

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ : ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ &**  
**ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**"ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ**  
**ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ**  
**ΛΑΧΑΝΟΥ (*Brassica oleracea var. capitata*)"**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :  
ΑΡΓΥΡΟΥ ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:  
ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2001**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1. ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ	4
1.1 Βοτανικά - μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού λάχανου	4
1.2 Ποικιλίες	5
1.3 Κλίμα και έδαφος	7
1.4 Λίπανση (οργανική, βασική, επιφανειακή, διαφυλλική)	8
1.5 Σπορά φύτευση	10
1.6 Άλλες καλλιεργητικές εργασίες	11
1.7 Συγκομιδή - αποδόσεις - διατήρηση	12
1.8 Ασθένειες - Ζωικά παράσιτα	12
1.9 Ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων στη θρέψη του φυτού	13
Γενικά	13
Άζωτο	15
Φώσφορος	23
Κάλιο	25
Θείο	27
Ασβέστιο	28
Μαγνήσιο	28
Μαγγάνιο	30
Σίδηρος	32
Χαλκός	33
Βόριο	35
Ψευδάργυρος	38
Μολυβδαίνιο	39
Κοβάλτιο	39
Χλώριο	39
Νάτριο	40
1.9.1 Αζωτούχα λιπάσματα	47

2 ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	54
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΥ	
2.1 Μέθοδοι και Υλικά	54
2.2 Αποτελέσματα	57
2.3 Συζήτηση	71
2.4 Συμπεράσματα	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων λίπανσης της καλλιέργειας λάχανου σε συνθήκες αγρού απαιτούνται ειδικές γνώσεις και εμπειρία που αφορούν τη φυσιολογία του φυτού, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τα λιπάσματα.

Το θέμα παρουσιάζει μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον, αφού η λίπανση της καλλιέργειας λάχανου γίνεται από τους παραγωγούς χωρίς να υπολογίζεται η γονιμότητα και συγκεκριμένα η περιεκτικότητα του N-NO<sub>3</sub> στο έδαφος.

Η παρούσα εργασία αποβλέπει στη μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη, απόδοση του φυτού λάχανου (*Brassica oleracea var. capitata*).

Η εργασία αποτελείται από 2 μέρη : Το γενικό και το πειραματικό.

Το γενικό μέρος αναφέρεται στη περιγραφή του φυτού λάχανου, στις καλλιεργητικές φροντίδες, στο ρόλο των θρεπτικών στοιχείων στη θρέψη του φυτού.

Το πειραματικό μέρος αναφέρεται στα υλικά και μεθόδους, στα αποτελέσματα, συζήτηση και συμπεράσματα. Στο τέλος δίνεται ο κατάλογος με τη σχετική βιβλιογραφία.

Με την ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Πασχαλίδη Χρήστο για τη συνεργασία του. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Ερευνητή του Ινστιτούτου Ελαιάς και Οπωροκηπευτικών της Καλαμάτας κ. Καββαδία Βίκτωρα για τη πολύτιμη βοήθεια του.



## Εισαγωγή.

Το λάχανο είναι ένα από τα κηπευτικά που έχουν διαδοθεί σε όλο τον κόσμο και καλλιεργείται για τη κεφαλή του, η οποία καταναλίσκεται κυρίως ως σαλατικό και μαγειρεμένη. Καλλιεργείται για τη κεφαλή του που είναι πλούσια στις βιταμίνες Α, Β και C, δίνει δε και αρκετό φύλλωμα που χρησιμεύει ως κτηνοτροφή.

Μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα οι περισσότεροι βοτανολόγοι υπέθεταν πως τα λάχανα είναι δυτικής προέλευσης, μέχρι να ανακαλυφθούν κινέζικα συγγράμματα του 1000 π.Χ τα οποία περιέγραφαν τα λάχανα ως το μόνο φάρμακο για τη στειρότητα των ανδρών της τρίτης ηλικίας. Για τις θεραπευτικές του ιδιότητες το χρησιμοποιούσαν και οι Αιγύπτιοι, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι, οι οποίοι μάλιστα του απέδιδαν μεγάλες θεραπευτικές ικανότητες, από γιατρικό της παράλυσης, μέχρι και τις πλευρίτιδας (Παρασκευόπουλος).

Η διάδοση του λάχανου σε όλο τον κόσμο οφείλεται στη μεγάλη προσαρμοστικότητα του και στη καταλληλότητα του για τροφή. (Σπάρτσης-Καλτσίκης).

Καλλιεργείται από ειδικούς και ερασιτέχνες καλλιεργητές σε ζεστές και υποτροπικές περιοχές κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Για εμπορική εκμετάλλευση καλλιεργείται στις ΗΠΑ, Κίνα, Ιαπωνία, σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες και στην Ινδία. Οι κυρίως λαχανοπαραγωγικές χώρες είναι η Ρωσική Ομοσπονδία, η Κίνα, η Κορέα, η Ιαπωνία, η Πολωνία και η Ινδία. (Salunkhe and Kadam)

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο εντατικός τρόπος καλλιέργειας δίνει στο παραγωγό τη δυνατότητα να αποκομίσει σημαντικά οφέλη από μια σχετικά μικρή έκταση γης.

Η χρήση των χημικών λιπασμάτων συμβάλει αποτελεσματικά στη ποιοτική και ποσοτική αύξηση της παραγωγής.

Η ορθολογική λίπανση έχει ως σκοπό να διατηρήσει τη γονιμότητα του εδάφους. Για να γίνει όμως αυτό εφικτό απαιτείται η έρευνα για τις ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία καθώς και η άριστη πληροφόρηση για τη συμπεριφορά των θρεπτικών, ιδιαίτερα του αζώτου, στο έδαφος, παίρνοντας υπόψη την ύπαρξη των οριακών τιμών δια των οποίων θα μπορεί να γίνεται η πρόσληψη της άριστης δόσης του λιπάσματος (Σιμώνης)

Έτσι απαιτείται εφαρμογή σύγχρονών γνώσεων για τη θρέψη του φυτού. Η αρχή της (PIN) ολοκληρωμένης θρέψης των φυτών (Integrated Plant Nutrition) αναγνωρίζει και λαμβάνει υπόψη τις διάφορες πηγές θρεπτικών και στοχεύει στη χρησιμοποίηση των πηγών αυτών προς όφελος του φυτού. Επιπλέον αποσκοπεί στη προστασία του περιβάλλοντος από τη φόρτιση του με υπερβολικές ποσότητες θρεπτικών (Ναδάρα)

Επομένως η ορθολογική λίπανση αποσκοπεί όχι μόνο στη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής, αλλά δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων, καλής ποιότητας προϊόντων και με τον γνώμονα τη προστασία του περιβάλλοντος.

## ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

### 1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΤΟΥ ΛΑΧΑΝΟΥ

Το λάχανο (*Brassica oleracea* var. *capitata*) ανήκει στην οικογένεια Cruciferae των Σταυρανθών. Απαντάται σε άγρια μορφή στην Αγγλία, Δανία και Γαλλία. Το άγριο λάχανο είναι πτωδές και συνήθως αειθαλές. Το καλλιεργούμενο λάχανο διαφέρει ως προς το μέγεθος, το σχήμα και το χρώμα των φύλλων όπως και της κεφαλής (Salunkhe and Kadam).

Όπως όλες οι βοτανικές ποικιλίες του *Br. Oleracea* έχει και το λάχανο η=9 χρωμοσώματα.

Το φυτό είναι διετές μέχρι την παραγωγή του σπόρου. ( Δημητράκης ). Το καλλιεργούμενο λάχανο έχει άκλωνο στέλεχος, το οποίο συνήθως παραμένει λιγότερο από 30cm ψηλό, καθώς η ανάπτυξη του σταματάει σε πρώιμο στάδιο.

Τα πρώτα φύλλα ξετυλίγονται κανονικά και συνήθως φτάνουν τα 30cm μήκος. Μετά από κάποιο χρόνο εκφύονται φύλλα τα οποία ξετυλίγονται εν μέρει και σχηματίζουν μία «επιδερμίδα», η οποία αγκαλιάζει τα υστεροδημιουργηθέντα φύλλα, τα οποία δεν απλώνονται. Από το διαρκεί διαχωρισμό και ανάπτυξη των νεαρών φύλλων δημιουργείται τελικά ένα συμπαγές κεφάλι, παρόλο που ο βαθμός συνεκτικότητας ποικίλει.

Μερικές φορές η πίεση των έσω – φύλλων οδηγεί την επιδερμίδα σε διάρρηξη πράγμα το οποίο επίσης συμβαίνει την άνοιξη όταν το φυτό

αρχίζει να ξεβλαστώνει. (Salunkhe and Kadam). Τα φύλλα του λάχανου είναι μεγάλα και πλατιά, πράσινα ή ερυθρωπά ανάλογα την ποικιλία.

Μια κεφαλή είναι ένα μάτι που τυλίγεται στα φύλλα.( Σπάρτσης ). Τα φύλλα βρίσκονται το ένα πάνω στο άλλο σε ένα σαρκώδες στέλεχος που ξυλοποιείται στο κάτω μέρος. Η κεφαλή σχηματίζεται από αλληπάλληλες στρώσεις φύλλων και αν παραμείνει χωρίς να συγκομιστεί, κάποια στιγμή ανοίγει το κέντρο της και εμφανίζονται οι ταξιανθίες. Τα κίτρωπά άνθη του που σχηματίζουν ανθοταξίες είναι ερμαφρόδιτα, αλλά τα φυτά είναι συνήθως αυτοσυμβίβαστα και μπορούν να διασταυρωθούν με φυτά όχι μόνο άλλων ποικιλιών λάχανου, αλλά και άλλων υποειδών του Brassica oleracea. (Δημητράκης, 1982 ).

Οι ποικιλίες του κοινού λάχανου σχηματίζουν ευμεγεθή κεφαλή από φύλλα, συνεκτική συνήθως, χρώματος ανοικτού πρασίνου – υπόλευκου ή και ερυθρού και σχήματος σφαιροειδούς έως κωνοειδούς. (Δημητράκης ). Κάθε άνθος έχει τέσσερα ωχρά πέταλα, με δύο κοντούς εξωτερικούς στήμονες και τέσσερις μακριούς εσωτερικούς ( Σπάρτσης ). Ο καρπός είναι επιμηκές κεράτιο, το οποίο κατά την ωρίμανση φέρει πολυάριθμους και σκούρου χρώματος σπόρους.

## 1.2 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Στο λάχανο, σοβαρή επίδραση στην επιτυχία της καλλιέργειας έχει ο χρησιμοποιούμενος σπόρος. Επιδίωξη του καλλιεργητή θα πρέπει να είναι η καλλιέργεια των κατάλληλων ποικιλιών ή υβριδίων κατά τις διάφορες εποχές του έτους. Μεταξύ των καλύτερων που ήδη καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι κατωτέρω :

- ✓ Gloire d' Enkhuizen. Ποικιλία μέτριας πρωιμότητας, συγκομιδής 100 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Κεφαλή 3-4 συνήθως kg., σφαιροειδής και συγκομιδή καλοκαιρινή - φθινοπωρινή.
- ✓ Wisconsin all Season. ποικιλία αρκετάς πρώιμης παραγωγής με κεφαλή σφαιροειδή και συνεκτική, βάρους 2-3 συνήθως χιλιόγραμμων.

- ✓ Oxylus F<sub>1</sub>. Υβρίδιο πρώιμο, συγκομίζεται μετά 70 ημέρες από τη μεταφύτευση. Φυτό μέτριας ανθεκτικότητας στο φουζάριο. Κεφαλή πολύ καλής ποιότητας και βάρους 2 περίπου χιλιόγραμμων.
  - ✓ Oscar F<sub>1</sub>. Υβρίδιο μέτριας πρωιμότητας (110 ημερών με κεφαλή πολύ καλής ποιότητας και βάρους 3-6 χιλιόγραμμων
  - ✓ Banner F<sub>1</sub>. Πρώιμο υβρίδιο, αρχίζει να συγκομίζεται 75 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Είναι κατάλληλο για σπορά σε όλες τις εποχές. Η κεφαλή του διατηρείται καλά στον αγρό, είναι συνεκτική και αποκτά βάρος 2,5 - 4 χιλιόγραμμων.
  - ✓ Bonita F<sub>1</sub>. Υβρίδιο μεσοπρώιμο (85 ημερών) με κεφαλή συνεκτική και καλής ποιότητας, βάρους 2,5 - 4 χιλιόγραμμων.
  - ✓ Stillon F<sub>1</sub>. Όψιμο υβρίδιο, συγκομίζεται μετά 170 ημέρες, από τη μεταφύτευση. Φυτό με ελαφρώς κατσαρά φύλλα και κεφαλή ανθεκτική στο σκάσιμο και στους παγετούς, που διατηρείται καλά στο φυτό για μεγάλο χρονικό διάστημα.
  - ✓ Histanada F<sub>1</sub>. Υβρίδιο πρώιμο με κεφαλή συνεκτική, σφαιροειδή, μέτριου μεγέθους. Μπορεί να σπαρθεί Φεβρουάριο-Μάρτιο, για να συγκομιστεί Ιούλιο-Αύγουστο.
  - ✓ Rona F<sub>1</sub>. Όψιμο, κόκκινο λάχανο συγκομιζόμενο 160 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Φυτό μεγάλης ανάπτυξης με κεφαλή κόκκινη, σφιχτή, βάρους 1-3,5 kg
  - ✓ Red Amager F<sub>1</sub>. Πολύ πρώιμο υβρίδιο, ωριμάζει 65 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Κεφαλή συνεκτική, κόκκινου χρώματος και βάρους 2-3 kg.
- 
- ✓ Focus F<sub>1</sub>. Υβρίδιο με φυτά ζωηρά, ύψους 70-80cm δίνει λαχανάκια συνεκτικά, διατηρούμενα καλώς μετά τη συγκομιδή.
  - ✓ Lunet F<sub>1</sub>. Υβρίδιο μέτρια πρωιμότητας, είναι πολύ παραγωγικό με φυτά ζωηρά και αρκετά υψηλά. Συγκομίζεται συνήθως Νοέμβριο - Δεκέμβριο.
  - ✓ Fortress F<sub>1</sub>. Πολύ πρώιμο υβρίδιο, ανθεκτικό στο ψύχος. Είναι κατάλληλο για όψιμη συγκομιδή μέχρι του Μαρτίου.

Οι ποικιλίες του κοινού λάχανου σχηματίζουν ευμεγεθή κεφαλή από φύλλα, συνεκτική συνήθως, χρώματος ανοικτού πράσινου-υπόλευκου ή και ερυθρού και σχήματος σφαιροειδούς έως κωνοειδούς, η οποία περιέχει περίπου 94% νερό, πρωτεΐνες, 3% υδατάνθρακες, και είναι πλούσια σε βιταμίνες Α, Β και C.

### **1.3 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ**

Το φυτό είναι αρκετά ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες, αντέχουν μέχρι 5<sup>0</sup>C και λίγο περισσότερο. Στη χώρα μας ευδοκίμει καλύτερα καλλιεργούμενο κατά την περίοδο από του φθινοπώρου μέχρι την άνοιξη. δηλαδή υπό συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών και αυξημένης υγρασίας. Στις βόρειες – ψυχρότερες περιοχές καλλιεργείται από την άνοιξη και μετά.

Ιδιαίτερη επίδραση έχουν οι συνθήκες του περιβάλλοντος και κυρίως η θερμοκρασία επί των φυτών τα οποία προορίζονται για παραγωγή σπόρου. Υψηλές θερμοκρασίες π.χ κατά την διάρκεια του χειμώνα μπορούν να επιδράσουν στα αναπτυσσόμενα φυτά δυσμενώς προκαλώντας αναστολή έκπτυξης των ανθοφόρων βλαστών, χαμηλές δε (κάτω των 12<sup>0</sup>C) ή και υψηλές (πάνω από 21<sup>0</sup>C) κατά την περίοδο της άνθησης δεν ευνοούν τη γονιμοποίηση των ανθέων.

Ως προς το έδαφος, το λάχανο ευδοκίμει σε διάφορους τύπους εδαφών – ακόμα και στα συνεκτικά – όταν όμως δεν συγκρατούν υπερβολική υγρασία. Οι καλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται σε εδάφη μέσης σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία, τα βαθιά και διατηρούντα αρκετή υγρασία αλλά αποστραγγιζόμενα , με αντίδραση ελαφρώς όξινη έως ελαφρώς αλκαλική ( pH 6-7,2 ). Είναι είδος που ανέχεται σχετικώς υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε χλωριούχα άλατα. Αναφέρεται πως αντέχει σε εδάφη με 15% χλωριούχο νάτριο.

Για την επιτυχία της καλλιέργειας, για την αποφυγή κατά το δυνατό ζημιών από κάποιες ασθένειες, συνιστούν μια τριετή ή τετραετή αμειψισπορά, κατά την οποία δεν παρεμβάλλονται φυτά της ίδιας τουλάχιστον οικογένειας.

#### 1.4 Λίπανση. (Οργανική, βασική, επιφανειακή, διαφυλλική)

Αρκετά πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, με μια άροση του εδάφους βάθους τουλάχιστον 40 εκ., καλύπτεται η κοπριά και πριν τη φύτευση ή τη σπορά, με μια άλλη άροση, ενσωματώνονται τα φωσφοροκαλιούχα λιπάσματα ή και μέρος του αζωτούχου υπό μορφή αμμωνιακή. Το υπόλοιπο αζωτούχο και στις περισσότερες περιπτώσεις ολόκληρη η ποσότητα του προστίθεται στην καλλιέργεια κατά την πρόοδο της ανάπτυξης των φυτών και με μορφή νιτρική, σε επαναλαμβανόμενες 3-4 επιφανειακές λιπάνσεις (Μπουρνάκα, 1995).

Το λάχανο παράγει φυλλική μάζα πολλών τόνων ανά στρέμμα και γι' αυτό είναι αναγκαία μια πλήρης και πλούσια λίπανση. Παραγωγή 7 τόνων/στρ αφαιρεί από το έδαφος 37 χγρ N, 8,5 χγρ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 48 χγρK<sub>2</sub>O, 6 χγρ MgO και 8 χγρ S.

Η εδαφική ανάλυση βοηθά πολύ στο σχεδιασμό της σωστής λίπανσης γιατί αυτή πάντοτε εξαρτάται από το επίπεδο των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος.

Όσο μικρότερου βιολογικού κύκλου είναι τα καλλιεργούμενα υβρίδια, τόσο λιγότερα λιπάσματα είναι απαραίτητα.

Σε αντίθεση με άλλα συγγενικά φυτά ( κουνουπίδι, μπρόκολο κ.ά. ) δεν έχουμε ιδιαίτερα φυσιολογικά προβλήματα και τα προβλήματα θρέψεως είναι μικρότερα .

Το λάχανο είναι φυτό μεγάλων απαιτήσεων σε N και K, μεσαίων απαιτήσεων σε P, Mg, S, Ca.

Η σωστή δόση αζώτου είναι καθοριστική γιατί παίζει σπουδαίο ρόλο στο να έχουμε ομαλή πορεία ανάπτυξης σύμφωνα με το βλαστικό τύπο και κύκλο του υβριδίου ή της ποικιλίας.

Η ποσότητα αζώτου που δίνεται συνολικά κυμαίνεται από 15 χγρ ( για τα πρώιμα υβρίδια )

Συνολικά απαιτούνται 20-40 χγρ K<sub>2</sub>O/στρ ανάλογα και με το καλλιεργούμενο υβρίδιο και την αζωτούχο λίπανση. Κατά κανόνα, ολόκληρη η ποσότητα δίνεται κατά τη βασική λίπανση.

Η έλλειψη K προκαλεί στα εξωτερικά φύλλα περιφερειακή χλώρωση και νέκρωση που μοιάζει με τοξικότητα από άλατα.



Συνήθως προστίθενται 10-15 χγρ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/στρ, ανάλογα του επιπέδου του φωσφόρου στο έδαφος. Αν δεν γίνει εδαφική ανάλυση να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη το καλλιεργητικό προηγούμενο.

Επειδή είναι καλλιέργεια απαιτητική σε κάλι είναι απαραίτητη και η προσθήκη μαγνησίου σε μια ποσότητα 5 χγρ MgO/στρ.

Τα σταυρανθή ( λάχανο, κουνουπίδι κ.λπ) είναι τα πιο απαιτητικά φυτά σε θείο, γι' αυτό το κάλι να προστίθεται σαν θειικό κάλι ή καλύτερα σαν θειικό καλιομαγνήσιο. Διαφορετικά θα πρέπει να προστεθούν 6-8 χγρ S/στρ.

Αναγκαία είναι η προσθήκη του μόνο όταν δεν υπάρχει καθόλου στο έδαφος ή στο νερό άρδευσης και όταν το εδαφικό pH είναι μικρότερο του 5,5. Η ποσότητα τότε καθορίζεται με βάση την εδαφική ανάλυση.

Η έλλειψη του συνδυάζεται πολλές φορές και με την έλλειψη νερού και δημιουργεί εσωτερική κασάνωση (ξηρή κορυφή) στα λάχανα λόγω μειωμένης διαπνοής στο σημείο αυτό.

Συνήθως οι ανάγκες καλύπτονται με τη χρήση ασβεστούχων λιπασμάτων. Το λάχανο δεν έχει ιδιαίτερη ανάγκη σε κάποια ιχνοστοιχεία σε αντίθεση με τα άλλα συγγενικά φυτά ( π.χ το κουνουπίδι είναι φυτό – δείκτης στην έλλειψη B και έχει μεγάλες ανάγκες σε Fe).

### Οργανική λίπανση

Για τη βελτίωση του εδάφους προστίθενται 3-5 τόνοι τόννοι/στρ καλά χωνεμένη κοπριά τουλάχιστον 3-4 μήνες πριν το φύτεμα.

### Βασική λίπανση

Στις πρώιμες ποικιλίες ή υβρίδια προστίθενται τα 2/3 των συνολικών αναγκών σε άζωτο (10-15 χγρ N/στρ). Επίσης κατά κανόνα και όλα τα άλλα μακροστοιχεία χορηγούνται κατά την βασική λίπανση.

Στις φθινοπωροχειμερινές καλλιέργειες έχουμε μια μακρά περίοδο ανάπτυξης και η βασική λίπανση πρέπει να στηρίζεται σε μακρύτερης διάρκειας άζωτο π.χ θειική αμμωνία 70-80 χγρ/στρ.



Κατά την βασική λίπανση χορηγούνται και 10-15 χγρ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ στρ ( 50 κιλά 0-20-0 ) και κάλι σε μορφή θειικού καλίου ή θειικού καλιομαγνησίου ( 50 κιλά για τα πρώιμα, 100 κιλά για τα όψιμα ). Αν δε χρησιμοποιηθεί το θειικό καλιομαγνήσιο θα πρέπει να προστεθούν και 2-5 χγρ MgO/στρ.

Η σχέση των τριών βασικών στοιχείων ( N/P/K) στη βασική λίπανση πρέπει να είναι 0,5:0,4:1,5.

### Επιφανειακή λίπανση

Στις πρώιμες καλλιέργειες γίνεται μια επιφανειακή λίπανση με 3-6 χγρ N /στρ την 6<sup>η</sup> εβδομάδα από τη φύτευση με τη μορφή νιτρικής αμμωνίας (10-20 χγρ/στρ ).

Στις φθινοπωροχειμερινές καλλιέργειες γίνονται δυο επιφανειακές λιπάνσεις με 5-6 χγρ N/στρ. Η πρώτη γίνεται 5 εβδομάδες από τη φύτευση και η δεύτερη ένα μήνα μετά, με νιτρική αμμωνία (15χγρ/στρ) ή ασβεστούχο νιτρική αμμωνία (25 χγρ/στρ) κάθε φορά.

Θα πρέπει η επιφανειακή λίπανση να σταματά στο τέλος του σταδίου της ροζέτας και πριν ο κορυφαίος οφθαλμός αρχίσει να παράγει πολλά αλληλοκαλυπτόμενα φύλλα για να σχηματίσει την κεφαλή. Όσο πιο αργά γίνεται η αζωτούχος λίπανση, τόσο αυξάνει ο κίνδυνος σκασίματος.

Η εμφάνιση της καλλιέργειας είναι συχνά ένας καλός οδηγός για τη σωστή λίπανση.

### Διαφυλλική λίπανση.

Δεν γίνονται διαφυλλικές λιπάνσεις στο λάχανο, γιατί οι ανάγκες του είναι μεγάλες σε μακροστοιχεία και δεν καλύπτονται διαφυλλικά.

## 1.5 ΣΠΟΡΑ ΦΥΤΕΥΣΗ

Η σπορά γίνεται από το τέλος του χειμώνα μέχρι και τον Αύγουστο ή Σεπτέμβριο, αναλόγως της εποχής κατά τον οποίο είναι επιθυμητή η συγκομιδή. Για παραγωγή ανοιξιάτικη σπέρνουν κατά τον Αύγουστο -

Σεπτέμβριο, για καλοκαιρινή από τον Ιανουάριο έως τον Απρίλιο και για φθινοπωρινή και χειμερινή από το Μάιο έως τον Ιούλιο.

Η σπορά του λάχανου γίνεται σε μη θερμαινόμενο συνήθως σπορείο. Για σπορά στο τέλος του καλοκαιριού (Σεπτέμβριος) με θερμοκρασίες χαμηλές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί θερμοσπορείο. Τότε, όταν τα φυτάρια αποκτήσουν - φύλλα μεταφυτεύονται σε προστατευμένη βραγιά (σε ψυχρό θερμοκήπιο-σέρρα), όπου θα παραμείνουν μέχρι να αποκτήσουν άλλα - φύλλα για να μεταφυτευθούν τελικά στη μόνιμη τους θέση. Ο σπόρος σπέρνεται κατά γραμμές και καλύπτεται σε βάθος 1-1,5 cm ακολουθεί δε αμέσως πότισμα με ποτιστήρι.

Για σπορά σπορείου 10-12 μ<sup>2</sup> που σχεδόν επαρκεί για της ανάγκες ενός στρέμματος, απαιτούνται 20-25γρ. σπόρου καλής βλαστικής ικανότητας. Σχετικά ας σημειωθεί ότι ένας τέτοιος σπόρος έχει χρώμα σκοτεινό, ενώ ανοιχτού χρώματος είναι άωρος ή οπωσδήποτε δεν έχει καλή βλαστική ικανότητα.

Η βλάστηση του σπόρου λαμβάνει χώρα 5-7 ημέρες μετά τη σπορά, κατά τη περίοδο δε αυτή είναι αναγκαία συχνά ποτίσματα. Μετά το φύτευμα γίνονται βοτανίσματα και ποτίσματα, καθώς και αραίωμα των φυτών ώστε να διατηρηθούν τελικά 250-300 φυτάρια κατά τετραγωνικό μέτρο.

Μετά 1,5 περίπου μήνα από της σποράς τα φυτά είναι έτοιμα για μεταφύτευση. Επιλέγονται τα καλώς αναπτυγμένα φυτά και γίνεται η φύτευσή τους κατά προτίμηση τις απογευματινές ώρες. Ακολουθεί αμέσως πότισμα.

Οι αποστάσεις φύτευσης είναι ανάλογες με τη δυνατή ανάπτυξη των φυτών της χρησιμοποιούμενης ποικιλίας. Συνήθως γίνεται φύτευση ανά 40-60 cm επί γραμμών, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους 60-80cm

### **1.6 Άλλες καλλιεργητικές εργασίες**

Είναι το πότισμα, ελαφρά σκαλίσματα για τη καταστροφή των ζιζανίων ή η χρησιμοποίηση ζιζανιοκτόνων, οι επιφανειακές αζωτούχες λιπάνσεις και η καταπολέμηση ιών παρασίτων κ.λπ.. Να σημειώσουμε μόνο πως χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στα ποτίσματα. Πρέπει να γίνεται κανονικά για να αποφευχθεί το σκάσιμο των κεφαλών.

### 1.7 Συγκομιδή - αποδόσεις - διατήρηση

Η συγκομιδή είναι τμηματική και γίνεται συνήθως 6-7 μήνες μετά τη σπορά, όταν οι κεφαλές αποκτήσουν περίπου τη πλήρη ανάπτυξή τους που είναι χαρακτηριστική για κάθε ποικιλία. Κόβονται από τη βάση τους και αποστέλλονται στην αγορά αφού αφαιρεθούν τα εξωτερικά φύλλα ή, εφόσον παρίσταται ανάγκη διατηρούνται επί μερικές ημέρες σε χώρο με χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία. Οι αποδόσεις μπορούν να φτάσουν σε 1000-6000 kg κατά στρέμμα ή και περισσότερο.

Η διατήρηση των κεφαλών υπό συνθήκες θερμοκρασίας 1-2 βαθμούς Κελσίου και σχετικής υγρασίας 70-80% μπορεί να διαρκέσει έως μερικές εβδομάδες.

### 1.8 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ - ΖΩΙΚΑ ΠΑΡΑΣΙΤΑ

Οι ασθένειες και τα ζωικά παράσιτα τα οποία συνήθως προκαλούν ζημιές στη καλλιέργεια λάχανου και των άλλων σταυρανθών είναι :

- Καρκίνωση των σταυρανθών. Αίτιο της ασθένειας είναι ο μύκητας *Plasmodiophora brassica*, προκαλώντας παραμορφώσεις και εξογκώσεις του υπέργειου τμήματος των φυτών.
- Σκληρωτινίαση. Οφείλεται στο μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*, ο οποίος προκαλεί τη σήψη του λαιμού των φυτών.
- Περονόσπορος. Η ασθένεια προκαλείται από το μύκητα *Peronospora brassicae* και παρουσιάζεται κυρίως στα φυτά του σπορείου. Τα συμπτώματα είναι σχηματισμός ωχρών κηλίδων στη πάνω επιφάνεια των φύλλων και επάνθηση στη κάτω.
- Λευκή σκωρίαση. Είναι ασθένεια των σταυρανθών οφειλόμενη στο μύκητα *Albugo candida*. Εκδηλώνεται με το σχηματισμό στα υπέργεια μέρη του φυτού φλυκταινών που είναι πλήρεις από λευκή σκόνη
- Ωίδιο. Οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe cichoracearum*. Τα συμπτώματα είναι η κάλυψη των φύλλων από μυκηλιακό επίχρισμα και η μάρανση και αποξήρανση των φύλλων.
- Αλτερναρίαση. Η ασθένεια εκδηλώνεται κυρίως με κηλίδωση της ανθοκεφαλής.

- Ιώσεις. Ο ιός του μωσαϊκού του κουνουπιδιού προκαλεί νανισμό των φυτών και χλώρωση των φύλλων.
- Πιερίδα (*Pieris brassicae*). Η κάμπια της λευκής πεταλούδας των σταυρανθών προκαλεί συνήθως μεγάλες ζημιές κατατρώγοντας το φύλλωμά.
- Άλτης των λαχάνων (*Haltica oleracea*) . Είναι μικρό κολεόπτερο που τρέφεται από τα φύλλα των σταυρανθών.
- Μύγα των λάχανων (*Hylemyia brassicae*). Το δίπτερο αυτό αποθέτει τα αυγά του γύρω από τη βάση των φυτών, οι οποίες μπαίνουν στο στέλεχος, μέσα στο οποίο ανοίγουν στοές.
- Αφίδες (*Myzus persicae*). Είναι οι πράσινες αφίδες που μιλούν τους χυμούς των φυτών και μεταδίδουν ιώσεις.
- Τα ημίπτερα *Euridema oleracea* και *E. ornatum* -ιδιαιτέρως το δεύτερο με χρώμα συνήθως βαθύ κόκκινο - βρίσκονται συχνά επί των σταυρανθών όπου μιλούν τους χυμούς των φύλλων.
- Νηματώδεις (*Heterodera shachtii*). Προσβάλουν τις ρίζες των σταυρανθών και των χηνοποδιωδών προκαλώντας το σχηματισμό χαρακτηριστικών διογκώσεων - φυματίων και τη καταστροφή των ριζών.

## 1.9 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

### Γενικά

Για την ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγή των περισσότερων φυτών απαιτείται η συνεισφορά τουλάχιστον 16 στοιχείων (Γεωργία Κτηνοτροφία , τεύχος 2, 1998) και διακρίνονται σε μακροστοιχεία (μεγάλης ποσότητας ) και μικροστοιχεία ( ιχνοστοιχεία ). Η διάκριση αυτή οφείλεται στην αναλογία με την οποία τα διάφορα ανόργανα στοιχεία εισέρχονται στη κανονική σύνθεση του φυτικού σώματος. ( Τσιτσια).

Από τα στοιχεία αυτά ( Πίνακας Α ), τα πρώτα τρία, ο άνθρακας, το υδρογόνο και το οξυγόνο, συνδέονται με την λειτουργία των πρασίνων μέρων των φυτών, τη φωτοσύνθεση, κατά την οποία με την βοήθεια της χλωροφύλλης το νερό ενώνεται με το CO<sub>2</sub> και σχηματίζει υδατάνθρακες, ενώ απελευθερώνεται οξυγόνο. Το νερό απορροφάται από τα φυτά με τις ρίζες τους από το έδαφος, ενώ το CO<sub>2</sub> από τον ατμοσφαιρικό αέρα με διάχυση από τα στομάτια των φύλλων. Τα υπόλοιπα 13 στοιχεία προσλαμβάνονται από τα φυτά με απορρόφηση που γίνεται μέσω των ριζών από το εδαφικό διάλυμα.

Μόνο το άζωτο μπορεί να δεσμεύεται σαν ατμοσφαιρικό μοριακό άζωτο, από βακτήρια τα οποία ζουν συμβιωτικά με τις ρίζες των ψυχανθών, ικανοποιώντας μέρος ή το σύνολο των αναγκών των φυτών αυτών σε άζωτο.

Από τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία που αναφέρθηκαν τα C, H, O, N και το S είναι τα κύρια στοιχεία που συνθέτουν τις οργανικές ενώσεις. Ο P και το B σχετίζονται με τις αντιδράσεις μεταφοράς ενέργειας και τη μετακίνηση των σακχάρων. Τα στοιχεία K, Mg, Ca και Cl δεν έχουν ειδικές λειτουργίες, αλλά αποτελούν ειδικά συστατικά ορισμένων οργανικών ενώσεων ή σχετίζονται με τη διατήρηση των ιοντικών ισορροπιών. Τα υπόλοιπα μικροστοιχεία Fe, Cu, Mn, Zn και Mo παίζουν ρόλο στη μεταφορά ηλεκτρονίων και καταλύουν τις ενζυμικές αντιδράσεις. Πέραν αυτών και ορισμένα άλλα στοιχεία όπως το κοβάλτιο (Co), το νάτριο (Na), το βανάδιο (V), και το πυρίτιο (Si) έχει βρεθεί ότι είναι πολύ χρήσιμα σε ορισμένα φυτά και χαρακτηρίζονται σαν ωφέλιμα στοιχεία (beneficial elements) (Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 2, 1998

ΠΙΝΑΚΑΣ (Α). Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα ανώτερα φυτά	
Μακροθρεπτικά	Μικροθρεπτικά
Άνθρακας (C)	Βόριο (B)
Υδρογόνο (H)	Χλώριο (Cl)
Οξυγόνο (O)	Χαλκός(Cu)
Ασβέστιο (Ca)	Σίδηρος (Fe)
Μαγνήσιο (Mg)	Μαγγάνιο (Mn)

Άζωτο (N)	Μολυβδαίνιο (Mo)
Φώσφορος (P)	Ψευδάργυρος (Zn)
Κάλιο (K)	
Θείο (S)	

## ΑΖΩΤΟ (N)

Αν τα ανώτερα φυτά είχαν την ικανότητα να χρησιμοποιούν το άζωτο κατευθείαν από την ατμόσφαιρα θα μπορούσαν να θρέφονται μ' αυτό για 800.000 περίπου χρόνια! Παρ' ότι τα γονίδια nif (nitrogen fixation), που ελέγχουν τη διαδικασία δέσμευσης του αζώτου, έχουν ανακαλυφθεί εδώ και 23 χρόνια από τους επιστήμονες του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας, η γενετική μηχανική δεν κατάφερε ακόμη το μεγάλο άλμα. Η λίπανση λοιπόν, όπως τη γνωρίζουμε, συνεχίζει να καλύπτει τις ανάγκες των φυτών σ' αυτό το πολύ σπουδαίο θρεπτικό στοιχείο.

Το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό σπουδαίων οργανικών μορίων, όπως : αμινοξέων, πρωτεϊνών, ενζύμων, νουκλεϊνικών οξέων, χλωροφύλλης κ.ά. Οι φυτικής και ζωικής προέλευσης οργανικές ενώσεις στη πορεία της ανοργανοποίησης μετατρέπονται από τους μικροοργανισμούς σε ανόργανες, οι οποίες προσλαμβάνονται εκ' νέου από τα φυτά, διατηρώντας έτσι το βιολογικό κύκλο του αζώτου. Η Αμμωνιοποίηση και η νιτροποίηση αποτελούν τα βασικά φαινόμενα αυτού του κύκλου.

Στην αργή διαδικασία αποδόμησης των πρωτεϊνικής φύσης ουσιών των υπολειμμάτων παίρνει μέρος μια πολύ πλούσια γκάμα μικροοργανισμών. Οι αποδομούμενες πρωτεΐνες ελευθερώνουν αμινοξέα, τα οποία με τη σειρά τους θα δώσουν αμμωνία, νερό και CO<sub>2</sub>.

Η Αμμωνιοποίηση είναι φαινόμενο αερόβιο. Σε περιπτώσεις παρεμβολής αναερόβιων συνθηκών είναι η εν συνεχεία ενεργοποίηση των αερόβιων μικροοργανισμών που θα δώσει ως τελικά προϊόντα αμμωνία, νερό και CO<sub>2</sub>.

Είναι φυσικό οι μικροοργανισμοί της αμμωνιοποίησης να χρειάζονται εκτός των αζωτούχων οργανικών ενώσεων και πηγές άνθρακα.

Η σχέση C / N παίζει σημαντικό ρόλο στη πορεία της αμμωνιοποίησης και κατ' επέκταση στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Γενικά σε μια σχέση C / N



<20-25 κυριαρχεί η ανοργανοποίηση των των οργανικών ενώσεων του αζώτου, ενώ σε μια σχέση C / N >25 η αποδόμηση των ενώσεων του N εμποδίζεται.

Αν στο έδαφος έχουν ενσωματωθεί οργανικές ενώσεις με υψηλό πηλίκιο C / N, όπως π.χ. συμβαίνει ύστερα από καλλιέργειες σταριού, όπου η καλαριά δεν καίγεται μετά το θερισμό, τότε τα βακτήρια τροφοδοτούν ανεπαρκώς με αμμωνία το έδαφος. Σ' αυτές τις περιπτώσεις αν και η χρήση αυξημένων δόσεων αμμωνιακών λιπασμάτων δεν λύνει ολοκληρωτικά το πρόβλημα, αφού η νιτροποίηση γίνεται σχετικά γρήγορα, παρόλα αυτά είναι επιβεβλημένα.

Ένα μέρος από τις οργανικές και ανόργανες ενώσεις που απελευθερώνονται στη πορεία της πρωτεόλυσης δεσμεύεται προσωρινά με τη μορφή βακτηριακών πρωτεϊνών. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να είναι είτε θετικό είτε αρνητικό για την παραγωγικότητα του εδάφους. Αν τα φυτά έχουν στη διάθεσή τους αρκετές ποσότητες ανόργανων ενώσεων αζώτου, τότε η βιολογική κατακράτηση στην οποία αναφερόμαστε εμποδίζει πιθανές απώλειες αζώτου.

Αντίθετα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά όταν η σχέση C / N είναι κατά πολύ υπέρ του άνθρακα, έτσι ώστε να μη μένουν διαθέσιμα αζώτου για τα φυτά.

Ένας άλλος παράγοντας που επιδρά στο φαινόμενο της αμμωνιοποίησης είναι το pH. Η πρωτεόλυση προχωρά με μεγαλύτερη ένταση σε συνθήκες ουδέτερες, όμως πολύ αδύναμα παρεμποδίζεται από μια ελαφρώς όξινη αντίδραση ως και όξινη ακόμη. Όσο οι συνθήκες γίνονται ευνοϊκές για τη νιτροποίηση, έχουμε δηλαδή αύξηση της τιμής του pH, τόσο πιο ακατάλληλες είναι για την αμμωνιοποίηση. Το φαινόμενο αυτό έχει μεγάλη πρακτική σημασία, καθόσον τα φυτά που αναπτύσσονται σε εδάφη ελαφρώς όξινα έως όξινα προτιμούν την αμμωνιακή μορφή του αζώτου, ενώ εκείνα που αναπτύσσονται καλύτερα σε εδάφη ουδέτερα έως ελαφρώς αλκαλικά χρησιμοποιούν καλά τη νιτρική μορφή του αζώτου.

Ο αερισμός του εδάφους είναι ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας για τη πρωτεόλυση. Σ' ένα κακώς αεριζόμενο έδαφος αυτή μένει ανολοκλήρωτη, σταματά δηλαδή σε ενδιάμεσα προϊόντα που δεν μπορούν να

χρησιμοποιηθούν από τα φυτά και που επιδρούν αρνητικά στις ιδιότητες του εδάφους.

Η θερμοκρασία του εδάφους που ευνοεί τους μικροοργανισμούς στη δουλειά τους κυμαίνεται από 20-25 °C. Απομάκρυνση απ' αυτές τις τιμές σημαίνει εξασθένιση της πρωτεόλυσης.

Η νιτροποίηση πραγματοποιείται από 2 ομάδες βακτηρίων της αυτής οικογένειας (Nitrobacteraceae), από τις οποίες η μία οξειδώνει την αμμωνία μέχρι τη φάση των νιτρωδών και η άλλη τα νιτρώδη προς νιτρικά.

Τα νιτρώδη είναι πολύ τοξικά για τα βακτήρια και τους μύκητες, δεσμεύονται όμως αμέσως από τα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος και στη συνέχεια οξειδώνονται από τα βακτήρια προς νιτρικά.

Προσθήκη  $\text{CaCO}_3$  και  $\text{MgCO}_3$  επιταχύνει τη νιτροποίηση.

Είναι γνωστό ότι η νιτροποίηση είναι έντονο αερόβιο φαινόμενο κι έτσι λέμε πως όποια καλλιεργητικά μέτρα βοηθούν τον αερισμό του εδάφους ευνοούν και τη δραστηριότητα των νιτροποιητικών βακτηρίων. Η ευνοϊκή θερμοκρασία γι' αυτούς είναι γύρω στους 30 °C. Σε θερμοκρασίες κάτω των 5 °C και άνω των 50 °C η δραστηριότητα τους μειώνεται σοβαρά.

Τα βακτήρια της νιτροποίησης είναι ευαίσθητα στην όξινη αντίδραση του εδάφους. Παρόλα αυτά η σφαίρα στην οποία επεκτείνονται είναι αρκετά μεγάλη – σε τιμές pH μεταξύ 9 και 9. Σε pH =4 σταματάει τελείως. Ένα σπουδαίο ρόλο στην ανεμπόδιστη διεξαγωγή της νιτροποίησης παίζουν τα ιχνοστοιχεία. Ο σίδηρος και ο χαλκός – δίπλα στα δευτερεύοντα, ασβέστιο, μαγνήσιο – είναι απολύτως αναγκαία.

### **Θρέψη με νιτρικό και αμμωνιακό άζωτο.**

Η χρησιμοποίηση των νιτρικών και αμμωνιακών μορφών του αζώτου από τα φυτά, όπως είναι φυσικό, υπακούει στους όρους που βάζει το ίδιο το φυτό (καλλιέργεια), το έδαφος και διάφοροι άλλοι παράγοντες. Επισημαίνουμε εξ αρχής πως τα φυτά δεν παίρνουν από το έδαφος μόνο νιτρικό άζωτο (παρότι η αφομοίωση αυτής της μορφής γίνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες) και ως εκ τούτου δεν περιμένουν πάντα τη νιτροποίηση του αμμωνιακού για να το προσλάβουν. Ανάλογα με τις βιοχημικές μεταβολές στο φυτό και τις υφιστάμενες εξωτερικές συνθήκες, χρησιμοποιούν και τις 2 μορφές αζώτου.



Στη σύνθετη διαδικασία της απορρόφησης και μεταφοράς των ιόντων σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι μεταβολικές διαδικασίες που συνδέουν το οργανικά οξέα με τους υδατάνθρακες και τις πρωτεϊνικές ουσίες (ως γνωστό τα αμινοξέα, που είναι οι δομικοί λίθοι των πρωτεϊνών, σχηματίζονται από οργανικά οξέα και  $\text{NH}_4^+$ )

Το κάλιο διαδραματίζει έναν ιδιαίτερο ρόλο στη διατήρηση τις σχέσης κατιόντα / ανιόντα στο κύτταρο, σχέση που με τη σειρά της επιδρά στο μεταβολισμό των οργανικών οξέων. Όταν τα φυτά αφομοιώνουν κατιόντα αυξάνεται η ποσότητα οργανικών οξέων για διατήρηση της ιοντικής ισορροπίας. Η θρέψη με αμμωνιακό άζωτο προϋποθέτει υψηλές συγκεντρώσεις καλίου στο θρεπτικό περιβάλλον του φυτού. Υπάρχουν φυτά που καθόλη σχεδόν τη βλαστική περίοδο προτιμούν την αμμωνιακή θρέψη, όπως η πατάτα, το ρύζι, το ρεβίθι, ενώ άλλα προτιμούν το νιτρικό άζωτο, όπως το κολοκύθι, το αγγούρι, το πεπόνι, το καρπούζι, το τεύτλο. Αυτή η προτίμηση όμως είναι εξηρημένη από μία ορισμένη ζώνη pH (5,5-6,5).

Το pH του εδάφους είναι καθοριστικός παράγοντας που επιδρά στην επιλογή της μίας ή της άλλης μορφής του αζώτου που θα απορροφήσουν τα φυτά. Παίζει ρόλο επίσης η μεταβολή του ηλεκτρικού φορτίου των κολλοειδών από την επιφάνεια των ριζών. Σε όξινο pH τα κολλοειδή ενεργούν ηλεκτροθετικά κι έτσι μπορούν να κρατήσουν περισσότερα ανιόντα ( $\text{NO}_3^-$ ), ενώ σε υψηλό pH συμβαίνει το αντίθετο, δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την απορρόφηση του κατιόντος  $\text{NH}_4^+$ .

Είναι γνωστό ότι ο τρόπος που εισέρχονται στο φυτό τα ανιόντα  $\text{H}^+$  και  $\text{OH}^-$  διαφέρει. Σε όξινο περιβάλλον εξαιτίας της αυξημένης παρουσίας τους τα  $\text{H}^+$  παρουσιάζουν αυξημένη κινητικότητα και καθώς μπαίνουν στο φυτό παρασύρουν μαζί τους το  $\text{NO}_3^-$ . Το αντίθετο συμβαίνει όταν το pH είναι αλκαλικό, όπου τα  $\text{OH}^-$  παρασύρουν μαζί τους τα  $\text{NH}_4^+$ . Η πυκνότητα του εδαφικού διαλύματος επιδρά κι αυτή στην επιλεκτική απορρόφηση των ιόντων. Γενικά, σε ουδέτερη αντίδραση ταυτόχρονα με την αύξηση της πυκνότητας του διαλύματος αυξάνεται και η αφομοίωση του  $\text{NO}_3^-$ .

Φυσικά η αντίδραση του εδάφους μεταβάλλεται κι από το είδος του λιπάσματος που χρησιμοποιούμε, προς το όξινο ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) ή προς το αλκαλικό ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ). Η θειική αμμωνία έχει διπλάσια περίπου ισχύ οξίνισης από τη νιτρική.

Πρέπει ακόμη να πούμε ότι γενικά τα φυτά ανέχονται ευκολότερα τα άλατα που αφήνουν στο έδαφος βασικές ρίζες συγκριτικά με εκείνα που αφήνουν όξινες ρίζες. Το γεγονός οφείλεται στο ότι τα βασικά υπόλοιπα ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  κ.λπ.), που μένουν στο έδαφος, εξαιτίας του ανθρακικού οξέος που δημιουργείται από την αναπνοή των ριζών (και τη μικροβιολογική δραστηριότητα) συγκεντρώνονται σαν διττανθρακικό νάτριο ή ασβέστιο και όχι σαν ελεύθερες βάσεις. Στη περίπτωση των φυσιολογικών όξινων λιπασμάτων ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$ ) όμως δεν συμβαίνει κάτι παρόμοιο και ο μόνος παράγοντας που αντιστέκεται στη πτώση του pH είναι οι ιδιότητες του εδάφους.

Στα διάφορα αζωτούχα λιπάσματα το αμμωνιακό και το νιτρικό άζωτο συνοδεύονται είτε από ανιόντα,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , είτε κατιόντα,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , τα οποία βρίσκονται σε μικρότερες ή μεγαλύτερες ποσότητες και στο έδαφος.

Είναι λοιπόν χρήσιμο να γνωρίζουμε τον τρόπο που τα διάφορα στοιχεία επιδρούν στην αφομοίωση του νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου. Τα μονοσθενή κατιόντα  $\text{K}^+$  και  $\text{Na}^+$  συγκριτικά με τα δισθενή  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ευνοούν τη μεγαλύτερη απορρόφηση του νιτρικού ανιόντος ( $\text{NO}_3^-$ ), καθώς και των  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Όταν μάλιστα βρίσκονται υπό μορφή  $\text{K}_2\text{SO}_4$  και  $\text{NaSO}_4$  η απορρόφηση του νιτρικού ανιόντος είναι εντονότερη. Η είσοδος του  $\text{NO}_3^-$  των νιτρικών αλάτων στο φυτό ευνοείται από την αυξημένη τους φυσιολογική οξύτητα. Αντίθετα προς τη περίπτωση του νιτρικού αζώτου, η είσοδος του  $\text{NH}_4^+$  υπό μορφή  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  (χλωριούχο αμμώνιο και θειική αμμωνία) στο φυτό, αυξάνεται με τη παρουσία  $\text{Ca}^{2+}$  και δευτερευόντως  $\text{Mg}^{2+}$ .

Το  $\text{K}^+$  και  $\text{Na}^+$  ανταγωνίζονται το  $\text{NH}_4^+$ . Στη περίπτωση των αμμωνιακών αλάτων η αυξημένη φυσιολογική οξύτητα εμποδίζει την είσοδο του  $\text{NH}_4^+$  στο φυτό. Γι' αυτό σε όξινα εδάφη δεν ενδείκνυται η χρησιμοποίηση αμμωνιακού αζώτου. Είναι ακόμη γνωστό ότι σε όξινα εδάφη η νιτροποίηση παρεμποδίζεται. Χρησιμοποιώντας λοιπόν και λιπάσματα φυσιολογικός όξινα, όπως τα αμμωνιακά, η νιτροποίηση δυσκολεύει περισσότερο. Ούτε όμως σε πολύ ασβεστούχα εδάφη ( $7,3 < \text{pH} < 8,4$ ) ενδείκνυται η επιφανειακή χρησιμοποίηση αμμωνιακών λιπασμάτων, γιατί διασπώνται και έχουμε απώλειες αζώτου.

Ας θυμηθούμε ότι απώλειες αζώτου προς την ατμόσφαιρα έχουμε και όταν (κατά την απονίτρωση) αναερόβια βακτήρια σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου χρησιμοποιούν το απελευθερωμένο από τα νιτρικά ( $\text{NO}_3^-$ ) οξυγόνο σαν πηγή ενέργειας για την οξειδωση των οργανικών ενώσεων. Αναφέρουμε τη σειρά των κατιόντων και ανιόντων που ευνοούν κατά προτεραιότητα το αμμωνιακό άζωτο :

$\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$  και  $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$ . Το χλώριο μπαίνοντας σε μεγαλύτερες ποσότητες στο φυτό απ' ότι το  $\text{SO}_4^{2-}$  μπαίνει μαζί του και περισσότερη αμμωνία ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Επισημάνεται εδώ η τοξική επίδραση που μπορεί να έχει το χλώριο ιδιαίτερα σε ξηρές περιοχές και εδάφη που δεν στραγγίζουν καλά.

Το ίδιο συμβαίνει όταν δεν τηρείται ένα χρονικό διάστημα ασφαλείας από την εφαρμογή του ως τη σπορά, 2-3 εβδομάδες ανάλογα με τη περιοχή. Περισσότερο ευπαθείς καλλιέργειες στο χλώριο είναι ο καπνός, η πατάτα και πολλά κηπευτικά.

Τέλος θα αναφερθούμε για την ουρική μορφή του αζώτου. Με τη βοήθεια της ουρέασης στο έδαφος, αυτή μετατρέπεται σε ανθρακικό αμμώνιο. Το τελευταίο παρουσιάζει μεγάλη αστάθεια και διασπάται γρήγορα σε αμμωνία και  $\text{CO}_2$ . Αν λοιπόν η ουρία δεν ενσωματώνεται στο έδαφος ώστε να μειωθούν οι απώλειες αμμωνίας στην ατμόσφαιρα η χρησιμοποίηση της δεν θα δώσει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Μέσα στο έδαφος δεσμεύεται από το φυτό και την άργιλο και έτσι προλαβαίνει να οξειδωθεί σε νιτρικό ιόν. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Η τροφοπενία αζώτου εκδηλώνεται με χλώρωση πρώτα στα παλιά φύλλα, η οποία αργότερα επεκτείνεται σε όλο το φυτό. Τα παλαιότερα φύλλα ξηραίνονται και πέφτουν πρόωρα. Τα φυτά παραμένουν αδύναμα, με μικρή ανάπτυξη, ατροφικά. Κηπευτικά με μεγάλες απαιτήσεις σε άζωτο είναι : λάχανο, σπαράγγι, καρότο, κουνουπίδι, πατάτα, τομάτα, παντζάρι, μαρούλι, κρεμμύδι, σπανάκι. Συγκριτικά λιγότερο απαιτητικά, κατά φθίνουσα σειρά είναι : φασόλι, αγγούρι, μελιτζάνα, πιπεριά, κολοκυθάκι, πεπόνι, καρπούζι, μπιζέλι. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Το άζωτο είναι συστατικό των βασικότερων ενώσεων που υπάρχουν στους φυτικούς ιστούς. Εκτός των άλλων είναι και κύριο συστατικό της χλωροφύλλης. Αυτή η ιδιότητα του αποτελεί δείκτη της ποσότητας του

αζώτου στο φυτό. Αυτό σημαίνει ότι όταν υπάρχει έλλειψη αζώτου τα φυτά είναι λιγότερο πράσινα από τα υγιή. Το άζωτο προκαλεί τη μεγαλύτερη αντίδραση των φυτών που εκδηλώνεται με την αύξηση ή μη της φυτομάζας.

Το άζωτο βρίσκεται στο έδαφος κυρίως σε οργανική μορφή ( στα υπολείμματα φυτικών και ζωικών οργανισμών), συναντάται όμως και σε οργανική μορφή. Οι κυριότερες ανόργανες μορφές του αζώτου στο έδαφος είναι η νιτρική ( $\text{NO}_3^-$ ) και η αμμωνιακή ( $\text{NH}_4^+$ ). Το αμμωνιακό άζωτο προσροφάτε από τα σωματίδια του εδάφους. Στη συνέχεια οι ρίζες μπορούν να το πάρουν από τα σωματίδια ή από το εδαφικό διάλυμα. Η ιδιότητα του αμμωνιακού αζώτου να συγκρατείται από το έδαφος εξηγεί και το ότι αυτή η μορφή αζώτου δεν εκπλένεται εύκολα από τις βροχές ή την άρδευση, αλλά παραμένει για αρκετό χρονικό διάστημα στο έδαφος. Αντίθετα το νιτρικό άζωτο δεν συγκρατείται από τα σωματίδια του εδάφους και εκπλένεται εύκολα στα κατώτερα εδαφικά στρώματα με τις βροχές ή την άρδευση. Το νιτρικό άζωτο, λοιπόν, δεν παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα στο έδαφος και γι' αυτό απαιτούνται τακτικότερες λιπάνσεις, σε μικρές δόσεις, με νιτρικό άζωτο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Τα φυτά χρησιμοποιούν καλά και τις 2 μορφές αλλά ταχύτερα αφομοιώνουν τη νιτρική μορφή (Θεοδώρου και Πασχαλίδης).

#### **ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ.**

Το άζωτο, ως ένα από τα βασικότερα θρεπτικά στοιχεία, χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερες ποσότητες σε σχέση με τα άλλα θρεπτικά στοιχεία, για τη λίπανση των καλλιεργειών.

Από τις εισροές αυτές του αζώτου σημαντικές ποσότητες μπορεί να χαθούν στο περιβάλλον είτε λόγω ακατάλληλου χειρισμού των λιπασμάτων ως προς το χρόνο εφαρμογής, ή συνέπεια μη ορθής κατανομής του σε σχέση με τις εποχιακές ανάγκες των φυτών ή με τις φάσεις ανάπτυξης των καλλιεργειών.

Οι απώλειες του προστιθέμενου N όσον και αυτού που προέρχεται από την αναργανοποίηση της οργανικής ουσίας μέσω της διεργασίας της νιτροποίησης, οφείλονται στην έκπλυση, στην εξαέρωση, στην απονιτροποίηση, καθώς και από την οργανική δέσμευση που όμως είναι παροδική.

- Ο Theochaoroylos et al. (1989) αναφέρουν ότι κάτω από τις συνθήκες τις περιοχής του Κωπαιδικού πεδίου οι απώλειες  $\text{NO}_3\text{-N}$  λόγω έκπλυσης σε καλλιέργεια καλαμποκιού κυμάνθηκαν από 5,29-2,44kg/στρ. Οι ανωτέρω ερευνητές τονίζουν ότι οι απώλειες οι απώλειες αυτές μεταβάλλονται σύμφωνα με τον εδαφικό τύπο (μηχανική σύσταση) και την προστιθέμενη ποσότητα  $\text{NH}_4\text{-N}$ . (Μήτσιος, 1997)

Η μετακίνηση του  $\text{NO}_3\text{-N}$  στους κατώτερους εδαφικούς ορίζοντες λόγω τις έκπλυσης με τα νερά της βαθιάς διήθησης έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευσή τους στα υπόγεια νερά τα οποία πολλές φορές καθίστανται ακατάλληλα για πόση, όταν η περιεκτικότητά τους σε  $\text{NO}_3$  γίνει μεγαλύτερη των 50ppm, σύμφωνα με πρόσφατη οδηγία της Ε.Ε. Στην Ολλανδία 25% των γεωτρήσεων από όπου αντλείται υπόγειο νερό για άρδευση στις αμμώδεις περιοχές, έχουν νερό ακατάλληλο για πόση λόγω ρύπανσης του με νιτρικά. Γενικά τα ποσοστά απωλειών  $\text{NO}_3\text{-N}$  μπορεί να είναι πολύ υψηλά. Ο Porter (1975) τα εκτιμά σε 35% και ο Bingham et al. (1971) σε 45% του συνολικά προστιθέμενου N στις καλλιέργειες, με όλες τις δυσμενείς συνέπειες (οικονομικές, οικολογικές και κοινωνικές), που συνεπάγονται.

Η εξαέρωση της αμμωνίας αναμφισβήτητα αποτελεί μια σημαντική πηγή απωλειών N. Οι απώλειες αυτές προκαλούνται κάτω από από την επίδραση πολύπλοκων χημικών διεργασιών κατά τις οποίες τα  $\text{NH}_4^+$  κατιόντα αντιδρούν με το ανθρακικό ασβέστιο προς δημιουργία του  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , το οποίο διασπάται σε  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  και νερό. Η  $\text{NH}_3$  εξαερώνεται και χάνεται στον ελεύθερο χώρο. Μέρος της  $\text{NH}_3$  μπορεί να αντιδράσει με το νερό προς σχηματισμό υδροξειδίου του αμμωνίου. Σε μετρήσεις που έγιναν στην Ολλανδία 8,6% του συνολικού N που εισρέει στη γεωργία χάνεται λόγω εξαέρωσης. Έχει βρεθεί ότι το μέγεθος των απωλειών αυτών εξαρτάται από τη ποσότητα του εφαρμοζόμενου αζωτούχου λιπάσματος, τη δόση του λιπάσματος και τον τρόπο εφαρμογής του. Οι απώλειες αυτές ανέρχονται σε 44-95% του προστιθέμενου N, ενώ κατά τους Σετάτου και Σιμώνη (1994) για τα ελληνικά εδάφη που μελέτησαν ανέρχονται σε 50% του συνολικού εφαρμοζόμενου N.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις των απωλειών αυτών, πέρα από τη μείωση του βαθμού αποτελεσματικότητας των αζωτούχων λιπασμάτων, η εξαέρωση



της  $\text{NH}_3$  συμβάλει στη πρόκληση της όξινης βροχής. Γενικά, η μεταφορά της  $\text{NH}_3$  είτε λόγω εξαέρωσης του προστιθέμενου λιπασματικού N ή συνέπεια της έκλυσής της από τα φυτά εντείνει τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και επηρεάζει τις σχέσεις του εδαφικού με το φυτικό N, με συνέπεια την υποβάθμιση της αποτελεσματικότητας του. Επιπλέον, η παρουσία της αμμωνίας αυξάνει σημαντικά τη παρουσία των  $\text{NH}_4^+$  και των  $\text{SO}_4^{2-}$  ιόντων στα νερά της βροχής λόγω επιτάχυνσης που προκαλεί στη πορεία οξειδωσής του  $\text{SO}_2$  προς  $\text{SO}_4^{2-}$ . Εξ' άλλου η υψηλή συγκέντρωση της  $\text{NH}_3$  δρα τοξικά στα φυτά μέχρι και της τελείας εξαφάνισής τους. Ωστόσο όμως, η  $\text{NH}_3$  μπορεί να ευνοήσει τη φυτική ανάπτυξη εφοδιάζοντας τα φυτά με N. αντίθετα όταν η περιεκτικότητα της  $\text{NH}_3$  στην ατμόσφαιρα είναι χαμηλή ( $2\text{-}5\text{mg}/\text{m}^3$ ), τότε τα φυτά εκλύουν  $\text{NH}_3$  στην ατμόσφαιρα. Σε περιπτώσεις υψηλής συγκέντρωσης  $\text{NH}_3$ , τα φυτά την απορροφούν σ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής τους μέχρι και της περιόδου της ωρίμανσης ανεξάρτητα από το επίπεδο του N στους φυτικούς ιστούς (Μήτσιος, 1997).

- Απώλειες λόγω απονιτροποίησης

Οι απώλειες λόγω απονιτροποίησης μπορεί να φθάσουν σε υψηλά ποσοστά. Αναφέρεται ότι η απονιτροποίηση που λαμβάνει χώρα στις βαθύτερες στρώσεις του εδάφους προστατεύει τα υπόγεια νερά από τη ρύπανση με  $\text{NO}_3\text{-N}$ . (Μήτσιος, 1997)

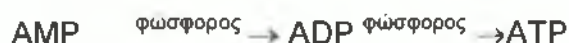
#### ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P)

Μέσα στο φυτό ο P απαντάται σε όλες τις μορφές. Είναι ευκίνητος και σχεδόν αμέσως μετά την απορρόφηση του ενσωματώνεται σε οργανικές ενώσεις ή συγκεντρώνεται στα χυμοτόπια ως ανόργανος σε περιπτώσεις πλουσίων φωσφορικών λιπάνσεων.

Συμμετέχει στη σύσταση μορίων, βασικών ουσιών για τη ζωή του φυτού όπως : νουκλεϊνικά οξέα, φωσφολιπίδια, συνένζυμα, ATP κ.α. τα φωσφολιπίδια είναι σημαντικές ενώσεις των μεμβρανών του κυττάρου που η δομή τους – ύπαρξη υδρόφιλου και υδρόφοβου περιοχής- τα καθιστά ρυθμιστές της κυκλοφορίας των διαφόρων στοιχείων από το κύτταρο προς το περιβάλλον και το αντίθετο.

Η φυτίνη (αποθηκευμένος φώσφορος σαν άλας Ca ή Mg του φυτικού οξέος) αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος του φωσφόρου των σπόρων. Ο

ρόλος της στη βλάστηση τους είναι πολύ σημαντικός. Η φυσιολογική σημασία του φωσφόρου εκδηλώνεται κυρίως στο σύστημα των αδενοσινοφωσφορικών οξέων :



Η ενέργεια που συγκεντρώνεται στο ATP χρησιμοποιείται σε όλες τις μεταβολικές διαδικασίες του φυτού.

Οι ενώσεις του P μέσω της μικροβιακής ανοργανοποίησης ελευθερώνονται από την οργανική ουσία του εδάφους με τη μορφή φωσφορικού οξέος, μέσω του οποίου μεταβάλλεται από τα κατιόντα του εδάφους σε δυσδιάλυτες μορφές. Έχει διαπιστωθεί ότι στη περίπτωση της μικροβιακής ανοργανοποίησης, διαθέσιμος στα φυτά φώσφορος εμφανίζεται τότε μόνο όταν τα αναγόμενα φυτικά υπολείμματα περιέχουν τουλάχιστον 0,69% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Σε χαμηλότερη περιεκτικότητα όλος ο P δεσμεύεται από τους μικροοργανισμούς. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι το μεγαλύτερο μέρος των φυτικών υπολειμμάτων δεν προκαλεί βιολογική δέσμευση του P.

Η συμμετοχή των μικροοργανισμών του εδάφους στο κύκλο του P δεν εξαντλείται φυσικά στην ανοργανοποίηση των οργανικών ενώσεων του εδάφους.

Η μορφή με την οποία απορροφούν τα φυτά το P από το εδαφικό διάλυμα είναι κυρίως το δισόξινο ορθοφωσφορικό ανιόν (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) και κατά δεύτερο λόγο το μονόξινο (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).

Με τη λίπανση εμπλουτίζουμε το έδαφος σε P από τον οποίο το φυτό θα πάρει τον πρώτο χρόνο μόνο ένα 10-30%.

Μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αποφυγή μεγάλης δέσμευσης P είναι η γραμμική λίπανση. Σ' αυτή τη περίπτωση το λίπασμα έχει μικρότερη επιφάνεια επαφής με τα συστατικά του εδάφους. Η σωστή χρήση του P μειώνει τις αρνητικές συνέπειες των υπερβολών σε άζωτο. Πλεονασματικός P είναι δυνατό να διαταράξει την ισόρροπη θρέψη του φυτού, προκαλώντας τροφοπενίες Zn, Fe και Cu εξαιτίας της δημιουργίας δυσδιάλυτων ενώσεων αυτών των στοιχείων με τα φωσφορικά ανιόντα. .  
(Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Η τροφοπενία Ρ εκδηλώνεται πρώτα στα παλιά τα φύλλα με σχηματισμό ιώδων ή σκούρων κόκκινων κηλίδων. Η ανάπτυξη των φυτών περιορίζεται, η άνθιση καθυστερεί, η γονιμοποίηση δεν είναι καλή και διαταράσσεται η ωρίμανση των καρπών. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

### ΚΑΛΙΟ (Κ)

Το κάλιο βρίσκεται στο κύτταρο κυρίως ως ιόν, δεν μπαίνει δηλαδή στη σύνθεση των βασικών οργανικών μορίων, όπως κάνει το άζωτο και ο φώσφορος. Είναι γνωστός ο ρόλος του στη δραστηριοποίηση των ενζύμων. Ενεργοποιεί περίπου 40 από τα 60 γνωστά ένζυμα που έχουν ως ενεργοποιητές μονοσθενή ιόντα  $Rb^+$ ,  $NH_4^+$ , και  $Na^+$ . Το κάλιο ενεργοποιεί ιδιαίτερα τα ένζυμα που συμμετέχουν στο σχηματισμό ενώσεων μεγάλου μοριακού βάρους (άμυλο, πρωτεΐνες).

Η έλλειψη καλίου περιορίζει τη φωσφορυλίωση, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση διαλυτών ενώσεων αζώτου και υδατανθράκων μικρού μοριακού βάρους. Αυξάνεται επίσης η δραστηριότητα της αμυλάσης και της σακχαράσης, γεγονός που αντιστοιχεί στην αλλαγή της σχέσης διαλυτοί υδατάνθρακες / πολυμερισμένοι υδατάνθρακες. Ως ρυθμιστής της οσμωτικής πίεσης παρεμβαίνει στη κίνηση των στοματίων. Στο διάστημα της ηλιοφάνειας η περιεκτικότητα σε κάλιο των κυττάρων που ελέγχουν το κλείσιμο των στοματίων τριπλασιάζεται, οδηγώντας σε αύξηση της οσμωτικής πίεσης και της ποσότητας του νερού και εξογκώνοντάς τα 'έτσι, μέχρι να κλείσουν τελικά.

Επάρκεια καλίου σημαίνει κανονική διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης και διευκόλυνση του φυτού στην απορρόφηση νερού.

Προϋπόθεση της αμμωνιακής θρέψης είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις καλίου στο θρεπτικό περιβάλλον του φυτού. Η ακτινοβολία που εκπέμπει εξαιτίας του ραδιενεργού ισότοπου που περιέχει (0,011% ημιπεριόδου ζωής 1,5 δις χρόνια), πιστεύεται ότι επιδρά θετικά στις βιοχημικές διαδικασίες του φυτού, συμπεριλαμβανομένου και του σχηματισμού των υδατανθράκων. Σε αυτή του την ιδιότητα στηρίζουν ορισμένοι τη μεγαλύτερη ανάγκη της εφαρμογής του σε περιοχές και χρονιές με μικρή ηλιοφάνεια.

Στη περίπτωση της μικροβιακής αποδόμησης των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων, το κάλιο μένει με τη μορφή  $K^+$ , το οποίο αντιδρά με τα ανιόντα



του εδάφους ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ). Κατ' αυτόν τον τρόπο εμφανίζονται ενώσεις λιγότερο ή περισσότερο διαλυτές, όπως  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  κ.α., που μπορούν να αξιοποιηθούν από τα φυτά και από τους ίδιους τους μικροοργανισμούς. Ένα μεγάλο μέρος του καλίου που ελευθερώνεται από τις οργανικές ενώσεις συνδέεται με τα κολλοειδή του εδάφους.

Στην απελευθέρωση του καλίου συμμετέχουν και οι μικροοργανισμοί. Στα σιλικοβακτήρια αποδίδεται μια ιδιαίτερη ικανότητα ελευθέρωσης καλίου, του να μετατρέπουν δηλαδή τις δυσπρόσιτες ενώσεις του στοιχείου αυτού σε ευδιάλυτα άλατα, χρησιμοποιώντας ως πηγή ενέργειας τις οργανικές ενώσεις του άνθρακα. Η συμβολή επίσης των μυκήτων δεν είναι ασήμαντη. Κυρίως τα οξέα και το υδρογόνο από τα προϊόντα μεταβολισμού τους συμμετέχουν στην υδρολυτική αποσάθρωση των ορυκτών, στη διάσπαση δηλαδή του κρυσταλλικού πλέγματος και στην ελευθέρωση του καλίου.

Είναι γνωστό ότι η ελευθέρωση του διαστιβαδικού  $\text{K}^+$ , ως φαινόμενο ιονικής ανταλλαγής χρειάζεται 'αντικατάσταση' και στη περίπτωση μας αυτός μπορεί να είναι το υδρογόνο που παράγουν οι μύκητες (ή φυσικά και τα διάφορα μεταλλικά κατιόντα του εδάφους). Η αντίδραση του εδάφους ( το pH δεν επηρεάζει την ελευθέρωση του καλίου κατά τρόπο ενιαίο), η παρουσία στο εδαφικό διάλυμα άλλων κατιόντων ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), και ο βαθμός κορεσμού αυτού με κάλιο, είναι παράγοντες που ελέγχουν την ελευθέρωσή του. Η υγρασία, η θερμοκρασία, το είδος και το μέγεθος των ορυκτών είναι επίσης πολύ ουσιαστικοί συντελεστές.

Στα αργιλώδη εδάφη η ανανέωση των αποθεμάτων ανταλλάξιμου καλίου γίνεται με μεγαλύτερη ένταση, ενώ στα αμμώδη οι καλλιέργειες παρουσιάζουν ευκολότερα έλλειψη καλίου.

Μεγάλη περιεκτικότητα ασβεστίου ή μαγνησίου στο εδαφικό διάλυμα μειώνει την απορρόφηση του καλίου από το φυτό. Από τη περίσσεια καλίου μειώνεται κυρίως η απορρόφηση μαγνησίου.

Τα καλιούχα λιπάσματα αυξάνουν την αποτελεσματικότητά τους όταν τα φυτά είναι επαρκώς εφοδιασμένα με άζωτο και φώσφορο. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου εμποδίζει την απορρόφηση του καλίου. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

## ΘΕΙΟ (S)

Τα φυτά απορροφούν το θείο του εδάφους υπό μορφή ιόντων  $SO_4^{2-}$ . Τα αμινοξέα που περιέχουν σουλφυδρυλική ομάδα (κυστίνη, κυστεΐνη, μεθειονίνη) και οι πρωτεΐνες με θείο αποτελούν τη πιο σημαντική 'επένδυση' αυτού του στοιχείου στις οργανικές ενώσεις. Η έλλειψη θείου, προκαλώντας μείωση της περιεκτικότητας σε αμινοξέα των φυτών που χρησιμοποιούνται στη διατροφή, υποβαθμίζοντας τη διαιτητική τους αξία.

Η κυστεΐνη και η κυστίνη παίρνουν μέρος στις οξειδοαναγωγικές διαδικασίες ως δότες και δέκτες του υδρογόνου. Μικρές ποσότητες  $SO_2$  απορροφούν τα φυτά από την ατμόσφαιρα. Ας μη ξεχνάμε ότι υψηλές συγκεντρώσεις  $SO_2$  στην ατμόσφαιρα προκαλούν βλάβες στα φυτά. Παρουσία S αυξάνεται η αφομοιωσιμότητα του P, ιδίως σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο.

Υπάρχει επίσης ένας συνεργισμός μεταξύ θείου και αζώτου. Συνεργισμός παρατηρήθηκε επίσης μεταξύ θείου και μολυβδαινίου, το οποίο έχει ιδιαίτερο ρόλο στη βιοσύνθεση του αζώτου. Το μολυβδαίνιο αφομοιώνεται μόνο παρουσία  $SO_4^{2-}$ .

Έχει διαπιστωθεί ότι η περίσσεια χλωρίου (KCl) μειώνει την απορρόφηση του θείου. Η έλλειψη θείου επιδρά αρνητικά στη φωτοσύνθεση αφού το μεγαλύτερο μέρος του θείου των φύλλων βρίσκεται στους χλωροπλάστες. Συνέπεια αυτού είναι η εμφάνιση χλωρώσεων.

Οι απαιτήσεις σε θείο είναι μεγαλύτερες σε αμμώδη εδάφη και σε εκείνα που έχουν μικρή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Το θείο χρησιμοποιείται ως βελτιωτικό των αλκαλικών εδαφών. Σε όξινα εδάφη ως πηγή θείου είναι καλύτερα να χρησιμοποιούνται οργανικά λιπάσματα. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Η τροφοπενία θείου εκδηλώνεται με γενική χλώρωση του φυτού, (σε αντίθεση με αυτή του αζώτου) εκδηλώνεται πρώτα στα νεότερα φύλλα. Η ανάπτυξη καθυστερεί και οι ιστοί γίνονται τραχείς και εύθραυστοι. Πολύ μεγάλες απαιτήσεις σε θείο έχουν τα σταυρανθή και το κρεμμύδι που καταναλώνουν πάνω από 8kg/στρ. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

## ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca)

Το ασβέστιο είναι αναγκαίο στη κυτταρική διαίρεση, εμπλέκεται επίσης στη δραστηριότητα της α-αμυλάσης, γεγονός που αναδεικνύει το ρόλο του στα διατήρηση των λειτουργιών της μεμβράνης και στην οργάνωση του κυτοπλάσματος. Στο φυτό εξουδετερώνει ιόντα (Al, H, Fe, Mn) και ρίζες που εμφανίζονται κατά τη μεταβολική διαδικασία ή μπαίνουν στο φυτό εξαιτίας της πλεονασματικής τους παρουσίας στο έδαφος.

Σε συνθήκες έλλειψης ασβεστίου το ριζικό σύστημα δεν αναπτύσσεται κανονικά. Το ασβέστιο είναι πολύ δυσκίνητο μέσα στο φυτό και σε μεγαλύτερες ποσότητες απαντάται στα μεγαλύτερης ηλικίας φύλλα. Τα ιόντα του χαλκού συμμετέχουν στη κανονική μεταφορά του στους ιστούς αύξεσης.

Όταν η σχέση K/Ca διαταράσσεται υπέρ του καλίου, εντείνεται η αύξηση του φυτού, μειώνεται η αναπνοή και ευνοείται η εμφάνιση της ξηρής κορυφής στη τομάτα.

Οι ανταλλαγές μεταξύ εδαφικού συμπλόκου και καλιούχων λιπασμάτων επιφέρουν την απομάκρυνση του ασβεστίου και συνεπώς τη μείωση του pH. Γι' αυτό η καλιούχος λίπανση σε όξινα εδάφη πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή και ακόμη να αντιμετωπίζεται το ενδεχόμενο εφαρμογής βελτιωτικών.

Στη πορεία της διάβρωσης και αποδόμησης των ορυκτών το ασβέστιο αντικαθίσταται από το  $H^+$  και απομακρύνεται, μειώνοντας το pH. Οι απώλειες είναι στενά συνδεδεμένες με το ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων. Η διάβρωση του ασβεστίτη (κύρια πηγή ασβεστίου) εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη παρουσία  $CO_2$  προϊόν της αναπνοής των ριζών και της μικροβιακής δραστηριότητας. Υψηλό pH ευνοεί τη νιτροποίηση και συνεπώς τη πρόσληψη αυτού του στοιχείου. Είναι επίσης γνωστό ότι η απορρόφηση του αμμωνιακού αζώτου διευκολύνεται από τη παρουσία ασβεστίου. Στα ασβεστούχα εδάφη ο P σε δυσδιάλυτο φωσφορικό τριασβέστιο. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

## ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg)

Βασικό στοιχείο της χλωροφύλλης το μαγνήσιο διαδραματίζει πλαστικό και καταλυτικό ρόλο, ενώ η κατανομή του στο φυτό είναι παρόμοια με του καλίου όμως σε μικρότερες ποσότητες. Βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες

στους νέους ιστούς, στα όργανα αναπαραγωγής όπου βρίσκεται και ο φώσφορος, γεγονός που το εμπλέκει στη μεταφορά του. Η σύνθεση ATP από ADP και ανόργανο φώσφορο προϋποθέτει μαγνήσιο. Παίζει σημαντικό ρόλο στις αναγωγικές διαδικασίες, στη συσσώρευση και μεταφορά των σακχάρων. Συμμετέχει στο μεταβολισμό του αζώτου.

Αύξηση της ποσότητάς του οδηγεί στην αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες. Έλλειψη μαγνησίου εμφανίζεται πρώτα στα μεγαλύτερης ηλικίας φύλλα και εξαπλώνεται αν δε γίνει χρήση λιπασμάτων. Το αποτέλεσμα θα είναι η μείωση της περιεκτικότητας σε πρωτεϊνικό άζωτο. Η αποσύνθεση των ριβοσωματίων, που επιφέρει η έλλειψη Mg, οδηγεί επίσης στη παρεμπόδιση της σύνθεσης πρωτεϊνικών ενώσεων. Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων προσβάλλεται καθώς και η ακεραιότητα των χλωροπλαστών. Παρατηρείται ακόμη μείωση του αριθμού των κόκκων της γύρης. Αυξημένες δόσεις καλιούχων λιπασμάτων έχουν ως συνέπεια τη μείωση της απορρόφησης του μαγνησίου. Σ' αυτή τη περίπτωση η χρήση καλιομαγνησίου ως λίπασμα έχει θετικά αποτελέσματα. Όταν η σχέση K/Mg είναι 3:1 θεωρείται ικανοποιητική, στο βαθμό που το Mg είναι 50-100 ppm στα αμμώδη εδάφη και 130-200 ppm στα αργιλώδη.

Ικανοποιητικά επίπεδα  $Mg^{2+}$  μπορεί να αποτρέψουν ενδεχόμενη εμφάνιση τοξικότητας  $Mn^{2+}$  σε φυτά που καλλιεργούνται σε όξινα εδάφη. Το ασβέστιο, όταν η περιεκτικότητά του στο έδαφος είναι υψηλή, ανταγωνίζεται το μαγνήσιο. Η χρήση αμμωνιακών λιπασμάτων σε εδάφη που περιέχουν μικρές ποσότητες αφομοιώσιμου Mg οδηγεί σε τροφопενία. Η νιτρική μορφή του αζώτου σ' αυτή τη περίπτωση βελτιώνει τη θρέψη των φυτών με μαγνήσιο. Η λίπανση με μαγνήσιο εφαρμόζεται κυρίως σε αμμώδη και ασβεστούχα εδάφη. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Η τροφопενία μαγνησίου εκδηλώνεται στα πιο παλιά φύλλα, με αποχρωματισμό που ξεκινά μεταξύ των νευρώσεων και εξελίσσεται σε περιοχές από λευκές μέχρι καστανωπές ή κιτρινωπές στη τομάτα. Τα συμπτώματα τελικά καταλήγουν σε νέκρωση. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

## ΜΑΓΓΑΝΙΟ (Mn),

Το μαγγάνιο στα φυτά παίζει το ρόλο ενεργοποιού των ενζυμικών συστημάτων που σχετίζονται με το μεταβολισμό του φωσφόρου και της αποκαρβοξυλίωσης στο κύκλο του Krebs.

Το Mn μοιάζει με το Mg και πολλές φορές το αντικαθιστά στο ρόλο του προσωρινού συνδέσμου μεταξύ ενζύμου και υποστρώματος.

Συμπτώματα τροφοπενίας του Mn τα φυτά είναι η χλώρωση των φύλλων, κατά την οποία τα μεταξύ των νεύρων διαστήματα κιτρινίζουν, ενώ κατά μήκος του κεντρικού νεύρου και των διακλαδώσεων αυτού παραμένουν βαθιά πράσινα.

Τα συμπτώματα τροφοπενίας εμφανίζονται αρχικά στα φύλλα της κορυφής των βλαστών. Στα φύλλα των φυτών πατάτας και σόγιας εμφανίζονται μικρές μαύρες κηλίδες, ενώ στα φύλλα της βρώμης εμφανίζονται τεφρόχροες κηλίδες σε σχήμα αυγού. Με τη πάροδο του χρόνου οι κηλίδες διευρύνονται και καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα του φύλλου, ενώ το χρώμα γίνεται κίτρινο και το άκρο του φύλλου παραμένει πράσινο. Στο πράσινο χρώμα του άκρου του φύλλου βασίζεται η διαφορά της τροφοπενίας του μαγγανίου και της τροφοπενίας αζώτου και καλίου. Τροφοπένιες μαγγανίου σε διάφορα φυτά παρατηρούνται, όταν η συγκέντρωση αυτού στα ώριμα φύλλα κατέλθει μιας τιμής που είναι κρίσιμη και κυμαίνεται από 10 μέχρι 20mgMn g<sup>-1</sup> ξηρής ουσίας, ενώ τοξικότητες μαγγανίου δεν παρατηρούνται σε μικρό εύρος συγκεντρώσεων, αλλά σε μεγάλο εύρος που εξαρτάται από το είδος του φυτού.

Όταν η συγκέντρωση του Mn στο εδαφικό διάλυμα υπερβεί τα 11 ppm τότε υπάρχει πιθανότητα εμφάνισης τοξικότητας του μαγγανίου στα όξινα εδάφη και μάλιστα όταν το pH του εδάφους είναι μικρότερο του 5,0. Η συνολική ποσότητα μαγγανίου που προσλαμβάνεται από τα φυτά είναι μικρή και κυμαίνεται μεταξύ 500 και 1000 g Mnha<sup>-1</sup>

Το μαγγάνιο δεν μετακινείται εύκολα στο φυτό και για το λόγο αυτό σε αναπτυγμένα φυτά η χλώρωση εμφανίζεται στα ανώτερα τμήματα των φυτών. Το μαγγάνιο βρίσκεται στο έδαφος με τις κατωτέρω μορφές :

1. Συστατικό μαγγανιούχων ορυκτών όπως ο πυρολουσίτης (MnO<sub>2</sub>) , ο ροδονίτης (MnSiO<sub>3</sub>) και ο μαγγανίτης ((MnO(OH))



2. Εναλλακτικό μαγγάνιο, προσροφημένο στην επιφάνεια των κολλοειδών του εδάφους
3. Συστατικό οργανομεταλλικών ενώσεων της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε μαγγάνιο ποικίλει. Η ολική περιεκτικότητα των διαφόρων εδαφών σε μαγγάνιο κυμαίνεται μεταξύ 200 και 3000ppm. Η πλέον ενδιαφέρουσα μορφή μαγγανίου είναι το  $Mn^{+2}$  και τα οξειδία του τρισθενούς και τετρασθενούς  $Mn$ .

Το δισθενές  $Mn$  προσροφάται από τα ορυκτά της αργίλου και από την οργανική ουσία του εδάφους. Επίσης το δισθενές  $Mn$  είναι υπό διαλυτή μορφή στο εδαφοδιάλυμα.

Ασβεστούχα οργανικά εδάφη (οργανικά, pH) είναι πτωχά σε αφομοιώσιμο  $Mn$  και γι' αυτό σε αυτά τα εδάφη παρατηρούνται τροφοπενίες  $Mn$  στα φυτά. Λιπάνσεις με άλατα του  $Mn$ , π.χ.  $MnSO_4$  δεν εξαφανίζει τις τροφοπενίες του  $Mn$  γιατί μόλις προστεθεί στο έδαφος, ταχύτατα το δισθενές  $Mn$  υφίσταται οξειδωση. Για το λόγο αυτό το ανωτέρω λίπασμα θα πρέπει να ενσωματώνεται στο έδαφος και όχι να σκορπίζεται στην επιφάνεια του εδάφους (Μήτσιος, 1997).

Η τροφοπενία  $Mn$  εκδηλώνεται με διάχυτο μεσονεύριο αποχρωματισμό των νέων φύλλων, όταν μετρηθεί σε ποσότητα μικρότερη από 20mg/kg ξηράς ουσίας. Στα περισσότερα λαχανικά βρίσκεται στη ξηρά ουσία των φύλλων σε ποσότητα 16-150mg/kg. Ευαίσθητο στη τροφοπενία  $Mn$  είναι το λάχανο (Γεωργική Τεχνολογία, Ιανουάριος 1994).

Ενεργοποιεί μια σειρά ενζύμων στο φυτό. Η επίδραση του στη φωτοσύνθεση έχει υπογραμμιστεί από πολλούς ερευνητές, το ίδιο και ο ρόλος του στη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης. Το μαγγάνιο είναι στοιχείο αναγκαίο στην αναγωγή των νιτρικών ιόντων. Ρυθμίζει τη δραστηριότητα της νιτρικής ρεδούκτασης.

Ευνοεί το πολλαπλασιασμό των βακτηρίων που βρίσκονται στα φυμάτια των ψυχανθών, τη συγκέντρωση της βιταμίνης C (τομάτα, αγγούρι) ίσως και τη περιεκτικότητα σε ζάχαρη των τεύτλων.

Στο έδαφος το  $Mn$  βρίσκεται με διάφορες μορφές (τετρασθενές, τρισθενές, δισθενές), όμως τα φυτά προσλαμβάνουν μόνο τη δισθενή μορφή ( $Mn^{2+}$ ). Γίνεται λοιπόν αντιληπτό πως οι ενώσεις με μεγαλύτερο σθένος πρέπει να

αναχθούν ώστε να γίνουν αφομοιώσιμες από το φυτό. Η αναγωγή αυτή εξαρτάται από το pH, τη παρουσία οξυγόνου, καθώς και οργανικής ουσίας. Σε εδάφη που δεν αερίζονται καλά και δεν στραγγίζουν γίνεται αναγωγή του Mn και συνεπώς η διαλυτοποίησή του. Υψηλά pH ευνοούν την οξειδωσή δηλαδή τη καθίζηση του. Το δισθενές μαγγάνιο βρίσκεται σε όξινα εδάφη. Με τα χουμικά οξέα το μαγγάνιο αντιδρά συχνά σχηματίζοντας αδιάλυτα οργανικά σύμπλοκα.

Σε όξινα εδάφη όπου υπερέχει η αφομοιώσιμη μορφή ( $Mn^{2+}$ ) μπορεί να εμφανιστούν τοξικότητες, οι οποίες αποτρέπονται με ασβέστωση, ενώ ο συνδυασμός ασβεστίου με άλατα Mg είναι πιο αποτελεσματικός. (Γεωργική Τεχνολογία, Ιανουάριος 1994).

### ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe)

Τα φυτά στη μεγάλη τους πλειοψηφία περιέχουν μικρές ποσότητες σιδήρου, λίγο μεγαλύτερες περιέχουν το σπανάκι, η τσουκνίδα και μερικά ακόμη. Οι πιο γνωστές λειτουργίες του σιδήρου είναι συνδεδεμένες με τα ενζυμικά συστήματα στα οποία συμμετέχει (καταλάση, περοξειδάση και κυτοχρώμων). Καταλύει τη βιοσύνθεση των πυρολικών πυρήνων, βασικών στοιχείων του μορίου της χλωροφύλλης. Είναι συστατικό των κυτοχρώμων, σημαντικών δηλαδή συστημάτων οξειδοαναγωγής των κυττάρων, η δραστηριότητα των οποίων συνδέεται με το αντιστρεπτό πέρασμα του Fe από το ένα σθένος στο άλλο.

Επιδρά στο μεταβολισμό του αζώτου. Τα φυτά προσλαμβάνουν από το έδαφος κυρίως δισθενή σίδηρο ( $Fe^{2+}$ ). Η έλλειψη σιδήρου προκαλεί χλώρωση στα νεαρά φύλλα (εξαιτίας της μη μετακίνησης του στο φυτό), τα οποία στη συνέχεια μπορεί να γίνουν λευκά. Εδάφη που περιέχουν μεγάλες ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου ευνοούν την εμφάνιση τροφопενίας.

Η περίσσεια P εμποδίζει τη καλή τροφοδοσία των φυτών με σίδηρο. Η σχέση P/Fe θεωρείται καλή όταν κυμαίνεται μεταξύ 40 και 50. Επίσης ο ανταγωνισμός μεταξύ σιδήρου από τη μία και Zn, Mn ή Cu από την άλλη, μπορεί να οδηγήσει σε εμφάνιση τροφопενίας. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Η τροφопενία Fe εκδηλώνεται κυρίως στα νέα φύλλα τα οποία γίνονται κατακίτρινα, αλλά παραμένουν πράσινες όλες οι νευρώσεις τους. Οι

ανάπτυξη των φυτών μειώνεται. Η φυσιολογική περιεκτικότητα της βλάστησης σε σίδηρο είναι 50-300mg/kg ξηράς ουσίας. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

## ΧΑΛΚΟΣ (Cu)

Ο χαλκός βρίσκεται στο έδαφος κυρίως με τη μορφή δισθενούς κατιόντος. Το μεγαλύτερο ποσοστό του χαλκού του εδάφους βρίσκεται στα πρωτογενή και δευτερογενή ορυκτά. Ο χαλκός προσροφάται από τα κολλοειδή του εδάφους (δισθενές κατιόν) δεσμεύεται Δε από τις οργανικές ενώσεις και σχηματίζονται οργανομεταλλικές ενώσεις. Η ολική ποσότητα του χαλκού στο έδαφος κυμαίνεται μεταξύ 2 και 100ppm. Η συγκέντρωση του χαλκού στο εδαφοδιάλυμα είναι πολύ μικρή και κυμαίνεται μεταξύ  $1 \times 10^{-8}$  M.

Ο χαλκός δεσμεύεται από την οργανική ουσία ισχυρότερα από ότι τα άλλα κατιόντα π.χ.  $Zn^{+2}$ ,  $Mn^{2+}$  που σημαίνει ότι ο οργανικός χαλκός παίζει σπουδαιότατο ρόλο στη κινητικότητα του εδαφικού χαλκού και επομένως στη διαθεσιμότητα του εδαφικού χαλκού.

Ο χαλκός συγκρινόμενος με τα άλλα κατιόντα συγκρατείται ισχυρότερα από τα κολλοειδή του εδάφους (Grimme, 1968) που σημαίνει ότι αυτές οι εναλλακτικές μορφές του χαλκού δεν είναι εύκολα διαθέσιμες στα φυτά.

Με τη προσθήκη ασβεστίου στο έδαφος η διαθεσιμότητα του εδαφικού χαλκού μειώνεται γιατί το pH του εδάφους ανυψώνεται. Η συγκέντρωση του υδατοδιαλυτού χαλκού στα ασβεστούχα εδάφη είναι πολύ μικρή. Σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα του Lindsay (1972) η συγκέντρωση του χαλκού στο εδαφοδιάλυμα ελαττώνεται καθώς το pH του εδάφους ανυψούτε από το γεγονός ότι ο χαλκός προσροφάτε ισχυρότερα από τα κολλοειδή του εδάφους. Επειδή ο χαλκός προσροφάτε τόσο ισχυρά από το έδαφος η κινητικότητα αυτού είναι μικρή δηλαδή έχει πολύ μικρό συντελεστή διάχυσης. Για το λόγο αυτό η συγκέντρωση του χαλκού στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους μειώνεται σημαντικά.

Τροφοπενίες χαλκού παρατηρούνται σε οργανικά εδάφη όπου ο  $Cu^{2+}$  δεσμεύεται ισχυρά από την οργανική ουσία του εδάφους.



Ο χαλκός προσλαμβάνεται από το φυτά σε πολύ μικρές ποσότητες. Η περιεκτικότητα του χαλκού στα περισσότερα φυτά κυμαίνεται μεταξύ 2 και 20ppm σε ξηρή ουσία. Δηλαδή η περιεκτικότητα του χαλκού στα φυτά είναι το 1/10 της περιεκτικότητας του Μη σε αυτά. Ο χαλκός είναι συστατικό πολλών ενζύμων τα οποία λαμβάνουν μέρος στη φωτοσύνθεση της χλωροφύλλης των φυτών. Υπάρχουν μαρτυρίες ότι ο χαλκός βοηθάει την πρόσληψη του Ζη από τα φυτά. Η προσρόφηση του χαλκού από τα φυτά εξαρτάται σημαντικά απ τη συγκέντρωση του χαλκού στη ριζόσφαιρα.

Ο χαλκός δεν μετακινείται εύκολα στα διάφορα φυτικά μέρη αυτό δεν σημαίνει ότι δεν παρατηρήθηκε μετακίνηση του χαλκού από τα μεγάλης ηλικίας φύλλα στα πιο νέα. Τα πειραματικά δεδομένα του Lonergan, (1975) έδειξαν ότι η μετακίνηση του χαλκού στα διάφορα φυτικά μέρη εξαρτάται σημαντικά από τη συγκέντρωση σε χαλκό στα φυτά.

Η περιεκτικότητα του χαλκού στα διάφορα φυτά συνήθως είναι μικρότερη των 10ppm σε ξηρή ουσία. Τα περισσότερα εδάφη καλύπτουν τις ανάγκες των φυτών σε χαλκό. Στα εδάφη που παρατηρούνται τροφοπενίες χαλκού σημαίνει ότι η συγκέντρωση του χαλκού είναι πολύ χαμηλή ή ότι η διαθέσιμη ποσότητα χαλκού από το έδαφος στα φυτά είναι μικρή.

Εδάφη που περιέχουν μικρές ποσότητες χαλκού είναι τα εδάφη που εκπλύνονται έντονα όπως είναι τα αμμώδη ποτζολικά εδάφη ή εδάφη που προέρχονται από μητρικά υλικά πτωχά σε χαλκό.

Η διαθεσιμότητα του εδαφικού χαλκού είναι μικρή σε οργανικά και ασβεστούχα εδάφη. Οι παράγοντες επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του χαλκού στο έδαφος που είναι :

1. Η οργανική ουσία του εδάφους : Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό είναι το ποσοστό της οργανικής ουσίας στο έδαφος τόσο μεγαλύτερη είναι η δέσμευση του χαλκού στο έδαφος. Η προσρόφηση του χαλκού από την οργανική ουσία είναι ισχυρότερη από ότι η προσρόφηση από τα κολλοειδή του εδάφους.

Ο χαλκός προσροφάται από τα κολλοειδή του εδάφους ισχυρότερα από ότι τα άλλα μέταλλα ως κατωτέρω :

Cu>Pb.Ni>Co>Zn>Ba>Ca

2. Το pH του εδάφους: Το pH του εδάφους επηρεάζει τη διαθεσιμότητα του εδαφικού χαλκού.

3. Αλληλεπιδράσεις : παρατηρήθηκε ότι υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ χαλκού και σιδηρού. Οι ερευνητές Renter και Labanauskas (1966) βρήκαν ότι υψηλές δόσεις αζωτούχων λιπασμάτων οδηγούν σε τροφопενία αζώτου επίσης η παρατεταμένη χρήση φωσφορικών λιπασμάτων σε μερικά εδάφη μπορεί να προκαλέσει τροφопενίες χαλκού. (Μήτσιος, 1997)

Είναι ενεργοποιητής ενζύμων κι ακόμη μπαίνει στη σύνθεση άλλων που καταλύουν βιολογικές οξειδώσεις στη βάση της αλλαγής του σθένους του.

Η έλλειψη χαλκού συγκριτικά με τις ελλείψεις άλλων στοιχείων είναι λιγότερο συχνή και αφορά έναν μικρό αριθμό ειδών. Η οργανική ουσία μειώνει την αφομοιωσιμότητα του χαλκού σχηματίζοντας μαζί του σταθερά σύμπλοκα. Αυτά είναι λιγότερο προσιτά στα φυτά από τα σύμπλοκα Cu-άργιλος. Η οξύτητα του εδάφους, αυξάνοντας τη δραστηριότητα των ιόντων  $Cu^{2+}$  του εδαφικού διαλύματος, τα καθιστά πιο προσιτά στα φυτά.

Σε πολύ όξινη όμως αντίδραση πιθανόν εξαιτίας της αυξημένης δραστηριότητας του  $H^+$  και κυρίως του  $Al^{3+}$  μειώνεται η απορρόφηση του χαλκού. Μπορούμε λοιπόν να θεωρήσουμε τη ζώνη  $7 < pH < 4,5$  ως μη ευνοϊκή για τη πρόσληψη του. Τα ίδια αποτελέσματα έχει και η έλλειψη οξυγόνου γύρω από τις ρίζες. Η αυξημένη μικροβιακή δραστηριότητα και οι εκκρίσεις των ριζών – ριζόσφαιρα - αυξάνουν τη πρόσληψη του. Η υπερβολική χρήση P επιδρά αρνητικά στη θρέψη με Cu. Δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας ο ανταγωνισμός Cu-Mo και Cu -Zn. Η εφαρμογή χαλκούχων μυκητοκτόνων ελαττώνει τις πιθανότητες εμφάνισης τροφопενίας. (Γεωργική Τεχνολογία, Ιανουάριος 1994).

## ΒΟΡΙΟ (B)

Η συνολική περιεκτικότητα των εδαφών σε βόριο κυμαίνεται μεταξύ 20 μέχρι 200 ppm. Το μεγαλύτερο ποσοστό του εδαφικού βορίου είναι μη διαθέσιμο στα φυτά και μόνο 0,5 μέχρι 5 ppm είναι διαθέσιμο στα φυτά. Η διαλυτή μορφή του βορίου στο έδαφος είναι το βορικό οξύ.

Σε πολλά καλλιεργούμενα εδάφη το βόριο δεν βρίσκεται υπό ιοντική μορφή στο εδαφικό διάλυμα σε αντίθεση με τα άλλα θρεπτικά στοιχεία των φυτών αλλά υπό την μορφή του βορικού οξέος. Αυτή φαίνεται θα είναι η κύρια αιτία που το βόριο μπορεί να εκπλύνεται στα εδάφη έντονα.

Αυξανόμενου του pH του εδάφους η προσρόφηση του βορίου από το έδαφος αυξάνεται. Αυτή είναι και η μόνη αιτία που η διαθεσιμότητα του βορίου μειώνεται αυξανόμενου του pH του εδάφους. Επομένως η ασβέστωση των εδαφών οδηγεί σε τροφοπενίες των φυτών.

Το βόριο στα φυτά.

Το βόριο προσλαμβάνεται από τα φυτά υπό μορφή βορικού οξέος αν και οι συνθήκες προσρόφησης του βορικού οξέος από τα φυτά δεν είναι πλήρως γνωστές. Το βόριο δεν κινείται εντός των φυτών με μεγάλη ευκολία γι' αυτό το λόγο τροφοπενίες βορίου παρατηρούνται στα νεώτερα τμήματα των φυτών.

Το βόριο είναι απαραίτητο για τη μετακίνηση των υδατανθράκων στα φυτά. Η ωρίμανση των κυττάρων στα φυτά ευνοείται από τη παρουσία του βορίου.

Το βόριο παίζει σπουδαιότατο ρόλο στη ρύθμιση του νερού στους ιστούς των φυτών και στο πρωτόπλασμα.

Το βόριο ευνοεί την πρόσληψη των κατιόντων και επιβραδύνει τη πρόσληψη των ανιόντων.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του εδαφικού καλίου είναι :

- Κοκκομετρική σύσταση του εδάφους : τα χονδρόκοκκα εδάφη που είναι καλώς στραγγιζόμενα αμμώδη εδάφη παρουσιάζουν γενικά χαμηλή περιεκτικότητα σε Β.
- Το pH του εδάφους : αυξανόμενου του pH του εδάφους μειώνεται η διαθεσιμότητα του Β ιδιαίτερα σε  $pH > 6,5$
- Οργανική ουσία του εδάφους : εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία παρουσιάζουν και υψηλή διαθεσιμότητα Β. Η προσθήκη οργανικών ουσιών στο έδαφος μπορεί να αυξήσει τη πρόσληψη του βορίου από τα φυτά.
- Υγρασία εδάφους : η διαθεσιμότητα του εδαφικού βορίου μειώνεται με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας. Για το λόγο αυτό τροφοπενίες Β παρουσιάζονται σε συνθήκες ξηρασίας.
- Αλληλεπιδράσεις: παρατηρήθηκε ότι όταν η τροφοδοσία των φυτών σε Ca είναι χαμηλή τότε τα φυτά δείχνουν μεγαλύτερη ευαισθησία

στη τοξικότητα του βορίου. Όταν είναι άφθονη η τροφοδοσία των φυτών με Ca τότε οι απαιτήσεις των φυτών σε βόριο είναι μεγαλύτερες.

Η σχέση Ca/B στα φύλλα χρησιμοποιείται σαν ενδεικτική της θρεπτικής κατάστασης των φυτών σε βόριο.

Αυξημένες καλιούχες λιπάνσεις μπορεί να εντείνουν τη παρουσία τροφοπενιών B.

Παρατηρήθηκε ότι ισχυρές αζωτούχες λιπάνσεις αναστέλλουν τη τοξική δράση υψηλών συγκεντρώσεων B σε διάφορες καλλιέργειες. (Μήτσιος, 1997)

Η τροφοπένια βορίου εκδηλώνεται με συμπτώματα στα άνθη, στους καρπούς και στα ακραία τμήματα των βλαστών. Οι μεμβράνες των διαφόρων ιστών σπάζουν και δημιουργούνται ρωγμές που γρήγορα προσβάλλονται από βακτήρια. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται η ενδοσήψη στους ρυζοκόνδύλους διαφόρων λαχανικών (παντζάρι κ.λ.π.). τα άκρα των ριζών νεκρώνονται, παρατείνεται η έκπτυξη πλευρικών ριζών, ο λαιμός των φυτών μπορεί να γίνει καστανός και σε ορισμένα λαχανικά μειώνεται σημαντικά η παραγωγή. Φυτά πολύ ευαίσθητα στην έλλειψη B είναι : παντζάρι, καρότο, κουνουπίδι, μπρόκολο, σέλινο. Μικρότερη ευαισθησία παρουσιάζουν: λάχανο Βρυξελών, σπανάκι, μαρούλι, ραπανάκι και τομάτα, ενώ λίγο ευαίσθητα είναι : σπαράγγι, αγγούρι, φράουλα, φασολάκι, μπιζέλι, πατάτα.

Τοξικότητα βορίου παρατηρείται λόγω της χρήσης νερού πλούσιου σε B ή από τη προσθήκη μεγάλης ποσότητας B με τη λίπανση. Πάρα πολύ ευαίσθητο φυτό είναι η φράουλα, ευαίσθητα φυτά: κόκκινη πιπεριά, μελιτζάνα, φασολάκι, αγγούρι, πεπόνι, μαρούλι, και κολοκυθάκι. Λιγότερο ευαίσθητα φυτά είναι : πατάτα ραπανάκι, και τομάτα και τα ανθεκτικά είναι : σπαράγγι παντζάρι, κουκιά κρεμμύδι, λάχανα και καρότο. (Γεωργική Τεχνολογία, Ιανουάριος 1994).

Η επίδραση του στο μεταβολισμό των φυτών είναι πολλαπλή. Εντείνει τη φωτοσύνθεση, αυξάνει τη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, ευνοεί την άνθιση και το δέσιμο, αυξάνει τη βιωσιμότητα της γύρης, διευκολύνει τη μεταφορά των ορμονών, παίζει σημαντικό ρόλο στη κυτταρική διαίρεση κ.λπ.

Η απορρόφηση του B είναι εντονότερη σε όξινα εδάφη pH (4,7<pH<6,3). Όταν υπερβαίνει τη τιμή 6,3 η απορρόφησή του μειώνεται. Η

αντικατάσταση του Al από ιόντα  $Ca^{2+}$  έχει ως συνέπεια την εμφάνιση υδροξειδίου του Al που είναι πολύ ενεργό στη συγκράτηση του B.

Μειωμένη εδαφική υγρασία είναι δυνατό να προκαλέσει τροφοπενία B είτε εξαιτίας των δυσμενών συνθηκών που δημιουργούνται για την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας και την απελευθέρωσή του, είτε γιατί περιορίζεται η αναπνοή και συνεπώς η είσοδος του στο φυτό. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να έχει και η αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία. Η εφαρμογή βορίου στο έδαφος πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή γιατί έστω και μικρή υπερβολή μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα, κυρίως σε αμμώδη εδάφη.

Αυξημένες ποσότητες  $K^+$  ή  $SO_4^{2-}$  στο εδαφικό διάλυμα μεγαλώνουν το κίνδυνο τοξικότητας B. Η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε B πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη. (Γεωργική Τεχνολογία, Ιανουάριος 1994).

#### ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn)

Στα εδάφη η συγκέντρωση του Zn κυμαίνεται μεταξύ 10-300ppm. Ο ψευδάργυρος απορροφάται από τα ορυκτά της αργίλου και από την οργανική ουσία του εδάφους και μπορεί να προσροφηθεί ως  $Zn^{+2}$ ,  $ZnOH^+$  ή  $ZnCl^+$ .

Ο ψευδάργυρος αντιδρά με την οργανική ουσία του εδάφους και σχηματίζονται οργανικές ενώσεις του Zn που είναι διαλυτές ή αδιάλυτες.

Η συγκέντρωση του Zn στα διάφορα φυτικά όργανα είναι χαμηλή, γενικά της τάξεως των 100ppm στη ξηρή ουσία. (Μήτσιος, 1997)

Η τροφοπενία ψευδαργύρου προκαλεί νανισμό των φυτών, τα οποία παίρνουν μορφή ροζέτας εξαιτίας της πολύ μικρής ανάπτυξης των μεσογονατίων διαστημάτων. Επιπλέον παρατηρείται, ισχυρώς αποχρωματισμός του φυλλώματος. Η φυσιολογική περιεκτικότητα των φυτών σε Zn είναι 5-100mg/kg ξηράς ουσίας. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Ο Zn συγκεντρώνεται στις ζώνες αύξησης και έντονης ενζυματικής δραστηριότητας. Είναι συστατικό ορισμένων ενζύμων και διαδραματίζει ρόλο στη σύνθεση της χλωροφύλλης. Ευνοεί την αύξηση της περιεκτικότητας σε τρυπτοφάνη, πρόδρομο αμινοξύ της αυξίνης, συνεπώς επηρεάζει θετικά τη παρουσία της αυξίνης στο φυτό.

Η κινητικότητα του Ζη στο φυτό είναι καλύτερη των άλλων ιχνοστοιχείων. Σχηματικά θα μπορούσαμε να δώσουμε την εξής σειρά από την άποψη αυτή :

Zn>Cu>Mn>Fe>Mo

Εδάφη αλκαλικής αντίδρασης (pH>7,4) ευνοούν την εμφάνιση τροφοπενιών Ζη. Το ίδιο όπου τα επίπεδα του αφομοιώσιμου Ρ είναι υψηλά.

Σε όξινα εδάφη υπάρχει το ενδεχόμενο εμφάνισης τοξικότητας Ζη. Από την άποψη της φυτοτοξικότητας ισχύει η εξής σειρά των στοιχείων :

Cu>Co>Zn>Mn

Στο φυτό οι συγκεντρώσεις Ζη που προκαλούν τοξικότητα κυμαίνονται μεταξύ 300 και 500 ppm. . (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

### ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ (Mo)

Είναι ουσιαστικό συστατικό στοιχείο της νιτρικής ρεδούκτασης, ευνοεί τη δημιουργία των φυματίων στα ψυχανθή, επιδρά στη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης, συμμετέχει στο μεταβολισμό του Ρ. Συγκριτικά με τα άλλα φυτά τα ψυχανθή έχουν πιο αυξημένες ανάγκες σε Mo. Η ιδιομορφία του απέναντι στα άλλα ιχνοστοιχεία είναι ότι η διαλυτότητά του αυξάνει σε τιμές pH>6, ενώ είναι γνωστό ότι σε τέτοιες τιμές η διαλυτότητα των άλλων ελαττώνεται. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Η τροφοπενία Mo εκδηλώνετε με μείωση της ανάπτυξης, φωτεινό πράσινο χρώμα του φυλλώματος, που ακολουθείται από διάφορες ανωμαλίες των βλαστικών τμημάτων. Η περιεκτικότητα των βλαστικών οργάνων σε Mo είναι πολύ χαμηλή και βρίσκεται μεταξύ 0,1και 10mg/kg ξηράς ουσίας. . (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

### ΚΟΒΑΛΤΙΟ (Co)

Φαίνεται ότι είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των αζωτοβακτηρίων. Βρίσκεται στο μόριο της βιταμίνης B<sub>12</sub> και βελτιώνει τη ποιότητα του χόρτου, εμποδίζοντας την εμφάνιση τροφικών ανωμαλιών στα ζώα. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

### ΧΛΩΡΙΟ (Cl)

Απορροφάται από τα φυτά ως ιόν χλωρίου. Τα ανιόντα Cl<sup>-</sup> δεν συγκρατούνται από την άργιλο και τα οργανικά κolloειδή κι έτσι με τις βροχές



ή το πότισμα απομακρύνονται εύκολα. Περιπτώσεις έλλειψης δεν έχουν αναφερθεί, ενώ αντίθετα τα λιπάσματα που περιέχουν χλώριο πρέπει να χρησιμοποιούνται με μεγάλη προσοχή, αφού πολλές καλλιέργειες είναι ευαίσθητες στη παρουσία του. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Η τοξικότητα χλωρίου παρατηρείται σε παραθαλάσσια μέρη, όταν χρησιμοποιηθούν χλωριούχα λιπάσματα σε μεγάλη ποσότητα ή όταν το νερό ποτίσματος είναι πλούσιο σε χλώριο. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

### NATRIO (Na)

Έχει διαπιστωθεί ότι η παρουσία του είναι απαραίτητη για τα φυτά της οικογένειας Chenopodiaceae, όπως τα τεύτλα και το σπανάκι. Το νάτριο διασπείρει τα κολλοειδή του εδάφους και γενικά επιβαρύνει τις φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές του ιδιότητες. (Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994)

Πίνακας. Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία των φυτών

Φυσικές πηγές τους στο έδαφος και στον αέρα	Μορφή με την οποία προσλαμβάνονται	Ρόλος τους στα φυτά
ΑΝΘΡΑΚΑΣ (C)	CO <sub>2</sub>	Αποτελεί τη βάση της ζωής στη γη, δομική

<p>Το πιο άφθονο στοιχείο στους φυτικούς ιστούς – αποτελεί το 45% του ξηρού βάρους. Ο σκελετός των φυτών, η κυτταρίνη, καθώς κι όλες οι ουσίες που παράγουν τα φυτά (υδατάνθρακες, σάκχαρα, πρωτεΐνες), ενώσεις C.</p>	<p>(κυρίως από τα φύλλα)</p>	<p>μονάδα του τεράστιου αριθμού των οργανικών ενώσεων. Σημαντικό μέρος της απαραίτητης για τους οργανισμούς ενέργειας παράγεται στα κύτταρα με την οξείδωση του άνθρακα. Ο μοναδικός ρόλος του για τη ζωντανή ύλη οφείλεται στις ιδιότητές του. Μεταξύ των ατόμων του, καθώς και μεταξύ του και των άλλων στοιχείων, σχηματίζονται σταθεροί χημικοί δεσμοί (απλός, διπλός, τριπλός), που ωστόσο μπορούν να σπάσουν σε συγκριτικά ήπιες φυσιολογικές συνθήκες. Είναι ενδεικτικό ότι μόνο 3 στοιχεία (C, O και H) αποτελούν το 94% της συνολικής μάζας των ζωντανών οργανισμών. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ορισμένη οικονομία στη ζωντανή ύλη, δηλαδή ο μικρός αριθμός των τύπων χημικών Δεσμών (λαμβάνοντας υπόψη την άπειρη ποικιλία των ανθρακούχων ενώσεων), επιτρέπει τη μέγιστη μείωση του αριθμού των ενζύμων που χρειάζονται για τη διάσπαση και σύνθεση των οργανικών ουσιών.</p>
<p><b>ΥΔΡΟΓΟΝΟ (H)</b> Αποτελεί περίπου το 6% του ξηρού βάρους των φυτών, βρίσκεται στις ίδιες ενώσεις όπως και ο άνθρακας.</p>	<p>H<sup>+</sup> HOH</p>	<p>Έχει έναν όμοιο ρόλο στο μεταβολισμό των φυτών όπως και ο άνθρακας. Εναλλάσσεται στην επιφάνεια των ριζών με άλλα κατιόντα κατά τη διάρκεια της προσρόφησης των ανόργανων ιόντων από το εδαφοδιάλυμα.</p>
<p><b>ΟΞΥΓΟΝΟ (O)</b> Σχηματίζει το 43% του ξηρού βάρους των</p>	<p>O<sub>2</sub>, OH<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>2</sub></p>	<p>Παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στις βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες και πάνω από όλο στην αναπνοή. Τα φυτά</p>

<p>φυτών. Είναι συστατικό των πιο σημαντικών οργανικών ενώσεων.</p>	<p>(κυρίως από τα φύλλα)</p>	<p>(εξαιρέση ορισμένοι αναερόβιοι μικροοργανισμοί), δέχονται την απαιτούμενη ενέργεια για τις διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες από τη βιολογική οξείδωση διαφόρων ουσιών με οξυγόνο στα κύτταρα.</p>
<p><b>ΑΖΩΤΟ (N)</b>          Οργανικά υπολείμματα φυτών και ζώων-συμβιωτική και μη συμβιωτική δέσμευση ατμοσφαιρικού N. δέσμευση υπό μορφή οξειδίων N κατά τις ηλεκτρονικές εκκενώσεις. Ορυκτά νιτρικά άλατα. Σαν μοριακό (N<sub>2</sub>), αποτελεί βασικό συστατικό του αέρα (79%)</p>	<p>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>          NH<sub>4</sub><sup>+</sup>          Ουρία          Αμινοξέα          Νουκλεϊκά οξέα</p>	<p>Πρωταρχικό στοιχείο της βιοσύνθεσης, παίζει ζωτικό ρόλο στις βιολογικές διεργασίες. Συστατικό πρωτεϊνών, και παραγώγων ((πεπτόνες, πολυπεπτίδια, αμινοξέα, λεκιθίνη), πορφυρινών (κυτόχρωμα, χλωροφύλλη), βιταμινών (ανευρίνη, ριβοφλαβίνη, πυριδοξίνη, βιοτίνη, παντοθενικό οξύ, νικοτινικό οξύ), νουκλεϊκών οξέων, αλκαλοειδών, αμιδίων, αμινών. Μετακινείται εύκολα μέσα στα φυτά. Αυξάνει τη βλάστηση αλλά παρατείνει το κύκλο της. Σε περίσσεια επιβραδύνει την ωρίμανση, προκαλεί αύξηση αμιδίων και αμινοξέων μειωμένης βιολογικής αξίας. Τα νιτρικά άλατα, με τη βοήθεια του ενζύμου νιτρική ρεδοουκτάση, ανάγονται σε αμμώνιο που ενώνεται με οργανικά οξέα και σχηματίζει αμινοξέα που στη συνέχεια γίνονται συστατικά των φυτών.</p>
<p><b>ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P)</b>          Απατίτης          Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(OH,F,Cl),          Φωσφορικό (μονο-δι-τρι) ασβέστιο          Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, CaHPO<sub>4</sub>,          Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, βαρισκίτης</p>	<p>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>          HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup></p>	<p>Συστατικό νουκλεοπρωτεϊνών αδενοσινό (μόνο, δι, τρι) φωσφορικών οξέων (AMT., ADT, ATP) φωσφολιπιδίων, φωσφορυλιωμένων σακχάρων, συνενζύμου A, φυτίνης, προσθετικής ομάδας ενζύμων. Παίζει πρωταρχικό ρόλο στη σύνθεση υδατανθράκων</p>

<p>(<math>\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math>)          Στρεγκίτης (<math>\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math>),          Οργανικός P          (φωσφολιπίδια, νουκλεινικά οξέα, ινοσιτόλη κ.ά.)</p>		<p>(φωτοσύνθεση, συμπύκνωση απλών σακχάρων προς άμυλο και υδρόλυσή του), λιπών, πρωτεϊνών-μεταβίβαση των κληρονομικών χαρακτηριστικών (DNA, RNA). Γενικά δρα σαν μεταφορέας ενέργειας. Με συνεχείς φωσφορυλιώσεις, ελευθερώνεται ενέργεια που δεσμεύεται σε ωφέλιμη βιολογική μορφή σαν ATP. Μετακινείται εύκολα στα φυτά.</p>
<p>ΚΑΛΙΟ (K)          Καλιούχοι άστριοι          (ορθόκλαστο <math>\text{KAlSi}_3\text{O}_8</math>),          Μαρμαρυγίες,          Μοσχοβίτης <math>\text{H}_2\text{KAl}_3</math>          (<math>\text{SiO}_4</math>)<sub>3</sub>,          Βιοτίτης <math>\text{KMg}_3(\text{OH})_2</math>  <math>\text{AlSi}_3\text{O}_{10}</math>,          Ορυκτά της αργίλου          (ιλίτης, βερμικουλίτης,          χλωρίτης)</p>	<p><math>\text{K}^+</math></p>	<p>Δεν υπεισέρχεται στη δομή οργανικών ενώσεων, αλλά βρίσκεται στα φυτά με τη μορφή ιόντων. Βρίσκεται κυρίως στα μεριστώματα και νεαρά φύλλα. Επιδρά στη φυσικοχημική ισορροπία των κολλοειδών του πρωτοπλάσματος και παίζει ρόλο στη κίνηση του νερού μέσα στα φυτά. Αυξάνει την ικανότητα του κυτοπλάσματος να συγκρατεί νερό, την ένταση της φωτοσύνθεσης και παίρνει μέρος στη λειτουργία των στοματίων. Επεμβαίνει καταλυτικά σ' όλες σχεδόν τις βιοχημικές αντιδράσεις ενεργοποιώντας τα ένζυμα (μεταβολισμό υδατανθράκων και μεταφορά αμύλου, μεταβολισμό N και σύνθεση πρωτεϊνών). Ελέγχει και ρυθμίζει τη δραστηριότητα διαφόρων απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων-εξουδετερώνει οργανικά οξέα και προκαλεί τη γένεση και μετάδοση του νευρικού ρεύματος στα ζώα. Μετακινείται εύκολα και γρήγορα μέσα στα φυτά. Αντίθετα προς το νάτριο, το κάλιο συγκεντρώνεται κυρίως μέσα στα κύτταρα ενώ το εξωτερικό μέσο Περιέχει σημαντικά</p>

		λιγότερο κάλι.
<p>ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca)</p> <p>Ασβεστούχα πυριτικά ορυκτά (πλαγιόκλαστα, αμφίβολοι, επίδοτο) ανθρακικά άλατα (ασβεστίτης <math>\text{CaCO}_3</math>, δολομίτης <math>\text{CaCO}_3</math>, <math>\text{MgCO}_3</math>).</p> <p>Απλά άλατα Ca (γύψος <math>\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math>, απατίτης).</p>	$\text{Ca}^{++}$	<p>Απαραίτητο για τη διαίρεση και επιμήκυνση των κυττάρων. Συντελεί στη δημιουργία αποταμιευτικών ουσιών (πηκτινικού Ca). Η βασική λειτουργία του ασβεστίου συνίσταται στη σταθεροποίηση των κυτταρικών δομών. Τα ιόντα ασβεστίου (γέφυρα ασβεστίου) συνδέουν μεταξύ τους τα μόρια των λιπιδίων, εξασφαλίζοντας τη κανονική τους θέση στις κυτταρικές μεμβράνες. Οι ενώσεις του ασβεστίου με πηκτινικές ουσίες συγκολλούν τα τοιχώματα των γειτονικών κυττάρων, επιδρά στη διόγκωση του πρωτοπλάσματος όπως και στη διαπερατότητα των κυττάρων των ριζών. Ρυθμίζει τη πρόσληψη K, Na, Mg. Δρα αντιτοξικά προφυλάσσοντας το κύτταρο από τη τοξική επίδραση του). Δραστηριοποιεί ορισμένα ένζυμα. Δεν μετακινείται εύκολα μέσα στο φυτό.</p>
<p>ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg)</p> <p>Πρωτογενή (μαρμαρυγίες, αμφίβολοι, πυρόξενοι, σερπεντίνης ολιβίνης) και δευτερογενή ορυκτά (δολομίτης, χλωρίτης, Ιλλίτης, μοντμοριλλονίτης, βερμικουλίτης)</p>	$\text{Mg}^{++}$	<p>Αποτελεί συστατικό της χλωροφύλλης και επιδρά στο σχηματισμό της ξανθοφύλλης και του καρτινίου. Παίζει βασικό ρόλο στο μεταβολισμό του P. δρα καταλυτικά στο σχηματισμό του ATP. Ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα που δρουν στις διάφορες πλούσιες σε ενέργεια φωσφορικές ενώσεις κατά τη διάρκεια του σχηματισμού των υδατανθράκων και το μετέπειτα μεταβολισμό τους των λιπιδίων. Υψηλή τιμή του πηλίκου <math>\text{εναλ.Κ/εναλ.Μg}</math> προκαλεί την υπομαγνησαιμία των ζώων (τέτανο της</p>

		χλόης, μυϊκοί σπασμοί και διακοπή της ανάπτυξης στα άκρα του σώματος).
<p><b>ΘΕΙΟ (S)</b>  Θειούχα ορυκτά (σουλφίδια, πυρίτες, θειικά άλατα Ca, Mg, K, Na, Ba-σιδηροπυρίτης FeS<sub>2</sub>, Χαλκοπυρίτης (Fe, Cu)S<sub>2</sub>.  Ατμοσφαιρικό θείο (με τη βροχή μεταφέρεται στο έδαφος ή προσροφάτε από τα φυτά απευθείας).  Οργανικό θείο (υπολείμματα φυτών και οργανισμών).</p>	<p>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  SO<sub>2</sub></p>	<p>Συστατικό θειούχων αμινοξέων μεγάλης βιολογικής αξίας (κυστεΐνη, κυστίνη, μεθειονίνη), γλουταθειονίνης, βιταμινών (θειαμίνη, ανευρίνη, βιοτίνη), συνενζύμου A (το οποίο διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στο μεταβολισμό υδατανθράκων, λιπιδίων, πρωτεϊνών). Ενεργοποιεί ορισμένα πρωτεολυτικά ένζυμα και αυξάνει την σε έλαια περιεκτικότητα μερικών φυτών (λίνον, σόγια, πίσσο). Δρα καταλυτικά στη μεγάλη συγκέντρωση νιτρικών και βοηθά στην ανάπτυξη των φυματίων των ψυχανθών. Το SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ιόν στα κύτταρα ανάγεται και σχηματίζει δισουλφιδικές (-S-S-) και σουλφυδρικές (-SH) ομάδες που σχηματίζουν δεσμούς που ενισχύουν τη μορφή των μεγάλων μορίων των πρωτεϊνών.</p>
<p><b>ΧΛΩΡΙΟ (Cl)</b>  Διάφορα χλωριούχα ορυκτά και πετρώματα.  Χλωριούχα άλατα.</p>	<p>Cl<sup>-</sup></p>	<p>Λίγα είναι γνωστά για το ρόλο του. Φαίνεται ότι συνδέεται με μια θεμελιώδη φάση της φωτοσύνθεσης και με την κανονική του ριζικού συστήματος των φυτών.</p>
<p><b>ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe)</b>  Σιδηρομαγνησιούχα πυριτικά ορυκτά (ολιβίνης, πυρόξενοι, αμφίβολοα, μαρμαρυγίες).  Ελεύθερα οξείδια και</p>	<p>Fe<sup>2+</sup>,  Fe<sup>3+</sup></p>	<p>Απαραίτητος για τη σύνθεση της χλωροφύλλης, αν και δεν υπεισέρχεται στη δομή του μορίου της. Αποτελεί το ενεργά στοιχείο οξειδωτικών ενζύμων (καταλάση, υπεροξειδάση, κυτόχρωμα). Δρα σαν ηλεκτρονικός φορέας (χάρη στην εναλλαγή του σθένους του Fe<sup>3+</sup> ⇌ Fe<sup>2+</sup> στις οξειδο-</p>



υδροξειδία (αιματίτης, γκαϊτίτης, λεπιδοχρωσίτης, ιλμενίτης, πυρίτης)		αναγωγικές αντιδράσεις των φυτών. Ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα και παίζει κάποιο ρόλο στη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου.
ΜΑΓΓΑΝΙΟ (Mn) Μαγγανιούχα ορυκτά (πυρολουσίτης $MnO_2$ , ροδονίτης $MnSiO_3$ , ροδοχρωσίτης $MnCO_3$ , χαρυσμανίτης $Mn_3O_4$ ). Ένυδρα οξειδία του Mn. Οργανομεταλλικές ενώσεις Mn με οργανική ουσία.	$Mn^{++}$	Ενεργοποιεί ολόκληρη σειρά ενζύμων που καταλύουν αντιδράσεις διαφόρων τύπων (τρικαρβοξυλικού κύκλου, μεταβολισμό P, υδατανθράκων, αζωτούχων ουσιών, λιπιδίων-φωτοχημικές αντιδράσεις φωτοσύνθεσης). Ρυθμίζει τη διαθέσιμη ποσότητα δισθενούς σιδήρου μέσα στο φύλλο.
ΧΑΛΚΟΣ (Cu) Χαλκούχα ορυκτά (χαλκοπυρίτης $CuFeS_2$ , χαλκοσίνης $Cu_2S$ , μαλαχίτης $CuCO_3$ , $Cu(OH)_2$ , Αζουρίτης $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ , Κυπρίτης $Cu_2O$ , Βορνίτης $Cu_5FeS_4$	$Cu^{++}$	Αποτελεί ενεργό κλάσμα πολλών οξειδωτικών ενζύμων (χάρη στην εναλλαγή του σθένους του χαλκού $Cu^{++} \leftrightarrow Cu^{+++}$ ), που η φυσιολογική τους σημασία δεν έχει ακόμα κατανοηθεί πλήρως. Δρα καταλυτικά στη σύνθεση της χλωροφύλλης και στο μεταβολισμό υδατανθράκων και πρωτεϊνών.
ΒΟΡΙΟ (B) Βοριοπυριτικά ορυκτά (τουρμαλίνης $HgAl_3(BOH)_2Si_4O_{19}$ ), Αλατα βορικού οξέος με Ca, Na, K. Σύμπλοκες ενώσεις B με οξειδία Al, Fe Mn, Si.	$H_3BO_3$ , $B_4O_7^{2-}$ , $H_2BO_3^-$ , $HBO_3^{2-}$ ή $BO_3^{2-}$	Σχετίζεται προς τα φαινόμενα των υδατανθράκων και την οικονομία του νερού στα φυτά, τη σύνθεση πρωτεϊνών, το μεταβολισμό N και υδατανθράκων, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και τη διαίρεση των κυττάρων, την ανθοφορία και καρποφορία καθώς και τη κίνηση των ορμονών μέσα στο φυτό.

<p><b>ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ (Mo)</b>          Πρωτογενή και δευτερογενή ορυκτά.          Μολυβδαινικό ανιόν <math>(MoO_4)^{2-}</math> προσροφημένο στην επιφάνεια της αργίλου. Υδατοδιαλυτές μολυβδαινούχες ενώσεις.          Οξειδία του μολυβδαινίου <math>(MoO_3, Mo_2O_5, MoO_2)</math>.</p>	<p><math>MoO_4^{2-}</math></p>	<p>Παίζει σπουδαίο ρόλο στη λειτουργία του ενζυμικού μηχανισμού της αναγωγής των νιτρικών (αποτελεί συστατικό του ενζύμου ρεδουκτάση των νιτρικών) και της συμβιωτικής και μη συμβιωτικής δέσμευσης του αζώτου της ατμόσφαιρας. Απουσία αυτού, παρεμποδίζονται οι πρώτες αντιδράσεις που επιτρέπουν στο φυτό να χρησιμοποιεί τα νιτρικά του εδάφους για τη σύνθεση των αζωτούχων ενώσεων του. Διεγείρει τη βιοσύνθεση νουκλειϊκών οξέων και πρωτεϊνών και αυξάνει τη περιεκτικότητα της χλωροφύλλης και βιταμινών.</p>
--	--------------------------------	--

### 1.9.1 ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Υπάρχουν 3 μορφές ανόργανων αζωτούχων λιπασμάτων :

- I. Τα νιτρικά λιπάσματα που εφοδιάζουν τα φυτά με άζωτο υπό μορφή νιτρικών ιόντων.
- II. Τα αμμωνιακά λιπάσματα που εφοδιάζουν τα φυτά με άζωτο υπό αμμωνιακή μορφή ή νιτρική μορφή που προκύπτει μετά τη νιτροποίηση της αμμωνίας.
- III. Απλά άλατα των αμινών που περιέχουν άζωτο στην αμινοκήτων ρίζα ή και ακόμα άλατα που παράγονται από αυτή την ομάδα όπως είναι η ουρία. Τα φυτά προσλαμβάνουν τα αμμωνιακά και νιτρικά ιόντα με εξαίρεση σε ελαφρώς όξινα εδάφη όπου τα αμμωνιακά ιόντα μετατρέπονται ταχύτατα με τη δράση των μικροοργανισμών σε νιτρικά ιόντα.

.(Μήτσιος, 1997)

#### ΣΤΕΡΕΑ

Κοκκώδη και κρυσταλλικά

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα εν χρήση στη χώρα μας καθώς και τα πλείστα χρησιμοποιούμενα διεθνώς. Τα δομικά συστατικά (χημικές μορφές) των αζωτούχων λιπασμάτων είναι οι : Νιτρική, Αμμωνιακή και Ουρική μορφή. Από αυτές, χωριστά ή σε συνδυασμούς παράγονται οι διάφοροι βιομηχανικοί τύποι αζωτούχων λιπασμάτων, οι κυριότεροι των οποίων είναι :

**Θειική αμμωνία  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 21%N**, συνήθως σε κρυσταλλική κατάσταση. Αποτελεί την παλαιότερη πηγή συνθετικού αμμωνιακού αζώτου, αλλά σήμερα παράγεται συνηθέστερα ως υποπροϊόν της καπρολακταμης, μιας συνθετικής κλωστικής ύλης.

Κύρια πλεονεκτήματά της είναι η χαμηλή υγροσκοπικότητα, η χημική σταθερότητα και η καταλληλότητά της για ασβεστόχρα – αλκαλικά εδάφη καθώς και για αναερόβιες συνθήκες (ορυζοκαλλιέργεια). Επιπρόσθετα αποτελεί και πηγή θείου. Για την αποφυγή μεγάλων απωλειών εξαέρωσης αμμωνίας η εφαρμογή του λιπάσματος πρέπει να γίνεται με ενσωμάτωση (βασική λίπανση), χαμηλή θερμοκρασία και ικανοποιητική υγρασία εδάφους, λόγω των οξεογόνων ιδιοτήτων της η θειική αμμωνία σε ασβεστόχρα εδάφη προάγει τη διαλυτότητα του φωσφόρου και των μεταλλικών μικροθρεπτικών (Fe, Zn κ.λπ.). Παρουσιάζει όμως το τυπικό μειονέκτημα όλων των λιπασμάτων χαμηλού τίτλου, που έχουν δυσανάλογα αυξημένο κόστος συσκευασίας, αποθήκευσης και μεταφοράς.

Ο συνήθης τύπος της είναι σε κρυσταλλική μορφή, γεγονός που αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα γιατί εμποδίζει την ομοιόμορφη και ταχεία διασπορά με μηχανικά μέσα (λιπασματοδιανομείς). Ήδη όμως στην Ελλάδα, η εταιρία Χ.Β.Β.Ε έχει προχώρηση στη παραγωγή ενός νέου τύπου κοκκώδους θειικής αμμωνίας (20,5-0-0) με πολύ καλά αποτελέσματα υπό συνθήκες εκμηχανισμένης γεωργίας.

Νιτρική αμμωνία σε 2 τύπους :

- **Νιτρική αμμωνία  $(\text{NH}_4\text{NO}_3)$  με 33-34,5%N** και
- **Ασβεστόχος νιτρική αμμωνία  $((\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3)$  με 26-28%N**, που αποτελεί μίγμα νιτρικού αμμωνίου και ανθρακικού ασβεστίου.

Αμφότεροι οι τύποι παράγονται σε κόκκους διαμέτρου 4mm. Πηγή αζώτου κατάλληλη για τις πλείστες καλλιεργητικές συνθήκες, με ευρύτατη εφαρμογή στην ελληνική γεωργία, παρουσιάζει 2 σοβαρά μειονεκτήματα (ιδιαίτερα η νιτρική αμμωνία) που όμως σήμερα αντιμετωπίζονται με επιτυχία :

- Είναι πολύ υγροσκοπικά υλικά και όταν απορροφούν υγρασία καθίστανται συμπαγή (πετρώνουν). Το ελάττωμα αυτό εξουδετερώνεται με ειδική επικάλυψη των κόκκων του λιπάσματος.
- Είναι πολύ εύφλεκτα και σε μίγμα με οξειδώσιμες ανθρακούχες ύλες (π.χ. κутταρίνες) σχηματίζουν εκρηκτικό υλικό (πυρίτιδα). Πάντως, η ιδιότητα αυτή αφορά κατά κύριο λόγο, το τύπο νιτρική αμμωνία με  $N > 28\%$ .

Τα λιπάσματα αυτά είναι πολύ ευδιάλυτα στο έδαφος, όπου με την ελάχιστη υγρασία διαλυτοποιούνται διασπώμενα σε ιόντα αμμωνίου και νιτρικά. Σε διάστημα λίγων εβδομάδων τα αμμωνιακά ιόντα μετατρέπονται σε νιτρικά με μικροβιακή (ενζυματική) οξείδωση, η οποία όμως απαιτεί κατάλληλη θερμοκρασία και  $pH > 5$ . Επίσης τα αμμωνιακά ιόντα εάν δεν απορροφηθούν από τις ρίζες των φυτών συγκρατούνται στα εδαφικά συστατικά (αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή). Αντίθετα, τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν μεγάλη ευκινησία, δεν συγκρατούνται στο έδαφος και αν δεν απορροφηθούν από τις ρίζες εκπλύνονται προς το υπέδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα.

#### Θειονιτρική Αμμωνία

Τύποι με συστατικά τη θειική και νιτρική αμμωνία, συνήθως σε αναλογία 4:1, με τίτλο  $N=24-30\%$ . Παρουσιάζει το πλεονέκτημα της πολύ χαμηλής υγροσκοπικότητας. Επίσης, παρουσιάζει σχετικά καλή υπολειμματική δράση, ώστε να είναι πιο κατάλληλο για βασικές λιπάνσεις. Είναι πολύ κατάλληλη για στερεά ανάμιξη με λοιπά σύνθετα ή απλά λιπάσματα (π.χ. φωσφορική αμμωνία, θειικό κάλιο) για παραγωγή διαφόρων ανάμικτων τύπων (bulk blending).

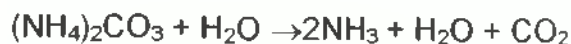
### **Ουρία ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ , 45-46%N).**

Παγκόσμια η χρήση της είναι πολύ ευρεία, με κύριο πλεονέκτημα το ψηλό τίτλο αζώτου. Στην Ελλάδα η χρήση της παραμένει σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Είναι πηγή αζώτου σχετικά βραδείας δράσεως, γεγονός που περιορίζει τις απώλειες εκλύσεως νιτρικού N. ενδुकνύεται επίσης για διαφυλικές εφαρμογές του N καθώς και για την υποβάθμιση της απορρόφησης μικροθρεπτικών στοιχείων από τα φύλλα. Από την άλλη μεριά είναι επιρρεπής σε απώλειες εξαέρωσης αμμωνίας, ιδιαίτερα στα ασβεστούχα εδάφη. Τοξική για τα φυτά ουσία που παράγεται κατά τη σύνθεση της ουρίας και απαντάται σαν πρόσμιξη στο λίπασμα αυτό είναι η διουρία ( $\text{NH}_2\text{-CO-CO-NH}_2$ ), της οποίας το ποσοστό πρέπει να είναι <2% για εφαρμογή της ουρίας από εδάφους και <0,25% για διαφυλική εφαρμογή.

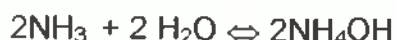
### **Συμπεριφορά ουρίας και αμμωνιακών λιπασμάτων στο έδαφος.**

Η ουρία ευθύς μετά τη προσθήκη της στο έδαφος υπόκειται σε υδρόλυση, υπό την επίδραση του ενζύμου ουρεάση, με παραγωγή ενός ασταθούς ενδιάμεσου προϊόντος του καρβαμιδικού αμμωνίου, το οποίο στη συνέχεια διασπάται σε αμμωνία και διοξείδιο του άνθρακα. Το ένζυμο ουρεάση που καταλύει την υδρόλυση απαντάται σε μεγάλη αφθονία στο έδαφος παραγόμενο από βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες. Η δράση της ουρεάσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία εδάφους (επιβραδύνεται κάτω από των  $10\text{ }^\circ\text{C}$ ) και από το pH (ανακόπτεται αισθητά σε αλκαλικό pH, 8-9). Αντίθετα, η υγρασία εδάφους παίζει μικρότερο ρόλο, αλλά πιο ευνοϊκή φαίνεται να είναι η υδατοικανότητα του αγρού. Η παραγόμενη μετά την υδρόλυση της ουρίας αμμωνία, αν η συγκέντρωσή της είναι αρκετή, μπορεί να έχει τοξική επίδραση στις ρίζες των αναπτυσσόμενων φυτών. Εξάλλου, όταν η συγκέντρωση της παραγόμενης αμμωνίας είναι ψηλή στο περιβάλλον των κόκκων του λιπάσματος, επιβραδύνεται η παραπέρα υδρόλυση της ουρίας. Όλα τα λιπάσματα τα οποία περιέχουν, ή σχηματίζουν αμμωνιακά ιόντα στο έδαφος αντιδρούν με το ανθρακικό ασβέστιο με παραγωγή ανθρακικού αμμωνίου και αλάτων ασβεστίου.

Το παραγόμενο  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  είναι ασταθές και αποσυντίθεται ως εξής :



και



Η ποσότητα του παραγόμενου  $NH_4OH$  θα εξαρτηθεί από τη διαλυτότητα του άλατος  $(Ca)n^1(Y^2)x^3$  και από τη ταχύτητά σχηματισμού του. Όσο λιγότερο διαλυτό είναι το άλας αυτό τόσο μεγαλύτερος ο ρυθμός παραγωγής του  $NH_4OH$  και αντιστρόφως. Αλλά η αύξηση του  $NH_4OH$  έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο του pH και την απώλεια αέριας αμμωνίας.

Η ισορροπία μεταξύ  $NH_4$  και  $NH_3$  εξαρτάται από το pH. Με αύξηση του  $NH_4-N$  έχουμε μείωση των απωλειών εξαέρωσης αμμωνίας. Αυτό θα συμβεί αν το αρχικό pH του εδάφους δεν είναι πολύ ψηλό, ή αν δεν ανέλθει πολύ μετά τη προσθήκη του αμμωνιακού λιπάσματος. Τη συγκράτηση του pH ευνοεί η διαλυτότητα του σχηματιζόμενου άλατος  $(Ca)n(Y)x$  καθώς και η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους. Γενικότερα, οι απώλειες εξαέρωσης αυξάνουν με ψηλή περιεκτικότητα  $CaCO_3$  του εδάφους, χαμηλή ΙΑΚ, μικρή συγκέντρωση ανταλλάξιμων κατιόντων, χαμηλή % οργανική ύλη, μικρή % περιεκτικότητα αργίλου και ξηρασία εδάφους.

Τα αμμωνιακά λιπάσματα και η ουρία χαρακτηρίζονται ως οξεογόνα (acidic), γιατί κατά την οξειδωση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό παράγονται όξινα υδρογόνα :



Επιπρόσθετη πηγή οξύτητας είναι το συνοδεύον ανιόν, όπως στη περίπτωση της θειικής αμμωνίας.

## ΝΙΤΡΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Τα αμιγώς νιτρικά λιπάσματα συνήθως κοκκώδη, είναι πολύ ευδιάλυτα, ταχείας δράσεως, κατάλληλα για επιφανειακές (μεταφυτρωτικές) εφαρμογές. Είναι επιρρεπή σε έκπλυση, ιδίως σε εδάφη ελαφριάς μηχανικής σύστασης,

<sup>1</sup> Τιμή εξαρτώμενη από τα σθένη των ανιόντων και κατιόντων που υπεισέρχονται στην αντίδραση.

<sup>2</sup> Παριστά το ανιόν στο αμμωνιακό λίπασμα.

<sup>3</sup> Τιμή εξαρτώμενη από τα σθένη των ανιόντων και κατιόντων που υπεισέρχονται στην αντίδραση.



αρδευόμενα. Υπάρχουν ενδείξεις, μολονότι όχι συμπερασματικές ότι τα περισσότερα είδη φυτών προσλαμβάνουν το νιτρικό σε σχέση με το αμμωνιακό ιόν. Κατά κανόνα τα νιτρικά λιπάσματα ασκούν αλκαλική επίδραση στο έδαφος, λόγω περίσσειας του συνοδευόντος κατιόντος. Κύρια νιτρικά λιπάσματα είναι :

**Νιτρική άσβεστος  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , 15%N.** Αποτελεί κύριο υποπροϊόν της παραγωγής φωσφορικών λιπασμάτων με τη μέθοδο αντιδράσεως του φωσφορίτη με νιτρικό οξύ, η οποία χρησιμοποιείται στη Β. Ευρώπη. Ενδुकνύεται σε όξινα εδάφη, όπου αποτελεί και πηγή ασβεστίου, χωρίς βέβαια να επιλύει και το πρόβλημα της οξύτητας.

**Νιτρικό νάτριο,  $\text{NaNO}_3$ , 15,5%N** (Νίτρο της Χιλής). Κύρια χρήση του είναι η επιφανειακή προσθήκη σε απαιτητικές αροτραίες καλλιέργειες (ζαχαρότευτλα, βαμβάκι) καθώς και σε κηπευτικά. Σήμερα δεν χρησιμοποιείται πλέον στην Ελλάδα διότι μεταξύ των άλλων επιδεινώνει το πρόβλημα αλάτωσης των εδαφών (Γεωργία Κτηνοτροφία, Τεύχος 9:1995).

#### **ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΒΡΑΔΕΙΑΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ.**

Όλα τα αζωτούχα στερεά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στη γεωργία είναι υδαταδιαλυτά. Τα νιτρικά ιόντα προστίθενται στο έδαφος υπό μορφή νιτρικών λιπασμάτων ή σχηματίζονται κατά τη νιτροποίηση των αμμωνιακών ιόντων που προστίθενται στο έδαφος με τα αμμωνιακά λιπάσματα και την ουρία. Ένα ποσοστό από το προστιθέμενο άζωτο είτε εκπλύνεται με τη μορφή νιτρικών ιόντων είτε διαφεύγει στην ατμόσφαιρα υπό μορφή αμμωνίας κατά την υδρόλυση της ουρίας. Αζωτούχες όμως ενώσεις οι οποίες είτε διαλύονται βραδέως και αποδίδουν άζωτο με χαμηλούς ρυθμούς είτε διασπώνται βραδέως με τη δράση μικροοργανισμών θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν πιο αποτελεσματικά στη γεωργία σαν αζωτούχα λιπάσματα προκειμένου να μειωθούν οι ανωτέρω απώλειες του αζώτου. Οι ενώσεις όμως αυτές είναι ακριβότερες για κάθε χιλιόγραμμα αζώτου από ότι τα ανόργανα αζωτούχα λιπάσματα (Μήτσιος, 1997).

Πρόκειται περί αζωτούχων λιπασμάτων, κοινή ιδιότητα των οποίων είναι ο βραδύς ρυθμός διαλυτοποίησής του εμπεριεχομένου αζώτου (slow release N-fertilizers).

Από χημικής απόψεως κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων μελών της ομάδας αυτής είναι η παρουσία της ουρίας. Τα πλεονεκτήματα των λιπασμάτων αυτών είναι

- ❖ Περιορισμός των απωλειών N δια εκπλύσεως
- ❖ Ελαχιστοποίηση της ρυπάνσεως με νιτρικό N του υπόγειου ορίζοντα και γενικώς των υδάτων και
- ❖ Ελεγχόμενη τροφοδοσία με N των καλλιεργειών για ολόκληρη τη καλλιεργητική περίοδο.

Κύριο προς το παρόν μειονέκτημα είναι το απαγορευτικό για τις περισσότερες χρήσεις κόστος (5-8 φορές μεγαλύτερο των συμβατικών λιπασμάτων), που έως σήμερα δεν επέτρεψε πάρα την πολύ μικρή διάδοση στη πράξη (Γεωργία Κτηνοτροφία, Τεύχος 9:1995).

## ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΥ

### 2.9 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Στα πλαίσια εκπόνησης πτυχιακής εργασίας εγκαταστάθηκε στις 12/9/2000 και συνεχίστηκε μέχρι τις 20/2/2001 πειραματικός στο αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Τ.Ε.Ι) Καλαμάτας, στη Μικρομάνη. Μελετήθηκε η επίδραση των δόσεων αζώτου σε συνδυασμό με  $P_2O_5$  και  $K_2O$  στην ανάπτυξη, συσσώρευση οργανικής ξηρής φυτομάζας, του φυτού, στην απόδοση του λάχανου, στη συγκέντρωση του ολικού αζώτου σε διάφορα μέρη του φυτού,  $N-NO_3$  στη κεφαλή του λάχανου καθώς στη γονιμότητα του εδάφους.

#### **Εδαφολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής**

Η Μεσσηνία και η ευρύτερη περιοχή της Νότιας-νοτιοδυτικής Πελοποννήσου ξεχωρίζει από άλλες περιοχές για το ήπιο κλίμα της. Στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας της περιόδου 1956-2000 δίνουν ελάχιστη θερμοκρασία κατά το χειμώνα σπάνια να κατεβαίνει στους 0 °C.

Σπάνια συμβαίνουν παγετοί και χαλάζι που κάνουν καταστροφές στις καλλιέργειες. Μέση θερμοκρασία Ιανουαρίου 10,5 °C. Μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη 15,3 και 18,2 βαθμούς Κελσίου αντίστοιχα.

Η ηλιοφάνεια (3000 ώρες ετησίως) επηρεάζει σημαντικά τη ποσότητα αλλά κύρια την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων με πολλά αρωματικά συστατικά στο ελαιόλαδο.

Το ύψος των βροχοπτώσεων είναι 800mm, ικανοποιητικό αλλά άνισα κατανεμημένο.

### Στατιστικό σχέδιο :

Εφαρμόστηκε η στατιστική διάταξη των τυχαιοποιημένων ομάδων σε 7 επεμβάσεις, ήτοι 0,4,8,15,22,30 kgN/ στρ., σε 4 επαναλήψεις. Τα επίπεδα του P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και K<sub>2</sub>O διατηρήθηκαν σταθερά στα 15 kg/στρ. αντίστοιχα.

Οι διαστάσεις των πειραματικών τεμαχίων, (σύνολο 28) ήταν 3x5m και κάλυπτε έκταση 15m<sup>2</sup> το κάθε ένα. Το τεμάχιο είχε 5 γραμμές μήκους 5m και απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 0,6m, από τις οποίες οι 2 εξωτερικές αποτελούσαν το περιθώριο, ενώ οι 3 εσωτερικές την πειραματική επιφάνεια οι οποίες και αξιολογήθηκαν

Το υβρίδιο του λάχανου που χρησιμοποιήθηκε ήταν Banner F<sub>1</sub> το οποίο είναι πολύ πρώιμο. Η σπορά έγινε στο σπορείο σε χώρο του θερμοκηπίου σε τελάρα με υπόστρωμα μίγμα φυτικών υπολειμμάτων και χώματος όπου αναπτύχθηκαν τα φυτά μέχρι 18/10/2000 και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο κτήμα, όπου έγινε η μεταφύτευσή τους στις 18/10/2000.

### Προσθήκη των λιπασμάτων.

Ολόκληρη η ποσότητα του P, του K και το 30% αζώτου προστέθηκαν βασικά στο έδαφος πριν τη σπορά. Η ενσωμάτωσή τους έγινε με τη φρέζα. Η υπόλοιπη ποσότητα αζώτου δόθηκε σε δύο δόσεις, σε διάφορα στάδια ανάπτυξής του λάχανου, με ενσωμάτωση με το πότισμα, όπως φαίνεται στο Πίνακα 1

Πίνακας 1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

NN <sub>0</sub>	Μεταχει- ρίσεις	Ποσότητα λιπασμάτων, kg/στρ.				
		Πριν τη σπορά			Επιφανειακή λίπανση	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	N
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	-	-	-	-	-
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	-	15	15	-	-
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	1.2	15	15	1.4	1.4
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	2.4	15	15	2.8	2.8
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	4.5	15	15	5.2	5.2
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	6.6	15	15	7.7	7.7
7	N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	9	15	15	10.5	10.5

Η μορφή των λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στη βασική λίπανση ήταν το υπερφοσφορικό (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), το θειικό κάλι (48% K<sub>2</sub>O), θειική αμμωνία (21%N), ενώ στις επιφανειακές λιπάνσεις χρησιμοποιήθηκε η νιτρική αμμωνία (34,5%N).

**Άρδευση :** Η άρδευση των φυτών έγινε με τη τεχνητή βροχή, η υγρασία του εδάφους διατηρήθηκε σε 60-70% της ιδατοικανότητας κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας.

- **Καλλιεργητικές φροντίδες :** Σε όλα τα τεμάχια εφαρμόστηκαν ομοιόμορφα οι ενδεδειγμένες καλλιεργητικές φροντίδες, με το συνήθη τρόπο καλλιεργητικής πρακτικής στη περιοχή. Γενικά εξασφαλίστηκαν άριστες συνθήκες για την ανάπτυξη του λάχανου. Η συγκομιδή έγινε χωριστά από κάθε τεμάχιο. Επακολούθησε ζύγιση και αναγωγή στο στρέμμα της απόδοσης του λάχανου.

**Μετρήσεις :** Έγιναν μετρήσεις του ύψους των φυτών, της παραχθείσας βιομάζας, της φυλλικής επιφάνειας του φυτού, καθώς και του βάρους του λάχανου.

Πριν από την εγκατάσταση του πειραματικού έγινε δειγματοληψία του εδάφους και προσδιορίστηκαν τα διάφορα χαρακτηριστικά του (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους του πειράματος στο κτήμα Μικρομάνης (Στοιχεία Ινστιτούτου Εδαφολογίας Αθηνών)

Βάθος	Φυσικά χαρακτηριστικά				Υδατοκορε- σμός %	Χημικές ιδιότητες						
	L	SI	S	Χαρακτη- ρισμός		CaCO <sub>3</sub>	Οργ. Ουκ	Αφομ.Ρ	Αφομ.Κ	Ηλ.Αγ	Συνολ.	
cm (0-30)	Αργίλος	Ιλύς	Αμμος	SL	pH	%	%	mgP/kg	mgK/100g	ms/cm	Αλατα	
	19	24	57	SL	54	7,3	5,5	4	90	1,24	1,78	0,05

Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αμμώδης πηλός με υδατοκορεσμό 54% με ηλεκτρική αγωγιμότητα πολτού-κανονική 1,78 ms/cm, με συνολικά άλατα 0,05%, ελαφρώς αλκαλικό με pH 7,3. Η περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub> ήταν

πλούσια 5,5%, σε οργανική ουσία εφοδιασμένο, 4,0%, αφομοιώσιμο P 90mg P/kg υπερεπαρκώς και αφομοιώσιμο κάλιο 1,24 meq/100g υπερεπαρκώς.

Στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών γινόταν δειγματοληψία φυτών για το προσδιορισμό της ξηράς οργανικής ουσίας και της περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία. Ταυτόχρονα λαμβάνονταν δείγματα εδάφους από διάφορα εδάφη (0-30,30-60,60-90 cm) από όλα τα τεμάχια των 2 επαναλήψεων για το προσδιορισμό των μεταβολών του νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου και άλλων μακροθρεπτικών στοιχείων.

Για το προσδιορισμό των χημικών χαρακτηριστικών του εδάφους και των φυτικών ιστών εφαρμόστηκε η μέθοδος της SSSA (Methods of Chemical Analysis, part2,1986) και μετρήθηκαν τα εξής :

Για το έδαφος :

- Διαθέσιμο κατά Olsen P
- Εκχυλιστικό K με NH<sub>4</sub>Ac και μέτρηση της ποσότητας φλογομετρικά
- Οργανική ουσία με τη διαδικασία των Wakley and Black,
- Ανθρακικό ασβέστιο κατά Bernad
- Μηχανική ανάλυση κατά τον Βουγιούκο

Για τους φυτικούς ιστούς :

- Ολικό άζωτο κατά Kjeldhal, και
- Νιτρικού αζώτου με τη μέθοδο Calaldo και με ιοντόμετρο

Στατιστική επεξεργασία : Στα αποτελέσματα – δεδομένα των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA). Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το Dunkan test. Οι στατιστικοί έλεγχοι έγιναν στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Παράλληλα πραγματοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ των επεμβάσεων και των χαρακτηριστικών – παραμέτρων ανάπτυξης για την αξιολόγηση κατά περίπτωση της επίδρασης του αζώτου στα χαρακτηριστικά αυτά.

## 2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα ληφθέντα αποτελέσματα – δεδομένα μελετήθηκε η επίδραση των επεμβάσεων του N στην ανάπτυξη και στη συγκέντρωση σε N



των φυτών λάχανου με βάση τις μεταβολές των διαφόρων χαρακτηριστικών – παραμέτρων, ήτοι :

- Απόδοση
- Φυλλική επιφάνεια
- Βάρος νωπής βιομάζας
- Παραχθείσα ξηρή φυτική ουσία
- Αζωτούχο σύνθεση των διάφορων φυτικών μερών
- Περιεκτικότητα του εδάφους σε  $N-NO_3$  στο τέλος της ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Στο πίνακα 3 και στο σχεδιάγραμμα 2 δίνονται τα στοιχεία της επίδρασης των δόσεων αζώτου στην απόδοση του λάχανου.

Στο πίνακα 4 και στο σχεδιάγραμμα 3 δίνονται τα στοιχεία της επίδρασης των δόσεων αζώτου στην ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας σε 2 συγκεκριμένες ημερομηνίες.

Στο πίνακα 5 και στο σχεδιάγραμμα 4 δίνονται στοιχεία για την παραχθείσα νωπή βιομάζα

Στο πίνακα 6 και στο σχεδιάγραμμα 5 δίνονται στοιχεία για τη παραχθείσα ξηρή φυτική ουσία.

Στο πίνακα 7 και στο σχεδιάγραμμα 6 δίνονται παραστατικά οι μετρήσεις της περιεκτικότητας του ολικού αζώτου ( % του ξηρού βάρους) στα φυτικά μέρη του λάχανου (*Brassica oleracea* var. *capitata*) κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξής του.

Στο πίνακα 8 δίνονται στοιχεία της επίδρασης των δόσεων N στη πρόσληψη N (mg) από το υπέργειο τμήμα του λάχανου.

Στο σχήμα 7 φαίνεται παραστατικά η μεταβολή του λόγου της συσσώρευσης του N στα φυτικά μέρη του λάχανου προς τη συσσώρευση του στο υπέργειο τμήμα του φυτού σε σχέση με την αζωτούχο λίπανση.

Στο πίνακα 9 και διάγραμμα 8 παρουσιάζονται στοιχεία για την επίδραση του επιπέδου της αζωτούχου λίπανσης στη περιεκτικότητα και συσσώρευση  $\text{NO}_3\text{-N}$  της κεφαλής του λάχανου κατά τη συγκομιδή.

Στο πίνακα 10 και στο διάγραμμα 9 παρουσιάζονται τα στοιχεία της επίδρασης των δόσεων N στη περιεκτικότητα (ppm) του εδάφους σε  $\text{NO}_3\text{-N}$ .

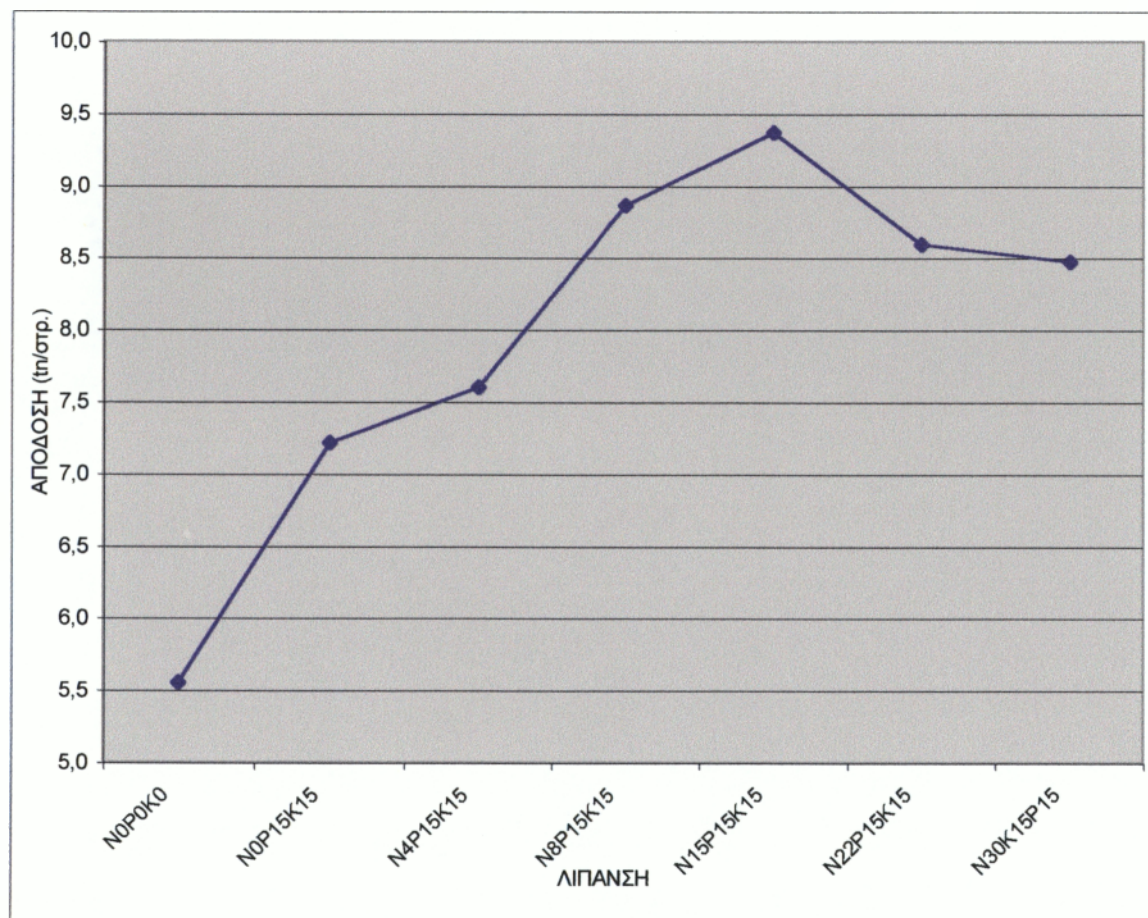
Τέλος αναπτύσσονται οι μεταβολές που προκλήθηκαν από τις επεμβάσεις του N στις πιο πάνω παραμέτρους της ανάπτυξης του λάχανου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση (tn/στρ.) του λάχανου (*Brassica oleraceae* var. *capitata*)

Α/Α	ΛΙΠΑΝΣΗ	ΑΠΟΔΟΣΗ	
	kg/στρ.	tn/στρ.	
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	5,6	α
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	7,2	β
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	7,6	β
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	8,9	γδ
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	9,4	δ
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	8,6	γδ
7	N <sub>30</sub> K <sub>15</sub> P <sub>15</sub>	8,5	γδ

\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05

Σχ.2 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση (tn/στρ.) του λάχανου (*Brassica oleraceae* var. *capitata*)

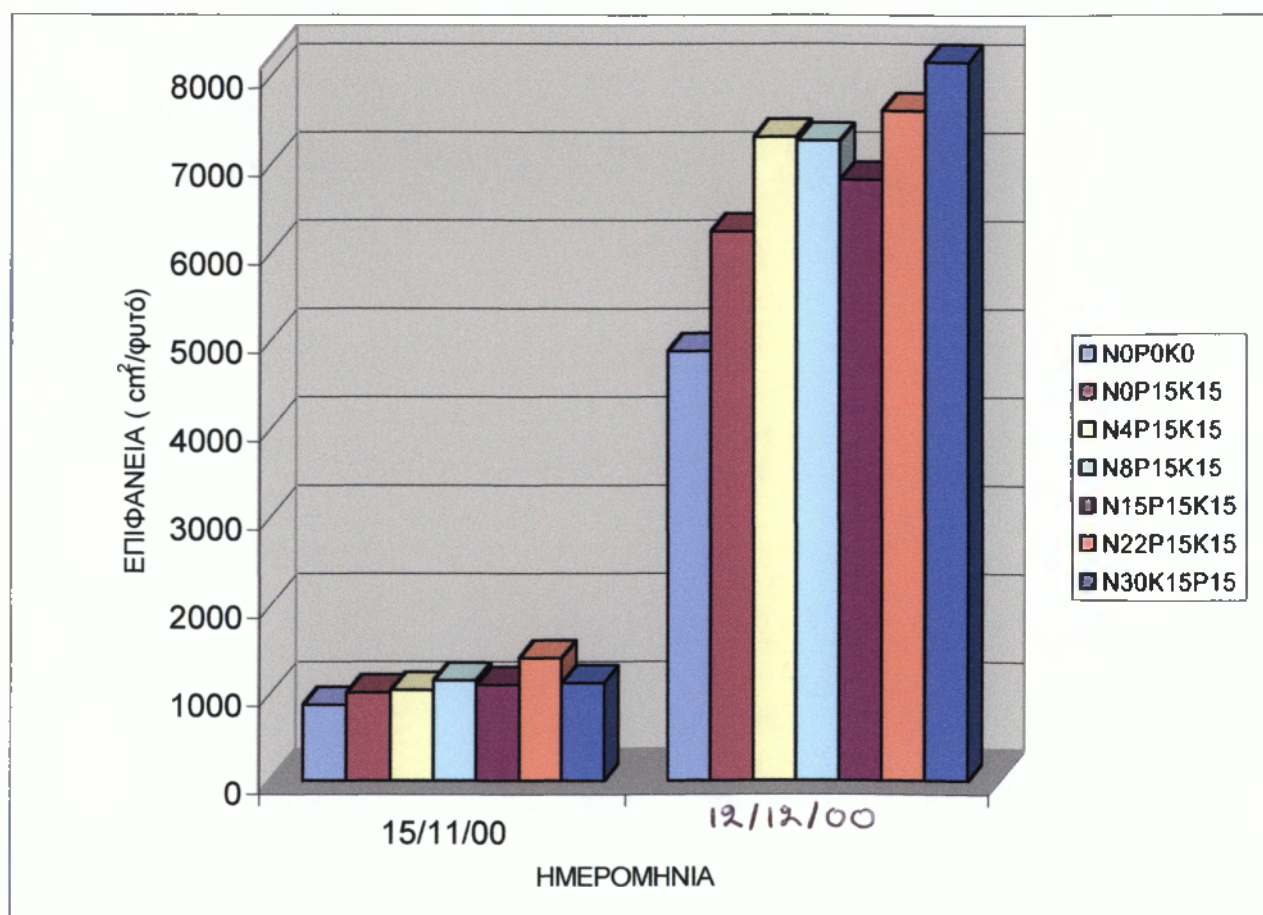


ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας ( $\text{cm}^2/\text{φυτό}$ ) του λάχανου (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Α/Α	ΛΙΠΑΝΣΗ Kg/στρ.	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	
		15/11/00	12/12/00
		$\text{cm}^2/\text{φυτό}$	
1	$\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$	860 α	4871 α
2	$\text{N}_0\text{P}_{15}\text{K}_{15}$	996 αβ	6224 αβ
3	$\text{N}_4\text{P}_{15}\text{K}_{15}$	1029 αβ	7295 βγ
4	$\text{N}_8\text{P}_{15}\text{K}_{15}$	1136 β	7255 βγ
5	$\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$	1085 αβ	6810 βγ
6	$\text{N}_{22}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$	1391 γ	7592 βγ
7	$\text{N}_{30}\text{K}_{15}\text{P}_{15}$	1107 αβ	8140 γ

\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05

Σχ 3. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας ( $\text{cm}^2/\text{φυτό}$ ) του λάχανου (*Brassica oleracea* var. *capitata*)



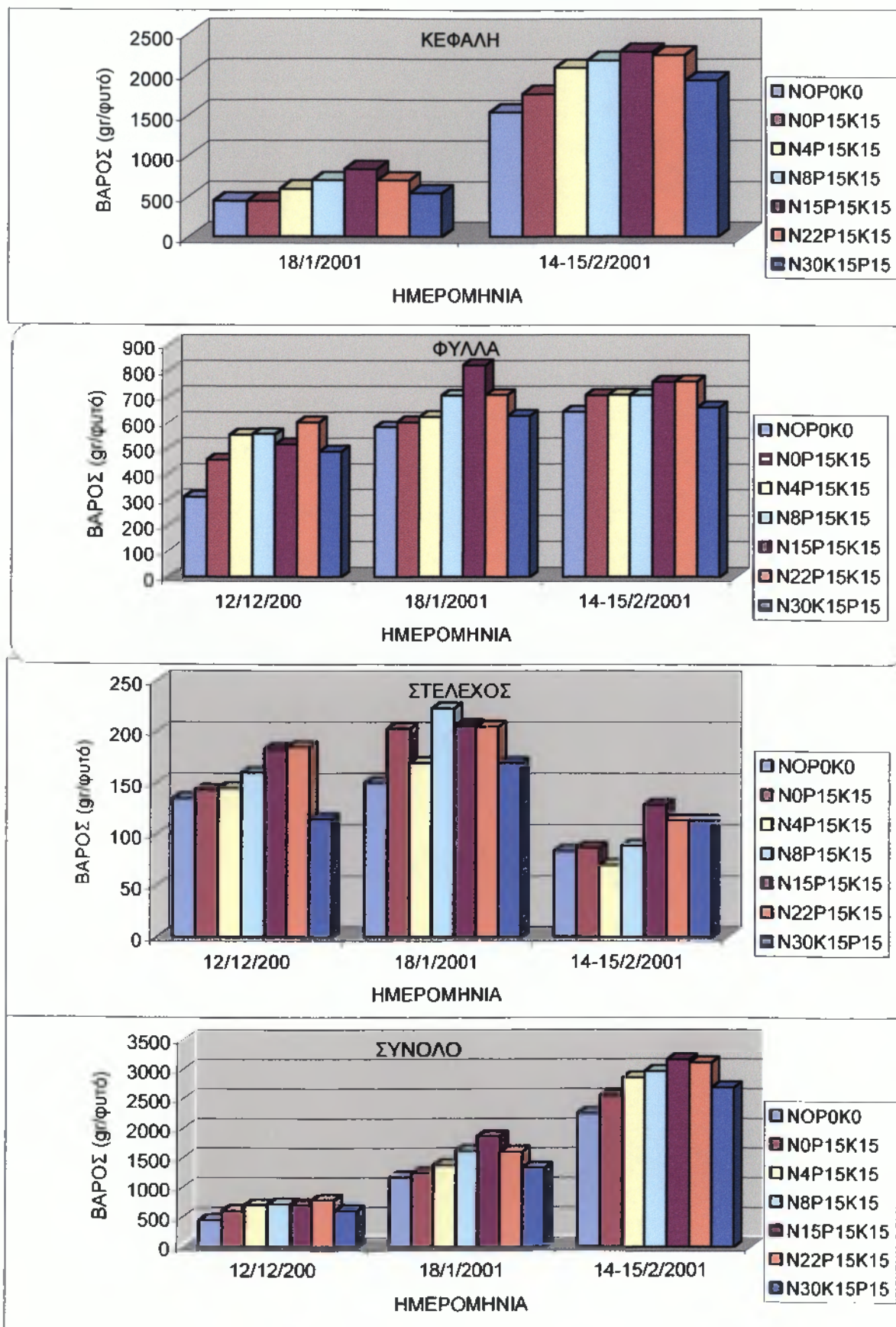
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη χλωρή φυτομάζα (gr/φυτό) του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά τα διάφορα στάδια της ανάπτυξής του.

Α/Α	ΛΙΠΑΝΣΗ Kg/στρ.	ΣΤΕΛΕΧΟΣ			ΦΥΛΛΑ			ΚΕΦΑΛΗ		ΣΥΝΟΛΟ		
		12/12/00	18/1/01	14-15/2/01	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01	18/1/01	14-15/2/01	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01
		gr/φυτό										
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	135 αβ	150 α	83 α	310 α	580 α	640 α	440 α	1527 α	445 α	1170 α	2250 α
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	143 βγ	203 β	87 αβ	453 β	600 α	704 αβ	440 α	1753 β	597 β	1243 β	2544 β
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	145 βγ	170 α	70 α	550 βγ	620 αβ	707 αβ	585 βγ	2077 δ	695 δ	1375 δ	2853 δ
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	160 γ	223 β	89 αβ	553 βγ	703 β	704 αβ	690 γ	2167 δε	713 στ	1617 στ	2960 ε
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	183 δ	207 β	129 γ	515 βγ	820 γ	756 β	830 δ	2273 ε	698 ε	1857 ζ	3158 ζ
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	185 δ	205 β	113 βγ	600 γ	705 β	757 β	690 γ	2233 ε	785 ζ	1600 ε	3103 στ
7	N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	115 α	170 α	113 βγ	487 β	625 αβ	657 α	535 αβ	1917 γ	602 γ	1330 γ	2687 γ

\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05



Σχ 4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη χλωρή φυτομάζα (gr/φυτό) του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά τα διάφορα στάδια της ανάπτυξής του.



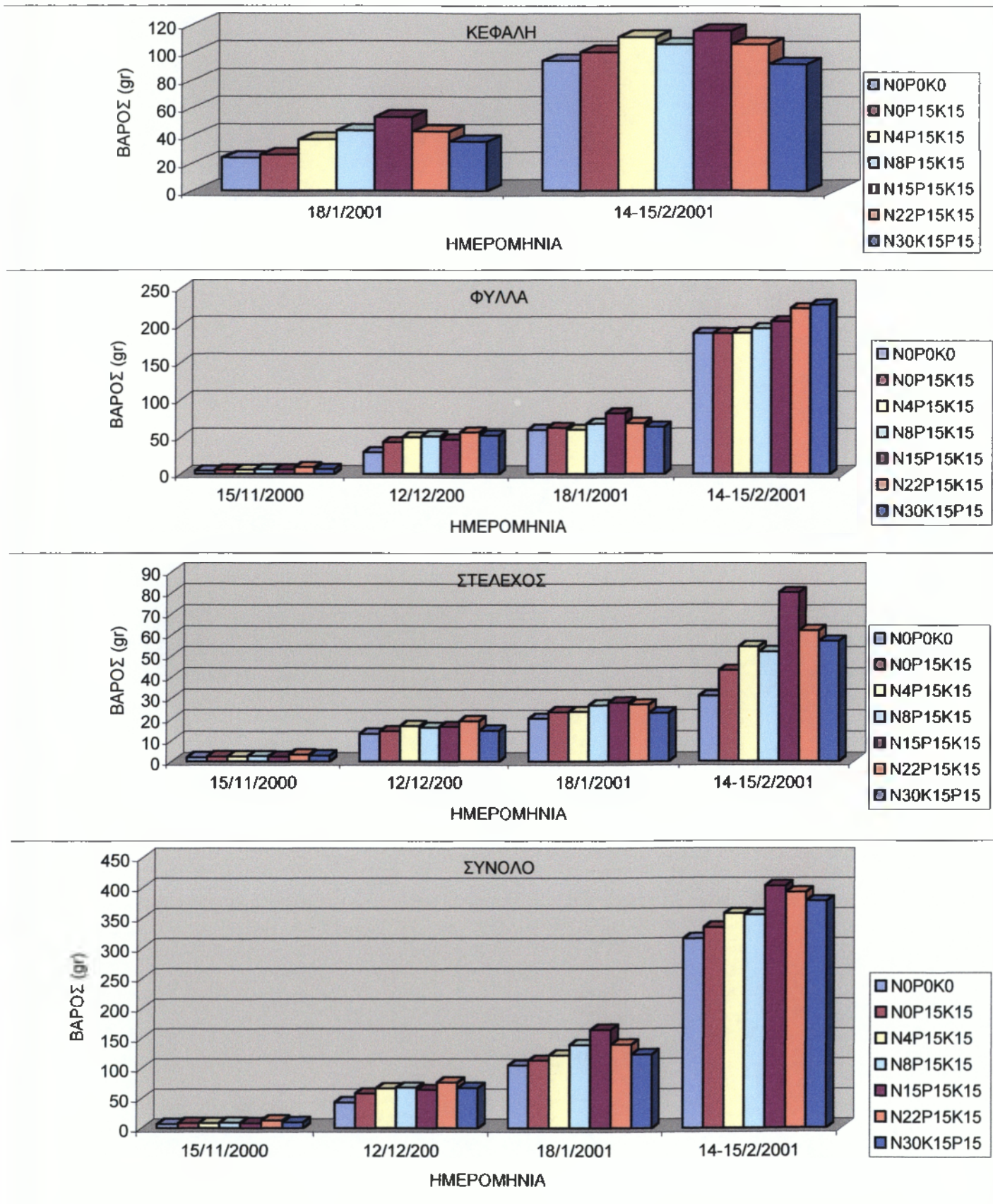


ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ξηρό βάρος (gr/φυτό) του λάχανου (*Brassica oleracea var. capitata*) κατά τα διάφορα στάδια της ανάπτυξής του

Α/Α	ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΤΕΛΕΧΟΣ				ΦΥΛΛΑ				ΚΕΦΑΛΗ		ΣΥΝΟΛΟ			
		15/11/00	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01	15/11/00	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01	18/1/01	14-15/2/01	15/11/00	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01
kg/στρ.		gr/φυτό													
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	2,0 α	13,1 α	20,3 α	31,0 α	4,6 α	29,6 α	59,6 α	189,6 α	23,9 α	93,9 αβ	6,5 α	42,7 α	103,8 α	314,5 α
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	2,4 αβγ	14,3 αβ	23,4 α	43,2 αβ	5,7 αβ	42,9 β	62,6 αβγ	189,4 α	26,0 α	100,2 βγ	8,1 β	57,3 β	112,0 β	332,8 β
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	2,4 αβγ	16,7 β	23,5 α	54,5 βγ	5,7 αβ	49,4 βγ	60,2 αβ	190,4 α	37,0 βγ	111,1 δε	8,1 β	66,1 δ	120,7 γ	355,9 δ
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	2,6 βγ	15,9 β	26,6 β	52,1 βγ	6,4 β	51,1 βγ	68,0 βγ	196,4 α	43,4 γ	105,6 γδ	9,0 δ	67,0 στ	138,1 ε	354,2 γ
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	2,2 αβ	16,4 β	27,9 β	80,3 δ	6,2 β	46,8 βγ	82,1 δ	206,1 αβ	53,3 δ	115,5 ε	8,4 γ	63,3 γ	163,3 ζ	401,9 ζ
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	3,3 δ	19,1 γ	27,0 β	62,1 γ	9,1 γ	56,3 γ	68,8 γ	223,5 β	42,8 γ	105,8 γδ	12,4 στ	75,4 ζ	138,5 στ	391,3 στ
7	N <sub>30</sub> K <sub>15</sub> P <sub>15</sub>	2,8 γδ	14,6 αβ	23,0 α	57,0 γ	6,7 β	52,1 βγ	63,7 αβγ	228,3 β	35,5 β	91,7 α	9,5 ε	66,6 ε	122,2 δ	377,0 ε

\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05

Εχ 5. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ξηρό βάρος (gr/φυτό) του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά τα διάφορα στάδια της ανάπτυξής του



ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Περιεκτικότητα του ολικού N (% επί του ξηρού βάρους) στα φυτικά μέρη του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξής του

Α/Α	ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΤΕΛΕΧΟΣ		ΦΥΛΛΑ				ΚΕΦΑΛΗ	
		15/11/00	12/12/01	15/11/01	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01	18/1/01	14-15/2/01
	Kg/στρ.	N (% επί του ξηρού βάρους)							
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	3,59 α	2,48 α	5,04 α	4,23 α	3,70 α	3,71 α	4,47 αβ	4,56 β
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	3,68 α	2,31 α	5,42 γ	4,58 β	3,99 γ	3,68 α	4,31 α	4,61 β
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	3,62 α	3,06 β	5,26 β	4,75 β	3,82 β	3,89 β	4,73 βγδ	4,36 α
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	3,85 αβ	3,25 β	5,38 βγ	5,18 γ	4,06 γ	4,28 ε	4,57 αβγ	4,93 γ
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	4,06 βγ	3,67 γ	5,42 γ	5,16 γ	4,33 δ	4,33 δ	4,88 γδ	5,17 δ
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	4,32 γ	3,99 δ	5,67 δ	5,26 γ	4,37 δ	4,01 γ	4,94 γδ	5,25 δ
7	N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	4,22 γ	3,73 γδ	6,02 ε	6,05 δ	4,32 δ	4,05 γ	4,98 δ	5,50 ε

\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05

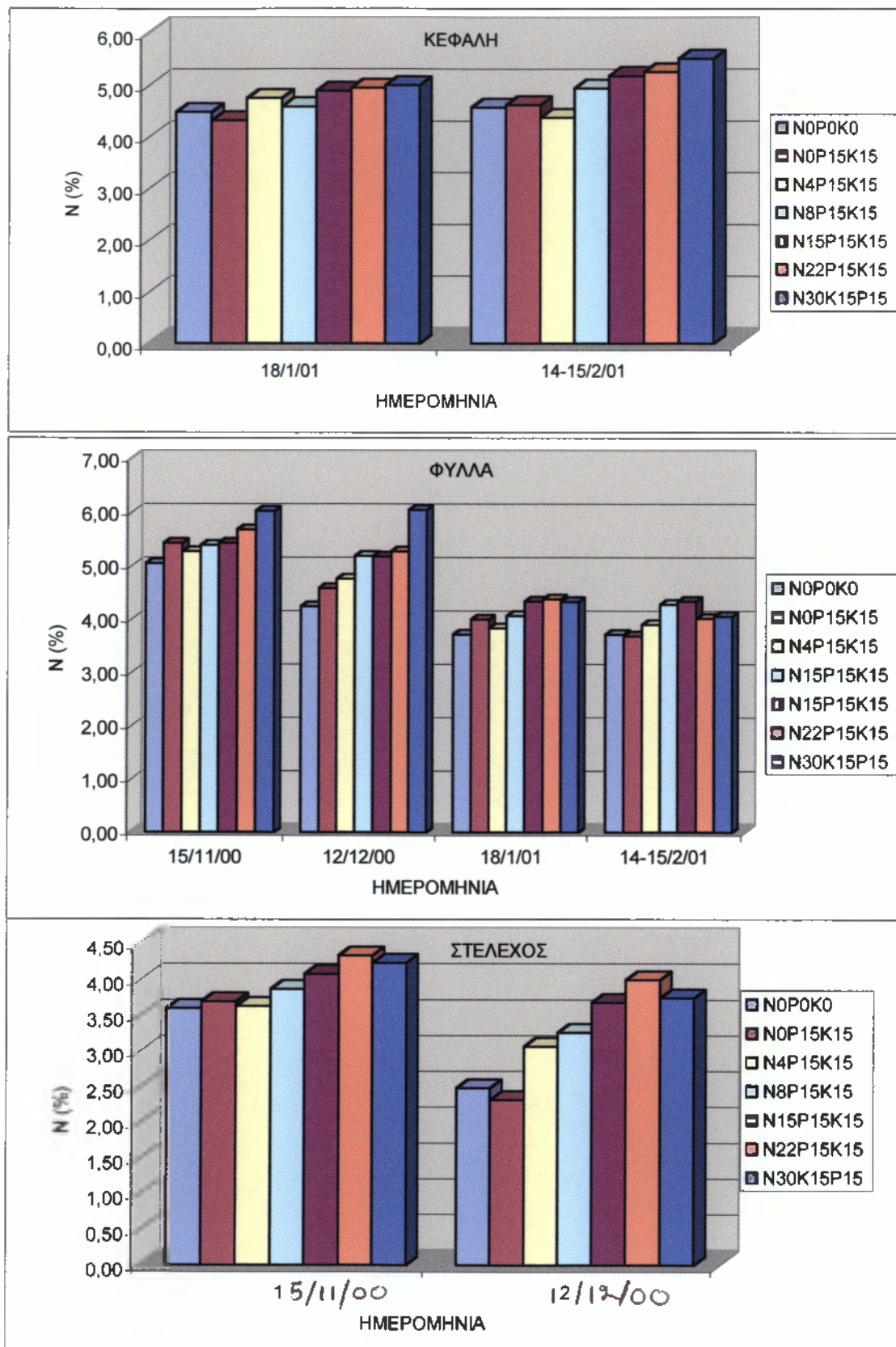
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Συσσωρευση του N (mg/φυτό) στα φυτικά μέρη του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξής του.

Α/Α	ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΤΕΛΕΧΟΣ		ΦΥΛΛΑ				ΚΕΦΑΛΗ		ΣΥΝΟΛΙΚΑ			
		15/11/00	12/12/01	15/11/00	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01	18/1/01	14-15/2/01	15/11/00	12/12/00	18/1/01	14-15/2/01
	Kg/στρ.	mg/φυτό											
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	71 α	325 α	231 α	1253 α	2209 α	7037 α	1270 α	4282 α	301 α	1579 α	3479 α	11319 α
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	88 αβ	340 α	308 β	1982 β	2510 αβ	6974 α	1202 α	4612 β	397 γ	2322 β	3711 β	11586 β
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	87 αβ	511 β	298 β	2347 βγ	2301 α	7403 α	1750 β	4844 βγ	384 β	2858 γ	4051 γ	12247 γ
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	99 βγ	519 β	344 βγ	2649 γδ	2757 βγ	8442 β	1985 βγ	5204 δ	443 ε	3169 ε	4743 ε	13647 δ
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	91 αβ	604 β	333 βγ	2417 βγ	3556 δ	8923 β	2516 δ	5968 ε	423 δ	3021 δ	6072 ζ	14891 ζ
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	141 δ	761 γ	517 δ	2939 γδ	3018 γ	8956 β	2100 γ	5300 δ	658 η	3701 ζ	5118 στ	14257 ε
7	N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	118 γ	543 β	403 γ	3149 δ	2755 βγ	9238 β	1771 β	5046 γδ	521 στ	3692 στ	4526 δ	14284 στ

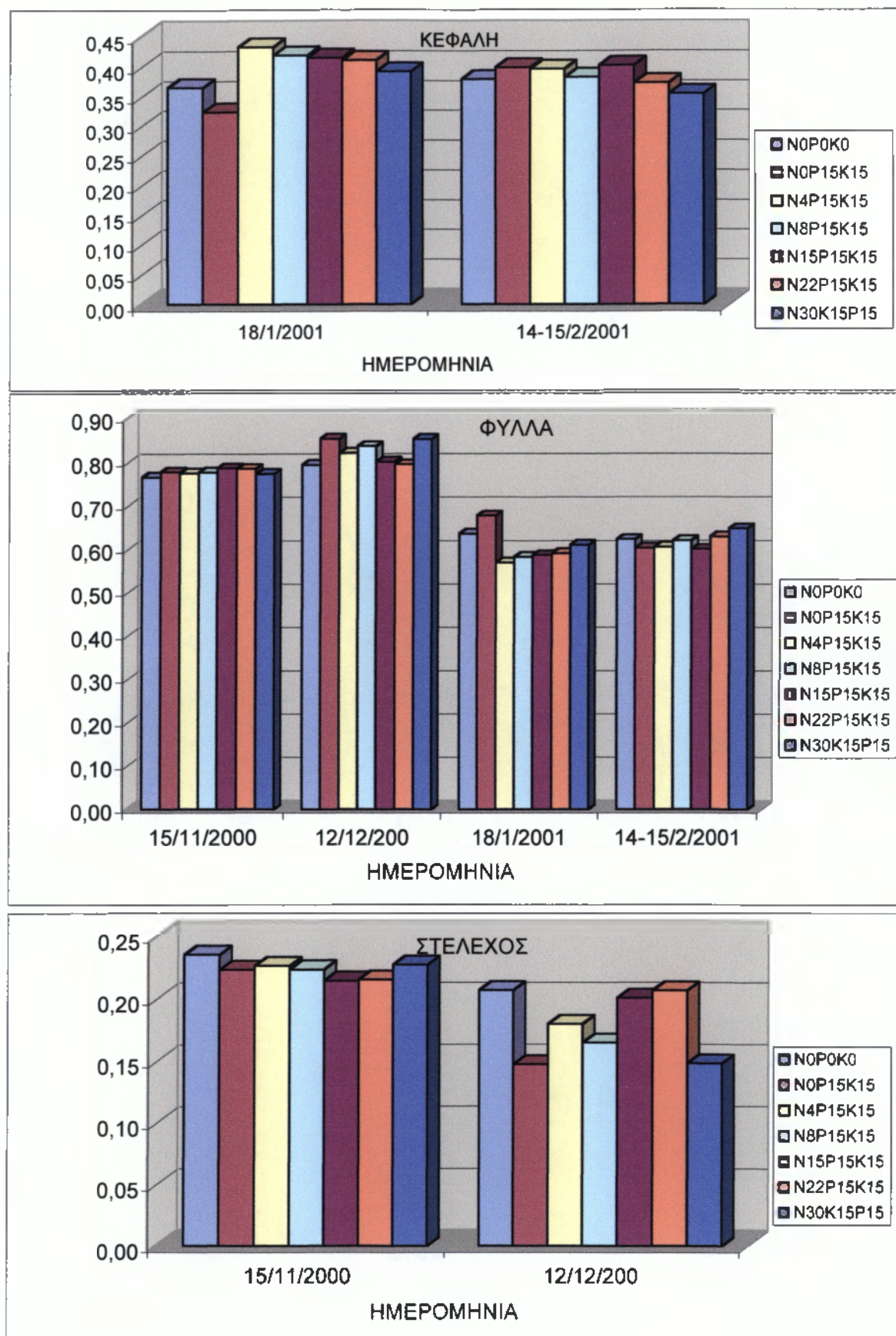
\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05



Σχ 6. Περιεκτικότητα του ολικού N (% επί του ξηρού βάρους) στα φυτικά μέρη του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού σε σχέση με την αζωτούχο λίπανση



Σχ 7. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο λόγο της συσσώρευσης του N στα φυτικά μέρη του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) προς τη συσσώρευση N στο υπέργειο τμήμα του φυτού.



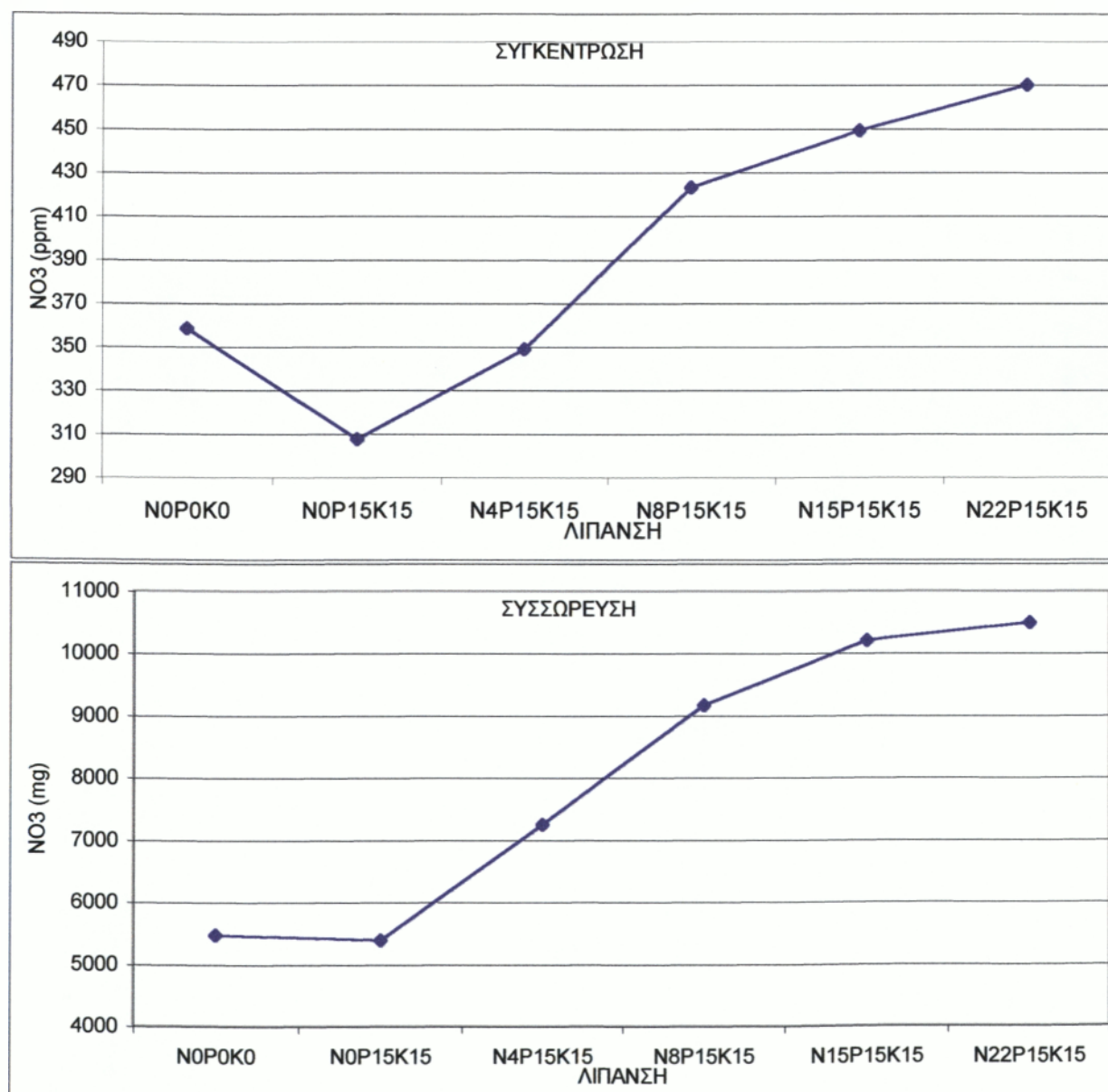


ΠΙΝΑΚΑΣ 9. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη περιεκτικότητα (ppm) και συσσώρευση (mg) NO<sub>3</sub>-N της κεφαλής του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά το στάδιο της συγκομιδής.

Α/Α	ΛΙΠΑΣΜΑ kg/στρ.	NO <sub>3</sub> (ppm)	NO <sub>3</sub> (mg)
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	359 γ	5473 α
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	308 α	5392 α
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	349 β	7248 β
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	423 δ	9165 γ
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	449 ε	10207 δ
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	470 στ	10497 δ

\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05

Σχ 8. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη περιεκτικότητα (ppm) και συσσώρευση (mg) NO<sub>3</sub>-N της κεφαλής του λάχανου (*Brassica oleraceae var. capitata*) κατά το στάδιο της συγκομιδής.



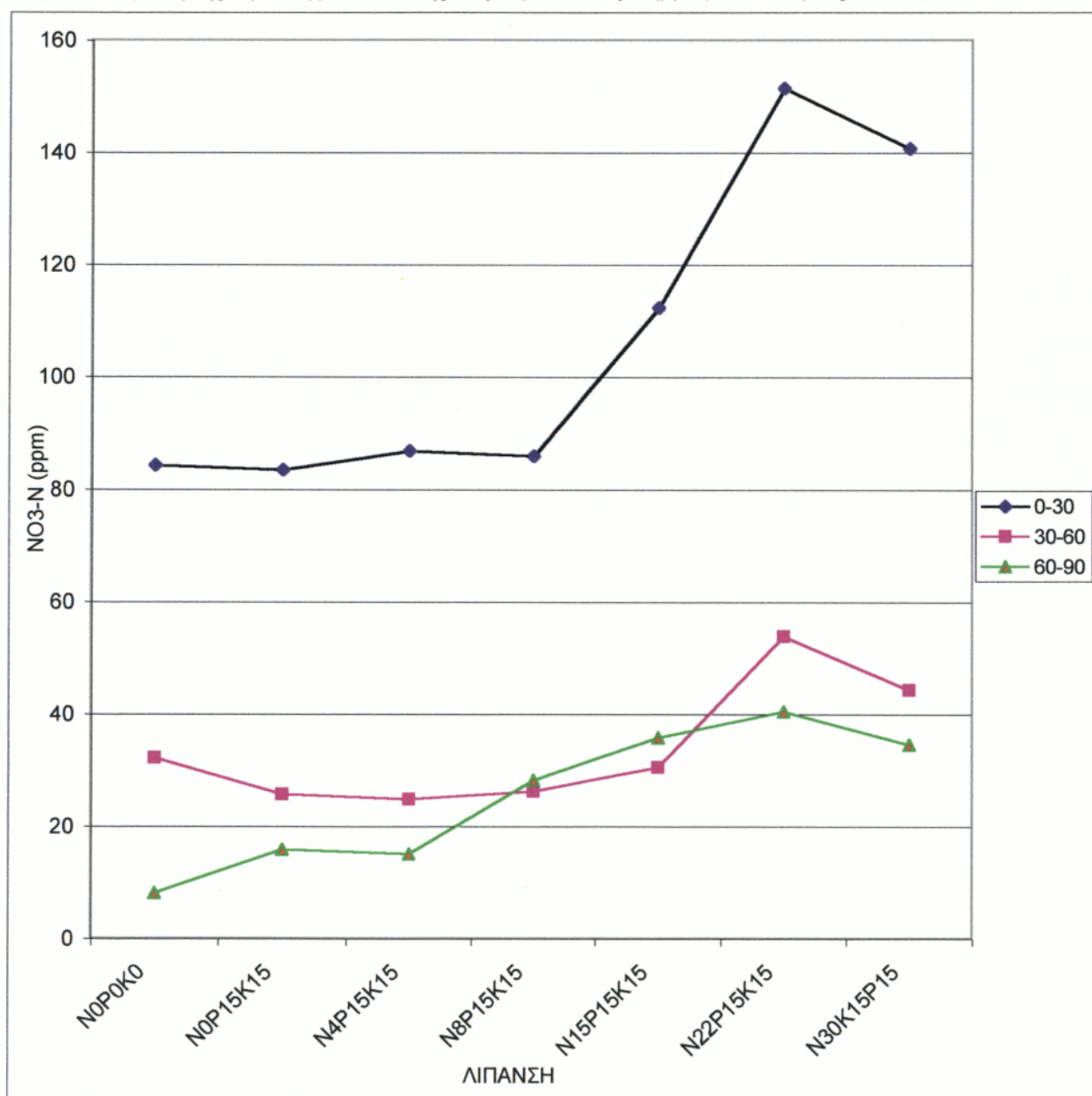


ΠΙΝΑΚΑΣ 10. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη περιεκτικότητα (ppm) του εδάφους σε NO<sub>3</sub>-N κατά το στάδιο συγκομιδής

Α/Α	ΛΙΠΑΝΣΗ kg/στρ.	ΒΑΘΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ (cm)		
		0-30	30-60	60-90
		NO <sub>3</sub> -N (ppm)		
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	84,27 α	32,08 β	8,10 α
2	N <sub>0</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	83,42 α	25,70 α	15,80 β
3	N <sub>4</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	86,79 α	24,73 α	14,98 αβ
4	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	85,88 α	26,15 α	28,14 γ
5	N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	112,39 β	30,39 β	35,73 δ
6	N <sub>22</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	151,47 δ	53,83 δ	40,35 δ
7	N <sub>30</sub> K <sub>15</sub> P <sub>15</sub>	140,70 γ	44,30 γ	34,49 γδ

\* Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για πιθανότητα 0,05

Σχ 9. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη περιεκτικότητα (ppm) του εδάφους σε NO<sub>3</sub>-N



## 2.3 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειραματικού (Πιν 3 και διάγραμμα 2) διαπιστώνεται ότι στη καλλιέργεια λάχανου (*Brassica oleracea* var. *capitata*) στις συγκεκριμένες εδαφοκλιματολογικές συνθήκες της περιοχής Μικρομάνης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των υψηλότερων δόσεων N.

Έτσι στη μεταχείριση 1- μάρτυρας- χωρίς λίπανση η μέση στρεμματική απόδοση είναι 5,6tn. Στα τεμάχια όπου προστέθηκαν από 15kg/στρ. P και καλίου χωρίς N, η μέση στρεμματική απόδοση είναι 7,2tn και ήταν στατιστικώς σημαντική σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η μεγαλύτερη αύξηση της απόδοσης λάχανου 9,4tn/στρ. βρέθηκε στα τεμάχια όπου προστέθηκε άζωτο 15kg/στρ. η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική με την απόδοση της μεταχείρισης 4 όπου δόθηκε η δόση αζώτου 8kg/στρ. Η παραπέρα αύξηση των δόσεων N σε 22 και 30kg/στρ.επιδρούν ανασταλτικά στην ανάπτυξη των φυτών χωρίς ουσιαστική αύξηση της στρεμματικής απόδοσης. Μαθηματικά αυτή η νομοτέλεια εκφράζεται με τη παρακάτω εξίσωση :

Απόδοση  $y = -0,19x^2 + 2,02x + 3,74$   $R^2$  0,81  $F$  58,16 Επίπεδο σημαντικότητας 0,0000

Όπου  $y$  : απόδοση λάχανου tn/στρ.

$x$  : δόση αζώτου kg/στρ.

Η αποδοτικότητα της αζωτούχου λίπανσης εξαρτάται όπως φαίνεται από το επίπεδο της περιεκτικότητας του νιτρικού αζώτου στο έδαφος. Έτσι, η μεγαλύτερη απόδοση της σοδιάς από το άζωτο σε σχέση με τη μεταχείριση 2 όπου προστέθηκε μόνο 15kg/στρ.  $P_2O_5$  και  $K_2O$  ήταν στη μεταχείριση 5 και το  $N-NO_3$  στο έδαφος (0-30) ανέρχονταν σε 112,39 ppm.

## ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Η αύξηση της διαθεσιμότητας του N στο έδαφος προκάλεσε την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας του λάχανου (Πίνακας 4, Σχεδιάγραμμα 3). Η επίδραση αυτή είναι ιδιαίτερα εμφανής στις 12/12/00. Τα φυτά από τη

μεταχείριση 7 με την υψηλότερη δόση N ανέπτυξαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τα φυτά που δεν τους δόθηκε N-μεταχείριση 2. Μεταξύ των μεταχειρίσεων διαφόρων δόσεων των αζωτούχων λιπάνσεων δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές στατιστικά διαφορές.

## ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ

Μέγιστη χλωρή φυτομάζα παρατηρήθηκε στην 6 (N<sub>22</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) και 5 (N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) μεταχείριση την 12/12/00 και τις 18/1/01 και 14-15/2/01 αντίστοιχα. Η υψηλότερη δόση N (N<sub>30</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) μείωσε δραστικά και στατιστικά σημαντικά το χλωρό βάρος των φυτών (Πίνακας 5, Σχεδιάγραμμα 4)

## ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

Στα δύο πρώτα στάδια ανάπτυξης του λάχανου η αύξηση των δόσεων N μέχρι την 6 μεταχείριση (N<sub>22</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) αύξησε στατιστικά και σημαντικά το ξηρό βάρος των φυτικών τμημάτων του φυτού καθώς και το συνολικό ξηρό βάρος (Πίνακας 6, Σχεδιάγραμμα 5). Αντίθετα στις 18/1/01 και 14-15/2/01 το μέγιστο ξηρό βάρος παρατηρήθηκε στην επέμβαση 5 (N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) για όλα τα φυτικά μέρη με εξαίρεση τα φύλλα όπου η εφαρμογή του N αύξησε γραμμικά και στατιστικά σημαντικά το ξηρό βάρος.

Η σχέση μεταξύ του ξηρού βάρους του λάχανου και της διαθεσιμότητας του N στο έδαφος στο στάδιο συγκομιδής εκφράζεται με τις παρακάτω εξισώσεις πολλαπλής παλινδρόμησης

Φυτικό τμήμα	Εξίσωση	Συντελεστής προσδιορισμού R <sup>2</sup>	F	Επίπεδο σημαντικότητας
Στέλεχος	$y = -2,61x^2 + 26,48x$	0,96	367,61	0,0000
Φύλλα	$y = 7,14x + 174,81$	0,45	22,00	0,0001
Κεφαλή	$y = -2,08x^2 + 16,93x + 77,22$	0,59	20,77	0,0000
Σύνολο	$y = -2,78x^2 + 34,70x + 277,76$	0,62	23,12	0,0000

## ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΟΥ Ν

Θετική και στατιστικά σημαντική υπήρξε η επίδραση των δόσεων Ν στη συγκέντρωση του Ν στα φυτικά μέρη του λάχανου σε όλα τα στάδια ανάπτυξής του, εκτός από τη συγκέντρωση του Ν στα φύλλα στο στάδιο της συγκομιδής (Πίνακας 7, σχεδιάγραμμα 6). Παρατηρήθηκε δε ότι με την αύξηση της χορήγησης Ν στα φυτά η συγκέντρωση του αυξάνεται πιο απότομα στις 12/12/00

Να σημειωθεί ότι καθώς πλησιάζουμε προς το στάδιο της συγκομιδής (14-15/2/01) η συγκέντρωση του Ν στα φύλλα μειώνεται αισθητά λόγω μετακίνησης του από τα αναπτυξιακά όργανα προς τα αναπαραγωγικά.

Παρακάτω εκφράζονται με εξισώσεις πολλαπλής παλινδρόμησης η σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης στα φύλλα και στη κεφαλή του λάχανου και των επεμβάσεων Ν (στάδιο συγκομιδής).

Φυτικό τμήμα	Εξίσωση	Συντελεστής προσδιορισμού R <sup>2</sup>	F	Επίπεδο σημαντικότητας
Φύλλα	$y = -0,036x^2 + 0,36x + 3,27$	0,64	24,85	0,0000
Κεφαλή	$y = 0,17x + 4,21$	0,76	85,74	0,0000

## ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ Ν

Το Ν έδρασε στατιστικά σημαντικά στη πρόσληψη του Ν στα επιμέρους φυτικά τμήματα (Πίνακας 8). Η πρόσληψη Ν παρουσιάζει ένα μέγιστο στην επέμβαση 6 (N<sub>22</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) στις 15/11/00 και 12/12/00 ενώ στις 2 τελευταίες δειγματοληψίες το μέγιστο της πρόσληψης του Ν παρουσιάζεται στην επέμβαση 5 (N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>). Αυτό εξηγείται γιατί στα επίπεδα αυτά υπήρξαν και τα μεγαλύτερα βάρη της ξηράς ουσίας. (Πίνακας 6 )

Ανάλογα συμπεράσματα προκύπτουν και με τη συνολική πρόσληψη του Ν από το φυτό.

Από το σχήμα 7 φαίνεται ότι στις 18/1/01 και 14-15/2/01 με την αύξηση του χορηγούμενου Ν προκαλείτε μείωση του λόγου της συσσώρευσης Ν στη κεφαλή προς τη συνολική συσσώρευση Ν στο υπέργειο τμήμα του φυτού.

Αντίθετα η επίδραση της αύξησεως του χορηγούμενου N στο λόγο της συσσώρευσης N στα φύλλα προς τη συνολική συσσώρευση N στο υπέργειο τμήμα ήταν θετική. Τα στοιχεία αυτά υποδεικνύουν τη τάση μετακίνησής του N από τη κεφαλή προς τα φύλλα με την αύξηση της διαθεσιμότητας του N στο έδαφος.

#### ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ NO<sub>3</sub> ΣΤΗ ΚΕΦΑΛΗ.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 9 και το σχεδιάγραμμα 8 , η διαφοροποίηση μεταξύ των επεμβάσεων σε σχέση με τη συγκέντρωση των N-NO<sub>3</sub> στη κεφαλή του λάχανου ήταν στατιστικά σημαντική. Με την αύξηση της περιεκτικότητας του νιτρικού αζώτου στο έδαφος η συγκέντρωση του N-NO<sub>3</sub> αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά πλην των N-NO<sub>3</sub> στις μεταχειρίσεις 2 (N<sub>0</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) και 3 (N<sub>4</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>). Πιθανότατα αυτό να οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε αφομοιώσιμο P.

Η μεταβολή της συσσώρευσης του N με την αύξηση του χορηγούμενου N από N<sub>0</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> σε N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> ήταν θετική και στατιστικά σημαντική. Αντίθετα η συσσώρευση νιτρικών στα φυτά όπου εφαρμόστηκαν οι 2 υψηλότερες δόσεις N καθώς και οι δύο χωρίς N δεν διαφοροποιήθηκαν στατιστικά σημαντικά εξαιτίας της επίδρασης του χλωρού βάρους (Πίνακας 5)

#### ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ NO<sub>3</sub>-N ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.

Στις μεταχειρίσεις 1 και 2 χωρίς προσθήκη N καθώς στην 3 και 4 όπου προστέθηκαν 4 και 8 kg/στρ N αντίστοιχα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή στη περιεκτικότητα των νιτρικών στο έδαφος (Πίνακας 10, Σχεδιάγραμμα 9)

Η ποσότητα των νιτρικών στο έδαφος διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά με την επίδραση των 3 υψηλότερων δόσεων N (15, 22 και 30 kg/στρ.) στα στρώματα του εδάφους 0-30cm και 30-60cm, ενώ αντίθετα στο στρώμα του εδάφους 60-90cm συγκέντρωση των νιτρικών δεν επηρεάστηκε σημαντικά με τη προσθήκη 15 μονάδων N ή περισσότερων. Και αυτό αποδεικνύει ότι δεν έχουμε μετακίνηση του νιτρικού N στο βαθύτερο στρώμα του εδάφους.

## 2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα του πειραματικού βγαίνουν τα ακόλουθα συμπεράσματα :

1. Η απόδοση της καλλιέργειας λάχανου εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και στη συγκεκριμένη περίπτωση από την υψηλή συγκέντρωση της οργανικής ουσίας, αφομοιώσιμου P και νιτρικών.
2. Η προσθήκη των υψηλών δόσεων N πάνω από 8kg N/στρ δεν έδωσαν στατιστικά σημαντικές αυξήσεις στην απόδοση λάχανου λόγω αρχικώς υψηλών συγκεντρώσεων N στο έδαφος.
3. Η λίπανση με N επέφερε σημαντικές μεταβολές στη φυλλική επιφάνεια, στη παραγωγή βιομάζας φυτού καθώς και στη συγκέντρωση και συσσώρευση N στο φυτό.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αναλογιδης Δ. 1995. Τα γεωργικά λιπάσματα. Γεωργία Κτηνοτροφία. Τεύχος 9, σελ 29-33
- Δημητράκης. 1982. Πρακτική λαχανοκομία. Αθήνα 1982
- Θεοδώρου Μ και Πασχαλίδης Χ. 1999. Το άζωτο (N). Εγχειρίδιο του καλλιεργητή. Εκδόσεις Έμβρυο. Αθήνα, σελ 28-30
- Καπερώνης Αθ. 2001. Συμβολή στη μελέτη της επίδρασης των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και απόδοση της τομάτας σε συνθήκες δοχείων. Πτυχιακή εργασία, Τ.Ε.Ι. Κ
- Κανάκης Α. 1998. Σημειώσεις λαχανοκομίας IV. Καλαμάτα.
- Κουκουλάκης. Βασικές αρχές της ορθολογικής λίπανσης των καλλιεργειών. Γεωργία-Κτηνοτροφία 9, 1995
- Μήτσιος Ι.Κ. 1997. Γονιμότητα εδαφών και στοιχεία θρέψης φυτών. Βόλος, σελ 117-133, 175-186
- Μήτσιος, 1999. Εδαφολογία, Αθήνα
- Μπουρνάκας Β. 1995. Λίπανση λάχανου. Γεωργία Κτηνοτροφία. Τεύχος 9, σελ 274-276
- Νοδάρο Αιμιλία, 2000, Έρευνα αγοράς λιπασμάτων, νομοθεσία και αξιολόγηση και τους στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Πτυχιακή Εργασία, Τ.Ε.Ι.Κ
- Παρασκευόπουλος Κ. Σύγχρονη λαχανοκομία. Εκδόσεις Ψύχαλου, σελ 67-70
- Πιστολής. 1994. Στοιχεία Θρέψης των Φυτών. Γεωργική τεχνολογία, Ιανουάριος 1994, σελ 66-73
- SALUNKHE D.K. and S.S. KADAM. 1998. HANDBOOK OF VEGETABLE SCIENCE and TECHNOLOGY. NEW YORK. USA σελ 299-321
- Σιμώνης Α.Δ. 1995. Τα θρεπτικά στοιχεία των φυτών. Γεωργία Κτηνοτροφία. Τεύχος 9, σελ 15-17, 19-22
- Σπάρτσης, Ν.Ι. και Καλτσίκης, Π.Ι. 1987. στο : Λαχανικά ή κράμβες, Τόμος Α, Κηπευτικές καλλιέργειες. Έκδοση του Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα, σελ 112-117
- Τσιτσιάς Κ. 1999. Φυλλοδιαγνωστική. Αθήνα

---

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΡΓΑΣΙΕΣ
12/9/2000	Σπορά
13/9/2000	
14/9/2000	
15/9/2000	
16/9/2000	
17/9/2000	
18/9/2000	
19/9/2000	
20/9/2000	
21/9/2000	
22/9/2000	
23/9/2000	
24/9/2000	
25/9/2000	Μεταφύτευση από σπορεία σε κοψέλες 494 φυτών
26/9/2000	Συνέχεια μεταφύτευσης
27/9/2000	Συνέχεια μεταφύτευσης
28/9/2000	
29/9/2000	
30/9/2000	
<b>ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ</b>	
1/10/2000	
2/10/2000	
3/10/2000	
4/10/2000	26 ε. απομάκρυνση προσβεβλημένων φύλλων από φυλλορύκτη
5/10/2000	27.
6/10/2000	
7/10/2000	
8/10/2000	
9/10/2000/	20
10/10/2000	
11/10/2000	
12/10/2000	
13/10/2000	
14/10/2000	36
15/10/2000	
16/10/2000	
17/10/2000	Σχεδίαση και διαμόρφωση χώρου πειράματος. τοποθέτηση πασσάλων ενωμένους με σχοινιά συνολικής έκτασης 546μ <sup>2</sup> . Πήρα δείγματα εδάφους (3 τον αριθμό)
18/10/2000	Τοποθέτηση γραμμών με σχοινιά εντός επεμβάσεων και εκεί που συναντιόντουσαν τα σχοινιά και σχημάτιζαν σταυρό + γινόταν φύτευση των φυτών. Το σύστημα άρδευσης δεν ήταν έτοιμο και το πότισμά τους έγινε πριν την εγκατάστασή τους με ράντισμα νερού στις μπάλες χώματος των φυτών.(είδα κάμπια σε φύλλο)
19/10/2000	Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης και άρδευση. Συλλογή και συγκέντρωση 50 δοχείων χώματος και σκέπασμα του σωρού με νάιλον.
20/10/2000	Εμφάνιση κάμπια σε σπορεία στο θερμοκήπιο. Ψέκασμα με βιολογικό εντομοκτόνο Agree. Στον αγρό διαπίστωσα εμφάνιση κάμπιας.
21/10/2000	
22/10/2000	
23/10/2000	Έγινε ψεκασμός στο χωράφι για τη κάμπια με εντομοκτόνο Agree.
24/10/2000	
25/10/2000	
26/10/2000	Έγινε τοποθέτηση χώματος στα δοχεία και φύτευση 2 φυτών / δοχείο.
27/10/2000	

28/10/2000	
29/10/2000	
30/10/2000	
31/10/2000	
<b>ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ</b>	
1/11/2000	Έβγαλα τους σπάγκους μεταξύ των Τεμαχιδίων και πότισα για 1 ώρα. Μπάλωσα τα φυτά που έπρεπε να αντικατασταθούν.
2/11/2000	Έγινε η διαμόρφωση του χώρου για τις επιπρόσθετες μεταχειρίσεις 8 και 9 , καθώς και η ενσωμάτωση της βασικής λίπανσης.
3/11/2000 Παρασκευή	Έγινε η φύτευση των υπόλοιπων φυταδίων στις αντίστοιχες μεταχειρίσεις 8 και 9 . έπειτα έγινε άρδευση με τεχνητή βροχή
4/11/2000 Σάββατο	Τακτοποίησα τα δοχεία (εκείνα που ήθελαν φύτευση στο κέντρο και στην άκρη καθώς και σκάλισμα σε όλα τα δοχεία). Έκανα χαντάκια για να προστατεύσω τη καλλιέργεια από τυχόν πλημμύρες. Μπάλωσα φυτά.
5/11/2000 Κυριακή	Συνέχισα το σκάλισμα για χαντάκια, σηματοδότησα και έβγαλα τους σπάγκους από τις επιπλέον μεταχειρίσεις.
6/11/2000	
7/11/2000	
8/11/2000	Πήραμε 36 δείγματα εδάφους από το πειραματικό σχέδιο και ένα δείγμα από το μίγμα των δοχείων. Έγινε η Α' Επιφανειακή Λίπανση και πότισμα για 1 ώρα
9/11/2000	Έκανα προσδιορισμό νιτρικών στα Δείγματα.
10/11/2000	Έγινε επιφανειακή λίπανση στα δοχεία
11/11/2000	Έδωσα 1 L νερό στα δοχεία και σκάλισα.
12/11/2000	Τσάπισα και μπάλωσα φυτά. Στοιβάξα τα δοχεία ομοιόμορφα (συμμετρικά)
13/11/2000	
14/11/2000 Τρίτη	Σκάλισμα και τέλος σκαλίσματος.
15/11/2000 Τετάρτη	Δειγματοληψία φυτών και σκάλισμα. Έπειτα ζωγράφισα ένα - ένα τα φύλλα των δειγμάτων (28 τον αριθμό) σε ένα χαρτί, τα έπλυνα και τα άπλωσε σε διηθητικό χαρτί. Έγινε και η δεύτερη δόση επιφανειακής λίπανσης στα δοχεία
16/11/2000	Πότισα το χωράφι για 2 ώρες. Βάλαμε στο πυριαντήριο στους 80 βαθμούς για 24 ώρες.
17/11/2000 Παρασκευή	
18/11/2000 Σάββατο	Ελάχιστο σκάλισμα
19/11/2000 Κυριακή	
20/11/2000 Δευτέρα	
21/11/2000	
22/11/2000	
23/11/2000	
24/11/2000 Παρασκευή	Πήραμε δείγματα εδάφους και κάναμε επιφανειακή λίπανση στον αγρο και στα δοχεία. Πήρα δείγματα φυτων από τα δοχεία (1 από κάθε δοχείο=42) και τα έβαλα στο ψυγείο όπως και τα δείγματα φυτών.
25/11/2000	Έβρεχε αρκετά
26/11/2000	Έριξα σαλιγκαροκτόνο. Έβρεχε όλη μέρα.
27/11/2000	
28/11/2000 Τρίτη	Έβαλα τα δείγματα φυτων των δοχείων στο πυριαντήριο
29/11/2000 Τετάρτη	Αργία
30/11/2000 Πέμπτη	Έγινε η Δ' επιφανειακή λίπανση των δοχείων. Έβγαλα από τον αγρο με τα ίδια μου τα χέρια γύρω από τη κόμη τα ζιζάνια. Εμφάνιση κάμπιας μαμέστρας (Mamestra brassica)

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
1/12/2000 Παρασκευή	Ψέκασμα με Agree. Από τις πρώτες 4 μεταχειρίσεις έβγαλα τα πλεονάζοντα νερά και τα έβαλα σε μπουκάλια.
2/12/2000 Σάββατο	Τοποθέτηση νερών από τα δοχεία σε μπουκάλια. Σκάλισμα στον αγρό. Ψέκασμα με Agree. Έπειτα πήγα στο Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ και έκλεισα το πυριαντήριο με τα ξηραμένα πλέον φύλλα και στελέχοι.
3/12/2000 Κυριακή	Τοποθέτηση νερών από τα δοχεία σε μπουκάλια. Σκάλισμα στον αγρό.
4/12/2000 Δευτέρα	
5/12/2000 Τρίτη	Άλεσμα των μεταχειρίσεων (M1, M2, M5 και M4 το μισό) από τα δοχεία πήγα στο χωράφι και
6/12/2000 Τετάρτη	Άλεσμα μεταχειρίσεων και έβγαλα τα πλεονάζοντα νερά και τα έβαλα σε μπουκάλια.
7/12/2000 Πέμπτη	Έβγαλα τα πλεονάζοντα νερά και τα έβαλα σε μπουκάλια και έπειτα έκανα την Ε' λίπανση στα δοχεία η οποία ήταν και η τελευταία. Άλεσμα
8/12/2000 Παρασκευή	Τελείωσα με την άλεση και πήγα στο χωράφι και έκανα ψεκασμό. Ήταν καλοκαιρία.
9/12/2000 Σάββατο	Ήταν καλοκαιρία. Σκάλισμα στον αγρό.
10/12/2000 Κυριακή	Ήταν καλοκαιρία. Σκάλισμα στον αγρό.
11/12/2000 Δευτέρα	Ήταν καλοκαιρία. Σκάλισμα στον αγρό.
12/12/2000 Τρίτη	Β δειγματοληψία φυτών από τον αγρό. Ήταν καλοκαιρία.
13/12/2000 Τετάρτη	Πήρα δείγματα εδάφους από τον αγρό. Ήταν καλοκαιρία.
14/12/2000 Πέμπτη	Ήταν καλοκαιρία.
15/12/2000 Παρασκευή	
16/12/2000 Σάββατο	Σκάλισα τους 2 πρώτους διαδρόμους.
17/12/2000 Κυριακή	Σκάλισα τον τρίτο διάδρομο και ξεβοτάνισα ότι είχε απομείνει από το πειραματικό. Μπάλωσα το τελευταίο δοχείο της μεταχείρισης 5 από φυτό που προήλθε από την άκρη του πειραματικού τεμαχίου των μαρτύρων αύξοντα αριθμού 21.
18/12/2000 Δευτέρα	
19/12/2000 Τρίτη	
20/12/2000 Τετάρτη	
21/12/2000 Πέμπτη	
22/12/2000 Παρασκευή	Έφτιαξα ένα δικό μου πρόχειρο σκέπαστρο και έβαλα τα δοχεία μου.
23/12/2000 Σάββατο	
24/12/2000 Κυριακή	
25/12/2000 Δευτέρα	
26/12/2000 Τρίτη	
27/12/2000 Τετάρτη	
28/12/2000	

<b>Πέμπτη</b>	
<b>29/12/2000</b> <b>Παρασκευή</b>	
<b>30/12/2000</b> <b>Σάββατο</b>	
<b>31/12/2000</b> <b>Κυριακή</b>	
<b>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ</b> <b>2001</b>	
<b>1/1/2001</b> <b>Δευτέρα</b>	
<b>2/1/2001</b> <b>Τρίτη</b>	
<b>3/1/2001</b> <b>Τετάρτη</b>	
<b>4/1/2001</b> <b>Πέμπτη</b>	
<b>5/1/2001</b> <b>Παρασκευή</b>	
<b>6/1/2001</b> <b>Σάββατο</b>	
<b>7/1/2001</b> <b>Κυριακή</b>	
<b>8/1/2001</b> <b>Δευτέρα</b>	
<b>9/1/2001</b> <b>Τρίτη</b>	
<b>10/1/2001</b> <b>Τετάρτη</b>	
<b>11/1/2001</b> <b>Πέμπτη</b>	
<b>12/1/2001</b> <b>Παρασκευή</b>	
<b>13/1/2001</b> <b>Σάββατο</b>	
<b>14/1/2001</b> <b>Κυριακή</b>	
<b>15/1/2001</b> <b>Δευτέρα</b>	
<b>16/1/2001</b> <b>Τρίτη</b>	
<b>17/1/2001</b> <b>Τετάρτη</b>	
<b>18./1/2001</b> <b>Πέμπτη</b>	<b>Πήρα 28 δείγματα (1 από κάθε τεμάχιο) φυτών από τον αγρό. Ήταν στη φάση δεσίματος. Παρατηρήσαμε ότι στη M5 μεταχείριση υπάρχει ομοιομορφία μεγέθους κεφαλής.</b>
<b>19/1/2001</b> <b>Παρασκευή</b>	
<b>20/1/2001</b>	
<b>21/1/2001</b>	
<b>22/1/2001</b>	
<b>23/1/2001</b>	
<b>24/1/2001</b>	
<b>25/1/2001</b>	
<b>26/1/2001</b>	



27/1/2001	
28/1/2001	
29/1/2001	
30/1/2001	
31/1/2001	
<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ</b>	
1/2/2001	
2/2/2001	
3/2/2001	
4/2/2001	
5/2/2001	
6/2/2001	Πήγαμε μαζί με το Βοροβίλα στο πειραματικό και παρατηρήσαμε ότι α) η M7 τα κατώτερα φύλλα των φυτών αυτών ήταν γηρασμένα (κίτρινόξερα). Αυτό οφείλετε στην έντονη προώρη αρχικά ανάπτυξη και β) οι μεταχειρίσεις που δεν δέχτηκαν N είχαν ανύπαρκτο έως ελάχιστο βλαστό, ενώ οι μεταχειρίσεις που δέχτηκαν N είχαν και το αντίστοιχο ύψος βλαστού(από το σημείο έκφυσης του από το έδαφος έως το πρώτο φύλλο).
7/2/2001	
8/2/2001	
9/2/2001	
10/2/2001	
11/2/2001	
12/2/2001	
13/2/2001	
14/2/2001	Έγινε η συγκομιδή των 2 πρώτων επαναλήψεων. Ταυτόχρονα γινόταν και η ζύγιση των πειραματικών φυτών.
15/2/2001	Έγινε η συγκομιδή των 2 τελευταίων επαναλήψεων εκτός των 3 τελευταίων τεμαχίων λόγω βροχής. Ταυτόχρονα γινόταν και η ζύγιση των πειραματικών φυτών.
16/2/2001	
17/2/2001	
18/2/2001	
19/2/2001	
20/2/2001	<b>Ολοκληρώθηκε η συγκομιδή.</b>
21/2/2001	
22/2/2001	
23/2/2001	
24/2/2001	
25/2/2001	
26/2/2001	
27/2/2001	
28/2/2001	<b>Δειγματοληψία εδάφους σε βάθη των 30,60,90εκ έως το 17 τεμάχιο.</b>
<b>ΜΑΡΤΙΟΣ</b>	
1/3/2001	
2/3/2001	
3/3/2001	
4/3/2001	
5/3/2001	
6/3/2001	
7/3/2001	
8/3/2001	
9/3/2001	
10/3/2001	
11/3/2001	
12/3/2001	
13/3/2001	



Αριθ. Πρωτ. 473, 15/05/001

ΕΠΙΤΟΥΤΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ  
κχ. Δ/ση Σοφ. Βενιζέλου 1  
41 23 Λυκόβρυση Αττικής  
ηλ. 2816974, 2832031  
Αποφορείες: Χ. Λιακοπούλου

ΠΡΟΣ : ΚΟΥ ΠΑΣΧΑΛΙΔΗ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

ΑΠΟΣΤΟΛΕΑΣ : ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ Πρόγραμμα, "ΔΗΜΗΤΡΑ"..... ΤΗΛ.....  
ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Δήμος: .....  
ΗΜΕΡΟΜ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Καλλιέργεια: .....

Βάθος δειγματοληψίας....	1) 0-30	2) 0-30	3) 0-30			
Άργιλος (%).....	19	19	17			
Ίλος... (%).....	24	24	22			
Άμμος (%).....	57	57	61			
Χαρρακτηρισμός.....	SL	SL	SL			
Υδατοκορεσιμός (%).....	54	62	52			
Ηλ. Αγωγιμότητα (mS/cm)Π.	1.92	1.89	1.53			
Συνολικά αλατα (%).....	0.06	0.07	0.05			
PH πολλαύ.....	7.3	7.3	7.2			
Ανθρακικό Ασβέστιο (%)	5.5	5.0	5.5			
Ενεργό Ανθρ. Ασβέστιο (%)						
Οργανική Ουσία..... (%)	2.9	4.7	4.5			
Ανταλ. Νάτριο (meq/100g)						
Ανταλ. Ασβέστιο (meq/100g)						
Ανταλ. Μαγνήσιο (meq/100g)						
Ικαν. Ανταλ. Κατ. (meq/100g)						
Βαθμός Αλκαλ. Νατρίου (%)						
Αφωμ. Φώσφορος (mgP/kg)	65	164	117			
Αφωμ. Καλλίου (meq/100g)	1.24	1.80	1.28			
.....						
.....						
Αριθμός Μητρώου Δειγμάτος	57150	57151	57152			

