϊόν επίσης εξαιρετικής σημασίας για την διατροφή των βρεφών, παρά το γεγονός ότι παρατηρείται σημαντική άνοδος στις συγκεντρώσεις νιτρικών στη δειγματοληψία του Ιανουαρίου, στο σύνολο των περιπτώσεων βρισκόμαστε κάτω από τα ανώτερα αποδεκτά όρια. Το γεγονός αυτό δεν μπορεί να είναι άσχετο με τον σαφώς μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο του φυτού(φτάνει ή ξεπερνάει τους 5 μήνες) και συνεπώς την δυνατότητα μετατροπής του ανόργανου νιτρικού αζώτου σε πρωτεϊνικό. Σημασία έχει επίσης το γεγονός ότι το εδώδιμο μέρος του φυτού είναι το υπόγειο και όχι το υπέργειο τμήμα του.

Στο μαρούλι, παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός υπερβάσεων από τα αποδεκτά όρια που φτάνουν μάλιστα και το πολύ υψηλό ποσοστό τον 139% . Το γεγονός ότι το πολύ υψηλό αυτό δείγμα προέρχεται από λαϊκή αγορά, μαρτυρεί ίσως ότι η παλαιά και πάγια συνήθεια χρήσης αποκλειστικά οργανικής λίπανσης από τους μικρούς παραγωγούς, αρχίζει και εκτοπίζεται σε όφελος της ανόργανης λίπανσης.

Στην τομάτα και το αγγούρι, λόγω περιορισμένης χρήσης τους στη διατροφή των βρεφών όπου το πρόβλημα της ύπαρξης νιτρικών έχει τα δυσμενέστερα αποτελέσματα, δεν βρήκαμε από τη διεθνή βιβλιογραφία τη θέσπιση κάποιων αποδεκτών συγκεντρώσεων. Παρά ταύτα διαπιστώθηκε ότι στην ψυχρή περίοδο, οι συγκεντρώσεις νιτρικών ανέρχονται και στα δύο προϊόντα σε σημαντικά επίπεδα.

Αν το γεγονός αυτό θεωρείται ως πρόβλημα ελάσσονος σημασίας από διατροφικής πλευράς, δεν μπορεί να μην επισημανθεί ότι από καθαρά γεωπονική σκοπιά συνιστά μια στρεβλή χρήση της αζωτούχου λίπανσης. Περαιτέρω, η αποκαλούμενη “Κατανάλωση πολυτελείας” νιτρικού αζώτου σημαίνει αν μη τι άλλο την ύπαρξη υψηλών ποσοτήτων στο έδαφος με ότι περιβαλλοντικές επιπτώσεις συνεπάγεται αυτό ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες λόγω υψηλής βροχόπτωσης και δυνατοτήτων έκπλυσης. Οι κίνδυνοι αυτοί, εκμηδενίζονται ασφαλώς σε καλλιέργειες υπό κάλυψη.

Τέλος, ως γενική παρατήρηση καταγράφουμε τη διαπίστωση ότι στο σύνολο των προϊόντων, οι συγκεντρώσεις είναι χαμηλές τον Νοέμβριο και αυξάνονται σημαντικά όσο προχωράει ο χειμώνας, με κορύφωση κατά τη δειγματοληψία του Ιανουαρίου. Λαμβάνοντας υπόψη τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά τους μήνες αυτούς, θεωρούμε απίθανο να οφείλεται το γεγονός αυτό σε παρουσία αυξημένων ποσοτήτων νιτρικού αζώτου στο έδαφος είτε λόγω προσθήκης ποσοτήτων ανόργανου Νιτρικού αζώτου, ακόμη δε περισσότερο λόγω απελευθέρωσης του στοιχείου από τις χουμικές ουσίες του εδάφους.

Η πιθανότερη εξήγηση βασίζεται στη σημαντική διαφορά θερμοκρασίας ημέρας- νύχτας αφ’ ενός, και στη φωτοπερίοδο αφ’ ετέρου. Είναι γνωστό ότι αυτοί οι δύο παράγοντες επηρεάζουν σημαντικά τη δυνατότητα μετατροπής των απορροφούμενων ποσοτήτων ανόργανου αζώτου, σε αντίστοιχες οργανικές αζωτούχες ενώσεις μέσα στο φυτό.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μια απλή δειγματοληψία στις δύο βασικές αγορές της περιοχής έδειξε ότι το πρόβλημα της συσσώρευσης νιτρικών στους αγωγούς ιστούς λαχανοκομικών φυτών ευρείας κατανάλωσης, είναι υπαρκτό.

Εμφανίζεται σε σαφώς μεγαλύτερη ένταση στα φυλλώδη λαχανικά μικρού ή σχετικά μικρού βιολογικού κύκλου.

Σ' αυτού του είδους τις καλλιέργειες η αζωτούχος λίπανση γίνεται εφάπαξ, σχεδόν αποκλειστικά με νιτρική μορφή, ενώ η αποκαλούμενη κλιμακωτή λίπανση είναι ουσιαστικά ανύπαρκτη λόγω του μικρού βιολογικού κύκλου. Η θεαματική αντίδραση των φυλλωδών λαχανικών στην ταχείας δράσης αζωτούχο λίπανση αποτελεί δυστυχώς συχνά κίνητρο για υπερλίπανση.

Το φαινόμενο της κατανάλωσης ποσοτήτων ανόργανου Νιτρικού αζώτου πολύ μεγαλύτερων από τη δυνατότητα μετατροπής του σε πρωτεϊνικό, αποτελεί χαρακτηριστικό των ανωτέρω ειδών.

Το φαινόμενο, παρατηρείται σε μικρότερο βαθμό σε φυτά μεγαλύτερου βιολογικού κύκλου. Στις συγκεκριμένες καλλιέργειες, η κλιμάκωση των χορηγούμενων ποσοτήτων ανόργανου αζώτου αποτελεί κανόνα. Έτσι το νιτρικό άζωτο σπανίως βρίσκεται στο έδαφος σε εξαιρετικά υψηλές ποσότητες ώστε η απορρόφηση να υπερβαίνει σαφώς τη δυνατότητα μετατροπής του εντός του φυτού.

Σε κάθε περίπτωση πάντως, και με δεδομένη τη σημασία κάποιων ειδών στη διατροφή των βρεφών και των μικρών παιδιών, αποδεικνύεται ότι το πρόβλημα είναι υπαρκτό. Το γεγονός ότι οι παραγωγοί λειτουργούν χωρίς επιστημονική καθοδήγηση και εργαστηριακή υποστήριξη δεν αφήνει σοβαρές ελπίδες για πραγματικό έλεγχο του προβλήματος. Τέλος, η απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων νιτρικού αζώτου σημαίνει αναπόφευκτα την αντίστοιχη ύπαρξη του σε νιτρικές μορφές στο έδαφος. Η μέγιστη κινητικότητα του νιτρικού αζώτου το καθιστά εξαιρετικά ευάλωτο στις απώλειες μέσω των νερών έκπλυσης και τις επιφανειακής απορροής, με ότι αυτό συνεπάγεται για τη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αγγελάκης Α.Ν., Tchobonoglous G., Υγρά Απόβλητα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. 1995.
2. CANDLIFFE (D.J.), 1972 – Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod and light duration
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97, 414-418
3. CANDLIFFE (D.J.), 1972 – Nitrate accumulation in vegetable crops at different temperatures
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97, 674-676
4. CANDLIFFE (D.J.), 1973 – Nitrate accumulation in spinach cultivars and plant introductions
Can. J. Plant. Sci. 53, 365-367
5. CANDLIFFE (D.J.), PHATAK (S.C.), 1974- Effect of herbicides on weed control and nitrate accumulation
Hort. Sci.(1974), 9, N°5, 470-472
6. CANDLIFFE (D.J.), 1972 – Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97, 152-154
7. Coic (Y), 1973 – Engrois, environnement et production
Stat. Phys. Veg. – CNRA – VERSAILLES, 1973, 15p
8. Corre W.J., Breimer T., *Literary Survey 39 BUDOC*, Wagengen, The Netherlands.
9. Darwinkel, A. *PUDOC*, 1975, Wageningen, The Netherlands.

10. JACQUIN (F) – PAPADOPOULOS (G).1977. Influence de la forme de fumure azotee sur l' accumulation des nitrates dans des plants d' epinards cyltives en vases de vegetation
Bull. ENSAIA – INPL – Nancy – t.xix – Fasc. I-II, 101-104
11. Maynard D.N., Barker A.V. *Acta Hort.* 1979, 93, 153-162
12. NAS (National Academy of Sciences). 1981. The health effects of nitrate, nitrite and N- nitroso compounds. National Academic Press, Washington, D.C.
13. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ (Γ) – ΜΑΝΟΣ (Γ)- 1986 Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη συσσώρευση νιτρικών στους ιστούς των λαχανοκομικών φυτών.
Αγρ. Θεμ. τ.5. 1986. σ. 70-77
14. VAN MAERCKE (D)- 1973. Stikstofbemesting en het nitroaatgehalte van spinazie Meded. Fac. Landbouwwet. Gewt. Belgium, 1973, 38, N°2, 486-503